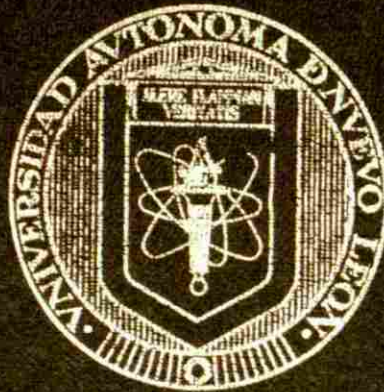


**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**

**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.**

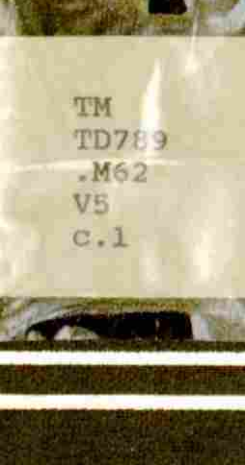
**Por**

**JUAN JOSE VILLALOBOS MALDONADO**

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

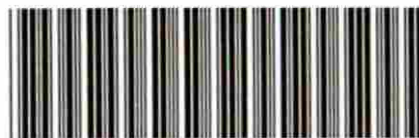
**Agosto, 1996**

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

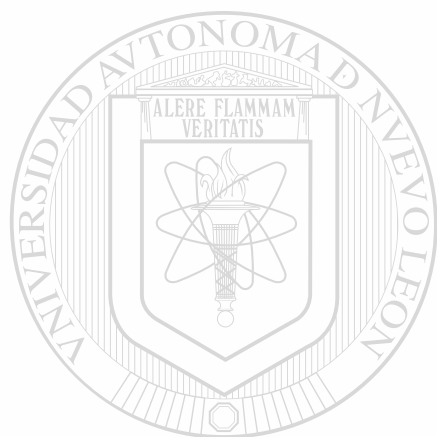


C. 1  
V5  
M62  
TM  
TD789





1080072487



# UANL

---

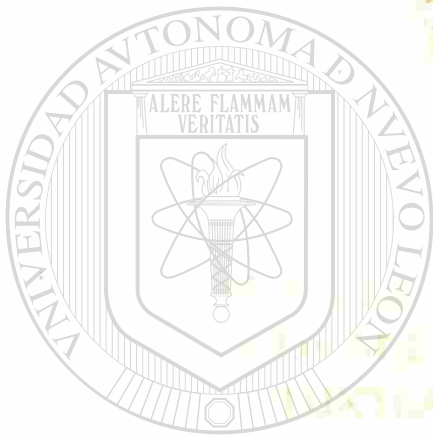
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
DIVISION DE ESTUDIOS DE GRADO



UANL

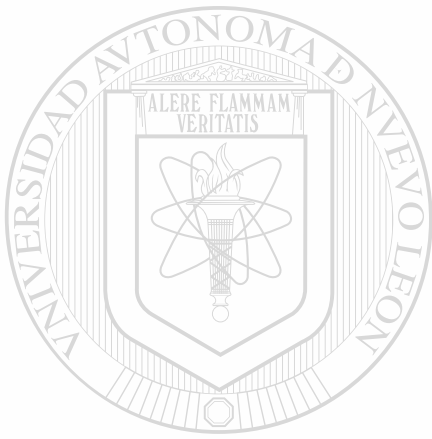
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN®  
Por

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS  
JUAN DE ALCALOBOS MALDONADO

Libro requisito parcial para obtener el título de INGENIERÍA EN CIENCIAS con Especialidad en INGENIERÍA AMBIENTAL

Agosto 1985

TM  
70789  
.16  
v9



# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



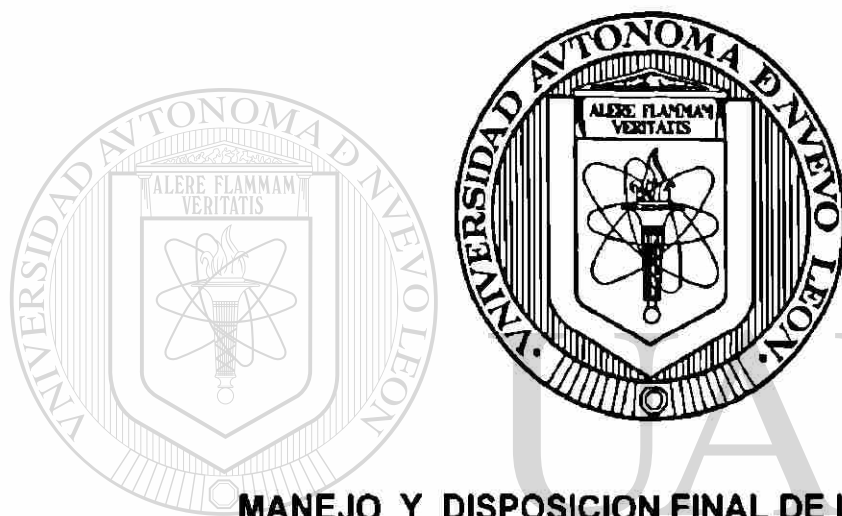
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



**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 DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS**

**JUAN JOSE VILLALOBOS MALDONADO**

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

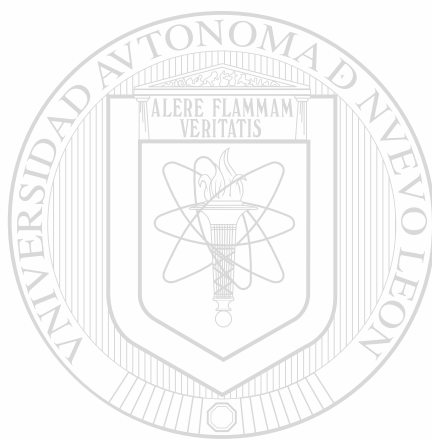
**Agosto, 1996**

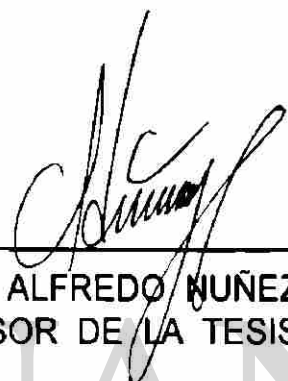



**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**

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

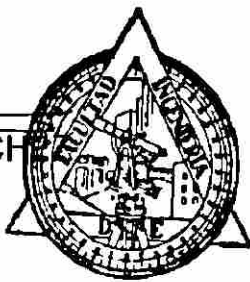
Aprobación de la Tesis:



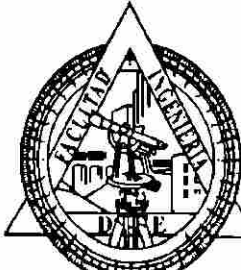
  
M.C. JOSE ALFREDO NUÑEZ CANTU  
ASESOR DE LA TESIS

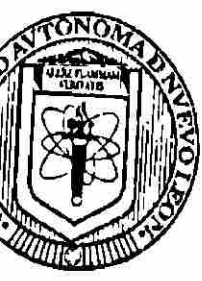
  
ARQ. RAMÓN LONGORIA RAMÍREZ  
REVISOR DE LA TESIS

  
ING. OSCAR MANUEL ROBLES SANCHEZ  
SECRETARIO DE ESTUDIOS  
DE POSTGRADO

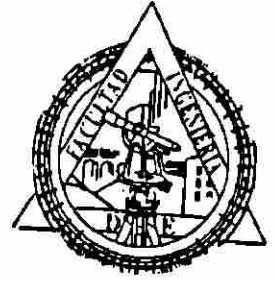


SECRETARIA DE ESTUDIOS  
DE POSTGRADO





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

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Nombre y firma de quien corrigió:

*Ramón Longoria Ramírez*  
ARQ. RAMON LONGORIA RAMIREZ

El Secretario de Postgrado:

*Oscar M. Robles Salazar*  
Ing. Oscar M. Robles Salazar

Ciudad Universitaria, a 26 de JULIO SECRETARIA DE POSTGRADOS  
DE POSTGRADO



# 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.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

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.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

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
--	----

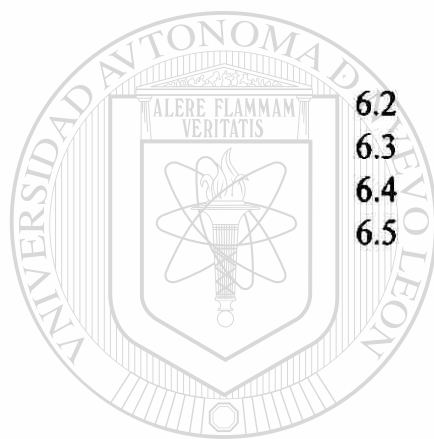
5.7.8 Determinación del % de Carbono, % de Hidrógeno y % de Oxígeno.	50
--	----

## 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 <sup>®</sup>
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

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

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 ®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

# LISTA DE CUADROS

CUADRO		Páginas
1	Promedio de Generación per-cápita Para Ca'a 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

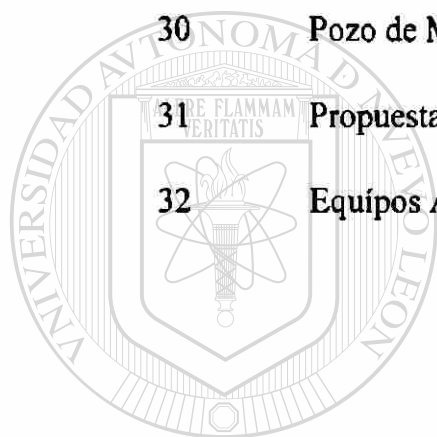
## ( continuación )

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



UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

# LISTA DE FOTOGRAFÍAS

<b>FOTOGRAFÍA</b>		<b>Páginas</b>
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 )

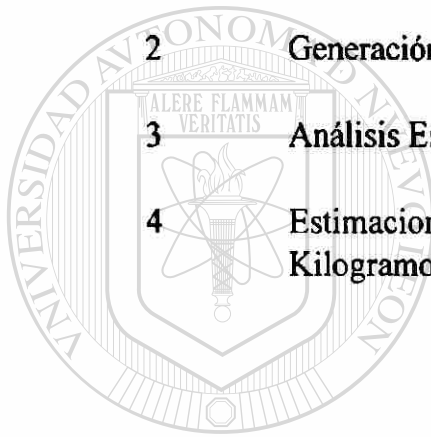
<b>FOTOGRAFÍA</b>		<b>Páginas</b>
14	Metodología Para la Determinación del Peso Volumétrico	290
15	Pesado del Tambo con Muestra	291
16	Muestra Para la Selección y Cuantificación de Subproductos	291
17	Selección Final de Subproductos	292
18	Cuantificación y Pesado de Cada Subproducto Seleccionado	292

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



# 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



UANL

## LISTA DE TABLAS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

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

## CAPITULO 1

### INTRODUCCION



La Ecología estudia "el conjunto de relaciones de una especie animal en entorno orgánico e inorgánico"<sup>1</sup>. Quizá nadie imaginaba, la importancia que alcanzaría un siglo después esta disciplina.

En la actualidad, se la ubica como una disciplina globalizadora que, apoyándose en la mayor parte del conocimiento de las ciencias Físicas, Biológicas y sociales, investiga a la misma sociedad, como la unidad básica de interacción de los organismos vivos entre sí y al ambiente en un espacio determinado; establece la hipótesis de que el desarrollo de las sociedades industrializadas engendran contradicciones que, de no resolverse, conducirán a la humanidad en un plazo no lejano, a la auto-destrucción.

Los elementos fundamentales de estas contradicciones se configuran tanto por la industrialización acelerada, como por el crecimiento de la población; estableciéndose

- Un consumo desmedido de otros recursos no renovables, para la elaboración de bienes y para proporcionar servicios.
- La necesidad de mayor cantidad de alimentos, y la conservación, erosión y agotamiento de los campos de cultivo debidos a técnicas inadecuadas de producción.
- La contaminación del agua, del suelo y del aire, más allá de la capacidad natural de éstos para eliminarla.
- Un incremento en los niveles de contaminación por ruido, con sus consecuencias sobre la salud del hombre.<sup>20</sup>

Como conclusión de los puntos anteriores, la doctrina ecológica estima que las sociedades en vías de industrialización deben, no sólo corregir, sino también prevenir las consecuencias indeseables de su propio desarrollo.

Se debe aplicar la doctrina anterior también al problema actual que es común a las ciudades, como lo es el del control de los residuos sólidos municipales, que enfrenta no sólo problemas técnicos de sanidad en su tratamiento, sino también a un creciente déficit financiero, para atender adecuadamente la tarea de toda su cadena, desde su generación y manejo, hasta su disposición final.

Es, en suma, una variable más que atender, que absorbe recursos técnicos y humanos administrados por los gobiernos municipales, dado que el manejo, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos es conforme al artículo 115 constitucional, de su estricta competencia.<sup>18</sup>

Este problema crece si en algunos municipios se carece de una planeación en los programas financieros de presupuesto a mediano y a largo plazo; no existiendo continuidad, en las soluciones; además se carece de estudios que permitan diagnosticar la situación actual, para que de esta manera se tomen decisiones, que se canalicen a las soluciones más óptimas, las que garanticen un mejor servicio, así como ventajas de costo-beneficio, en cada una de las etapas del proceso.

A pesar de que las ciudades de Tuxtla Gutiérrez, Tapachula, San Cristobál de las Casas y Comitán de Dominguez, están consideradas por el Estado de Chiapas en el

aspectos ambientales, solamente el municipio de Tapachula tiene estudios efectuados sobre la generación, manejo y disposición final de los residuos sólidos municipales.

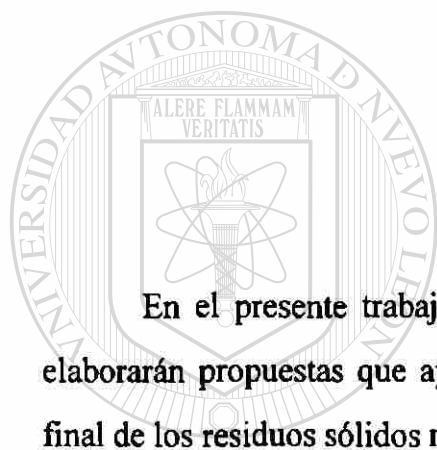
Para el caso concreto del municipio de Tuxtla Gutiérrez, este problema no es la excepción, ya que desde la década de los 70's a la fecha, la Ciudad de Tuxtla Gutiérrez, como cabecera y capital del estado de Chiapas, ha tenido un crecimiento desmesurado, que ha originado la insuficiencia de las actividades del control de los residuos sólidos y limpieza urbana.

La cantidad de basura generada en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, no ha sido cuantificada aún, en forma precisa, para una mejor comprensión del problema.

La delegación de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, ha efectuado estimaciones conservadoras considerando una generación per-cápita de entre 0.5-1.0 kg. en el Estado, de acuerdo a la información proporcionada por el Departamento de limpia del municipio de Tuxtla Gutiérrez, en el año de 1993 con una población estimada de 352,610 habitantes, la recolección diaria oscilaba entre 450 y 550 toneladas, correspondiéndole una generación del orden de 1.3-1.5 kg. de basura por habitante por día. Además, si entendemos que la basura no es sino el reflejo de nuestra desorganización, puesto que mezclamos los materiales de desechos en un mismo sitio y esto indica una cadena interminable de errores hasta la disposición final; ésta, en muchas ocasiones, inadecuada. Para hacer un uso eficiente de nuestros recursos, trataríamos de imitar a la naturaleza, reduciendo nuestro hábitos de consumo, reutilizando materiales en nuestro hogar, colonia, oficina y finalmente reciclando los materiales que ya no utilicemos; tales como: materia orgánica para la elaboración de compostas, aluminio, plásticos, vidrio, papel y otros, lo cual nos permitiría reducir el deterioro del ambiente, la protección de los bosques y las selvas, así como crear una nueva cultura de nuestros desechos.<sup>20</sup>

## CAPITULO 2

### JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO



#### 2.1 El Problema

En el presente trabajo, mediante un diagnóstico e investigación de campo, se elaborarán propuestas que ayuden a resolver el problema del manejo y la disposición final de los residuos sólidos municipales en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

#### 2.2 Las Variables

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Para resolver este problema, es necesario estimar, investigar y evaluar ciertas variables implicadas, en las que destacan:

- Aplicación de una encuesta en tres diferentes estratos socioeconómicos.
- Estimar la cantidad de residuos sólidos generados en cada estrato.
- Los tipos de basura y cantidad proporcional en cada estrato.
- Determinar la composición química de la basura muestreada en cada estrato.
- Status actual del servicio de limpia :
  - Organización
  - Sectores y rutas de recolección
  - Distancia de cada una de las rutas

- Almacenamiento de residuos sólidos donde no hay rutas
- Métodos de recolección
- Frecuencia de recolección
- Personal de recolección y limpieza
- Turnos
- Equipo disponible ( camiones, barredoras mecánicas, barrido manual, contenedores, etc.)
- Tiempos y movimientos del equipo
- Mantenimiento
- Distancia al lugar de disposición final
- Mercado de subproductos
- Centros de acopio de reciclaje de recuperables
- Costos.
- Investigar los siguientes mapas del municipio:
  - Topográfico
  - Geológico
  - Aguas subterráneas
  - Aguas superficiales.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

### DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS 2.3 Los Objetivos

- Evaluar el sistema actual del manejo de los residuos sólidos municipales, así como su disposición final, de los mismos, la limpieza urbana en la localidad de Tuxtla Gutiérrez y al mismo tiempo, establecer propuestas correctivas que optimicen las actividades antes dichas.<sup>8</sup>
- Generar información cualitativa y cuantitativa, sobre la cantidad y las características de los residuos sólidos municipales producidos; mediante el manejo de los métodos de muestreo estadístico y los análisis apropiados, para la determinación de la generación per-cápita, el peso volumétrico, la composición química, el porcentaje de

recuperables y la materia orgánica, con la finalidad de fundamentar las conclusiones y adecuaciones necesarias para el establecimiento de alternativas de solución sobre el manejo y tratamiento de desechos como es el caso del reciclaje y el composteo.

- Proponer la ubicación y el dimensionamiento de un relleno sanitario para una vida útil de 15 años, mediante una investigación, la aplicación de las normas oficiales mexicanas y la interpretación de las cartas del INEGI; así como la información aportada por otras dependencias, para pronosticar la generación de residuos sólidos municipales durante un tiempo determinado.

## 2.4 Hipótesis

Si se conocen con mayor precisión los factores involucrados en la generación, disminución, manejo y disposición final de los residuos sólidos municipales de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, se podrá diseñar una forma óptima de resolver ese problema.

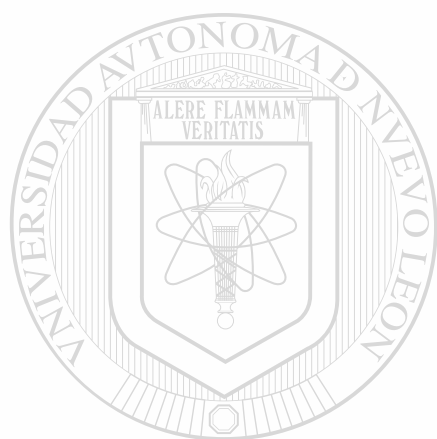
## 2.5 Alcances del trabajo.

Para cubrir los objetivos anteriores, el alcance de este trabajo va desde generar información de apoyo, ya que los resultados y propuestas de éste estudio serán comunicados a los siguientes organismos:

- Secretaría de Ecología, Recursos Naturales y Pesca del Gobierno del Estado de Chiapas.
- Ayuntamiento Constitucional del municipio de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
- Procuraduría Federal de Protección al Ambiente.

Con el fin de que actualicen sus estudios y estadísticas sobre la basura, así como en la concientización y culturización de la población, la educación ambiental, etc. y de esta manera juntos tratar de resolver el problema de los residuos sólidos municipales, ya

que esta actividad es de todos, con el objetivo principal de prevenir y controlar la contaminación ambiental generada por los desechos. Ya que actualmente en esta localidad, la disposición final se efectúa como un tiradero a cielo abierto, para terminar en un relleno cubierto, sin garantizar la salud pública y la contaminación de suelo, el agua y el aire.<sup>14</sup>



# UANL

---

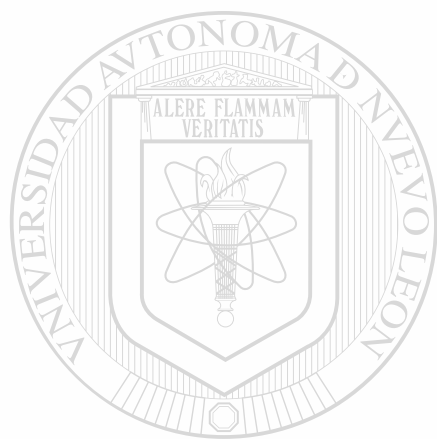
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



## CAPÍTULO 3



**MARCO TEÓRICO**

# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## CAPÍTULO 3

### MARCO TEÓRICO

Existen muchas formas de contaminar el ambiente, tal vez muchas no estén a nuestro alcance, pero sí existe una manera de contaminar que a todos nos concierne y es el de la producción de la basura doméstica.

La generación de basura constituye un problema de contaminación, porque entre los perjuicios que origina están:

- El desarrollo de gran cantidad de organismos nocivos, como: hongos, bacterias, virus, moscas, ratas, etc.

- La descomposición de la materia orgánica, que produce gases y mal olor.

- La filtración de los productos de fermentación de la basura a través del subsuelo, que contamina las aguas subterráneas, con sustancias tóxicas y microorganismos.

- La expansión de los contaminantes, cuando se depositan a cielo abierto.

Además el costo social, económico y ecológico que es muy alto, en donde se involucran barrenderos, choferes, empleados y hasta las autoridades.

Se considera “ basura “ a todo objeto que ya no tiene ningún uso, lo cual genera un deseo de eliminación; sin embargo, el término de “ residuo “ es más apropiado que el de “ basura “ o “ desecho ”.

En las zonas urbanas con diversificación de actividades se producen distintos tipos de residuos, clasificándolo según su origen en:

- Residuo Municipal
  - Doméstico
  - Comercial
  - Institucional
  - Producto del Barrido de Calles, etc.
- Residuos Industriales:
  - Peligrosos
  - No peligrosos
  - Potencialmente peligrosos
- Residuos especiales
  - Residuos hospitalarios y de laboratorios de investigación
  - Actividades agrícolas
  - Residuos de actividades mineras
  - Residuos de actividades nucleares<sup>4</sup>

Dentro del contexto de este trabajo están contemplados solamente los residuos sólidos municipales domésticos (que son generados en casas-habitación) aplicando una Norma Mexicana, que especifica un método para determinar la generación de residuos sólidos municipales a partir de un muestreo aleatorio. Y la estimación con la información del H. Ayuntamiento sobre los residuos sólidos municipales NO domésticos, generados fuera de las casas-habitación, como en los parques, jardines, vías públicas, oficinas, mercados, comercios, demoliciones, construcciones, etc; residuos que no requieren de técnicas especiales para su control. Se excluye el tratamiento de los residuos sólidos peligrosos, biológicos e infecciosos y potencialmente peligrosos de clínicas, hospitales, laboratorios, centros de investigación, etc.

Los residuos domésticos, a su vez, se clasifican desde el punto de vista comercial en :

- Sólidos inorgánicos:

- Vidrios } Transparente y color

- Plásticos } Rígidos y de película

- Metales } ferrosos y no ferrosos

- **Sólidos Orgánicos:**

- Residuos alimenticios

- Residuos de jardinería

- Papel y cartón

- Desechos de animales

- Heces de humanos y animales

- **Sólidos Tóxicos o de control sanitario:**

- Pañales desechables

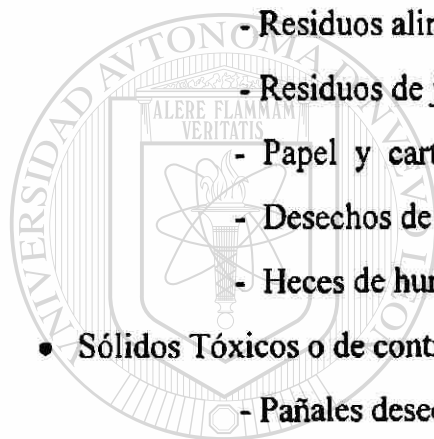
- Toallas sanitarias

- Material médico y/o fluidos corporales

- Baterías, asbesto, aerosoles, etc.

- **Residuos de demoliciones y construcciones**

- **Residuos especiales<sup>6</sup>**



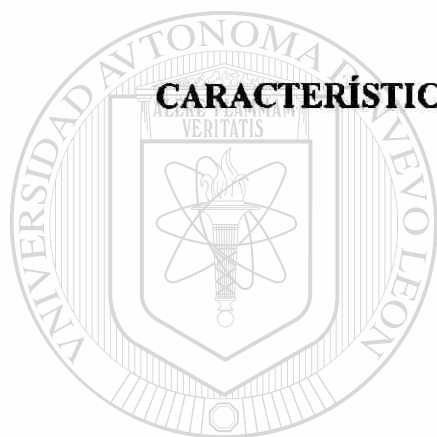
UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



## CAPITULO 4

### CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL LUGAR DE ESTUDIO



#### 4.1.- Ubicación geográfica.

La ciudad de Tuxtla Gutiérrez (cabecera municipal), se encuentra en el municipio del mismo nombre, el cual a su vez se localiza en el extremo sureste de la República Mexicana, en las coordenadas al norte  $16^{\circ}50'$  al Sur  $16^{\circ}38'$  de latitud norte; al este  $93^{\circ}02''$  y al oeste  $93^{\circ}15'$  de longitud oeste.

El municipio representa el 0.51% de la superficie del Estado de Chiapas ( $412.4 \text{ km}^2$ ) y tiene una altitud de 530 msnm.

El municipio de Tuxtla Gutiérrez, colinda al norte con los municipios de San Fernando, Osumacinta y Chiapa de Corzo, al este con el municipio de Chiapa de Corzo, al sur con el municipio de Suchiapa y al oeste con los municipios de Suchiapa, Ocozocoautla de Espinosa y Berriozábal.<sup>21</sup>

( ver FIGURAS )

- 1.- República Mexicana
- 2.- Estado de Chiapas y municipio de Tuxtla Gutiérrez
- 3.- Municipio de Tuxtla Gutiérrez.

#### 4.2.- Medio físico.

##### 4.2.1.- Clima.

En el municipio de Tuxtla Gutiérrez, se registra un clima cálido sub-húmedo con lluvias en verano, observándose en el centro del municipio, menor humedad, según la estación meteorológica 07-095, localizada en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez (ver FIGURA 4).

##### 4.2.2.- Temperatura.

La temperatura media mensual máxima es de 27.0 °C observada en el mes de mayo y la temperatura media mensual mínima es de 22.3 °C, observada en el mes de diciembre, teniendo una temperatura promedio anual de 24.5 °C, durante 44 años de observación.

##### 4.2.3.- Precipitación Pluvial.

La precipitación promedio mensual máxima es de 213.5 mm. observada en el mes de junio y la precipitación promedio mensual mínima es de 0.3 mm. observada en el mes de enero, teniendo una precipitación anual promedio de 897.6 mm., durante 41 años de observación.<sup>21</sup>

#### 4.2.4.- Vientos Dominantes.

Los vientos dominantes tienen una dirección noroeste, con velocidades de 5 -10 m/s.

#### 4.3.- Orografía.

Por lo que respecta al municipio de Tuxtla Gutiérrez, se localizan las elevaciones principales:

- Cañón del Sumidero con altitud de 1300 msnm.
- Cerro Mactumactzá con altitud de 1160 msnm.
- Cerro Tapangozoc con altitud de 1040 msnm.
- Cerro Las Lajas con altitud de 900 msnm.
- Cerro Hueco con altitud de 900 msnm.
- Cerro Loma el Tarai con altitud de 800 msnm.
- Mesa Nido de Águilas con altitud de 720 msnm.

(ver FIGURA 5).

#### 4.4.- Hidrografía.

En el municipio de Tuxtla Gutiérrez, se encuentra bajo la influencia de la Región Hidrológica 30 Grijalva-Usumacinta, en la cuenca e, R. Grijalva-Tuxtla Gutiérrez y las subcuencas b, R Alto Grijalva; i, R Suchiapa; j, Tuxtla Gutiérrez. Existiendo las principales corrientes de agua:

- Grijalva
- El Sabinal
- Suchiapa
- y el Poti

(ver FIGURA 6).

#### 4.5.- Clasificación y uso del suelo.

El municipio está constituido, geológicamente, por terrenos cretácico inferior y superior (con roca sedimentaria caliza), terciario eoceno (con roca sedimentaria limolita y arenisca) y terciario (con roca sedimentaria caliza).

Los tipos de suelo predominante son:

##### LITOSOL:

Es un suelo de distribución muy amplia, se encuentra en todos los climas y con muy diversos tipos de vegetación, con profundidad de 10 cm., tiene características muy variables, según el material que los forma y su susceptibilidad a la erosión depende de la zona donde se encuentre pudiendo ser desde moderada hasta alta.

##### REGOSOL:

Se caracteriza por no tener capas distintas, son claros y se parecen a las rocas que les dieron origen; se presentan en muy diferentes climas y su susceptibilidad a la erosión es muy variable, pues depende del terreno en que se encuentran.

##### SOLONCHAK:

Se caracteriza por presentar un alto contenido de sales en algunas partes del suelo, o en todo él. Se presenta en diversos climas y en zonas en donde se acumulan sales solubles y son poco susceptibles a la erosión.



## RENDZINA:

Tiene una capa superficial rica en materia orgánica que descansa sobre roca caliza o en algún material rico en cal; los suelos no son muy profundos, sino arcillosos y su susceptibilidad a la erosión es moderada.<sup>22</sup>

## USO DEL SUELO:

Agrícola, Pecuario, Reserva de la Biósfera, Urbano.

El uso es principalmente, agrícola, correspondiendo el 25 % de la superficie del municipio a terrenos ejidales, otra parte está formada por terrenos de propiedad federal, estatal y municipal; la mayor parte corresponde al Parque Nacional del Cañón del Sumidero, el resto de la propiedad es privada.

### 4.6.- Flora y fauna.

No obstante que el municipio contiene la mayor concentración urbana del estado, conserva todavía abundantes especies vegetales y animales, correspondientes a los ecosistemas: selva baja caducifolia y chaparral.

Entre las especies vegetales propias de ellos se cuentan: dátil, dalia, escobillo, flor amarilla, flor blanca, flor de ajo, flor chince, flor de niño, flor de noche buena, flor de pulga, flor del rosario, chinchito, gamuza, golondrina, granadillo, guachipilin, guaje, guanacaste, guaja, gusanillo, hierba de lengua de toro, hierba santa, higo, higoamate, huesito, huisache, huitumbillo, ishcanal, jiquelite, jacinto, jazmín de la india, jazmín del cabo, jazmín del istmo, jocote agrio, jocotillo, lengua de vaca, limoncillo, lombricillo, madre cacao, magueyón, maíz de guinea, majagua, malacate blanca, malvavisco, mamey, manila, mapahuite, maravilla, matabuaey, matapalo, matilizguate, memelita,

mora, morro, muraya, nucú, nambimbo, nopal, ocotillo, ortiga, palo blanco, palo de huemo, papausa, piñanona, pochota, sabino, cedro blanco, nanche y roble.<sup>23</sup>

ENTRE LA FAUNA DESTACAN: Cantil, falsa nauyaca, iguana de roca, iguana de ribera, correcaminos, chachalaca olivácea, gavilán coliblanco, mochuelo rayado, urraca copetona, comadreja, murciélago, tlacuache y zorrillo rayado.

#### 4.7.- Aspectos socioeconómicos.

##### 4.7.1.- Población.

El último censo de población realizado por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, en 1990, registró para el municipio de Tuxtla Gutiérrez, una población de 295,608 habitantes. Correspondiéndole a la ciudad de Tuxtla Gutiérrez (cabecera municipal y capital del Estado) 289,626 habitantes representando el 98 % de la población del municipio, la cual corresponde a la Urbana y el 2 % a la población rural.

La tasa de crecimiento media anual intercensal 1980-1990 fue de 5.9 %. La densidad de población es de 716.8 habitantes por km<sup>2</sup>.

##### 4.7.2.- Vivienda y servicios básicos.

En la localidad de Tuxtla Gutiérrez existen 61,062 viviendas habitadas, de las cuales 60,982 son particulares, en donde se registran 288,047 ocupantes resultando un promedio de ocupantes por vivienda particular de 4.7 %.

El material que predomina en su construcción, es el cemento o firme en pisos, el tabique, ladrillo, block en paredes, y losa de concreto, tabique o ladrillo para los techos.

De las viviendas particulares habitadas que disponen de servicios básicos están el 84.3 % con agua entubada, el 85.4 % de drenaje y el 96.8 % con energía eléctrica.<sup>21</sup>

#### 4.7.3.- Comunicaciones y transporte.

La longitud de la red carretera por clase y superficie de rodamiento al 31 de diciembre de 1992, para el municipio de Tuxtla Gutiérrez. es como sigue:

- 59.4 km. de los cuales 40.3 km. son principales, también conocidos como carreteras trocal o primaria. Comprende caminos federales en servicios y directos o de cuota.

- 19.1 Km. secundarios también identificados con el nombre de carreteras estatales o alimentadoras y 39.0 Km. de camino vecinal o rural, revestidos.

- Los vehículos registrados según tipo de servicio, hasta 1993 son: 25, 783 automóviles; 842 oficiales; 926 de alquiler y 24, 015 particulares.

- 621 camiones de pasajeros; 28 oficiales; 542 de alquiler; 51 particulares.
- 14, 768 camiones de carga; 1,443 oficiales; 333 de alquiler; 12,992 particulares.
- 272 motocicletas; 97 oficiales; 175 particulares

- El municipio contaba con los siguientes servicios, hasta 1993:

- 13 estaciones radiodifusoras, 9 de AM y 4 de FM
- 3 televisoras, 2 locales y 1 repetidora
- Oficinas postales: 3 administraciones, 1 sucursal: 7 agencias y 136 expendios
- Administraciones telegráficas: 3 telegráficas y 1 estación radiotelegráfica.
- Servicio de Telex: 1 central concentradora; 29 abonados; 100 líneas instaladas; 29 líneas ocupadas; 1 localidad con el servicio.
- Receptoras de señal vía satélite y estaciones terrenas receptoras: 1 estación receptora de señal vía satélite y 3 estaciones terrenas receptoras

- **Aparatos de radicomunicación:** 170 de radiocomunicación privada onda corta; 4,258 usuarios de banda civil permitida y 68 estaciones radioeléctricas de aficionados.
- **Centrales automáticas y de larga distancia, líneas de servicio de la red telefónica, aparatos públicos.**
- **Aeropuertos:** Cuenta con uno localizado en Terán, Tuxtla Gutiérrez (Francisco Sarabia), con una longitud de 2,020 metros de pista.

- **Servicios Públicos:** El municipio de Tuxtla Gutiérrez, ofrece a su población, los servicios de agua potable, drenaje y alcantarillado, alumbrado público, seguridad pública, mercados, panteones y central de abastos.<sup>22</sup>

#### 4.7.4.- Aspectos Económicos.

##### 4.7.4.1.- Agricultura.

Los cultivos sembrados y cosechados, por disponibilidad de agua y primer distrito de desarrollo rural de riego y temporal hasta 1993, en el municipio de Tuxtla Gutiérrez, son: Maíz, frijol, arroz, cacahuate, sorgo grano, sandía, melón, chile verde, mango, plátano, caña de azúcar, café, cacao.

##### 4.7.4.2.- Ganadería.

En el municipio de Tuxtla Gutiérrez, se crían las siguientes especies pecuarias: Bovino, porcino, ovino, caprino, equino, aves: incluye gallinas, pollos y guajolotes, además de la cría de abejas. Y entre los productos pecuarios destacan: huevo, cera, miel, leche bovina y caprina, carne en canal de ganado bovino y porcino.

#### 4.7.4.3.- Silvicultura.

En la producción forestal maderable, en el municipio de Tuxtla Gutiérrez, están el Pino, encino, preciosas, comprende las especies de caoba y cedro; corrientes tropicales, comprende las especies de ceiba, nogal y mezquite; y otras comprende las especies de coníferas y latifoliadas. Y con respecto a la producción forestal no maderable, destacan: tepescohuite y harina de barbasco.

#### 4.7.4.4.- Pesca.

En la captura pesquera en peso vivo, solamente se refiere a las especies de agua dulce siguientes: Bagre, macabil, mojarra zacatera, mojarra tilapia, roncador.

#### 4.7.4.5.- Turismo.

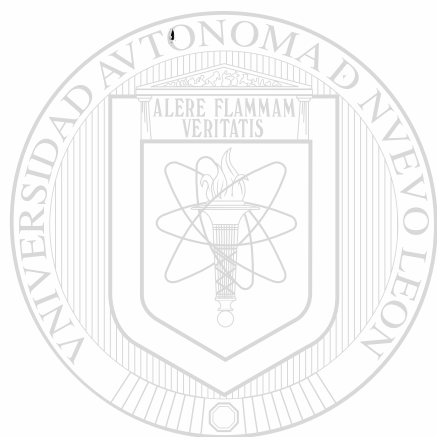
El municipio de Tuxtla Gutiérrez cuenta con atractivos turísticos, en los que destacan: Catedral de San Marcos, Jardín botánico, Museo de Antropología e Historia, Zoológico Miguel Álvarez del Toro, Mirador del Cañón del Sumidero, además de contar con una diversa infraestructura hotelera, para atender al turismo nacional e internacional.

#### 4.7.4.6.- Industria.

En el municipio se cuenta con una industria incipiente, en su mayoría constituida por micro-empresas y pequeñas empresas, en las que destacan: embotelladoras de refrescos, fábricas de hielo, agua purificada, beneficios de café, procesadoras de cacao, fábrica de bolsas de polietileno, poliductos, etc.

#### 4.7.4.7.- Comercio.

El municipio cuenta con un almacenamiento de distribuidora CONASUPO S.A., además de 2 bodegas de ANDSA y también, con: Tiendas Conasupo, tianguis, mercados públicos, rastros mecanizados, central de abastos, centros receptores de productos básicos.<sup>22</sup>



# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## CAPITULO 5

### METODOLOGÍA

La metodología utilizada para el desarrollo del presente trabajo, fué mediante la aplicación de las siguientes normas mexicanas:

( NMX-AA-61-1985 )

**Determinación de la Generación**

( NMX-AA-15-1985 )

**Muestreo-Método de Cuarteo**

( NMX-AA-19-1985 )

**Determinación del Peso Volumétrico “In Situ”**

( NMX-AA-22-1985 )

**Selección y Cuantificación de Subproductos**

( NMX-AA-52-1985 )

**Preparación de Muestras en el Laboratorio  
Para su Análisis**

( NMX-AA-16-1984 )

**Determinación de Humedad en Residuos  
Sólidos Municipales**

( NMX-AA-18-1984 )

**Determinación de Cenizas en Residuos  
Sólidos Municipales**

( NMX-AA-25-1984 )

**Determinación del Potencial de Hidrógeno,  
Método Potenciométrico en Residuos  
Sólidos Municipales**

<b>( NMX-AA-21-1985 )</b>	<b>Determinación de Materia Orgánica en Residuos Sólidos Municipales</b>
<b>( NMX-AA-24-1984 )</b>	<b>Determinación de Nitrógeno Total en Residuos Sólidos Municipales</b>
<b>( NMX-AA-33-1985 )</b>	<b>Determinación del Poder Calorífico</b>
<b>( NMX-AA-67-1985 )</b>	<b>Determinación del Porcentaje de Carbono</b>
<b>( NMX-AA-68-1986 )</b>	<b>Determinación del Porcentaje de Hidrógeno</b>
<b>( NMX-AA-80-1986 )</b>	<b>Determinación del Porcentaje de Oxígeno</b>
<b>( NMX-AA-92-1986 )</b>	<b>Determinación del Porcentaje de Azufre</b>
<b>( NOM-083-ECOL-1995 )</b>	<b>Que Establece las Condiciones que Deben Reunir los Sitios Destinados a la Disposición Final de los Residuos Sólidos Municipales</b>
<b>( NOM-084-ECOL-1995 )</b>	<b>Que Establece los Requisitos Para el Diseño, Construcción, Operación y Monitoreo de un Relleno Sanitario</b>

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
 5.1.- Aparatos y Equipo  
 DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Para la determinación de la generación per-capita, cuarteo, peso volumétrico “in situ”, selección y cuantificación de subproductos, de los residuos sólidos municipales, se necesita el siguiente equipo mínimo, con que debe contar el personal:<sup>24</sup>

- 1 báscula con capacidad mínima de 100 Kg. y precisión de 10 gr. o similar.
- 1 báscula con capacidad mínima de 10 Kg. y precisión de 1 gr. o similar.
- 600 tablas de inventario, en tamaño carta u oficio.
- 9 marcadores de tinta permanente, preferentemente color negro.



- 36 Kg. de bolsas de polietileno de 0.70 m. x 0.50 m. y calibre mínimo del No. 200, de baja densidad.
  - 1 Kg. de ligas de hule de 1.5 mm. de ancho.
  - 4 pares de guantes de carnaza.
  - 3 brochas de 0.025 m. de ancho.
  - 4 litros de pintura de esmalte color amarillo.
  - Papelería y varios (cédula de encuesta, lápices, gomas y otros).
  - Unas tablas de números aleatorios y de las siguientes distribuciones: Normal, "t" de Student, "F" de Fisher; así como la empleada para el rechazo de observaciones, si se aplica para tal efecto, el criterio de Dixon.
  - 1 criba de 1 cm. de apertura, DGN malla No. 10
  - 3 bieldos.
  - 2 escobas.
  - 4 juegos de guantes de hule o tela.
  - 3 tambos metálicos con capacidad de 200 lts.
  - 4 overoles.
- 
- 4 lentes de seguridad.
  - 4 mascarillas antipolvos.
  - 4 pares de botas de hule.
  - Área de 25 m<sup>2</sup>, para cuarteo y selección (cualquier terreno pavimentado con cemento de 5 x 5 metros como mínimo, preferentemente techado).
  - 1 vehículo, camioneta pick-up de ¾ Ton., para el transporte de muestra y personal.
  - 3 ayudantes.

## 5.2.- Estudios de Campo

### 5.2.1.- Zonas de Estudio

Primeramente se seleccionaron tres colonias de niveles socioeconómicos: alto, medio y bajo. Como de clase alta, se seleccionó la colonia “El Retiro”, como de nivel medio, la colonia del “ISSSTE” y de nivel bajo, la colonia “San José Terán”. Cabe mencionar que estas tres colonias, se ubican a lo largo de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, de poniente a oriente. (ver FIGURA 7 ).

Posteriormente, se demilitaron las zonas utilizando planos sectoriales proporcionados por la Dirección de Obras Públicas del H. Ayuntamiento, para así conocer el universo de trabajo.<sup>28</sup> (ver FIGURAS 8 , 9 , y 10 ).

### 5.2.2.- Recopilación de la Información

Ya obtenidos los planos de cada colonia, se realizó un recorrido para numerar las casas comprendidas en los mismos y después, aleatoriamente, se seleccionaron casas-habitación para involucrarlas en el estudio, según los niveles socioeconómicos.

#### **ESTRATO ALTO**

Se eligieron las calles de : Perú, Costa Rica, Guatemala, Brasil, Colombia, Venezuela, Argentina, México, Uruguay y Carr. Panamericana.

#### **ESTRATO MEDIO**

Se eligieron las calles de : Zinacantán retorno 1 y 2, Pijijiapan, Simojovel, Ocosingo,

## **ESTRATO BAJO**

Se eligieron las calles de : Calzada CONASUPO, 1a. Oriente Norte, 5a. Norte Oriente, 5a. Norte Poniente, 4a. Norte Oriente, 3a. Norte Oriente, 3a. Norte Poniente, 2a. Norte Oriente, 2a. Norte Poniente, 1a. Norte Oriente, 1a. Norte Poniente, Central Norte, Av Central Oriente, Av. Central Poniente, 1a. Oriente Norte, 1a. Oriente Sur y 2a. Sur Oriente.

(ver FIGURAS 11, 12 y 13)

### **5.2.3.- Secuencia de Actividades**

1. Mediante un programa de computación en lenguaje "C", se seleccionaron aleatoriamente las casas que se invitarían a participar en el estudio otorgándoles un número aleatorio ( ver TABLA 1 ) de identificación para cada estrato, integrando de esta manera el universo de trabajo. (ver APÉNDICE A).
2. Posteriormente se visitó cada una de las casas seleccionadas, invitando a los moradores a participar en el estudio. Se pegó una cédula en la puerta, en sustitución de la pintura amarilla; con la finalidad de identificarla; al mismo tiempo se llenó una encuesta con el fin de sondear opiniones y recabar información sobre actitudes, cultura y grado de participación que podría esperarse de la población, para la aplicación de programas en el manejo de residuos sólidos municipales (ver APÉNDICE B).

Esta actividad de visita e invitación, se realizó de la siguiente manera:

- El día 11 de octubre se dedicó al estrato Bajo, en la colonia " San José Terán ".

- El día 12 de octubre al estrato Medio, en la colonia del “ ISSSTE ”.
- Y el día 13 de octubre al estrato Alto, en la colonia “ El Retiro “.

(ver FOTOGRAFÍA 1 ).

Como se explicó anteriormente, a las casas cuyos moradores aceptaron participar se las identificó con una cédula, especificando la fecha del estudio, fecha comprendida entre el día 16 y el 23 de octubre. (ver CÉDULA 1).

3. El día domingo 15 de octubre, se hizo entrega de las bolsas de polietileno, en cada estrato, las cuales estaban identificadas con un número, correspondiente a las muestras. Se utilizaron bolsas de tres colores diferentes, para no confundir las muestras, correspondiendo, los colores de la siguiente manera:

- Bolsas de color negro, para el estrato Alto.
- Bolsas de color verde oscuro, para el estrato Medio.
- Bolsas de color azul celeste, para el estrato Bajo.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

#### 5.2.4.- Metodología de Recolección de Muestras

1. A partir del día lunes 16 de octubre, se inició la recolección en cada estrato, a la cual se denominó, *Actividad de Barrido*. Esto sirve únicamente como una operación de limpieza, para asegurar que los residuos generados después de ella, correspondan a un día.

Simultáneamente con la operación de limpieza, se entregó una nueva bolsa, para el almacenamiento de los residuos que se generaran en las siguientes 24 horas.

Al final de cada jornada, los residuos recolectados de cada estrato se transfirieron a la base operativa del H. Ayuntamiento de Tuxtla Gutiérrez, para su traslado al sitio de disposición final.

2. A partir del segundo día (martes 17 de octubre), hasta el séptimo día (lunes 23 de octubre) del período de muestreo, se efectuó la recolección diaria de los residuos generados en cada casa-habitación por cada estrato, así como la entrega de una nueva bolsa de polietileno. La jornada de recolección se iniciaba a las 8:00 hrs., en la colonia “El Retiro”, y se finalizaba aproximadamente a las 9:30 hrs.

Posteriormente se continuaba con la recolección de la colonia del ISSSTE, terminando a las 10:45 hrs. Enseguida se trasladan los residuos sólidos al centro de recepción, localizado en el Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez. A las 11:00 hrs. Se llevaban las muestras de un día anterior al laboratorio de la Secretaría de Agricultura y Ganadería del Estado de Chiapas, especialmente a la Dirección de Desarrollo Agrícola. Aproximadamente a las 11:30 hrs. se iniciaba la recolección en el estrato Bajo, en San José Terán la cual finalizaba a las 12:45 has., para trasladar los residuos al centro de estudio.

(ver FOTOGRAFÍAS 2 y 3).

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

#### 5.2.5.- Actividades en el Centro de Recepción de los Residuos

1. Teniendo las muestras identificadas de cada estrato, mediante el color de bolsa y el número de muestra, se procedió a pesar cada una de ellas, llevando el control del peso en la cédula de encuesta por estrato, manejando 3 carpetas diferentes. Para agilizar esta actividad de pesado, mientras se efectuaba la recolección de muestras en el estrato bajo, dos personas pesaban las muestras de los estratos alto y medio. (ver FOTOGRAFÍA 4 y CÉDULA 2).

2. El pesado de las muestras se efectuaba, con una báscula romana de 10 Kg. (ver FOTOGRAFÍA 4).
3. Posteriormente ,se procedió a vaciar el contenido de las bolsas de cada estrato, por separado, en el área asignada para efectuar el cuarteo. (ver FOTOGRAFÍAS 5, 6 y 7).
4. Enseguida se efectuaba el método de cuarteo de cada estrato, según la norma NMX-AA-15-1985, llenando la cédula de informe de campo para el cuarteo de los residuos sólidos por cada estrato (ver CÉDULA 3 y FOTOGRAFÍAS 8, 9 y 10).
5. Con una porción del cuarteo se procedía a efectuar la determinación del peso volumétrico según la norma NMX-AA-19-1985, y con la otra porción asignada a la muestra de laboratorio según la norma NMX-AA-52-1985, se separaban 10 Kg. Se llenaba la cédula de informe de campo para la determinación del peso volumétrico “in situ”, de los residuos sólidos municipales para cada estrato. (ver CÉDULA 4 y FOTOGRAFÍAS 13, 14 y 15 ).
6. Con las otras dos porciones restantes del cuarteo, se procedía a efectuar la selección y cuantificación de sub-productos, según la norma NMX-AA-22-198, llenando al final, la hoja de registro de campo de selección y cuantificación de sub-productos. (ver CÉDULA 5 y FOTOGRAFÍAS 16 y 17 ).
7. Para la determinación del peso volumétrico, se utilizaron tres tambos metálicos, cada uno de capacidad igual a 200 Lts., para cada estrato, libres de abolladuras; utilizando una báscula de piso con capacidad de 100 Kg. (ver FOTOGRAFÍAS 11 y 12 ).
8. Diariamente se preparaban 3 muestras, una por estrato según la norma NMX-AA-61-1985 , y se guardaban en refrigeración, para su análisis en el laboratorio al siguiente día.

9. Como actividad final, en cada estrato se pesaban los sub-productos, con la báscula romana de 10 kg., vaciando el peso en la hoja de registro para su control.(ver FOTOGRAFÍA 18 ).

### 5.2.6.- Aplicación de una Encuesta Para Sondeo de Opinión

Durante la elaboración de la encuesta, se realizaron una serie de preguntas para recopilar información y así poder evaluar lo siguiente:

- Información general de los entrevistados.
- Situación actual del servicio de limpia.
- Conocimiento del problema de la contaminación por residuos sólidos domésticos.
- Participación de la población en programas de reciclaje y elaboración de composta.
- Alternativas y sugerencias de la población, para disminuir la contaminación y mejorar el servicio de limpia.<sup>15</sup>

### 5.3.- Generación Per-cápita de Residuos Sólidos ( NMX-AA-61-1985 )

Este parámetro indica la cantidad de residuos sólidos promedio generados en kilogramos por una persona en un día. Este parámetro se encuentra en función de otros factores tales como:

- Situación geográfica, estación del año y condiciones climatológicas del lugar.
- Cultura y costumbres de los habitantes de la población.
- El nivel de ingresos de la población (Calidad de vida).
- El tipo de actividades que se realizan en la población.<sup>16</sup>

El conocimiento de la generación per-capita de los residuos para los tres niveles, permitirá calcular la cantidad de basura generada en estos tres estratos, así mismo podrán servir como estimadores para toda la ciudad.

La generación per-capita de los residuos sólidos, es un parámetro muy importante para la toma de decisiones en lo que se refiere a la proyección y el diseño de los sistemas de manejo y disposición final de los desechos sólidos, por eso se puso atención a este parámetro desde la selección de la muestra hasta su análisis estadístico.

La metodología empleada para conocer la generación per-capita en cada estrato, fue la siguiente:

#### 1. Recolección de muestras.

En el período comprendido del 16 al 23 de octubre se estuvieron recolectando las muestras, al mismo tiempo que se les entregaba otra bolsa de polietileno limpia. Los residuos recogidos el primer día (16 de octubre) se desecharon, para garantizar que no existiera basura acumulada de más de un día. Las bolsas de cada estrato se identificaban por el color y el número correspondiente a la muestra.

#### 2. Selección del riesgo:

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

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

#### 3. Selección del tamaño de la muestra “n”.

En base al riesgo seleccionado se determina el tamaño de la muestra .



#### 4. Cálculo del valor promedio de generación per-capita.

De los datos obtenidos de cada casa-habitación, al dividir el peso de los residuos generados diariamente entre el número de habitantes, se obtiene un promedio de ellos, generándose una serie de “n” valores promedio.

#### 5. Ordenación de los valores promedio.

Ordenar los valores promedio de menor a mayor para la realización de un análisis de rechazo.

#### 6. Realización de los cálculos para el análisis de rechazo.

Utilizando el criterio de Dixon se determinarán si deben ser rechazadas o aceptadas las observaciones sospechosas en consideración a los siguiente:

$$r = \frac{X_n - X_i}{X_n - X_j} \quad \text{Cuando se sospecha del valor máximo de la propuesta.}$$

$$r = \frac{X_j - X_1}{X_i - X_j} \quad \text{Cuando se sospecha del valor mínimo de la propuesta.}$$

Donde:

$X_n$  = número de observaciones o elemento mayor.

$X_j$  = elemento del muestreo que define el límite superior del intervalo de sospecha, en la cola inferior de los datos ya ordenados.

$X_1$  = elemento menor.

$X_i = X_n - (X_j - X_1)$

(ver TABLA 2 ).

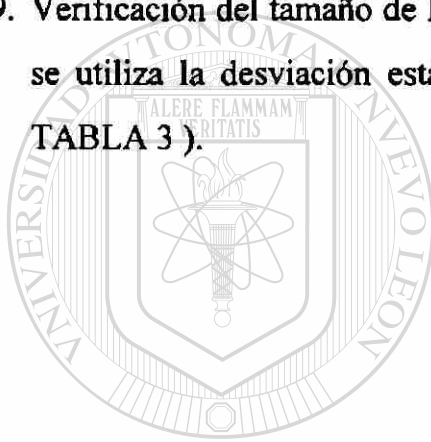
### 7. Selección del nivel de Confianza.

Este valor ( $Z_p$ ), se determina utilizando una tabla de distribución normal acumulativa, en base al valor del riesgo elegido (NMX-AA-61-1985).

### 8. Calculo de la media ( $\bar{X}$ ) y de la desviación estándar (S) de la muestra.

Realizando un análisis estadístico de los “n” valores promedio, obtener la media de la generación per-capita diaria de los valores promedio para cada casa-habitación y su desviación estándar.

### 9. Verificación del tamaño de la muestra. Para calcular el tamaño real de la muestra, se utiliza la desviación estándar y el empleo de la distribución “t” Student (ver TABLA 3 ).



$$n_1 = \left[ \frac{t_s}{E} \right]^2$$

Donde:

$n_1$  = Tamaño real de la muestra.

E = Error muestral en Kg./hab-día, recomendaciones usar un valor comprendido en el siguiente intervalo  $0.04 \text{ Kg./hab-día} \leq E \leq 0.07 \text{ Kg./hab-día}$ .

S = Desviación estándar de la muestra.

t = Percentil de la distribución “t” de Student, corresponde al nivel de confianza definido por el riesgo empleado en el muestreo.

### 10. Consideraciones en base al tamaño de la muestra.

- Si  $n_1 > n$  entonces  $n_2 = n_1 - n$  Se deben de obtener  $n_2$  muestras faltantes y realizar un análisis estadístico del total de observaciones.

- Si  $n < n_1$  entonces  $n_2 = 0$  No es necesario obtener más elementos.
- Si  $n_1 < n$  deben entonces  $n_2 < 0$  Aunque el valor de la muestra es mayor al real, no de eliminarse los elementos sobrantes, ya que pueden ampliar la confiabilidad en el muestreo. No hay necesidad de realizar un nuevo análisis estadístico.

### 11. Análisis de Varianza.

Este tipo de análisis ayuda a decidir si las diferencias observadas entre más de dos medias de una muestra pueden atribuirse al azar, o si hay diferencias reales entre las medias de las poblaciones que se muestrean. Es utilizado cuando se tienen muestras aleatorias independientes de tamaño “n” tomadas de “k” poblaciones.

Se prueba la siguiente hipótesis:

“La media poblacional (estimada para un determinado estrato socioeconómico, es igual que las medias poblacionales estimadas de los demás estratos en que se subdividió la población muestreada”.<sup>12</sup>

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

La razón F entre dos variantes poblacionales, está dada por:

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

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

El subíndice indica el número de la muestra y (S)

Esta diferencia se puede deber al azar (No significativa), o no puede atribuirse al azar (Es significativa, demasiado grande o bien pequeña). Para ello se supone lo siguiente:

$$\mu = \mu_B = \mu_m = \mu_A$$

$$\delta^2 = \delta_B^2 = \delta_M^2 = \delta_A^2$$

Donde:

$(\mu, \delta)$  = son de la población compuesta por los tres estratos.

$(\mu_B, \delta_B)$  = parámetros obtenidos de la muestra del estrato bajo.

$(\mu_M, \delta_M)$  = parámetros obtenidos de la muestra del estrato medio.

$(\mu_A, \delta_A)$  = parámetros obtenidos de la muestra del estrato alto.

El procedimiento utilizado para ello, se le denomina Análisis de Varianza en un sólo sentido y los detalles necesarios se presentan en la siguiente tabla:

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
 TABLA 1 ANÁLISIS DE VARIANZA

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F
TRATAMIENTOS O MUESTRAS	K - 1	SS (Tr)	MS (Tr)	$\frac{MS(Tr)}{MSE}$
ERROR	K (n - 1)	SSE	MSE	
TOTAL	Kn - 1			

Para simplificar las operaciones de las diversas sumas de cuadrados se utilizan las siguientes fórmulas de cálculo:

$$SST = \sum_{i=1}^K \sum_{j=1}^n X_{ij}^2 - \frac{1}{K_n} T^2$$

$$SS(Tr) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^K T_i^2 - \frac{1}{K_n} T^2$$

El valor de SSE se puede obtener restando SS(Tr) de SST.

$$SST = SS(Tr) + SSE$$

Donde:

$X_i$  = Elementos de las muestras

$T_i$  = Total de los valores obtenidos del i-ésimo muestreo.

T = Gran total de los nK observaciones.

K = Número de muestras o tratamientos.

n = Número de elementos de cada muestra.

SST = suma de cuadrados Totales

SS(Tr) = Suma de cuadrados entre tratamientos.

SSE = Suma de cuadrados del error (error del experimento o el azar).

SSE mide la variación al azar ( es decir, la que se presenta dentro de las muestras).

SS(Tr) también mide la variación al azar cuando la hipótesis nula es verdadera, pero también refleja la existente entre las medias de la población cuando la hipótesis nula es falsa.

Se rechaza la hipótesis nula de que todas las medias de la población son iguales, si el valor que se obtenga de  $F$  es mayor que  $F_{\alpha, K-1, K(n-1)}$ , donde:  $\alpha$  es el nivel de significancia elegido.

$F$  deberá hacerse más pequeña a medida que el factor del denominador de la relación de la cual se obtiene, se incrementa (error experimental o el azar), por lo que denotará que la diferencia de las medias se ha debido a esto.

Para la realización de este análisis de varianza se utiliza la distribución "F" de Fisher. (ver TABLA 4 ). Esta tabla se utiliza para determinar, por lo menos en forma aproximada la probabilidad de que la razón  $F$  sea mayor, y por lo tanto la hipótesis nula sea rechazada. Solo en el caso que la diferencia se deba al azar, se trabaja con una generación per-capita promedio, para todos los estratos socioeconómicos.<sup>24</sup>

#### 5.4.- Operación de Cuarteo ( NMX-AA-15-1985 )

Para efectuar este método, es necesaria la participación de tres personas debidamente equipadas y verificar la limpieza del área de cuarteo.

#### METODOLOGÍA: GENERAL DE BIBLIOTECAS

1. Depositar en el centro del área de cuarteo, las muestras correspondientes a un estrato.
2. Con el auxilio de palas y bioldos, mezclar perfectamente, tratando de homogeneizar las muestras.
3. Dispersar regularmente el total de las muestras en toda el área de cuarteo.
4. Dividir la muestra a la mitad, con el auxilio de las palas, usando una línea horizontal y posteriormente dividirla en cuatro partes.
5. Seleccionar los sectores A y C ó B y D. Desechar la otra mitad de los sectores que la forman. Con lo que queda ,efectúe nuevamente otra homogenización y otro cuarteo. (ver CÉDULA 3 , FOTOGRAFÍAS 4, 6, 7, 8, 9 y 10 ).

### 5.5.- Peso Volumétrico “ In Situ “ (NOM-AA-19-1985).

Para realizar de esta determinación, se ocuparon tres personas con el equipo necesario antes mencionado, y tres tambos metálicos de forma cilíndrica con capacidad de 200 lts. : uno para cada estrato.

Antes de efectuar la determinación, se verificó que el recipiente estuviera limpio y sin abolladuras. A continuación, se pesó el recipiente vacío, tomando este peso como tara del recipiente. También se determinó el volumen del recipiente de la siguiente manera:

$$V = \frac{\pi D^2}{4} (h)$$

Donde:

D = Diámetro = 0.545 m.

h = Altura = 0.860 m.

V = Volumen = 0.2 m<sup>3</sup>

#### METODOLOGÍA:

1. Tomar un recipiente de 200 litros de capacidad y llenarlo hasta el borde con los desechos sólidos homogenizados de los sectores A y C del cuarteo.
2. Golpear el recipiente ligeramente contra el suelo, dejándolo caer tres veces, desde una altura de 10 cm.
3. Volver a llenar con desechos sólidos el espacio libre que quedó en la operación anterior, teniendo cuidado de no presionar los desechos al colocarlos en el recipiente; esto con el fin de no alterar los datos de densidad obtenidos.
4. Pesar el recipiente con los residuos sólidos en la báscula de 200 Kg. descontando el este peso de la tara del recipiente vacío, previamente determinado.
5. Determinar el peso volumétrico “in situ” de los residuos por medio de la siguiente fórmula:

$$P.V. = P / V$$

Donde:

**P.V.** = Peso volumétrico de los residuos sólidos en Kg./m<sup>3</sup>

**P** = Peso de los residuos (peso bruto menos la tara). en Kg.

**V** = volumen del recipiente en m<sup>3</sup>.

6. Los resultados obtenidos al realizar la operación se reportan en cédulas de campo. (ver CÉDULA 4 y FOTOGRAFÍAS 11, 12, 13, 14 y 15 ).

#### 5.6.- Selección y Cuantificación de Sub-productos (NMX-AA-22-1985)

Este aspecto proporciona las bases necesarias para poder estimar la factibilidad de cualquier tipo de tratamiento de dichos residuos, tales como:

- La incineración (Poder calorífico de los materiales).
- Planta productora de composta (Cantidad de materia orgánica disponible).
- Reciclaje de los sub-productos inorgánicos (Cantidades generadas de estos materiales).
- Relleno Sanitario (Cantidades de materiales putrecibles).

#### METODOLOGÍA:

1. Se realizó la separación de treinta sub-productos con las porciones B y D del cuarteo, mínimo 50 Kg. de residuos sólidos, con la colaboración de personal de la Secretaría de Ecología, Recursos Naturales y Pesca del Gobierno del Estado de Chiapas.



2. Cada sub-producto se depositó en bolsas de polietileno, para su peso, sobre una báscula de 10 Kg. de capacidad.
3. Para la selección de los residuos finos, se recogieron éstos con pala y escoba y fueron depositados sobre un tamiz de 1 cm., malla No. 10, obteniéndose así el residuo fino.
4. Los pesos de cada sub-producto fueron registrados en la hoja de campo de selección y cuantificación de sub-productos. (ver CÉDULA 5 , FOTOGRAFÍA 18 ).
5. Cálculos:

$$\% P_s = \frac{P_i}{P}$$

Donde:

$\% P_s$  = Por ciento en peso del sub-producto considerado.

$P_i$  = Peso del sub-producto en Kg. por día, para cada estrato restando el peso de la bolsa empleada.

$P$  = Peso total de la muestra empleada, para la selección y cuantificación de los sub-productos (mínimo 50 Kg.).

## 5.7.- Análisis de Laboratorio

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

### 5.7.1.- Preparación de las Muestras en el Laboratorio Para su Análisis

Este procedimiento se realiza de acuerdo a la NMX-AA-52-1985.

#### METODOLOGÍA.

- Separar una muestra de 10 Kg., procedente de la operación de cuarteo.
- Recibir la muestra en el laboratorio, para su registro.
- Vaciar la muestra de residuos sólidos, en un área limpia y seca del laboratorio.

- Desmenuzar los residuos, con unas tijeras de jardinero, hasta un tamaño máximo de 5 cm.
- Con una pala de jardinero se homogeneizan, los residuos sólidos y se procede a cuartearlos hasta obtener una muestra representativa de 1 Kg.
- Introducir el kilogramo de residuos sólidos en un molino triturador, para obtener un producto más homogéneo y de tamaño semejante a la arena gruesa.
- Tomar de dicho producto la cantidad necesaria para realizar inmediatamente la determinación de humedad, según la Norma Oficial Mexicana, NMX-AA-16-1985.
- El resto del producto obtenido de la molienda, se deposita en frascos de vidrio color ámbar de cuello esmerilado y de 2 lt. de capacidad, los cuales se almacenan a 4 °C, para realizar las demás determinaciones, físicas y químicas, en las siguientes 8 horas.

#### 5.7.2.- Determinación de la Humedad

Esta determinación se realiza de acuerdo a la NMX-AA-16-1984

#### OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN:

#### DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

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

### 5.7.3.- Determinación de Cenizas

Esta determinación se efectúa de acuerdo a la NMX-AA-18-1984 , según los residuos sólidos resultantes de la combustión de productos carbonáceos. Puede contener combustible parcialmente quemado, aunque para fines analíticos se presupone una combustión completa.

### 5.7.4.- Determinación del Potencial de Hidrógeno

Esta determinación se efectúa de acuerdo a la NMX-AA-22-1985

#### OBJETIVO Y CAMPO APLICACIÓN:

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

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



### 5.7.5.- Determinación de Materia Orgánica

Esta determinación se efectúa de acuerdo a la Norma NMX-AA-21-1985

#### OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN.

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

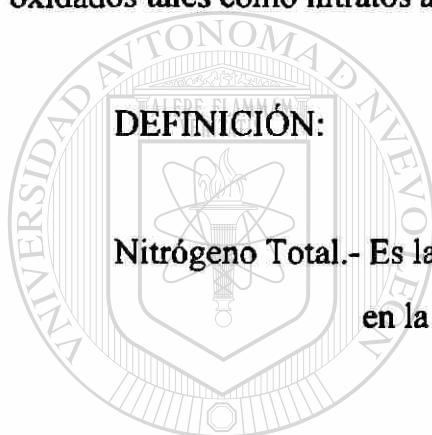
### 5.7.6.- Determinación de Nitrógeno Total

Esta determinación se efectúa de acuerdo a la Norma NMX-AA-24-1985

#### OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN.

La presente Norma Oficial Mexicana establece el método Kjeldahl para determinar la cantidad de nitrógeno total contenido en los residuos sólidos municipales.

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



#### DEFINICIÓN:

**Nitrógeno Total.**- Es la suma de los nitrógenos amoniacal y orgánico, presentes en la muestra, conocidos como nitrógeno Kjeldahl.

---

#### RESUMEN DEL MÉTODO:

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

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

### 5.7.7.- Determinación del Poder Calorífico

Esta determinación se efectúa de acuerdo a la Norma NMX-AA-33-1985

#### OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN.

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

#### DEFINICIONES:

*Poder Calorífico.*- Es el calor de combustión de una sustancia ,normalmente expresado en calorías por gramo.

*Poder Calorífico Superior.*- (También llamado total) es el calor producido en la combustión de una cantidad de combustible sólido bajo volumen constante, dentro de una bomba calorimétrica, en condiciones específicas tales que toda el agua de los productos permanezca en estado líquido.

*Poder Calorífico Neto.*- (Poder Calorífico Inferior) se calcula a partir del poder calorífico total y equivale al calor producido por la combustión de una cantidad unitaria de un combustible sólido en condiciones constantes de presión y condiciones específicas tales que toda el agua de los productos permanezca en forma de vapor.

En este caso, en particular, no fue posible realizar esta determinación, por no contar con el equipo requerido por la Norma. Por lo que será estimado con la formula modificada de Dulong, como sigue:

$$\text{kJ/kg} = 337C + 1,428(H - O/8) + 95S$$

Donde:

C = Porcentaje de carbono.

H = Porcentaje de hidrógeno.

O = Porcentaje de oxígeno.

S = Porcentaje de azufre.

En este caso el porcentaje de azufre, será estimado de la bibliografía <sup>(7)</sup>, que reporta un valor para residuo sólido municipal en un rango de 0.05 - 0.3 %, para este cálculo se considera el valor típico que es de 0.2 %.

- La determinación de azufre se debe realizar de acuerdo a la Norma NMX-AA-92-1984

#### OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN.

La presente Norma Oficial Mexicana establece el método para la determinación de azufre transformándolo en sulfato de sodio mediante el tostado de los residuos sólidos municipales, en presencia de oxilita.

Todos los análisis se efectuaron en el Laboratorio de Suelos, Agua y Bromatológicos de la Secretaría de Agricultura y Ganadería del Estado de Chiapas y para esta determinación, no tenían el reactivo cloruro de bario, ni se pudo conseguir en otro laboratorio, por lo que el análisis no se efectuó.

## 5.7.8.- Determinación del Porcentaje de Carbono, Hidrógeno y Oxígeno Mediante Relaciones Empíricas

### 5.7.8.1.- Determinación del Porcentaje de Carbono

Esta determinación se efectúa de acuerdo a la Norma NMX-AA-67-1985

#### OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN.

La presente Norma especifica un método para la determinación de la relación carbono/nitrógeno de los residuos sólidos municipales, para planear y diseñar los sistemas adecuados de disposición final de los mismos.

#### DEFINICIÓN:

**Relación carbono/nitrógeno.-** Es el parámetro utilizado como control de calidad de los residuos sólidos dentro de un sistema, utilizando como base la materia orgánica.

#### CÁLCULOS:

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

Para determinar el contenido de carbono se multiplica el porcentaje de materia orgánica por 0.58, donde:

$$0.58 = \text{constante dada por Jackson.}$$

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

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

Donde:

% N = % Nitrógeno Total obtenido según NMX-AA-24

% M.O. = % Materia Orgánica obtenida según NMX-AA-21

### 5.7.8.2.- Determinación del Porcentaje de Hidrógeno

Esta determinación se efectúa de acuerdo a la NMX-AA-68-1986

#### OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN.

Esta Norma Oficial Mexicana especifica un método para la determinación de hidrógeno de los residuos sólidos municipales, para planear y diseñar sus sistemas de disposición final.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

#### CÁLCULOS:

Están en función del por ciento de materia orgánica obtenido de acuerdo a la constante de Jackson. Para conocer el por ciento de hidrógeno (% H) en una muestra se emplea la siguiente fórmula:

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

Donde:



15 = Factor de correlación que utiliza Jackson, obtenido de datos experimentales.

### 5.7.8.3.- Determinación del Porcentaje de Oxígeno

Esta determinación se realiza de acuerdo a la Norma NMX-AA-80-1986

#### OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN:

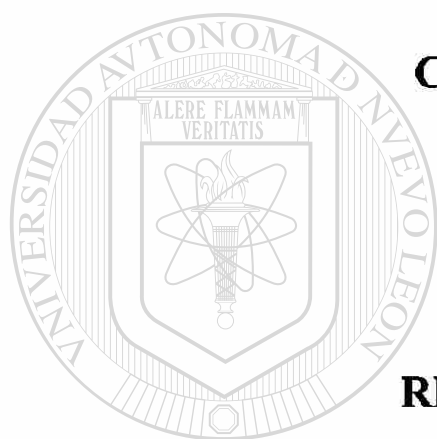
La presente norma especifica un método para la determinación del porcentaje de oxígeno en materia orgánica presente en residuos sólidos municipales, que se evalúa por la transformación a monóxido de carbono, que posteriormente reacciona con pentóxido de yodo, formando yodo absorbido en solución alcalina para ser valorada con tiosulfato de sodio, con el objeto de diseñar sus sistemas de manejo y disposición final.

En éste caso en particular, no se efectuó este análisis por no contar con el equipo indicado por la norma. Por lo que será calculado, con la siguiente fórmula:

$$\% O = (\% M.O.) - (\% C + \% H + \% N)$$

Una vez teniendo todos los valores anteriores, estaremos en posibilidad de representar la fórmula empírica mínima de los residuos sólidos, para cada una de las muestras.

- Algunos términos de referencia de la aplicación de la ( NOM-083-ECOL-1995 ), se muestran en el capítulo 8.
- Algunos términos de referencia de la aplicación de la ( NOM-084-ECOL-1995 ), se muestran en el capítulo 9.



## **CAPÍTULO 6**

### **RESULTADOS**

# UANL

---

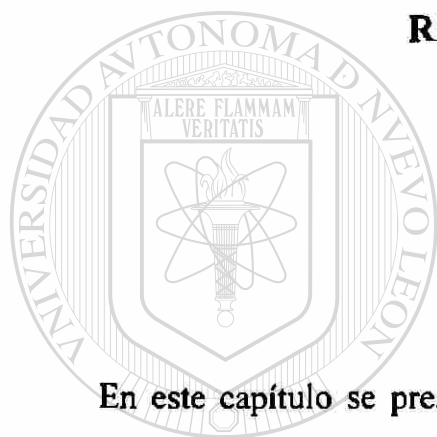
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## CAPÍTULO 6

### RESULTADOS



En este capítulo se presentan los resultados de la investigación de campo, así como los criterios tomados en consideración para su evaluación y tratamiento de la información, en relación a lo explicado en el capítulo anterior.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

#### 6.1.- Generación Per-cápita de los Residuos Sólidos Municipales Domésticos

##### 6.1.1.- Tratamiento de la Información, Para la Generación Per-cápita en el Estrato

Alto

Datos:

- Confiabilidad del Muestreo = 80%
- Riesgo de Muestreo ( $\alpha$ ) = 0.20

- **Confiabilidad para el Análisis de Rechazo de observaciones sospechosas = 80%**
- **Tamaño de la Premuestra = 50 Elementos ( $n_1$ )**
- **Estrato socioeconómico muestreado = Alto.**
- **Localidad donde se realizó el muestreo = Tuxtla Gutiérrez.**
- **Municipio al que pertenece = Tuxtla Gutiérrez.**
- **Estado al que pertenece la localidad = Chiapas.**

**Período del muestreo en campo = Del 16 al 23 de octubre de 1995.**

- **Valores promedio de la generación Per-capita de basura obtenidos en c/u de las casas-habitación muestreadas.**



# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



No. de Elemento ( Casa-habitación )	Valor Obtenido ( Kgs. / hab.-día )	No. de Elemento ( Casa-habitación )	Valor Obtenido ( Kgs. /hab.-día )
1	0.4303	26	1.0160
2	1.1190	27	0.5966
3	0.4360	28	0.1770
4	0.4333	29	0.4816
5	0.5630	30	0.8312
6	0.8000	31	0.6353
7	0.4425	32	0.2162
8	0.3937	33	1.1388
9	0.3200	34	0.5261
10	0.2840	35	0.6610
11	1.0312	36	0.5671
12	0.9708	37	1.2655
13	0.8150	38	0.6487
14	0.8550	39	0.9249
15	0.7510	40	-----
16	0.3298	41	0.7724
17	0.5541	42	0.5647
18	0.8309	43	0.8466
19	0.5478	44	0.5011
20	0.5160	45	0.4321
21	0.5325	46	0.5950
22	0.1624	47	0.9433
23	0.4440	48	0.5187
24	0.3071	49	0.8718
25	0.5740	50	0.5875

**NOTA:** Al empezar el muestreo la casa-habitación 40 se negó a participar

- Se ordenan del menor al mayor, los valores promedio de la generación de basura per-cápita, de cada una de las casas-habitación muestreadas.

$$X_1 \leq X_2 \leq X_3 \leq \dots \leq X_L \leq \dots \leq X_{n_l-1} \leq X_{n_l}$$

$n_l = 49$  elementos.

Número	Valor	Número	Valor	Número	Valor
1	0.1624	18	0.5187	35	0.8000
2	0.1770	19	0.5261	36	0.8150
3	0.2162	20	0.5325	37	0.8309
4	0.2840	21	0.5478	38	0.8312
5	0.3071	22	0.5541	39	0.8466
6	0.3200	23	0.5630	40	0.8550
7	0.3298	24	0.5647	41	0.8718
8	0.3937	25	0.5671	42	0.9249
9	0.4303	26	0.5740	43	0.9433
10	0.4321	27	0.5875	44	0.9708
11	0.4333	28	0.5950	45	1.0160
12	0.4360	29	0.5966	46	1.0312
13	0.4425	30	0.6353	47	1.1190
14	0.4440	31	0.6487	48	1.1388
15	0.4816	32	0.6610	49	1.2655
16	0.5011	33	0.7510		
17	0.5160	34	0.7724		

- A continuación se realiza el análisis de Rechazo de observaciones sospechosas, empleando el criterio de Dixon para rechazar o aceptar dichas observaciones.
- Dicho criterio consiste primeramente en establecer los intervalos de sospecha tanto en la cola inferior como en la cola superior del conjunto de valores ordenados, para después calcular el estadístico “r” para dichos valores, con las siguientes expresiones:

$$r = \frac{X_n - X_i}{X_n - X_j} \quad \text{Cola superior.}$$

$$r = \frac{X_j - X_1}{X_i - X_j} \quad \text{Cola inferior.}$$

Habiendo calculado los estadísticos “r” tanto para el primer elemento de la cola inferior, como para el último valor de la cola superior; se determina el valor estadístico

permisible " $r = \left(1 - \frac{\alpha}{2}\right)$ ", empleando la TABLA 2 , para el nivel de confianza y el número de observaciones específicas al problema que se trate.

La decisión de rechazar o aceptar la observación dependerá de lo que a continuación se establece:

Si :  $r > r = \left(1 - \frac{\alpha}{2}\right)$  : Se rechaza la observación.

Si :  $r < r = \left(1 - \frac{\alpha}{2}\right)$  : Se acepta la observación.

De acuerdo a lo antes descrito, el Análisis de Rechazo de observaciones sospechosas, se muestra a continuación:

$$n_1 = 49$$

Observando los valores ordenados en el punto anterior, se deduce que el valor a partir del cual se comparan las observaciones sospechosas de la cola superior, es al que le corresponde el No. 45, por lo que el valor de "j", será de cinco.

Entonces, los valores sospechosos en la cola inferior y en la cola superior, serán:

#### DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

##### COLA INFERIOR

$$X_1 = 0.1624$$

$$X_2 = 0.1770$$

$$X_3 = 0.2162$$

$$X_4 = 0.2840$$

$$X_5 = 0.3071$$

##### COLA SUPERIOR

$$X_{45} = 1.0160$$

$$X_{46} = 1.0312$$

$$X_{47} = 1.1190$$

$$X_{48} = 1.1388$$

$$X_{49} = 1.2655$$

##### Cola inferior.

Para el valor de " $X_1$ "

$$r = \frac{0.3071 - 0.1624}{1.0160 - 0.3071} = 0.2041$$

Cola superior.

Para el valor de “X<sub>49</sub>”

$$r = \frac{1.2655 - 1.0160}{1.2655 - 0.3071} = 0.2603$$

El valor del estadístico permisible, correspondiente a una confiabilidad del 80% y a 49 observaciones, se obtiene de la TABLA 2.

- Percentil máximo  $(1 - \alpha/2) = 1 - 0.2/2 = 0.90$
- Estadístico ( $r_{22}$  para más de 25 observaciones)  $r(1 - \alpha/2) = r(0.90) = 0.36$

Comparando el valor anterior con los estadísticos “r” de “X<sub>1</sub>” y “X<sub>49</sub>”, se tiene :

- Para el valor de “X<sub>1</sub>”  
 $r < r(0.90)$ , ya que  $r = 0.2041$  y  $r(0.90) = 0.36$

Por tanto se aceptan todas las observaciones sospechosas de la cola inferior.

- Para el valor de “X<sub>49</sub>”

$$r < r(0.90), \text{ ya que } r = 0.2603 \text{ y } r(0.90) = 0.36$$

Por tanto se aceptan todas las observaciones sospechosas de la cola superior.



- El siguiente paso, con los 49 elementos, que quedaron después del análisis estadístico para datos no agrupados, con el fin de determinar los principales estadísticos de la muestra inicial, como son la media y la desviación estándar. Estas medidas se determinan con las expresiones siguientes:

$$\text{Media Muestral } (\bar{X}) = \sum_{i=1}^{n_1} X_i$$

$$\text{Desviación Estándar Muestral } (S) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n_1} (\bar{X} - X_i)^2}{n_1 - 1}}$$

Donde:

$n_1$  = Elementos de la muestra inicial, después de haber realizado el análisis de observaciones sospechosas.

$X_i$  = Valores promedio por casa-habitación de la generación de basura Per-capita, obtenidos durante el periodo de muestreo.

Para el caso de análisis de  $n_1 = 49$

La media aritmética, debe manejarse como la generación per-capita de basura, correspondiente al estrato socioeconómico alto.

Los valores de la media aritmética y desviación estándar aplicando las fórmulas anteriores, para el estrato alto son:

$$\bar{X} = 0.628 \text{ Kg/Hab/día.}$$

$$S = 0.2602 \text{ Kg/Hab/día.}$$

- Habiendo realizado el análisis estadístico para datos no agrupados, el paso siguiente será el de verificar el tamaño de la muestra, con base en la desviación estándar muestral y empleando la distribución “t” de Student. El tamaño real de la muestra se determina con la siguiente expresión:

$$n = \left( \frac{t \cdot S}{E} \right)^2$$

E = 0.0650 en Kg/Hab/día.

S = 0.2602 en Kg/Hab/día.

t = 1.3002

Para obtener el valor de “t”, en la tabla de distribución “t” de Student se interpola el valor de 40 y 60, para encontrar el correspondiente valor a 48.

Grados de libertad:  $n_1 - 1 = 49 - 1 = 48$

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Percentil máximo:  $t(1 - \alpha/2) = t(1 - 0.2/2) = t(0.90) = 1.3002$

$$n = (1.3002 \times 0.2602 / 0.0650)^2 = 27.08$$

Del resultado anterior se concluye que el tamaño de la premuestra inicial se acepta, ya que  $n_1$  (Premuestra) > n (muestra)

Puesto que:

$n_1 = 49$  elementos

$n = 27.08 \approx 28$

Por lo tanto, puede aumentarse la confiabilidad del muestreo, más allá del 80%.

- La etapa final del tratamiento, será la de elaborar un análisis de confiabilidad, con el fin de aceptar o rechazar los estadísticos de la muestra como parámetros del universo de trabajo, para un cierto nivel de confianza, pero no para el establecido al inicio del muestreo.

El Análisis de confiabilidad, consiste en realizar una prueba de hipótesis en la cola derecha, con base en el siguiente planteamiento:

$$H_0 : \bar{X} = \mu \quad \text{Hipótesis Nula.}$$

$$H_1 : \bar{X} < \mu \quad \text{Hipótesis Alternativa.}$$

Donde:

$\bar{X}$  : Generación de basura Per-capita Muestral.

$\mu$  : Generación de basura Per-capita Poblacional.

La decisión de aceptar la Hipótesis Nula y rechazar la Hipótesis Alternativa o viceversa, depende de la comparación del percentil correspondiente al muestreo, con el percentil crítico para ciertas características, ambos para la distribución “t” de Student.

$$\text{Percentil del muestreo } (t) = \frac{\mu - \bar{X}}{S/\sqrt{n_1}} = \frac{|\bar{X} - \mu|}{S/\sqrt{n_1}}$$

El percentil crítico ( $t(1 - \alpha/2)$ ), para la distribución “t” de Student, se determina en la tabla, conforme a lo indicado en el punto anterior.

Si  $t > (t(1 - \alpha/2))$  se rechaza la Hipótesis Nula.

Si  $t < (t(1 - \alpha/2))$  se acepta la Hipótesis Nula.

Para este caso

$t(0.90) = 1.3003$ , para el 80% de confiabilidad

$t(0.95) = 1.6840$ , para el 90% de confiabilidad

$t(0.975) = 2.021$ , para el 95% de confiabilidad.

$$t = \left( (0.065/0.2602) \sqrt{49} \right) = 1.7486$$

Comparando ambos percentiles, se tiene:

$$t(0.975) > t$$

Por lo tanto se acepta la Hipótesis Nula y se rechaza la Hipótesis Alternativa, para una confiabilidad del 95%.

De lo anterior se concluye :

- La Media Muestral es confiablemente igual en un 95%, a la Muestra Poblacional.
- 
- El valor de la generación Per-capita de basura para el estrato socioeconómico Alto, del municipio de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas es de:  
0.628 Kg/Hab/día.

### 6.1.2.- Tratamiento de la Información, Para la Generación Per-cápita en el Estrato Medio

Datos:

- Confiabilidad del Muestreo = 80%
- Riesgo de Muestreo ( $\alpha$ ) = 0.20
- Confiabilidad para el Análisis de Rechazo de observaciones sospechosas = 80%
- Tamaño de la Premuestra = 50 Elementos ( $n_1$ )
- Estrato socioeconómico muestreado = Medio.
- Localidad donde se realizó el muestreo = Tuxtla Gutiérrez.
- Municipio al que pertenece = Tuxtla Gutiérrez.
- Estado al que pertenece la localidad = Chiapas.

Período del muestreo en campo = Del 16 al 23 de octubre de 1995.

- Valores promedio de la generación Per-cápita de basura obtenidos en c/u de las casas-habitación muestreadas. (ver CÉDULA 2).

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

( Casa-habitación )	( Kgs. / hab.-día )	( Casa-habitación )	( Kgs. /hab.-día )
1	1.4562	26	0.2969
2	0.5250	27	0.8171
3	0.1687	28	0.9525
4	1.0050	29	0.4684
5	0.7500	30	0.2875
6	0.6400	31	0.9950
7	0.6895	32	0.1991
8	0.4183	33	0.7332
9	0.3794	34	0.2850
10	0.6343	35	0.6383
11	0.8366	36	0.6350
12	0.2989	37	0.3170
13	0.4777	38	0.5221
14	0.1908	39	0.3305
15	0.4294	40	0.6093
16	1.5940	41	-----
17	0.4466	42	0.5656
18	0.9296	43	1.4699
19	0.4450	44	0.6357
20	1.3125	45	0.9550
21	0.6381	46	0.6000
22	0.8395	47	0.4981
23	0.4196	48	0.6933
24	0.5421	49	0.1958
25	0.4771	50	0.4593

**NOTA:** Al empezar el muestreo la casa-habitación 41 solo entrego una vez sus residuos, por lo que se eliminó por no ser representativa.

- Ordenando los valores anteriores de menor a mayor según Duncan:

$$X_1 \leq X_2 \leq X_3 \leq \dots \leq X_L \leq \dots \leq X_{n_1-1} \leq X_{n_1}$$

$n_1 = 49$  elementos.

Número	Valor	Número	Valor	Número	Valor
1	0.1687	18	0.4684	35	0.6933
2	0.1908	19	0.4771	36	0.7332
3	0.1958	20	0.4777	37	0.7500
4	0.1991	21	0.4981	38	0.8171
5	0.2850	22	0.5221	39	0.8366
6	0.2875	23	0.5250	40	0.8395
7	0.2969	24	0.5421	41	0.9296
8	0.2989	25	0.5656	42	0.9525
9	0.3170	26	0.6000	43	0.9550
10	0.3305	27	0.6093	44	0.9950
11	0.3794	28	0.6343	45	1.0050
12	0.4183	29	0.6350	46	1.1594
13	0.4196	30	0.6357	47	1.3125
14	0.4294	31	0.6381	48	1.4562
15	0.4450	32	0.6383	49	1.4699
16	0.4466	33	0.6400		
17	0.4593	34	0.6895		

- A continuación se realiza el análisis de Rechazo de observaciones sospechosas, empleando el criterio de Dixon para rechazar o aceptar dichas observaciones.
- Valores sospechosos en la cola inferior y en la cola superior, serán:

COLA INFERIOR

$$X_1 = 0.1687$$

$$X_2 = 0.1908$$

COLA SUPERIOR

$$X_{48} = 1.4562$$

$$X_{49} = 1.4699$$

$$r = \frac{X_n - X_i}{X_n - X_j}$$

Cola superior.

Por tanto se aceptan todas las observaciones sospechosas de la cola superior.

De todo el análisis realizado, se concluye que se aceptan las 49 observaciones.

- El siguiente paso, con los 49 elementos, que quedaron después del análisis estadístico para datos no agrupados, con el fin de determinar los principales estadísticos de la muestra inicial, como son la media y la desviación estándar. Estas medidas se determinan con las expresiones siguientes:

$$\text{Media Muestral } (\bar{X}) = \sum_{i=1}^{n_1} X_i$$

$$\text{Desviación Estándar Muestral } (S) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n_1} (\bar{X} - X_i)^2}{n_1 - 1}}$$

Para el caso de análisis de  $n_1 = 49$

La media aritmética, debe manejarse como la generación per-capita de basura, correspondiente al estrato socioeconómico medio.

Los valores de la media aritmética y desviación estándar aplicando las fórmulas anteriores, para el estrato alto son:

$$\bar{X} = 0.618 \text{ Kg/Hab/día.}$$

$$S = 0.3127 \text{ Kg/Hab/día.}$$

- El paso siguiente será el de verificar el tamaño de la muestra, con base en la desviación estándar muestral y empleando la distribución “t” de Student.

El tamaño real de la muestra se determina con la siguiente expresión:



$$n = \left( \frac{t \cdot S}{E} \right)^2$$

$E = 0.0650$  en Kg/Hab/día.

$S = 0.3127$  en Kg/Hab/día.

$t = 1.3002$

$$n = (1.3002(0.3127)/0.0650)^2 = 39.12$$

Del resultado anterior se concluye que el tamaño de la muestra inicial se acepta, ya que  $n_1$  (Muestra)  $>$   $n$  (muestra)

Puesto que:

$n_1 = 49$  elementos

$n = 39.12 \approx 40$  elementos

Por lo tanto, puede aumentarse la confiabilidad del muestreo, más allá del 80%.

- La etapa final del tratamiento, será la de elaborar un análisis de confiabilidad, con el fin de aceptar o rechazar los estadísticos de la muestra como parámetros del universo de trabajo, para un cierto nivel de confianza, pero no para el establecido al inicio del muestreo.

El Análisis de confiabilidad, consiste en realizar una prueba de hipótesis en la cola derecha, con base en el siguiente planteamiento:

$H_0 : \bar{X} = \mu$  Hipótesis Nula.

$H_1 : \bar{X} < \mu$  Hipótesis Alternativa.

Donde:

$\bar{X}$ : Generación de basura Per-capita Muestral.

$\mu$ : Generación de basura Per-capita Poblacional.

La decisión de aceptar la Hipótesis Nula y rechazar la Hipótesis Alternativa o viceversa, depende de la comparación del percentil correspondiente al muestreo, con el percentil crítico para ciertas características, ambos para la distribución “t” de Student.

$$\text{Percentil del muestreo } (t) = \frac{\mu - X}{S/\sqrt{n_1}} = \frac{|\bar{X} - \mu|}{S/\sqrt{n_1}}$$

El percentil crítico  $(t(1 - \alpha/2))$ , para la distribución “t” de Student, se determina en la tabla, conforme a lo indicado en el punto anterior.

Si  $t > (t(1 - \alpha/2))$  se rechaza la Hipótesis Nula.

Si  $t < (t(1 - \alpha/2))$  se acepta la Hipótesis Nula.

Para este caso

$t(0.90) = 1.3008$ , para el 80% de confiabilidad

$t(0.95) = 1.6840$ , para el 90% de confiabilidad

$$t = (0.065/0.3127) \left( \sqrt{\frac{1}{49}} \right) = 1.4550$$

Comparando ambos percentiles, se tiene:

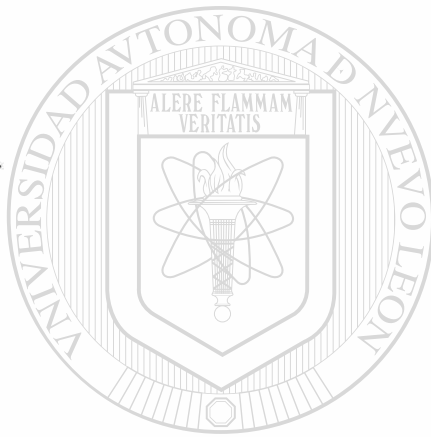
$$t(0.95) > t$$

Por lo tanto se acepta la Hipótesis Nula y se rechaza la Hipótesis Alternativa, para una confiabilidad del 90%.

De lo anterior se concluye :

- La Media Muestral es confiablemente igual en un 90%, a la Muestra Poblacional.
- El valor de la generación Per-cápita de basura para el estrato socioeconómico Medio, del municipio de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas es de:

0.618 Kg/Hab/día.



UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



### 6.1.3.- Tratamiento de la Información, Para la Generación Per-cápita en el Estrato Bajo

Datos:

- Confiabilidad del Muestreo = 80%
  - Riesgo de Muestreo ( $\alpha$ ) = 0.20
  - Confiabilidad para el Análisis de Rechazo de observaciones sospechosas = 80%
  - Tamaño de la Premuestra = 51 Elementos ( $n_1$ )
  - Estrato socioeconómico muestreado = Bajo.
  - Localidad donde se realizó el muestreo = Tuxtla Gutiérrez.
  - Municipio al que pertenece = Tuxtla Gutiérrez.
  - Estado al que pertenece la localidad = Chiapas.
  - Período del muestreo en campo = Del 16 al 23 de octubre de 1995.
- 
- Valores promedio de la generación Per-cápita de basura obtenidos en c/u de las casas-habitación muestreadas. (ver CÉDULA 2 ).

( Casa-habitación )	( Kgs. / hab.-día )	( Casa-habitación )	( Kgs. /hab.-día )
1	0.8173	26	0.2271
2	0.3931	27	0.6285
3	2.0098	28	0.3100
4	0.4546	29	0.0770
5	1.0510	30	0.4031
6	0.4353	31	0.1878
7	0.4300	32	0.1950
8	0.2672	33	0.1739
9	0.4549	34	0.0770
10	0.7614	35	0.1190
11	0.6040	36	0.3151
12	0.5683	37	0.1229
13	0.4185	38	0.1908
14	0.2245	39	0.3687
15	0.1550	40	0.1258
16	0.1882	41	0.4723
17	0.5383	42	0.6367
18	0.2166	43	0.4971
19	0.1625	44	0.6156
20	0.3412	45	0.2443
21	0.3171	46	0.1880
22	1.5958	47	0.3450
23	0.7149	48	0.2734
24	0.5816	49	0.7704
25	0.1837	50	0.9979
		51	0.3583

Ordenando los valores anteriores, de menor a mayor según Duncan:

$$n_1 = 51 \text{ elementos.}$$

Número	Valor	Número	Valor	Número	Valor
1	0.0770	18	0.2443	35	0.4723
2	0.0775	19	0.2672	36	0.4971
3	0.1190	20	0.2734	37	0.5383
4	0.1229	21	0.3100	38	0.5683
5	0.1258	22	0.3151	39	0.5816
6	0.1550	23	0.3171	40	0.6040
7	0.1625	24	0.3412	41	0.6156
8	0.1739	25	0.3450	42	0.6285
9	0.1837	26	0.3583	43	0.6367
10	0.1878	27	0.3687	44	0.7149
11	0.1880	28	0.3931	45	0.7614
12	0.1882	29	0.4031	46	0.7704
13	0.1908	30	0.4185	47	0.8173
14	0.1950	31	0.4300	48	0.9979
15	0.2166	32	0.4353	49	1.0510
16	0.2245	33	0.4546	50	1.5958
17	0.2277	34	0.4549	51	2.0098

- A continuación se realiza el análisis de Rechazo de observaciones sospechosas, empleando el criterio de Dixon para rechazar o aceptar dichas observaciones. ®

Valores sospechosos en la cola inferior y en la cola superior, serán:

COLA INFERIOR

$$X_1 = 0.0770$$

$$X_2 = 0.0775$$

$$X_3 = 0.1190$$

$$X_4 = 0.1229$$

$$X_5 = 0.1258$$

COLA SUPERIOR

$$X_{47} = 0.8173$$

$$X_{48} = 0.9979$$

$$X_{49} = 1.0510$$

$$X_{50} = 1.5958$$

$$X_{51} = 2.0098$$

$$r = \frac{X_n - X_i}{X_n - X_j}$$

Cola superior.

$$r = \frac{X_j - X_1}{X_i - X_j} \quad \text{Cola inferior.}$$

Si :  $r > r = (1 - \alpha/2)$  : Se rechaza la observación.

Si :  $r < r = (1 - \alpha/2)$  : Se acepta la observación.

Cola inferior.

Para el valor de “X<sub>1</sub>”

$$r = \frac{0.1258 - 0.0770}{0.8173 - 0.1258} = 0.07057$$

Cola superior.

Para el valor de “X<sub>51</sub>”

$$r = \frac{2.0098 - 0.8173}{2.0098 - 0.1258} = 0.6329$$

- El valor estadístico permisible, correspondiente a una confiabilidad del 80% y a 51 observaciones, se obtiene de la TABLA 2 .
- Percentil máximo  $(1 - \alpha/2) = 1 - 0.2/2 = 0.90$
- Estadístico ( $r_{22}$  para más de 25 observaciones)  $r(1 - \alpha/2) = r(0.90) = 0.36$

Comparando el valor anterior con los estadísticos “r” de “X<sub>1</sub>” y “X<sub>60</sub>”, se tiene :

- Para el valor de “X<sub>1</sub>”

$$r < r(0.90), \text{ ya que } r = 0.07057 \text{ y } r(0.90) = 0.36$$

Por tanto se aceptan todas las observaciones sospechosas de la cola inferior.

- Para el valor de “ $X_{51}$ ”

$$r > r(0.90), \text{ ya que } r = 0.6329 \text{ y } r(0.90) = 0.36$$

Por lo tanto se rechaza la observación sospechosa (“ $X_{51}$ ”= 2.0098) y se procede al análisis del siguiente elemento sospechoso de la cola superior, el cual le corresponde a “ $X_{50}$ ”.

$$r = \frac{1.5958 - 0.8173}{1.5958 - 0.1258} = 0.5295$$

Comparando el valor anterior con el estadístico.

- Para el valor de “ $X_{50}$ ”

$$r > r(0.90), \text{ ya que } r = 0.5295 \text{ y } r(0.90) = 0.36$$

- Por lo tanto se rechaza la observación sospechosa (“ $X_{50}$ ”= 1.5958) y se procede al análisis del siguiente elemento sospechoso de la cola superior, el cual le corresponde a “ $X_{49}$ ”.

- Para el valor de “ $X_{49}$ ”

$$r = \frac{1.0510 - 0.8371}{1.0510 - 0.1258} = 0.2311$$

Estableciendo la comparación se tiene:

$$r < r(0.90), \text{ ya que } r = 0.2311 \text{ y } r(0.90) = 0.36$$

Por tanto se acepta la observación sospechosa analizada, así como las restantes que corresponden a la cola superior.



De todo el análisis realizado, se concluye que se rechazan las observaciones número 50 y 51, muestras que todas las demás consideradas como sospechosas, tanto la cola superior como de la cola inferior, se aceptan.

- El siguiente paso, con los 49 elementos que quedaron después del análisis de rechazo, se realiza un análisis estadístico para datos no agrupados, con el fin de determinar los principales estadísticos de la muestra inicial, como son la media y la desviación estándar. Estas medidas se determinan con las expresiones siguientes:

$$\text{Media Muestral } (\bar{X}) = \sum_{i=1}^{n_1} X_i$$

$$\text{Desviación Estándar Muestral } (S) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n_1} (\bar{X} - X_i)^2}{n_1 - 1}}$$

La media aritmética, debe manejarse como la generación per-capita de basura, correspondiente al estrato socioeconómico bajo.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Los valores de la media aritmética y desviación estándar aplicando las fórmulas anteriores, para el estrato bajo son:

$$\bar{X} = 0.392 \text{ Kg/Hab/día.}$$

$$S = 0.2361 \text{ Kg/Hab/día.}$$

- El paso siguiente será el de verificar el tamaño de la muestra, con base en la desviación estándar muestral y empleando la distribución “t” de Student.

El tamaño real de la muestra se determina con la siguiente expresión:

$$n = \left( \frac{t \cdot S}{E} \right)^2$$

$E = 0.0650$  en Kg/Hab/día.

$S = 0.2361$  en Kg/Hab/día.

$t = 1.3002$  (interpolando, correspondiendo al valor de 48)

$$n = (1.3002(0.2361)/0.0650)^2 = 22.3$$

Del resultado anterior se concluye que el tamaño de la premuestra inicial se acepta, ya que  $n_1$  (Premuestra)  $>$   $n$  (muestra)

Puesto que:

$n_1 = 49$  elementos

$n = 22.30 \approx 23$

Por lo tanto, puede aumentarse la confiabilidad del muestreo, más allá del 80%.

- La etapa final del tratamiento, será la de elaborar un análisis de confiabilidad, con el fin de aceptar o rechazar los estadísticos de la muestra como parámetros del universo de trabajo, para un cierto nivel de confianza, pero no para el establecido al inicio del muestreo.

El Análisis de confiabilidad, consiste en realizar una prueba de hipótesis en la cola derecha, con base en el siguiente planteamiento:

$H_0 : \bar{X} = \mu$  Hipótesis Nula.

$H_1 : \bar{X} < \mu$  Hipótesis Alternativa.

Donde:

$\bar{X}$  : Generación de basura Per-capita Muestral.

$\mu$  : Generación de basura Per-capita Poblacional.

La decisión de aceptar la Hipótesis Nula y rechazar la Hipótesis Alternativa o viceversa, depende de la comparación del percentil correspondiente al muestreo, con el percentil crítico para ciertas características, ambos para la distribución “t” de Student.

$$\text{Percentil del muestreo } (t) = \frac{\mu - X}{S / \sqrt{n_1}}$$

El percentil crítico ( $t(1 - \alpha/2)$ ), para la distribución “t” de Student, se determina en la tabla, conforme a lo indicado en el punto anterior.

Si  $t > (t(1 - \alpha/2))$  se rechaza la Hipótesis Nula.

Si  $t < (t(1 - \alpha/2))$  se acepta la Hipótesis Nula.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Para este caso

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

$t(0.90) = 1.3008$ , para el 80% de confiabilidad

$t(0.95) = 1.6840$ , para el 90% de confiabilidad

$t(0.975) = 2.000$ , para el 95% de confiabilidad.

$$t = 0.0650 / 0.2361(\sqrt{49}) = 1.9271$$

Comparando ambos percentiles, se tiene:

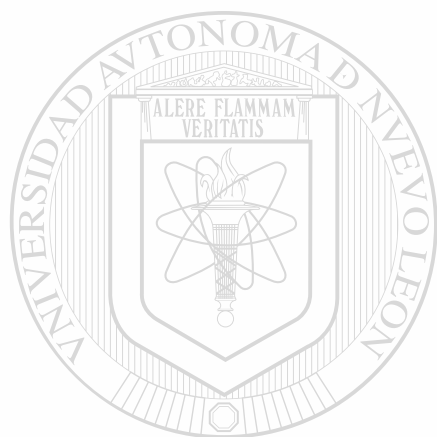
$$t(0.975) > t$$

Por lo tanto se acepta la Hipótesis Nula y se rechaza la Hipótesis Alternativa, para una confiabilidad del 95%.

De lo anterior se concluye :

- La Media Muestral es confiable igual en un 95%, a la Muestra Poblacional.
- El valor de la generación Per-cápita de basura para el estrato socioeconómico Bajo, del municipio de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas es de:

0.392 Kg/Hab/día.



UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

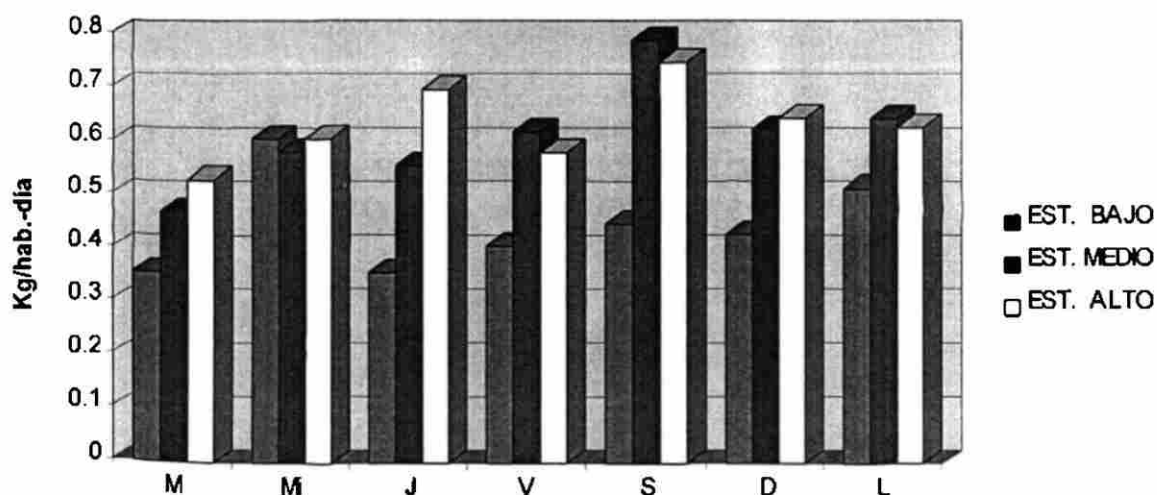
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



**CUADRO 1.-GENERACIÓN DIARIA PER-CÁPITA POR ESTRATO (Kg/HAB/DÍA)**

DÍA	ESTRATO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
MARTES	0.3555	0.4674	0.5265
MIÉRCOLES	0.6049	0.5779	0.6038
JUEVES	0.355	0.5550	0.6949
VIERNES	0.4054	0.6160	0.5794
SÁBADO	0.4440	0.7870	0.7446
DOMINGO	0.4258	0.6209	0.6421
LUNES	0.5099	0.6389	0.5897

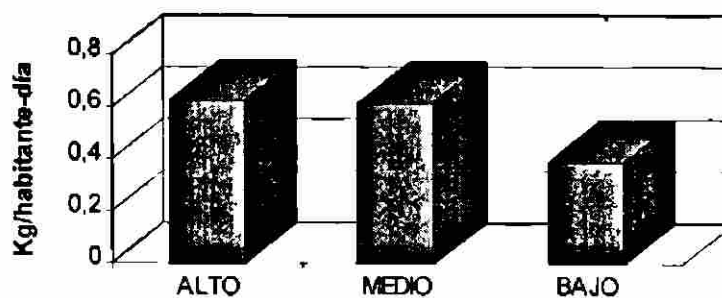
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

**Gráfica No. 1 Generación diaria por estrato**

**CUADRO No. 2. - PROMEDIO DE GENERACIÓN PER-CAPITA PARA CADA  
ESTRATO.**

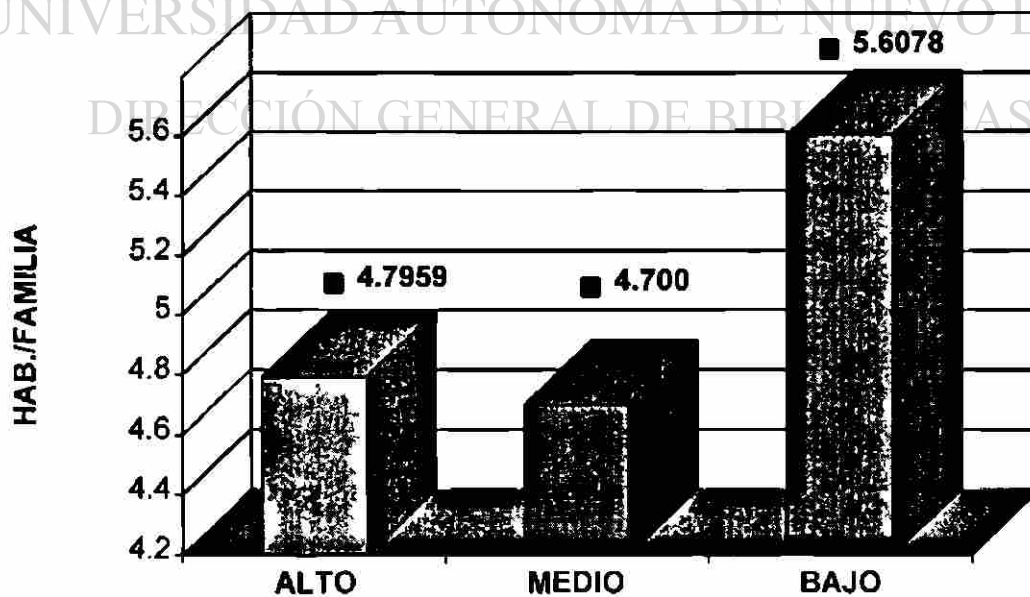
<b>ESTRATO SOCIOECONÓMICO</b>	<b>% DE LA POBLACIÓN</b>	<b>TAMAÑO DE LA MUESTRA</b>	<b>GENERACION PER-CAPITA (Kg/hab./día)</b>	<b>DESVIACIÓN ESTANDAR (Kg/hab./día)</b>
ALTO	5.47	49	0.6278	0.2602
MEDIO	34.36	49	0.6177	0.3127
BAJO	60.17	49	0.3918	0.2361

**Gráfica No. 2. GENERACIÓN PER CÁPITA POR  
ESTRATO PARA LA CD. DE TUXTLA GUTIERREZ**



**CUADRO 3.-ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS HABITANTES MUESTREADOS**

NIVEL SOCIO-ECONÓMICO	NÚMERO PROMEDIO DE HAB./FAM.	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	NÚMERO MÍNIMO DE INTEGRANTES	NÚMERO MÁXIMO DE INTEGRANTES
<b>ALTO</b>	4.7959	1.4705	2	8
<b>MEDIO</b>	4.7000	1.9105	1	13
<b>BAJO</b>	5.6078	2.2845	2	13

*GRAFICA No. 3.- ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS HABITANTES MUESTREADOS.*

#### 6.1.4.-Análisis de Varianza

Se procedió a realizar esta prueba (F), para probar la siguiente hipótesis:

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

Utilizando la siguiente expresión:

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

Se calculan las combinaciones entre las zonas de estudio siguientes:

Combinación 1 : Zona baja con zona media.

$$F = \frac{(0.2361)^2}{(0.3127)^2} = 0.570$$

Combinación 2 : Zona baja con zona alta.

$$F = \frac{(0.2361)^2}{(0.2602)^2} = 0.8233$$

Combinación 3 : Zona media con zona alta.

$$F = \frac{(0.3127)^2}{(0.2602)^2} = 1.4442$$



Cuando las dos varianzas poblacionales estimadas sean iguales, la razón (F) debe ser igual a uno. Como en ninguno de los casos se cumple esto, hay que determinar si la diferencia es debida al azar o no, para ello se realiza lo siguiente:

Se procedió a efectuar los cálculos para aceptar o rechazar la hipótesis nula:

- $H_0 = \mu_B = \mu_M = \mu_A$
- Se rechaza  $H_0$  si  $F \geq 3.0$  donde F, se obtendrá del análisis de varianza en un solo sentido y 3.0 es el valor de  $F_{2, 144}$  Tabla de Fisher (Ver Tabla No. 4).

### Cálculo del Análisis de Varianza

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADO S	CUADRADO MEDIO	F
TRATAMIENTO O MUESTRA	(a - 1) 2	1.7443043	$\frac{1.7443043}{2} =$ 0.8721521	$\frac{0.8721521}{11.822521} =$ 0.0737704
ERROR	a (n - 1) 144	10.622938	$10.622938/144 =$ 0.0737704	
TOTAL	(an - 1) 146	12.367242		

OBSERVACIONES:

$$a = 3 = K$$

$$n = 49$$

### CÁLCULOS.

Las sumas y sumas de los cuadrados que se requieren son:

$T_B = 19.2010$  ( Suma de todos los valores obtenidos para el estrato bajo).

$T_M = 30.2689$  ( Suma de todos los valores obtenidos para el estrato medio).

$T_A = 30.7626$  ( Suma de todos los valores obtenidos para el estrato alto).

$T = 80.2325$  ( Suma de todos los valores).

$$\sum \sum x^2 = 10.200795 + 23.392115 + 22.565176 = 56.158086$$

Y la sustitución de estos valores, junto con  $K = 3$  y  $n = 49$  en las fórmulas siguientes, tenemos:

$$SST = \sum_{i=1}^K \sum_{j=1}^n X_{ij}^2 - \frac{1}{K_n} T^2$$

$$SST = 56.158086 - (80.2325)^2/3(49) = 12.367242$$

$$SS(T_r) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^K T_i^2 - \frac{1}{K_n} T^2$$

$$SS(T_r) = 1/49 [(19.201)^2 + (30.2689)^2 + (30.7626)^2] - (80.2325/3 \times 49)^2$$

$$SS(T_r) = 1.7885056 \text{ y } SST = SS(T_r) + SSE$$

Entonces por medio de una resta,  $SSE = SST - SS(T_r)$

$$SSE = 12.367242 - 1.7443043$$

$$SSE = 10.622938$$

<b>R E S P U E S T A S</b>	<b>ESTRATO ALTO %</b>	<b>ESTRATO MEDIO %</b>	<b>ESTRATO BAJO %</b>
<b>¿ En que días de la Semana, se Genera Mayor Cantidad de Basura en su Casa ?</b>			
Lunes	38	36	21
Sábado	20	20	17
Domingo	15	19	16
No saben	17	10	26
<b>¿ De que Forma se Deshace de la Basura ?</b>			
La da al Camión Recolector	2	92	66
La Quema			29
La Entierra		2	
Tiene Servicio Privado	94	6	
<b>¿ Cada Cuándo Pasa el Camión Recolector de Basura ?</b>			
Todos los Días de la Semana, Excepto los Domingos	100	61	
Entre 2 y 3 Veces por Semana		35	42
Entre 1 y 2 Veces por Semana			11
Menos de una vez por Semana			38
<b>¿ Que Opina Usted del Servicio de Recolección de Basura ?</b>			
Muy Bueno	23	2	
Bueno	41	31	18
Regular	34	50	42
Malo		10	18
Pésimo		5	13
<b>¿ Hace Alguna Aportación Económica por el Servicio de Recolección ?</b>			
Si	94	2	0
No	6	98	100
<b>¿ De la Basura que Usted Genera, Indique si Obtiene Alguna Ganancia ?</b>			
Si	2	4	4
No	98	96	96
<b>¿ Si lo Invitaran a una Campaña de Reciclaje, que Residuos de la Basura, le Serían más Fáciles de Separar ?</b>			
Si Participarla	70	65	35

<b>CONTINUACIÓN</b>	<b>ESTRATO ALTO %</b>	<b>ESTRATO MEDIO %</b>	<b>ESTRATO BAJO %</b>
<b>Separarían los Sigüientes Residuos :</b>			
Latas de Aluminio	17	28	24
Cartón	11	15	16
Papel	15	15	13
Vidrio	20	18	28
Plástico	16	9	16
Residuos Alimenticios	9	15	
Residuos de Jardinería	6		
Material Ferroso	5		
Envase Tetrapack	1		
Chatarra			3
<b>¿ Con el Objetivo de Obtener Alguna Utilidad, Estaría Dispuesto a Limpiar el Vidrio, Plástico, Latas, etc ?</b>			
Si	93 % de 70 %	93 % de 65 %	69 % de 35 %
No	7 % de 70 %	7 % de 65 %	31 % de 35 %
<b>¿ Conoce de Algún Residuo que sea Comprado, en la Localidad ?</b>			
Si	36	44	80
No	64	56	20
<b>¿ Cuál ?</b>			
Papel	12		2
Plástico	3		
Cartón	22		12
Vidrio	28		49
Latas de Aluminio	35	100	15
Material Ferroso			17
Cobre			5
<b>¿ Conoce en qué Consiste el Reciclaje de Basura ?</b>			
Si	94	65	27
No	6	35	73

## 6.2.- Operación de Cuarteo

Para realizar esta operación, se baso en la NMX-AA-15-1985.

(ver CÉDULA 3 ).

Los resultados de las cantidades de residuos sólidos municipales domésticas a cuartear son los siguientes:

### Estrato Alto

	MAR.	MIER.	JUE.	VIE.	SAB.	DOM.	LUN.
<b>CANTIDAD RECOLECTADA (Kg.)</b>	94.350	116.900	149.075	124.950	143.600	90.275	112.625
<b>CANTIDAD APROXIMADA DESTINADA PARA LA DETERMINACIÓN DE PESO VOLUMÉTRICO (Kg.)</b>	32.950	48.450	64.500	52.475	61.800	30.125	46.325
<b>CANTIDAD PARA LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO (Kg.)</b>	10	10	10	10	10	10	10
<b>CANTIDAD APROXIMADA PARA LA SELECCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LOS SUBPRODUCTOS</b>	51.400	58.450	74.575	62.475	71.800	50.150	56.300

**Estrato Medio.**

	<b>MAR.</b>	<b>MIER.</b>	<b>JUE.</b>	<b>VIE.</b>	<b>SAB.</b>	<b>DOM.</b>	<b>LUN.</b>
<b>CANTIDAD RECOLECTADA (Kg.)</b>	60.550	110.200	94.825	112.850	142.550	116.000	117.175
<b>CANTIDAD APROXIMADA DESTINADA PARA LA DETERMINACIÓN DE PESO VOLUMÉTRICO (Kg.)</b>	*	45.100	32.575	46.425	61.300	48.000	48.600
<b>CANTIDAD PARA LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO (Kg.)</b>	10	10	10	10	10	10	10
<b>CANTIDAD APROXIMADA PARA LA SELECCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LOS SUBPRODUCTOS</b>	50.550	55.100	52.250	56.425	71.250	58.000	58.575

\* Debido a la poca cantidad recolectada de muestra, con la misma cantidad destinada para para la Selección y Cuantificación de los Subproductos, se efectuó la determinación del peso volumétrico.

## Estrato Bajo.

	MAR.	MIER.	JUE.	VIE.	SAB.	DOM.	LUN.
<b>CANTIDAD RECOLECTADA (Kg.)</b>	54.200	120.800	88.050	100.425	101.025	85.725	110.350
<b>CANTIDAD APROXIMADA DESTINADA PARA LA DETERMINACIÓN DE PESO VOLUMÉTRICO (Kg.)</b>	**	50.400	27.400	38.950	40.775	24.900	45.175
<b>CANTIDAD PARA LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO (Kg.)</b>	**	10	10	10	10	10	10
<b>CANTIDAD APROXIMADA PARA LA SELECCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LOS SUBPRODUCTOS</b>	50.100	60.400	50.650	51.475	50.250	50.825	55.175

\*\* Debido a la poca cantidad de muestra recolectada, se destinaron solamente 4.0 kilogramos, para los análisis de laboratorio y con la cantidad destinada a la Selección y Cuantificación de Subproductos, se realizó la determinación del peso volúmetrico.

### 6.3.- Determinación de Peso Volumétrico “ In Situ ”

Este procedimiento se realizó de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana (NMX-AA-19-1985), (ver CÉDULA 4).

De una porción procedente del cuarteo, se utilizó para efectuar, esta determinación en cada estrato, resultando los valores siguientes:

#### ESTRATO ALTO.

	MAR.	MIER.	JUEV.	VIER.	SAB.	DOM.	LUN.	PROM
<b>PESO+TARA (Kg.)</b>	46.20	46.10	56.50	53.20	56.10	45.40	50.30	50.54
<b>PESO NETO (Kg.)</b>	30.20	30.10	40.50	37.20	40.10	29.40	34.30	34.54
<b>PESO VOLUMÉTRICO (Kg./m<sup>3</sup>)</b>	193.34	150.50	202.50	186.00	200.50	217.29	171.50	188.80

#### OBSERVACIONES:

- Peso del recipiente metálico (Tara) = 16.00 Kg.
- Capacidad del recipiente, tomada para la determinación = 0.20 m<sup>3</sup>
- Para el día martes se midió una altura de 67 cms. de residuos sólidos, equivalentes a un volumen igual a 0.1562 m<sup>3</sup>, utilizando la fórmula de un cilindro, descrita en el capítulo cinco.
- Para el día domingo se midió una altura de 58 cms. de residuos sólidos, equivalentes a un volumen igual a 0.1353



**ESTRATO MEDIO.**

	MAR.	MIER.	JUEV.	VIER.	SAB.	DOM.	LUN.	PROM
<b>PESO+TARA (Kg.)</b>	53.45	55.95	49.20	61.40	52.50	55.70	61.05	55.600
<b>PESO NETO (Kg.)</b>	36.55	39.05	32.30	44.50	35.60	38.80	44.15	38.700
<b>PESO VOLUMÉTRICO (Kg./m<sup>3</sup>)</b>	182.75	195.25	161.50	222.50	178.00	194.00	220.75	193.53

**OBSERVACIONES:**

- Peso del recipiente metálico (Tara) = 16.90 Kg.
- Capacidad del recipiente, tomada para la determinación = 0.20 m<sup>3</sup>

**ESTRATO BAJO.**

	MAR.	MIER.	JUEV.	VIER.	SAB.	DOM.	LUN.	PROM
<b>PESO+TARA (Kg.)</b>	56.12	51.25	44.1	56.4	58.2	41.8	57.00	52.12
<b>PESO NETO (Kg.)</b>	38.52	33.65	26.50	38.80	40.60	24.20	39.40	34.52
<b>PESO VOLUMÉTRICO (Kg./m<sup>3</sup>)</b>	192.6	168.25	147.00	194.00	203.00	204.50	197.00	186.62

**OBSERVACIONES:**

- Peso del recipiente metálico (Tara) = 17.60 Kg.
- Capacidad del recipiente, tomada para la determinación = 0.20 m<sup>3</sup>

- Para el día jueves se midió una altura de 77 cms. de residuos sólidos, equivalentes a un volumen igual a  $0.1796 \text{ m}^3$ .
- Para el día domingo se midió una altura de 50 cms. de residuos sólidos, equivalentes a un volumen igual a  $0.1166 \text{ m}^3$ .

#### 6.4.- Selección y Cuantificación de Sub-productos

Este procedimiento se realizó de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana (NMX-AA-22-1985), (ver CÉDULA 5).

Con las dos porciones últimas del Método-Cuarteo se procedió a realizar la selección y cuantificación de sub-productos para cada estrato, diariamente, encontrándose los siguientes resultados:

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN<sup>®</sup>  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

CUADRO 4 SELECCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE SUBPRODUCTOS

E S T R A T O A L T O

D I A S	Martes		Miércoles		Jueves		Viernes		Sábado		Domingo		Lunes		Xm	S
	Kgs.	%	Kgs.	%	Kgs.	%	Kgs.	%	Kgs.	%	Kgs.	%	Kgs.	%		
SUBPRODUCTOS																
1. Algodón									0.250	0.348					0.04	0.1023
2. Cartón	2.15	4.182	1.125	1.925	4.200	5.632	1.600	2.561	1.600	2.228	0.775	1.545	1.575	2.798	1.86	1.2174
3. Cuero					0.600	0.805									0.09	0.2454
4. Residuo fino	0.425	0.826	0.775	1.326	1.50	2.011	1.250	2.001	1.975	2.751	0.500	1.000	1.325	2.353	1.11	0.5393
5. Envase / Cartón encerado	0.625	1.215	0.675	1.155	1.10	1.475	1.250	2.001	1.050	1.462	0.375	0.747	1.050	1.865	0.88	0.3294
6. Fibra dura vegetal	3.525	6.857	1.800	3.080	1.425	1.911	0.425	0.680	1.725	2.403	4.325	8.624	0.550	0.977	1.97	1.4373
7. Fibras sintéticas			0.350	0.599											0.05	0.1432
8. Hueso	0.750	1.459			0.525	0.704	0.325	0.520					0.200	0.355	0.26	0.2358
9. Hule			1.350	2.310					0.300	0.418					0.24	0.5419
10. Lata															0.00	0.0000
11. Loza y cerámica								0.925	1.481	2.075	2.890	5.483			0.82	1.2104
12. Madera			0.350	0.599	0.625	0.838									0.14	0.2676
13. Material de construcción									1.725	2.403			0.275	0.488	0.29	0.6926
14. Material ferroso	1.150	2.237	0.900	1.540	2.375	3.185	1.350	2.161	0.425	0.592	1.400	2.791	0.775	1.377	1.20	0.6804
15. Material no ferroso	0.250	0.486	0.225	0.385	0.275	0.369	0.325	0.520	0.375	0.522			0.450	0.799	0.27	0.1558
16. Papel	2.400	4.669	3.700	6.330	1.725	2.313	4.200	6.723	3.200	4.457	1.425	2.841	0.875	1.554	2.50	1.3576
17. Pañal desechable	4.925	9.581	3.150	5.389	4.975	6.671	7.525	12.045	3.875	5.397	7.500	14.950	3.750	6.661	5.10	1.9381
18. Plástico de película	1.250	2.431	1.800	3.080	1.650	2.213	1.175	1.881	1.350	1.880	1.400	2.791	1.175	2.087	1.40	0.2554
19. Plástico rígido	1.750	3.404	0.225	0.385	1.750	2.347			2.350	3.273	1.225	2.442	1.175	2.087	1.21	0.8975
20. Poliuretano															0.00	0.0000
21. Poliestireno expandido	0.175	0.340	0.450	0.770	0.275	0.369	0.450	0.720	0.250	0.348			0.250	0.444	0.26	0.1669
22. Residuos alimenticios	17.75	34.538	19.600	33.533	20.250	27.154	19.875	31.813	20.500	28.552	13.025	25.976	18.050	32.060	18.44	2.8427
23. Residuos de Jardinería	10.25	19.941	18.575	31.779	26.075	34.963	19.375	31.012	22.075	30.745	11.750	23.430	19.250	34.192	18.19	4.9269
24. Trapo	0.375	0.730			0.125	0.168	0.225	0.360	0.250	0.348			0.200	0.355	0.17	0.1177
25. Vidrio de color	1.625	3.1640	1.125	1.925	1.650	2.213			1.650	2.298	0.475	0.947	3.250	5.773	1.40	1.1346
26. Vidrio transparente	1.150	2.238	2.250	3.849	1.500	2.011	1.875	3.001	4.050	5.641	2.725	5.433	1.075	1.909	2.09	1.0674
27. Papel aluminio	0.375	0.730	0.025	0.043	0.200	0.268	0.325	0.520	0.375	0.522	0.500	1.000	0.300	0.533	0.30	0.1624
28. Plumas															0.00	0.0000
29. Mica					0.275	0.369									0.04	0.1125
30. Otros	0.500	0.972			1.500	2.011			0.375	0.522			0.750	1.332	0.45	0.6009
<b>T O T A L</b>	<b>51.40</b>	<b>100.0</b>	<b>58.450</b>	<b>100.00</b>	<b>74.575</b>	<b>100.00</b>	<b>62.475</b>	<b>100.00</b>	<b>71.800</b>	<b>100.00</b>	<b>50.150</b>	<b>100.00</b>	<b>56.300</b>	<b>100.00</b>	<b>60.74</b>	<b>9.5281</b>

**CUADRO 5 SELECCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE SUBPRODUCTOS  
E S T R A T O M E D I O**

D I A S	Martes		Miércoles		Jueves		Viernes		Sábado		Domingo		Lunes		Xm	S
	Kgs.	%	Kgs.	%	Kgs.	%	Kgs.	%	Kgs.	%	Kgs.	%	Kgs.	%		
SUBPRODUCTOS																
1. Algodón	1.575	3.120	1.450	2.632	2.125	4.067	1.175	2.082	1.600	2.246	3.275	5.647	1.950	3.329	1.88	0.7446
2. Cartón					0.600	1.148									0.09	0.2454
3. Cuero	1.475	2.917	2.875	5.218	0.350	0.670	1.325	2.348	3.175	4.456	2.000	3.448	2.525	4.311	1.96	1.0610
4. Residuo fino	1.200	2.373	0.725	1.316	0.600	1.148	0.050	0.089	0.525	0.737	0.325	0.560	0.950	1.622	0.63	0.3307
5. Envase / Cartón encerrado	1.425	2.82	0.650	1.180	0.775	1.483	1.050	1.861	1.900	2.667	3.850	6.638	1.350	2.305	1.57	1.1920
6. Fibra dura vegetal							0.050	0.089					0.250	0.427	0.04	0.1003
7. Fibras sintéticas	0.425	0.84			0.350	0.670			0.250	0.351			0.850	1.451	0.27	0.3350
8. Hueso															0.00	0.0000
9. Hule															0.00	0.0000
10. Lata															0.00	0.0000
11. Loza y cerámica									0.950	1.333	0.325	0.560	3.250	5.548	0.65	1.2828
12. Madera			0.150	0.272	0.175	0.335			1.500	2.105			0.150	0.256	0.28	0.5812
13. Material de construcción													0.475	0.819	0.10	0.1956
14. Material ferroso	0.925	1.83			0.475	0.909	0.175	0.310	1.100	1.544	1.450	2.500	1.050	1.793	0.74	0.5773
15. Material no ferroso	0.400	0.791	1.450	2.632	0.350	0.670	0.150	0.266	0.475	0.667	1.450	2.500	0.450	0.768	0.68	0.5785
16. Papel	1.825	3.61	1.225	2.223	1.500	2.871	2.500	4.431	2.250	3.158	4.325	7.457	3.300	5.634	2.42	1.1589
17. Pañal desechable	3.750	7.42	6.850	12.432	6.750	12.919	7.500	13.292	6.850	9.614	5.600	9.655	4.050	6.914	5.91	1.3091
18. Plástico de película	0.675	1.335	1.075	1.951	0.550	1.053	7.200	12.760	1.100	1.544	1.750	3.017	1.800	3.073	2.02	2.4840
19. Plástico rígido	1.150	2.274	1.450	2.632	0.775	1.483	0.800	1.418	1.575	2.211	2.250	3.879	2.000	3.414	1.43	0.6075
20. Poliuretano															0.00	0.0000
21. Poliestireno expandido	0.125	0.247	0.150	0.272	0.175	0.335					0.250	0.431	0.150	0.256	0.12	0.1005
22. Residuos alimenticios	26.05	51.533	23.775	43.149	29.100	55.694	17.300	30.660	31.875	44.737	19.500	33.621	20.850	35.595	24.06	5.7161
23. Residuos de Jardinería	5.825	11.523	7.625	13.838	4.900	9.378	3.025	5.361	10.550	14.807	8.350	14.397	6.075	10.371	6.62	2.6693
24. Trapo			0.725	1.316	0.275	0.526	1.375	2.437	0.250	0.351	0.175	0.302	1.275	2.177	0.58	0.5476
25. Vidrio de color	1.175	2.324	0.450	0.817	0.325	0.622	0.350	0.620					0.900	1.536	0.46	0.3586
26. Vidrio transparente	1.950	3.857	4.175	7.577	2.075	3.971	12.350	21.887	4.925	6.912	2.650	4.569	4.050	6.914	4.60	3.7643
27. Papel aluminio			0.150	0.272	0.025	0.048	0.050	0.089	0.025	0.035			0.250	0.427	0.07	0.0970
28. Plumas															0.00	0.0000
29. Mica															0.00	0.0000
30. Otros	0.600	1.186	0.150	0.272					0.375	0.526			0.900	1.536	0.29	0.3608
<b>T O T A L</b>	<b>50.55</b>	<b>100.0</b>	<b>55.100</b>	<b>100.00</b>	<b>52.250</b>	<b>100.00</b>	<b>56.425</b>	<b>100.00</b>	<b>71.250</b>	<b>100.00</b>	<b>58.000</b>	<b>100.00</b>	<b>58.575</b>	<b>100.00</b>	<b>57.45</b>	<b>6.7175</b>

CUADRO 6 SELECCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE SUBPRODUCTOS

E S T R A T O B A J O

D I A S SUBPRODUCTOS	Martes		Miércoles		Jueves		Viernes		Sábado		Domingo		Lunes		Xm	S
	Kgs.	%	Kgs.	%	Kgs.	%	Kgs.	%	Kgs.	%	Kgs.	%	Kgs.	%		
1. Algodón															0.00	0.0000
2. Cartón	2.425	4.84	2.375	3.932	0.775	1.530	0.475	0.922	1.075	2.139	1.675	3.035	1.250	2.265	1.44	0.7019
3. Cuero															0.00	0.0000
4. Residuo fino	2.175	4.341	4.450	7.368	0.500	0.987	4.025	7.819	3.225	6.417	1.975	3.580	3.375	6.116	2.82	1.4615
5. Envase / Cartón encerado	0.225	0.45	0.525	0.869	0.400	0.789	0.275	0.534	0.350	0.696	0.125	0.226	0.250	0.453	0.31	0.1381
6. Fibra dura vegetal	2.950	5.89	2.900	4.801	4.375	8.637	2.950	5.730	3.225	6.417	2.925	5.301	2.600	4.712	3.13	0.6271
7. Fibras sintéticas															0.22	0.5423
8. Hueso	0.275	0.548													0.11	0.2163
9. Hule	0.225	0.45	0.875	1.449											0.37	0.5503
10. Lata															0.00	0.0000
11. Loza y cerámica	0.375	0.748			2.700	5.336					1.150	2.084	0.675	1.223	0.70	1.0652
12. Madera	1.150	2.295	0.400	0.662			0.175	0.339	0.150	0.298	0.550	0.996	0.100	0.181	0.36	0.2507
13. Material de construcción	1.325	2.644	0.925	1.531			0.425	0.825	0.375	0.746	2.775	5.029	7.775	14.091	1.94	2.9759
14. Material ferroso	1.550	3.093	1.325	2.194	1.400	2.764	1.650	3.205	1.275	2.537	2.225	4.032	1.300	2.356	1.53	0.3672
15. Material no ferroso	0.250	0.500	1.600	2.649							0.400	0.724	0.150	0.271	0.34	0.6283
16. Papel	1.900	3.792			1.425	2.813	3.650	7.100	1.650	3.283	1.675	3.035	1.250	2.265	1.65	1.1776
17. Pañal desechable	6.600	13.178	4.300	7.119	7.600	15.004	12.525	24.332	7.775	15.742	6.225	11.282	12.500	22.655	8.22	3.3701
18. Plástico de película	1.750	3.496	2.775	4.594	1.400	2.764	2.075	4.031	1.925	3.838	1.550	2.810	1.125	2.038	1.80	0.5865
19. Plástico rígido	1.450	2.894	1.325	2.194	1.250	2.467	1.625	3.156	1.300	2.587	2.025	3.680	0.850	1.540	1.40	0.3955
20. Poliuretano															0.00	0.0000
21. Poliestireno expandido	0.175	0.35					0.125	0.242					0.100	0.181	0.06	0.0625
22. Residuos alimenticios	9.45	18.862	12.525	20.737	13.200	26.061	8.575	16.658	11.800	23.482	8.875	16.085	6.950	12.596	10.20	2.5270
23. Residuos de Jardinería	10.75	21.45	20.100	33.278	11.875	23.445	9.175	17.824	13.050	25.970	13.275	24.059	5.400	9.787	11.95	4.8991
24. Trapo	0.850	1.696					0.350	0.679			1.050	1.903	1.150	2.084	0.49	0.5451
25. Vidrio de color	1.225	2.445	2.000	3.311	0.500	0.987	1.150	2.234	1.125	2.238	0.200	0.362			0.89	0.7446
26. Vidrio transparente	2.375	4.740	1.325	2.194	2.750	5.429			1.650	3.283	0.750	1.359	2.500	4.531	1.62	1.0510
27. Papel aluminio	0.225	0.450	0.275	0.455	0.500	0.987	0.200	0.338	0.300	0.597	0.125	0.226	0.100	0.181	0.25	0.1458
28. Plumas							2.050	3.982			1.300	2.356	5.375	9.741	1.25	2.1144
29. Mica															0.00	0.0000
30. Otros	0.425	0.848	0.400	0.662							1.175	2.129			0.29	0.4755
<b>T O T A L</b>	<b>50.100</b>	<b>100.0</b>	<b>60.400</b>	<b>100.00</b>	<b>50.650</b>	<b>100.00</b>	<b>51.475</b>	<b>100.00</b>	<b>50.250</b>	<b>100.00</b>	<b>55.175</b>	<b>100.00</b>	<b>55.175</b>	<b>100.00</b>	<b>53.32</b>	<b>3.9238</b>

CUADRO 7 ESTIMACIONES SOBRE LA CANTIDAD DE SUBPRODUCTOS (Kgs.)  
ESTRATO ALTO

	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	TOTAL
Fibra dura vegetal	3.525	1.800	1.425	0.425	1.725	0.775	1.575	11.250
Hueso	0.75		0.525	0.325			0.200	1.800
MATERIA Madera		0.350	0.625					0.975
ORGÁNICO Residuos alimenticios	17.75	19.600	20.250	19.875	20.500	13.025	18.050	129.050
A								
Residuos de jardinería	10.25	18.575	26.075	19.375	22.075	11.750	19.250	127.350
Cuero			0.600					0.600
Algodón					0.25			0.250
Plumas								0.000
S U M A	32.275	40.325	49.500	40.000	44.550	25.550	39.075	271.275

	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	TOTAL
Cartón	2.15	1.125	4.200	1.600	1.600	0.775	1.575	13.025
Envase/cartón encerado	0.625	0.675	1.100	1.250	1.050	0.375	1.050	6.125
PAPEL Y Papel	2.40	3.700	1.725	4.200	3.200	1.425	0.875	17.525
CARTÓN								
S U M A	5.175	5.500	7.025	7.050	5.850	2.575	3.500	36.675

	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	TOTAL
VIDRIO Vidrio de color	1.625	1.125	1.650		1.650	0.475	3.250	9.775
Vidrio transparente	1.150	2.250	1.500	1.875	4.050	2.725	1.075	14.625
S U M A	2.775	3.375	3.150	1.875	5.700	3.200	4.325	24.400

	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	TOTAL
METAL Material ferroso	1.15	0.900	2.375	1.350	0.425	1.400	0.775	8.375
Mat. no ferroso (ALUMINIO)	0.25	0.225	0.275	0.325	0.375	0.000	0.450	1.900
S U M A	1.4	1.125	2.650	1.675	0.800	1.400	1.225	10.275

	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	TOTAL
Plástico de película	1.25	1.800	1.650	1.175	1.350	1.400	1.175	9.800
PLASTICO Plástico rígido	1.75	0.225	1.750		2.350	1.225	1.175	8.475
S								
Poliestireno expandido	0.175	0.450	0.275	0.450	0.250		0.250	1.850
Mica			0.275					0.275
S U M A	3.175	2.475	3.950	1.625	3.950	2.625	2.600	20.400

	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	TOTAL
Residuo fino	0.425	0.775	1.500	1.250	1.975	0.500	1.325	7.750
Fibras sintéticas		0.350						0.350
O T R O S Hule		1.350			0.300			1.650
Loza y cerámica				0.925	2.075	2.750		5.750
Mat. de construcción					1.725		0.275	2.000
Trapo	0.375		0.125	0.225	0.250	0.100	0.200	1.275
Papel aluminio	0.375	0.025	0.200	0.325	0.375	0.150	0.300	1.750
S U M A	1.175	2.500	1.825	2.725	6.700	3.500	2.100	20.525

	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	TOTAL
Papel desechable	4.925	3.150	4.975	7.525	3.875	7.500	3.750	35.700
RESIDUO Otros (Pilas, aerosol, S etc)	0.500		1.500		0.375		0.75	3.125
TÓXICOS								
S U M A	5.425	3.150	6.475	7.525	4.250	7.500	4.500	38.625

**CUADRO 8 ESTIMACIONES SOBRE LA CANTIDAD DE SUBPRODUCTOS (Kgs.)  
ESTRATO MEDIO**

	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	TOTAL
Fibra dura vegetal	1.425	0.650	0.775	1.050	1.900	3.850	1.350	11.000
Hueso	0.425		0.350		0.250		0.850	1.875
MATERIA MADERA		0.150	0.175		1.500		0.150	1.975
ORGÁNICA	26.05	23.775	29.100	17.300	31.875	19.500	20.850	168.450
A								
Residuos de jardinería	5.825	7.625	4.900	3.025	10.550	8.350	6.075	46.350
Cuero			0.600					0.600
Algodón								
Plumas								
S U M A	33.725	32.200	35.900	21.375	46.075	31.700	29.275	230.250

	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	TOTAL
Cartón	1.575	1.450	2.125	1.175	1.600	3.275	1.950	13.150
PAPEL Y Envase/cartón encerado	1.200	0.725	0.600	0.050	0.525	0.325	0.950	4.375
CARTÓN Papel	1.825	1.225	1.500	2.500	2.250	4.325	3.300	16.925
S U M A	4.600	3.400	4.225	3.725	4.375	7.925	6.200	34.450

	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	TOTAL
VIDRIO Vidrio de color	1.175	0.450	0.325	0.350			0.900	3.200
Vidrio transparente	1.950	4.175	2.075	12.350	4.925	2.650	4.050	32.175
S U M A	3.125	4.625	2.400	12.700	4.925	2.650	4.950	35.375

	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	TOTAL
MATERIAL ferroso	0.925		0.475	0.175	1.100	1.450	1.050	5.175
MATERIAL no ferroso (Aluminio)	0.400	1.450	0.350	0.150	0.475	1.450	0.450	4.725
S U M A	1.325	1.450	0.825	0.325	1.575	2.900	1.500	9.900



**Estrato Medio ( Continuación )**

	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	TOTAL
Plástico de película	0.675	1.075	0.550	7.200	1.100	1.750	1.800	14.150
PLÁSTICO rígido	1.150	1.450	0.775	0.800	1.575	2.250	2.000	10.000
<b>S</b>								
Poliestireno expandido	0.125	0.150	0.175			0.250	0.150	0.850
Mica								
<b>S U M A</b>	1.950	2.675	1.500	8.000	2.675	4.250	3.950	25.000
	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	TOTAL
Residuo fino	1.475	2.875	0.350	1.325	3.175	2.000	2.525	13.725
Fibras sintéticas				0.050			0.250	0.300
<b>O T R O S</b>								0.000
Hule					0.95	0.325	3.250	4.525
Loza y cerámica						0.475	0.2	0.675
Mat. de construcción					0.250	0.175	1.275	4.075
Trapo		0.725	0.275	1.375	0.025		0.250	0.500
Papel aluminio		0.150	0.025	0.050	0.025			
<b>S U M A</b>	1.475	3.750	0.650	2.800	4.400	2.975	7.750	23.800
<b>TÓXICOS</b> Otros (Pilas, aerosol, etc)	0.600	0.150			0.375		0.900	2.025
<b>S U M A</b>	4.350	7.000	6.750	7.500	7.225	5.600	4.950	43.375

CUADRO 9 ESTIMACIONES SOBRE LA CANTIDAD DE SUBPRODUCTOS (Kgs.)  
ESTRATO BAJO

	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	TOTAL
Fibra dura vegetal	2.950	2.900	4.375	2.950	3.225	2.925	2.600	21.925
Hueso	0.275					0.525		0.800
MATERIA ORGÁNICA	1.150	0.400	13.200	0.175	0.150	0.550	0.100	2.525
Residuos alimenticios	9.450	12.525		8.575	11.800	8.875	6.950	71.375
A								
Residuos de jardinería	10.750	20.100	11.875	9.175	13.050	13.275	5.400	83.625
Cuero								
Plumas				2.050		1.300	5.375	8.725
Algodón								
SUMMA	24.575	35.925	29.450	22.925	28.225	27.450	20.425	188.975

	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	TOTAL
Cartón	2.425	2.375	0.775	0.475	1.075	1.675	1.250	10.050
PAPEL Y Envase/cartón encerado	0.225	0.525	0.400	0.275	0.350	0.125	0.250	2.150
CARTÓN Papel	1.900		1.425	3.650	1.650	1.675	1.250	11.550
SUMMA	4.55	2.900	2.600	4.400	3.075	3.475	2.750	23.750

	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	TOTAL
VIDRIO Vidrio de color	1.225	2.000	0.5	1.150	1.125	0.200		6.200
Vidrio transparente	2.375	1.325	2.750		1.650	0.750	2.500	11.350
SUMMA	3.600	3.325	3.250	1.150	2.775	0.950	2.500	17.550

	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	TOTAL
METAL Material ferroso	1.550	1.325	1.400	1.650	1.275	2.225	1.300	10.725
Material no ferroso (Aluminio)	0.250	1.600				0.400	0.150	2.400
(Aluminio)								
SUMMA	1.800	2.925	1.400	1.650	1.275	2.625	1.450	13.125

ESTRATO BAJO

(continuación)

	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	TOTAL
Plástico de película	1.750	2.775	1.400	2.075	1.925	1.550	1.125	12.600
PLÁSTICO PLÁSTICO RÍGIDO	1.450	1.325	1.250	1.625	1.300	2.025	0.850	9.825
S								
Poliestireno expandido	0.175			0.125			0.100	0.400
Mica								
S U M A	3.375	4.100	2.650	3.825	3.225	3.575	2.075	22.825

	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	TOTAL
Residuo fino	2.175	4.450	0.500	4.025	3.225	1.975	3.375	19.725
Fibras sintéticas								
OTRO S	0.225	0.875	2.700	0.425	0.375	2.775	7.775	13.600
Hule	0.375						0.200	1.550
Loza y cerámica	1.325	0.925				1.15	0.675	2.575
Mat. de construcción	0.850			0.350		1.050	1.150	4.900
Trapo	0.225	0.275	0.500	0.200	0.300	0.125	0.100	3.400
Papel aluminio	5.175	6.525	3.700	5.000	3.900	9.700	13.475	47.475
S U M A								

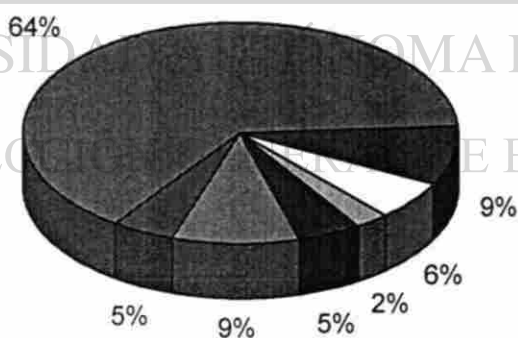
	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	TOTAL
RESIDUO S	6.600	4.300	7.600	12.525	7.775	6.225	12.500	57.525
TÓXICOS	0.425	0.400				1.175		2.000
etc)								
S U M A	7.025	4.700	7.600	12.525	7.775	7.400	12.500	59.525

CUADRO 10 ESTIMACIONES SOBRE LA CANTIDAD DE SUBPRODUCTOS POR ESTRATO

SUBPRODUCTOS	ESTRATOS					
	ALTO		MEDIO		BAJO	
	Kgs	%	Kgs	%	Kgs	%
Materia Orgánica	271.275	64	230.250	57	188.975	50
Papel y Cartón	36.675	9	34.450	9	23.750	6
Vidrio	24.400	6	35.375	9	17.550	5
Metal	10.275	2	9.900	2	13.125	4
Plásticos	20.400	5	25.000	6	22.0825	6
Residuos Tóxicos	38.825	9	43.375	11	59.525	16
Otros	20.525	5	23.800	6	47.475	13

GRAFICA 4 ESTIMACIONES SOBRE LA CANTIDAD DE SUBPRODUCTOS POR ESTRATO

ESTRATO ALTO



■ Materia Orgánica

■ Papel y cartón

□ Vidrio

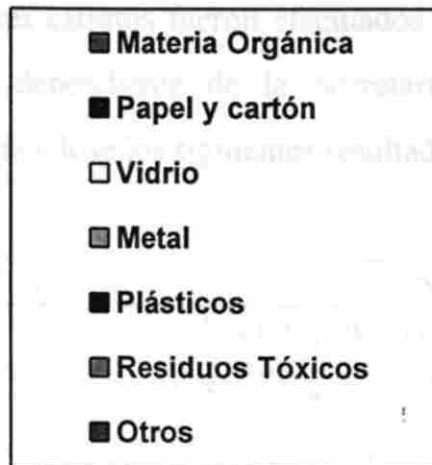
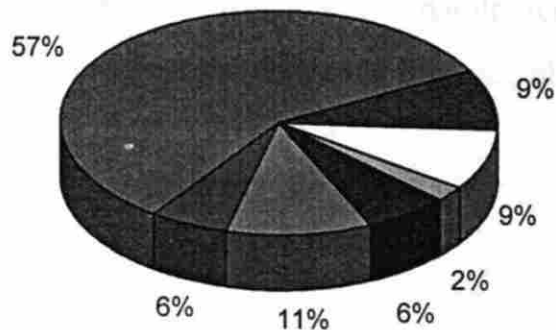
■ Metal

■ Plásticos

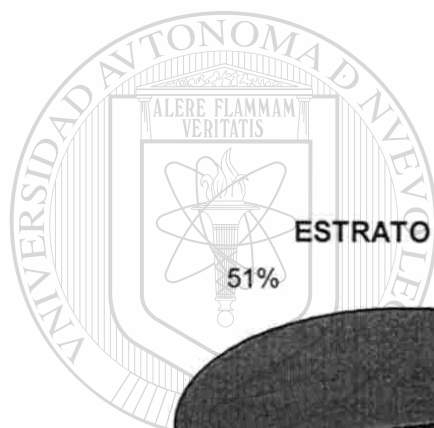
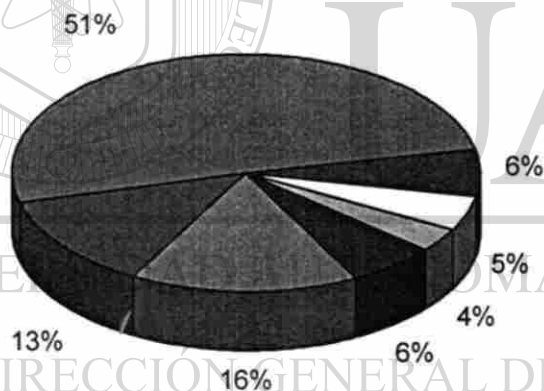
■ Residuos Tóxicos

■ Otros

**ESTRATO MEDIO**



**ESTRATO BAJO**



## 6.5.- Análisis de Laboratorio

El análisis químico de las muestras de los tres estratos fueron efectuados en el Laboratorio de Suelos, Agua y Bromatológicos, dependiente de la Secretaría de Agricultura y Ganadería del Estado de Chiapas, obteniéndose los siguientes resultados:

ESTRATOS		DETERMINACIONES					
A L T O		Humedad		Cenizas	pH	Materia	Nitrógeno
No. de Muestra	Clave	% Hr	% Ht			Orgánica	Total
228	EA-171095	51.60	9.80	11.41	6.25	53.50	0.572
231	EA-181095	46.80	6.00	17.42	6.10	57.00	0.604
234	EA-191095	60.80	3.00	27.76	5.80	58.00	0.523
237	EA-201095	62.40	34.00	7.11	5.70	52.00	0.120
240	EA-211095	47.50	5.60	30.23	6.70	50.00	0.503
243	EA-221095	55.20	13.60	31.94	7.50	40.92	0.584
246	EA-231095	44.00	4.60	31.70	6.45	33.54	0.684
<b>M E D I O</b>							
229	EM-171095	47.50	6.30	17.23	5.90	51.80	0.476
232	EM-181095	61.60	8.00	18.50	5.40	61.37	0.604
235	EM-191095	56.40	2.60	16.64	5.25	53.33	1.147
238	EM-201095	42.00	1.40	33.33	5.60	45.30	0.785
241	EM-211095	55.40	4.80	32.40	6.80	39.91	0.120
244	EM-221095	32.40	7.40	7.75	5.55	52.32	0.483
247	EM-231095	65.80	6.80	15.40	5.60	59.70	0.825
<b>B A J O</b>							
230	EB-171095	48.40	7.20	32.17	6.40	42.24	0.497
233	EB-181095	56.60	5.40	46.20	6.60	55.00	1.250
236	EB-191095	39.00	3.00	65.96	5.90	12.41	0.261
239	EB-201095	28.00	3.60	52.42	7.50	38.90	0.3615
242	EB-211095	66.80	3.00	37.64	7.00	20.12	0.443
245	EB-221095	56.80	5.00	41.04	7.40	43.60	0.503
248	EB-231095	59.20	2.20	63.81	6.20	41.60	0.483

OBSERVACIONES : Hr = Humedad de recibido  
Ht = Humedad de trabajo

## 6.5.6.- Cálculos del % C, % H Y % O.

## ESTRATO ALTO.

Sólo se ejemplifica el cálculo para la primera muestra de cada estrato, para las demás muestras, sólo se presentarán los resultados.

## MUESTRA 228

## CLAVE EA-171095

## CONTENIDO DE CARBONO.

$$\begin{aligned} \% C &= (\% \text{ M.O.}) (0.58) \\ \% C &= 53.5 (0.58) = \underline{31.03} \end{aligned}$$

## CONTENIDO DE HIDRÓGENO.

$$\begin{aligned} \% H &= \frac{\% \text{ DE M.O.}}{15} \\ \% H &= \frac{53.50}{15} = 3.566 \end{aligned}$$

## CONTENIDO DE OXÍGENO.

$$\begin{aligned} \% O &= (\% \text{ DE M.O.}) - (\% C + \% H + \% N) \\ \% O &= 53.50 - (31.03 + 3.566 + 0.572) \\ \% O &= \underline{18.332} \end{aligned}$$

## TABLA DE RESULTADOS.

## ESTRATO ALTO.

No. DE MUESTRA	CLAVE	% C	% H	% O
228	EA-171095	31.03	3.566	18.332
231	EA-181095	33.06	3.80	19.536
234	EA-191095	33.64	3.866	19.971
237	EA-201095	30.16	3.466	18.254
240	EA-211095	29.00	3.333	17.164
243	EA-221095	23.733	2.728	13.875
246	EA-231095	19.453	2.236	11.167

ESTRATO MEDIO.

MUESTRA 292

CLAVE EM-171095

CONTENIDO DE CARBONO.

$$\% C = (\% M.O.) (0.58)$$

$$\% C = 51.80 (0.58) = \underline{30.044}$$

CONTENIDO DE HIDRÓGENO.

$$\% H = \frac{\% DE M.O.}{15}$$

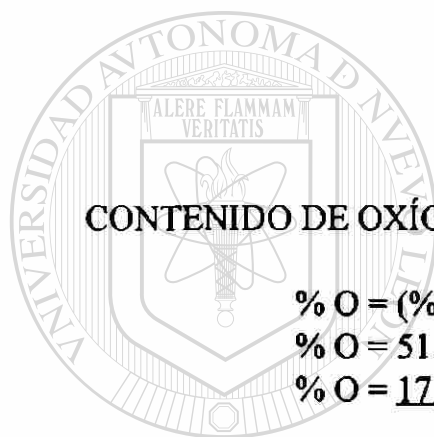
$$\% H = \frac{51.80}{15} = 3.453$$

CONTENIDO DE OXÍGENO.

$$\% O = (\% DE M.O.) - (\% C + \% H + \% N)$$

$$\% O = 51.80 - (30.044 + 3.453 + 0.476)$$

$$\% O = \underline{17.827}$$



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

TABLA DE RESULTADOS.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

ESTRATO MEDIO.

No. DE MUESTRA	CLAVE	% C	% H	% O
229	EM-171095	30.0440	3.453	17.827
232	EM-181095	35.5946	4.091	21.08
235	EM-191095	30.9314	3.555	17.696
238	EM-201095	26.2740	3.020	15.221
241	EM-211095	23.1478	2.660	13.9822
244	EM-221095	30.3456	3.488	18.00
247	EM-231095	34.6260	3.980	20.269



ESTRATO BAJO.

MUESTRA 230

CLAVE EA-171095

CONTENIDO DE CARBONO.

$$\% C = (\% M.O.) (0.58)$$

$$\% C = 42.24 (0.58) = \underline{24.499}$$

CONTENIDO DE HIDRÓGENO.

$$\% H = \frac{\% DE M.O.}{15}$$

$$\% H = \frac{42.24}{15} = 2.816$$

CONTENIDO DE OXÍGENO.

$$\% O = (\% DE M.O.) - (\% C + \% H + \% N)$$

$$\% O = 42.24 - (24.499 + 2.816 + 0.497)$$

$$\% O = \underline{14.428}$$

TABLA DE RESULTADOS.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

ESTRATO BAJO.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

No. DE MUESTRA	CLAVE	% C	% H	% O
230	EB-171095	24.4990	2.8160	14.4280
233	EB-181095	31.9000	3.6660	18.1840
236	EB-191095	7.1978	0.8273	4.1239
239	EB-201095	22.5620	2.5930	13.3835
242	EB-211095	11.6696	1.3410	6.6666
245	EB-221095	25.2880	2.9060	14.9030
248	EB-231095	24.1280	2.7730	14.2160

### 6.5.7.- Cálculo del Poder Calorífico

Utilizando la fórmula modificada de Dulong.<sup>11</sup>

$$\text{kJ/kg} = 337C + 1,428(H - O/8) + 95S$$

Para todas las muestras de todos los estratos, se estimará el contenido de azufre igual a 0.2 % (Valor típico en residuos sólidos municipales).<sup>7</sup>

Sólo se ejemplificara el cálculo de la primera muestra, de cada estrato, para las muestras restantes sólo se presentaran los resultados.

ESTRATO ALTO.

MUESTRA 228

CLAVE EA-171095

$$\text{kJ/kg} = 337 (31.03) + 1428 (3.566 - 18.332 / 8) + 95 (0.2)$$

$$\text{kJ/kg} = 10,457.11 + 1,819.986 + 19$$

$$\text{kJ/kg} = 12,296.096$$

$$1 \text{ Kcal} = 4.187 \text{ kJ}^{13}$$

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

TABLA DE RESULTADOS.

ESTRATO ALTO

No. de Muestra	Clave	Poder Calorífico	
		( kJ / Kg )	( Kcal / Kg )
228	EA- 171095	12,296.096	2,936.7318
231	EA-181095	13,099.440	3,128.5980
234	EA-191095	13,311.505	3,179.2464
237	EA-201095	11,874.029	2,835.9276
240	EA-211095	11,487.750	2,743.6709
243	EA-221095	9,435.918	2,253.6225
246	EA-231095	7,774.356	1,856.7852

## ESTRATO MEDIO.

$$\text{kJ/kg} = 337C + 1,428(H - O/8) + 95S$$

MUESTRA 229

CLAVE EM-171095

$$\begin{aligned} \text{kJ/kg} &= 337 (30.044) + 1428 (3.453 - 17.827 / 8) + 95 (0.2) \\ \text{kJ/kg} &= 11,892.593 \end{aligned}$$

## TABLA DE RESULTADOS.

## ESTRATO MEDIO

No. de Muestra	Clave	Poder Calorífico	
		( kJ / Kg )	( Kcal / Kg )
229	EM- 171095	11,892.59	2,840.3606
232	EM-181095	14,093.54	3,366.0234
235	EM-191095	12,360.68	2,952.1567
238	EM-201095	10,468.95	2,500.3463
241	EM-211095	10,287.18	2,456.9334
244	EM-221095	13,512.73	3,227.3059
247	EM-231095	13.753.38	3,284.7815

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## ESTRATO BAJO.

$$\text{kJ/kg} = 337C + 1,428(H - O/8) + 95S$$

MUESTRA 230

CLAVE EB-171095

$$\begin{aligned} \text{kJ/kg} &= 337 (24.499) + 1428 (2.816 - 14.428 / 8) + 95 (0.2) \\ \text{kJ/kg} &= 9,721.013 \end{aligned}$$

## TABLA DE RESULTADOS.

## ESTRATO BAJO

No. de Muestra	Clave	Poder Calorífico	
		( kJ / Kg )	( Kcal / Kg )
230	EB- 171095	9,721.013	2,321.7132
233	EB-181095	10,750.300	2,567.5424
236	EB-191095	2,889.920	690.21250
239	EB-201095	8,937.386	2,134.5559
242	EB-211095	4,676.720	1,116.9620
245	EB-221095	10,030.630	2,395.6604
248	EB-231095	9,572.420	2,286.2240

6.5.8.- Fórmulas Empíricas Mínimas Representativas de los Residuos Sólidos de cada Muestra por Estrato

METODOLOGÍA:

- Se fija una base de cálculo, por ejemplo 100 gr. de muestra.
- Con los porcentajes de los componentes proporcionados se calculan las cantidades en gramos.
- Y conociendo el peso molecular de cada uno, se calcula el número de moles, con la siguiente fórmula:

$$n = \frac{\text{Masa}}{\text{P.M.}}$$

Donde:

n = número de moles

Masa = peso del elemento en gramos

P.M. = peso molecular del elemento

- Al obtener el número de moles de cada elemento se toma como referencia los átomo-gramo del carbono o en su defecto, se considera el número de moles más pequeño, como divisor patrón el cual dividirá a los demás, y a si mismo para conocer la proporción de cada elemento en la fórmula.
- Solamente se realizaran los cálculos para la primera muestra, del estrato alto y los demás resultados se incluirán en el cuadro así. como el de los dos estratos restantes.

ESTRATO ALTO

MUESTRA 228

CLAVE EA-171095

DATOS DE LA COMPOSICIÓN.

C = 31.03 %

H = 3.566 %

O = 18.332 %

N = 0.572 %

BASE HÚMEDA,

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

CÁLCULO DEL NÚMERO DE MOLES

P.M. del C = 12.01115 g/gmol

P.M. del H = 1.00797 g/gmol

P.M. del O = 15.9994 g/gmol

P.M. del N = 14.0067 g/gmol

$$C = \frac{31.0300}{12.01115} = 2.5834 \text{ gmol}$$

$$H = \frac{3.5660}{1.00797} = 3.5378 \text{ gmol}$$

$$O = \frac{18.332}{15.9994} = 1.1457 \text{ gmol}$$

$$N = \frac{0.572}{14.0067} = 0.04105 \text{ g/mol}$$

Se toma como base el No. 0.04105, dividiéndose entre sí mismo y cada elemento, tenemos:

$$N = \frac{0.04105}{0.04105} = 1$$

$$C = \frac{2.5834}{0.04105} = 62.93 \approx 63$$

$$H = \frac{3.53780}{0.04105} = 86.18 \approx 86$$

$$O = \frac{1.1457}{0.04105} = 27.9 \approx 28$$

La fórmula empírica C H O N

Queda de la siguiente manera:



TABLA DE RESULTADOS

ESTRATO ALTO.

No. DE MUESTRA	CLAVE	COMPOSICIÓN				FÓRMULA MÍNIMA
		% C	% H	% O	% N	
228	EA-171095	31.03	3.566	18.332	0.572	$C_{63} H_{86} O_{28} N$
231	EA-181095	33.06	3.80	19.536	0.604	$C_{67} H_{92} O_{30} N$
234	EA-191095	33.64	3.866	19.971	0.523	$C_{75} H_{103} O_{33} N$
237	EA-201095	30.16	3.466	18.254	0.120	$C_{73} H_{100} O_{93} N_{0.25}$
240	EA-211095	29.00	3.333	17.164	0.503	$C_{67} H_{92} O_{30} N$
243	EA-221095	23.733	2.728	13.875	0.584	$C_{47} H_{65} O_{29} N$
246	EA-231095	19.453	2.236	11.167	0.684	$C_{33} H_{45} O_{14} N$

## ESTRATO MEDIO.

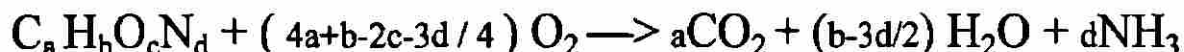
No. DE MUESTRA	CLAVE	COMPOSICIÓN				FÓRMULA MÍNIMA
		% C	% H	% O	% N	
229	EM-171095	30.044	3.453	17.827	0.476	$C_{74}H_{101}O_{33}N$
232	EM-181095	35.5946	4.091	21.08	0.604	$C_{69}H_{94}O_{31}N$
235	EM-191095	30.9314	3.555	17.696	1.147	$C_{31}H_{43}O_{14}N$
238	EM-201095	26.2740	3.020	15.221	0.758	$C_{39}H_{54}O_{17}N$
241	EM-211095	23.1478	2.660	13.9822	0.120	$C_{56}H_{77}O_{26}N_{0.25}$
244	EM-221095	30.3456	3.488	18.00	0.483	$C_{73}H_{101}O_{33}N$
247	EM-231095	34.6260	3.980	20.269	0.825	$C_{49}H_{67}O_{22}N$

## ESTRATO BAJO.

No. DE MUESTRA	CLAVE	COMPOSICIÓN				FÓRMULA MÍNIMA
		% C	% H	% O	% N	
230	EB-171095	24.499	2.816	14.428	0.497	$C_{57}H_{79}O_{25}N$
233	EB-181095	31.9000	3.6660	18.1840	1.25	$C_{30}H_{41}O_{13}N$
236	EB-191095	7.1978	0.8273	4.1239	0.261	$C_{32}H_{44}O_{14}N$
239	EB-201095	22.5620	2.5930	13.3835	0.3615	$C_{73}H_{100}O_{32}N$
242	EB-211095	11.6696	1.3410	6.6666	0.443	$C_{31}H_{42}O_{13}N$
245	EB-221095	25.2880	2.9060	14.9030	0.503	$C_{59}H_{80}O_{26}N$
248	EB-231095	24.1280	2.7730	14.2160	0.483	$C_{58}H_{80}O_{26}N$

### 6.5.9 Determinación del Potencial contaminante.

Para la estimación del potencial contaminante de los residuos sólidos domésticos se emplea la ecuación química estequiométrica que gobierna la estabilización aeróbica.



- Cálculo de la DBO teórica, para la degradación de la materia orgánica del Estrato Alto.

Fórmula mínima empírica promedio.



Requerimiento de DBO = 1.7086 g de O<sub>2</sub> / g de Basura.

- Cálculo de la DBO teórica, para la degradación de la materia orgánica del Estrato Medio.

Fórmula mínima empírica promedio.



Requerimiento de DBO = 1.7234 g de O<sub>2</sub> / g de Basura.

- Cálculo de la DBO teórica, para la degradación de la materia orgánica del Estrato Bajo.

Fórmula mínima empírica promedio.



Requerimiento de DBO = 1.7670 g de O<sub>2</sub> / g de Basura.



## 6.6.- Discusión de los Resultados

- Por lo que respecta a los resultados de humedad, el rango de humedad de un residuo sólido municipal va de 15 - 40 %, un valor típico es de 20 % <sup>7</sup>, para los residuos sólidos de los U. S. A., sin embargo en este estudio realizado en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, en la mayoría de las muestras de los tres estratos, se obtuvo una humedad superior, ya que los componentes de los residuos alimenticios y residuos de jardinería son los que aportan mayor cantidad de agua, como es el caso de las muestras determinadas, en las cuales estos componentes se encuentran en mayor cantidad.
- El contenido de cenizas en un residuo sólido municipal va en un rango de 6 a 12 % encontrándose un valor típico del 8 % <sup>7</sup>, Como el contenido de cenizas se relaciona con la materia orgánica, en las muestras donde se encontró menor cantidad de materia orgánica, se incrementó el valor del contenido de cenizas, como sucedió en las muestras del estrato bajo con respecto a los otros estratos.
- Para el valor de pH se obtuvieron los resultados oscilando en un rango de 5.25 - 7.5, para los tres estratos comportándose ligeramente ácido y ligeramente alcalino. Específicamente en el estrato medio se obtuvieron en todas las determinaciones valores de acidez promediando un valor de 5.72, mientras que para el estrato alto se obtuvo un valor promedio de 6.357 y para el estrato bajo un valor promedio de 6.71.
- Relativo al contenido de la materia orgánica, el análisis químico coincidió con los valores obtenidos en la selección y cuantificación de sub-productos donde predomina la presencia del material orgánico principalmente por los residuos alimenticios, etc. La cuantificación de este parámetro, es importante, ya que con él se estiman los % de C, H, O principalmente.

- Los resultados del contenido de nitrógeno, en las muestras, la mayoría (19) muestras de 21 caen dentro del rango marcado que va de 0.2 - 1.0 % <sup>7</sup>.
- Conociendo los valores de materia orgánica y nitrógeno, se estuvo en posibilidades de calcular el % C, % H y % O según los datos experimentales de Jackson. .
- Relativo a las determinaciones del poder calorífico se efectuaron en forma teórica utilizando la fórmula modificada de Dulong, la cual aproxima el valor como si se hubiese efectuado la prueba.

El valor calorífico de un residuo sólido municipal va del rango 9,300 - 12,800 kJ/kg, encontrándose el valor típico de 10,500 kJ/kg <sup>7</sup> .

El poder calorífico se debe principalmente a las cantidades presentes de carbono e hidrógeno, el promedio de poder calorífico del estrato alto es de 11,325.585 kJ/kg o 2,704.94 Kcal / Kg situándose dentro del rango de un residuo sólido municipal..

- Para el estrato medio se tiene un promedio igual a 12,338.43 kJ/kg, encontrándose en el rango estipulado. Por su parte el estrato bajo presenta un valor promedio igual a 8,083.0555 kJ/kg el cual se encuentra abajo del límite inferior del rango establecido, esto se debe principalmente a que la mayoría de las muestras, tienen un bajo porcentaje de carbono e hidrógeno.
- Por lo que respecta a las fórmulas empíricas mínimas, la fórmula tipo  $C_{50}H_{100}O_{40}N$  tiene un valor calorífico típico igual a 10,500 kJ/kg de un residuos sólido municipal <sup>7</sup>. Tomando este dato como parámetro, encontramos que el límite inferior del rango mencionado anteriormente es 9,300 kJ/kg por lo que la fórmula empírica mínima que se acerca a este valor de todas las muestras estimadas es la muestra No. 243, del estrato alto con un valor de 9,435.9175 kJ/kg y le corresponde la fórmula  $C_{47}H_{65}O_{29}N$ . Como se mencionó anteriormente, principalmente la cantidad de carbono e hidrógeno determinan el valor calorífico de una sustancia, por lo tanto analizando los demás valores de todas las muestras, las que tengan un valor mayor a  $C_{47}$  caen dentro

## CAPÍTULO 7



**REVISIÓN DEL SISTEMA Y PROPUESTAS**

**EN EL MANEJO DE LOS RESIDUOS**

**SÓLIDOS MUNICIPALES**

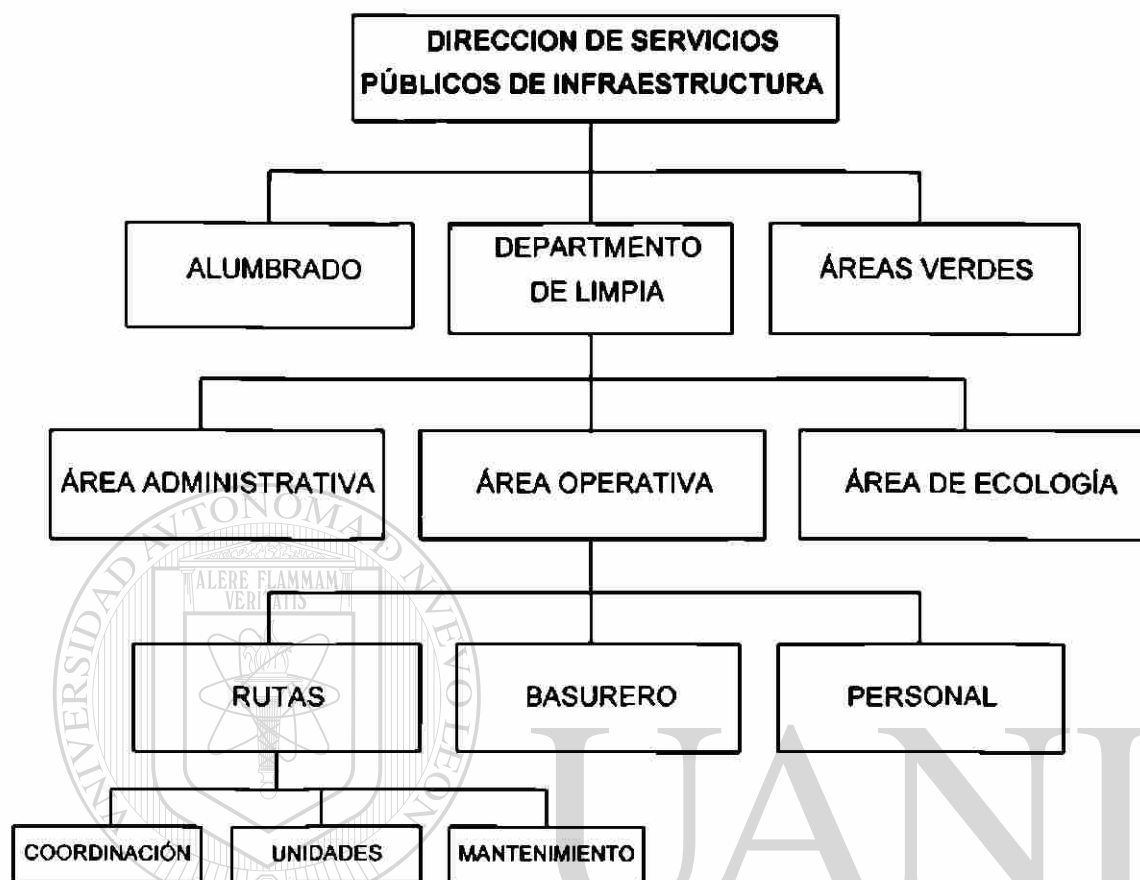
UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

### 7.1.2 Personal

De acuerdo con el organigrama anterior, el Departamento de limpia, cuenta con el siguiente personal:

- Administrativos	18 personas
- Choferes	55 personas
- Recolectores	193 personas
- Barrenderos	110 personas
- Campaneros	25 personas
<b>TOTAL</b>	<b>401 personas</b>

El personal administrativo, se divide en :

- 1 Jefe de Departamento de limpia, con 3 subordinados ( Jefes de área).
- 3 Secretarias.
- El jefe del área operativa, tiene a su cargo a 3 Jefes de oficina: Rutas, Basurero y Personal
- El jefe de rutas tiene a su cargo a 3 Jefes de sección: Coordinación. Unidades y Mantenimiento con un ayudante cada una.
- El jefe del basurero, tiene un ayudante.
- El jefe de personal, tiene un ayudante.

## 7.1.3 Equipo Para la Recolección y Transporte al Sitio de Disposición Final

TIPO DE UNIDAD	CAPACIDAD	CANTIDAD	SITUACIÓN
<b>Recolección:</b>			
- Volteo	3 Ton.	2	Propios
- Volteo	6 m <sup>3</sup>	8	Propios
- Volteo	6 m <sup>3</sup>	13	Rentados
- Volteo	12 m <sup>3</sup>	4	Rentados
- Camión compactador, carga lateral	20 Yd <sup>3</sup>	10	Propios
- Vehículo de remolque de contenedores (roll on-roll off)	4 m <sup>3</sup>	2	Propios
- Tráiler, tipo tolva	45 m <sup>3</sup>	3	Propios
- Tráiler	30 m <sup>3</sup>	1	Propio
<b>Barrido:</b>			
- Máquinas barredoras, de gasolina marca Sweeprite		2	Propias
- Carros rodantes 2 tambos c/u.	0.4 m <sup>3</sup>	70	Propios

### 7.1.4 Operación en la Recolección

#### SERVICIO

El servicio de recolección que se presta, es conocido como método de esquina o parada fija, consiste en el recorrido que efectúa cada camión recolector, parándose en cada esquina de su ruta, para recolectar los residuos sólidos de los usuarios, anunciando su arribo, mediante el sonido de una campana, cuerdas antes de su llegada a la esquina.

Posteriormente, los usuarios en cada esquina, hacen una fila para entregar sus residuos sólidos al trabajador que se encuentra a un lado del camión, este a su vez lo entrega a un segundo trabajador que se encuentra arriba del camión de carga lateral, este recibe los residuos y los deposita dentro de la caja del camión, después regresa el recipiente vacío al trabajador de piso, el cuál entrega al usuario su recipiente. Este procedimiento se repite con cada usuario en cada esquina del recorrido.

Los tiempos y movimientos de cada vehículo en cada ruta, son como sigue:

#### 1er. viaje

Del encierro a inicio de ruta      6:00 a 6:10

De inicio de ruta a fin de ruta      6:10 a 8:10

De fin ruta a basurero      8:10 a 9:20

De basurero a inicio de ruta      9:20 a 10:10

#### 2o. viaje

inicio de ruta a fin de ruta      10:10 a 12:10

de fin de ruta a basurero      12:10 a 13:20

de basurero al encierro      13:20 a 14:00

El recorrido de cada ruta desde el encierro hasta su regreso comprende un turno de 8 horas, repartido generalmente en 4 horas para los viajes ( 2 horas de inicio a fin de ruta) y 4 horas correspondientes a 2 viajes que realiza cada vehículo al sitio de disposición final o estación de transferencia.

En las colonias donde se realiza la recolección en forma particular, la basura es almacenada en 3 centros de acopio de basura, localizados en las colonias Mirarmar, Las Palmas y Xamaipac.

El servicio a mercados municipales se hace levantando los contenedores y regresándolos vacíos, utilizando las unidades roll on - roll off. Cabe aclarar que por insuficiencia en el servicio, en cuanto al número de camiones recolectores de basura, se utilizan camiones de volteo, los cuáles trabajan con baja eficiencia.

## **EQUIPO**

El número de camiones destinados a la recolección son 37 , solamente 10 unidades son específicas para la recolección de basura, del tipo camiones compactadores de carga lateral de capacidad de 20 Yd<sup>3</sup> y el resto son camiones de volteo improvisados de diferentes capacidades, mostradas en el cuadro anteriormente.

Existen en la ciudad 8 contenedores de 4 m<sup>3</sup>, ubicados en los siguientes mercados municipales : 20 de Noviembre, 5 de Mayo con dos contenedores, 24 de Junio, Santa Cruz Terán, San Juan, San Antonio y uno en el fraccionamiento Residencial Hacienda, los cuáles son movidos con las dos unidades roll on - roll off, y realizando un recorrido por la ciudad en algunos mercados, sitios de difícil acceso, unidades habitacionales, este número de contenedores es insuficiente para toda la ciudad.

Por lo general cada unidad recolectora cubre una ruta, sin quedar unidades para desperfectos.No se cuenta con unidades de reserva.

Como se mencionó anteriormente, el número de viajes que realiza cada vehículo son dos y algunas veces, es variable, de acuerdo a las necesidades que se presenten.



## **FRECUENCIA, HORARIOS Y COBERTURA DEL SERVICIO**

El número de rutas en la localidad son 36, cubriendo a 4 sectores en los horarios siguientes:

- Turno matutino ( de 6:00 a 14:00 hrs. )
- Turno vespertino ( de 14:00 a 22:00 hrs. )
- Turno nocturno ( de 22:00 a 2:00 hrs. ), en este turno se cubren las posibles rutas que no se hacen, por desperfecto mecánico y rutas críticas, las cuales cubren a mercados, Instituciones federales, estatales y municipales.

La recolección actual, en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, no es homogénea, ya que existen sectores en los que el servicio se presta diariamente, o cada 2 , ó 3 días , en otras donde se presta una vez a la semana mientras que en otras se carece de este servicio. Se investigó la cobertura de las rutas existentes vaciando éstas en un plano actualizado de la ciudad y se vio que cubren un porcentaje aproximadamente del 80 % del servicio a la población, y que el resto queda sin servicio motivando que la gente se deshaga de la basura tirándola a lotes baldíos , quemándola, o reciclándola, etc.

## **GENERACIÓN**

Según la información proporcionada, la cantidad generada de basura diariamente es de aproximadamente 350 a 400 toneladas, aumentando en el mes de diciembre a 500. Este dato lo estiman, sin tener un control del peso que llega al basurero; por lo que se realizó una investigación , con los datos proporcionados expresados en volumen de basura, que llegan al tiradero y utilizando un valor bibliográfico para el peso volumétrico promedio aproximado en contenedores, igual a 260 Kgs/ m<sup>3</sup>, se estimó la cantidad en toneladas, durante la información de una semana, resultando una generación promedio de 378 toneladas diarias.

Algunas microindustrias, llevan sus residuos en forma particular al basurero y el municipio tampoco lleva un control de entrada de estos residuos sólidos generados.

Las principales fuentes de generación son de origen doméstico y otras en las que se encuentran las podas de las áreas verdes, etc.

## **TRANSPORTE**

Existe una estación de transferencia, cuya capacidad no se especifica, localizada en un sitio de la ciudad hacia el Noroeste, conocido con el nombre de “ La Chacona “, que visité y me percaté de que no existe control del peso de los residuos que se transfieren y solamente consiste en vaciar la basura de algunos camiones recolectores a los “ tráilers “ descritos anteriormente. Otros camiones recolectores o “ Volteos “ llevan los residuos al tiradero y sólo se tiene un control aproximado del volumen transportado.

El tiempo estimado de cada “ tráiler “ de la estación de transferencia, al sitio de disposición final es de 5 horas por viaje, incrementándose este tiempo debido a las pésimas condiciones en que se encuentra el camino, el cual no está pavimentado y tiene, aproximadamente, 5 kilómetros de subida, lo cual fuerza demasiado los motores de los camiones.

El tiempo que tarda cada vehículo recolector en ir y venir al sitio de disposición final es de 2 horas aproximadamente.

## **COSTOS**

El costo del servicio de limpia no fue proporcionado.

### **7.1.5 Operación del Barrido**

Existen dos métodos de barrido: El manual y el mecánico.

#### **BARRIDO MANUAL**

#### **EQUIPO**

Por lo que respecta al barrido, manual según información proporcionada por el departamento de limpia del H. Ayuntamiento, existen 70 carritos, formados por dos tambos metálicos de 200 L. de capacidad cada uno, en donde se depositan los residuos sólidos. De estos carritos, 10 efectúan el recorrido de recolección en 5 colonias del estrato alto y medio, por ejemplo las colonias: Arboledas, El Retiro, Real del bosque, Las Palmas y Xamaipac. y los demás carritos efectúan el barrido en mercados, parques y jardines, sitios de interés, calles de la ciudad, de las del primer cuadro general.

## **FRECUENCIA, HORARIOS Y COBERTURA**

La cobertura es como sigue :

- Cuadrante Norte Poniente.- De la calle Central a la Doceava poniente y de la avenida Central a la Quinta norte, en horario diurno.
- Cuadrante Sur Poniente.- De la calle Central a la Doceava poniente y de la avenida Central a la Novena sur, en horario diurno.
- Cuadrante Norte Oriente.- De la calle Central a la Onceava oriente y de la avenida Central a la Quinta norte, en horario diurno.
- Cuadrante Sur Oriente.- De la calle Central a la Onceava oriente y de la avenida Central a la Novena sur, en horario diurno.

Con una frecuencia de barrido diaria en el primer cuadro de la ciudad y según necesidades en parques , jardines y sitios de interés. Es de notar que la mayoría de los barrenderos no porta su uniforme.

## **RENDIMIENTO**

En algunas de estas actividades, principalmente en el barrido manual, participa gente de la tercera edad, ya que por sus condiciones no encontrarían empleo en otro lugar y , en consecuencia, se obtiene un menor rendimiento, del cual no tienen idea , por lo que se hubo de efectuar una investigación de campo, en el cuadrante Sur oriente, que comprende calles pavimentadas. Al medir la longitud barrida en un solo sentido en un turno, resultó de 3.8 kilómetros entre dos personas, en una jornada de trabajo de 8 horas, lo cual reporta un rendimiento igual a 1.9 kilómetros / persona ; ligeramente abajo del rendimiento normal promedio que se da en otras ciudades.

Algunos entrevistados mencionaron tener un rendimiento de 2.4 kilómetros / 8 horas, cuando no es intenso el tráfico y en calles pavimentadas.

El aseo de plazas, parques, sitios de interés, etc, se programa según el grado de suciedad del sitio, pues no hay planeación fija para estas actividades.

## BARRIDO MECANICO

### EQUIPO EXISTENTE

Dos máquinas barredoras marca Sweeprite, de tres llantas cada una.

### FRECUENCIA, HORARIOS Y COBERTURA

Las 2 máquinas actualmente se encuentran sin uso, por problemas de refacciones para su operación, solamente informaron que, cuando trabajan, lo realizan en horario nocturno, generalmente 2 veces por semana, principalmente en periferias y según las necesidades ; sin una programación bien definida. El problema principal radica en el mantenimiento, ya que consultando manuales de operación de diferentes marcas de barredoras mecánicas, todas coinciden en que a diario se les debe de dar, mantenimiento, al final de cada jornada y por falta de conocimiento, interés o de personal, se inutiliza este equipo existente sin tomar recomendaciones del fabricante. Por otro lado, no existe un stock de refacciones actualizado para remediar posibles fallas, ni personal capacitado para repararlas.

### RENDIMIENTO

No se conoce el rendimiento, por lo cual realicé una investigación sobre las calles que transitan o barren, cuando está en operación, éstas realizan un recorrido desde las 21:00 horas a las 5:00 horas, cubriendo varias rutas. Un ejemplo de ruta, es la siguiente: Sale la barredora de la central , transitando por el boulevard Belisario Domínguez, hasta la altura de la fuente Mactumactzá, continúa por la Novena norte, hasta la Quinceava oriente, y luego por la Avenida central, hasta la Calzada Ángel Albino Corzo, para seguir por el Libramiento sur y regresar por el Boulevard Belisario Domínguez ,en otro sentido, hacia la central. El recorrido anterior tiene una longitud de 35 kilómetros, aproximadamente, por lo que el rendimiento equivale a 4.37 Km./ hr., que está por abajo de los valores promedio que menciona la bibliografía específica.

### 7.1.6 Aprovechamiento de los Subproductos de los Residuos Sólidos

#### CENTROS DE ACOPIO DE MATERIALES RECICLABLES

En la ciudad existen 4 centros de acopio para material reciclable, en donde entregan productos los recolectores de los camiones durante su recorrido, y la gente en general. Entregan principalmente: latas de aluminio, latas ferrosas, vidrio transparente y de color, cartón limpio y sucio, papel, papel periódico, plástico rígido.

Estos centros se localizan en las colonias: Moctezuma, Residencial Hacienda, Mirador y Santa Cruz Terán.

#### PEPENA

Laboran unos 185 pepenadores. Los subproductos recolectados, por orden de importancia son : aluminio, cobre, cartón, vidrio, plástico y fierro.

El tiempo que se les da a los pepenadores, para la selección de subproductos es de 1 a 2 horas.

#### PRECIO DE ALGUNOS SUBPRODUCTOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD ( Kgs.)	PRECIO ( \$ )
- Latas de Aluminio	1	de 3.50 a 6.50
- Perfil Tubular	1	4.00
- Cobre Comercial	1	de 7.00 a 11.00
- Cartón	1	de 0.10 a 0.20
- Fierro Viejo	1	de 0.15 a 0.20
- Papel de Oficina	1	de 0.15 a 0.50
- Papel Periódico	1	de 0.20 a 1.00
- Bronce	1	3.50
- Botellas de Vidrio	1	0.10
- Rejas de Plástico Para Refresco	1	1.00
- Batería de Carro	1	4.00
- Balastro	1	0.50

### 7.1.7 Operación en la Disposición Final

#### UBICACIÓN

El sitio de disposición final con respecto a la cabecera municipal, se localiza al Suroeste aproximadamente, a 37 kilómetros en viaje redondo. Como se mencionó anteriormente, la carretera para llegar al sitio de disposición es de terracería, y se encuentra en pésimas condiciones ( ver FIGURA 16 ).

#### VEGETACIÓN

La vegetación que circunda el área, es de arbustos y la fauna asociada a la basura son aves de carroña.

#### PROPIEDAD

La tenencia de la tierra del predio corresponde al ejido de Tuxtla Gutiérrez.

#### SUPERFICIE

La superficie del predio es de 152 hectáreas y la superficie actual ocupada por el basurero es de 30 Has.

El tiempo de funcionamiento hasta ( diciembre del / 95 ) es de 10 meses, la topografía del terreno es de tipo ondulado y cañada.

No se han presentado incendios y no existen planes de reubicación a corto plazo.

#### MÉTODO

El basurero trabaja como tiradero a cielo abierto y, en ocasiones, cubierto con tierra, presentando condiciones contaminantes, lo cual se comprobó, mediante una visita al sitio y ubicándolo en un mapa geológico del área, pues corresponde a una formación del Cretácico Superior, donde afloran rocas calizas y lutitas, presentándose una mayor proporción de calizas y éstas, a su vez, están presentes en una cañada en donde también arrojan la basura.

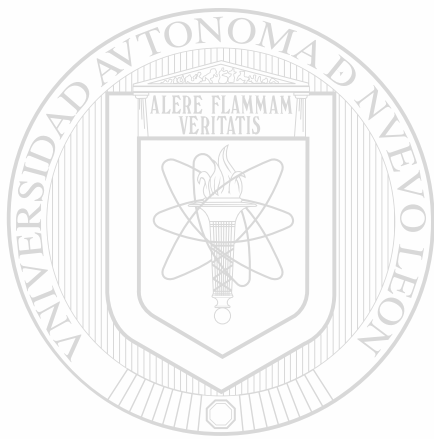
#### EQUIPO

La maquinaria pesada que realiza las funciones de compactación, está contituida por tres unidades: un tractor Caterpillar ( D-5 ) propio del H. Ayuntamiento y dos tractores Caterpillar rentados, ( D-5 y D-8 ).

## 7.2 Propuestas

### 7.2.1 Organización

Con el objeto de optimizar las funciones del Departamento de limpia del H.Ayuntamiento de Tuxtla Gutiérrez, se propone la siguiente estructura orgánica :



# UANL

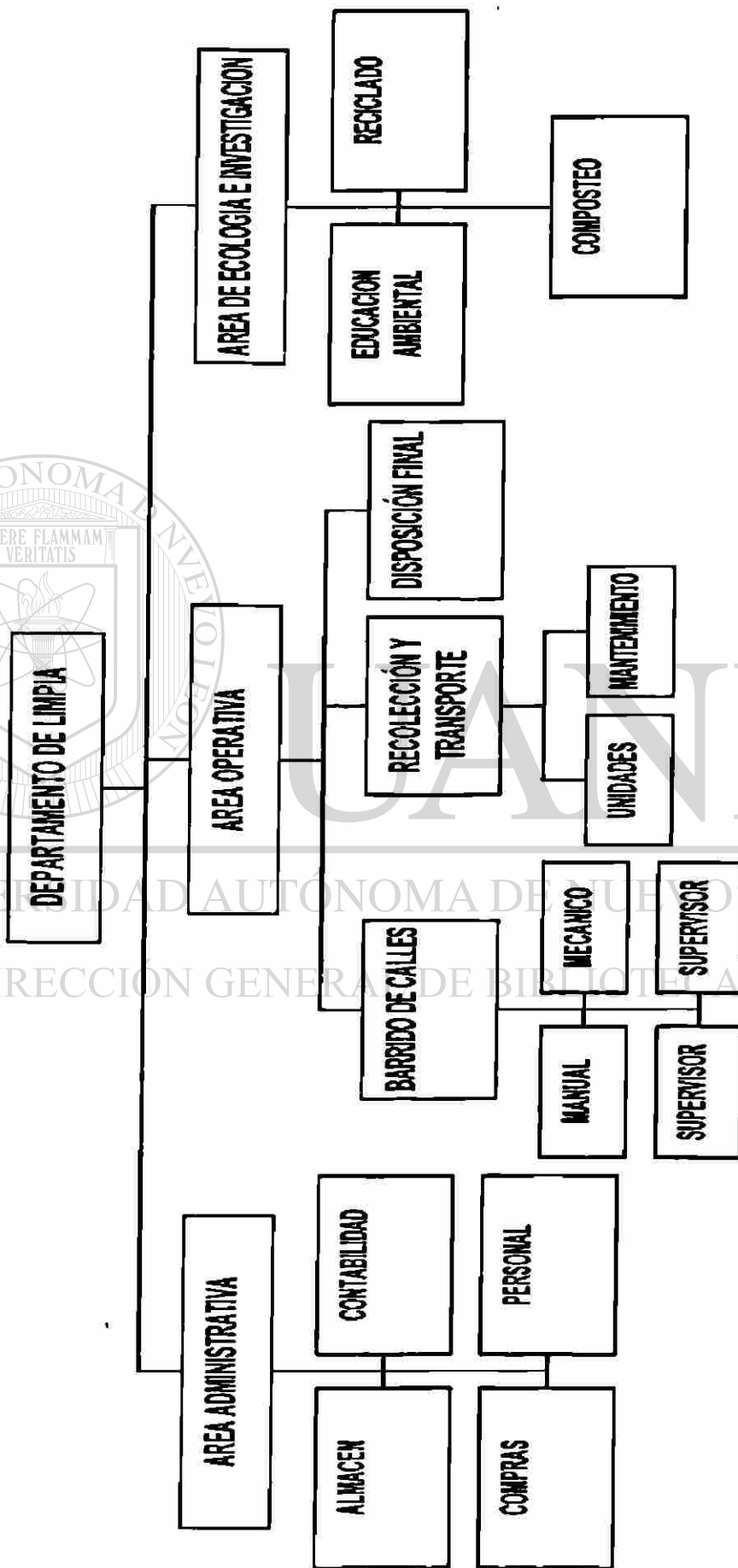
---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

# ORGANIGRAMA PROPUESTO PARA LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE LIMPIA





## 7.2.2 Personal

Elaborando un análisis de puestos y funciones del personal existente y el propuesto en esencia, es el mismo, con la diferencia de que el área administrativa, se desglosa en subordinados, así como el área de Ecología e Investigación y en el área operativa hay un reacomodo de personal, ya que se propone personal nuevo, para laborar en una terminal central operativa de recolección y relleno sanitario.

### **Personal Para la Terminal Central Operativa de recolección :**

- 1 Jefe de Recolección y Transporte
- 1 Secretaria
- 1 Jefe de Unidades que coordina a :
  - 4 Supervisores
  - 1 Encargado de Radio
  - Choferes
  - 1 Despachador de combustible
  - 1 Jefe de Mnatenimiento que coordina a :
    - 2 Mecánicos

- 
- 1 Eléctrico
  - 1 Soldador
  - 1 Vulcanizador
  - 1 Pintor-rotulista
  - 2 Lavadores-engrasadores
  - 4 Ayudantes generales

Además de :

- 1 Almacenista de refacciones
- 2 Veladores

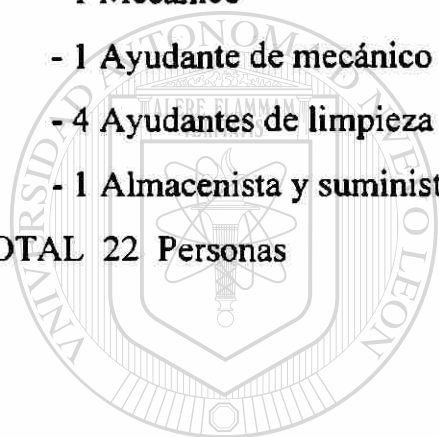
TOTAL 26 Personas

NOTA : El número de choferes, se describe más adelante

**Personal Para el Relleno Sanitario**

- 1 Jefe de disposición
- 1 Caseta de vigilancia
- 3 Vigilantes
- 1 Ingeniero Civil
- 1 Ayudante de Ingeniero y supervisor
- 2 Báscula
- 3 Operadores de maquinaria
- 3 Ayudantes acomodadores
- 1 Mecánico
- 1 Ayudante de mecánico
- 4 Ayudantes de limpieza
- 1 Almacenista y suministrador de combustible

TOTAL 22 Personas



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**TABLA INDICATIVA DEL PERSONAL PROPUESTO**

<b>DESCRIPCIÓN DEL PERSONAL</b>	<b>ACTUAL</b>	<b>PROPUESTA</b>	<b>DIFERENCIA</b>
• Administrativo	18	21	+ 3
• Choferes	55	* 47	- 8
• Recolectores	193	** 129	- 64
• Barrenderos	110	110	0
• Supervisores Barrido Manual	0	5	+ 5
• Supervisores Barrido Mecánico	0	4	+ 4
• Campaneros	25	*** 12	- 13
• Encierro	6	0	
• Terminal de recolección	No existe	26	+ 20
• Basurero	7	0	
• Relleno Sanitario	No existe	22	+ 15
<b>BALANCE</b>			<b>- 38</b>

NOTA : \* = 39 Choferes + 20 % = 47

\*\* = 39 Vehículos ( 3 recolectores ) + 10 % = 129

\*\*\* = 10 Campaneros + 20 % = 12

La tabla anterior nos indica que la estructura orgánica propuesta, tiene un ahorro de 38 personas, que transformándolo en costos, compensaría el sueldo que ganaría el personal calificado, que laboraría en la Terminal Central Operativa y Relleno Sanitario Propuestos.

Justificación de las tres oficinas propuestas en el área de Ecología e Investigación :

**Educación Ambiental :** Sintéticamente tiene el objetivo de enseñar a alumnos, del nivel pre-escolar , de primaria y de secundaria, principalmente; mediante cursos, y campañas, para que aprendan a separar y organizar la basura, y la contaminación que origina, si no se tiene un debido control, etc.

**Reciclado :** Enfocado principalmente a la población en general y, específicamente, a la capacitación de las amas de casa, explicando la metodología, para impulsar y crear centros de acopio de materiales en las colonias, escuelas, etc. Para obtener beneficios ecológicos, sociales y económicos.

**Composteo:** Tiene la finalidad de apoyar a la comunidad, mediante la capacitación a brigadas, para obtener efectos multiplicadores sobre la separación y manejo adecuado de los desperdicios domésticos, para la elaboración de composta.

### 7.2.3 Almacenamiento

Es la acción de retener temporalmente los residuos en un lugar seguro hasta que sean entregados al servicio de recolección, o se procesen para su aprovechamiento.

El almacenamiento de los residuos sólidos municipales puede ser principalmente de dos tipos:

- Almacenamiento domiciliario
- Almacenamiento público

Aunque además existen almacenamiento para residuos industriales y residuos procedentes de instalaciones hospitalarias.<sup>17</sup>

#### 7.2.3.1-Almacenamiento Domiciliario

La mejor opción es usar un recipiente de plástico rígido con una bolsa de plástico en su interior (desechada junto con los residuos).

Recomendaciones adicionales y ubicación:

- Capacidad adecuada menor de 120 L.
- Contruido de materiales livianos, durable, impermeable, fácil de manejar y de limpiar
- Debe contar con asas y tapa de cierre hermético, para evitar el acceso de insectos y de mamíferos.
- El lugar de almacenamiento debe localizarse en un área de fácil acceso y limpieza.

- Debe contar con base despegada del suelo(10 cms. mínimo).
- La base del recipiente debe ser cónica.

Fórmula para el cálculo de la capacidad.

$$V = 1000.n.G/p.v.( 1/ f).( F )$$

donde:

V = Volumen del recipiente domiciliario ( L ).

n = Número de habitantes de la casa-habitación.

G = Generación per-cápita de residuos sólidos(Kg/hab.).

p.v. = Peso volumétrico in situ (Kg/ m<sup>3</sup> ).

f = Frecuencia de recolección,es el número de días de servicio de recolección a la semana ( d/ 7)

F = Factor de seguridad ( > 1.5 );depende de la recolección y de la confiabilidad del sistema

F = frecuencia de recolección normal / frecuencia de recolección con falla

### 7.2.3.2 Almacenamiento Público

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Se presenta en unidades habitacionales, mercados, hoteles, hospitales, comercios,

etc.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Se recomienda el empleo de contenedores de 2 m<sup>3</sup>.

Consideraciones para la construcción del recipiente:

- Construido de material resistente.
- Su diseño (fijos y móviles) debe considerarse el sistema mecánico de carga del vehículo recolector.
- El volumen debe calcularse mediante la siguiente expresión:

$$V = G / p.v. ( 1 / f ) ( F )$$

donde:

V = Volumen del contenedor ( m<sup>3</sup> ).

G = Kilogramos de residuos sólidos producidos diariamente por la fuente de generación.

Consideraciones de operación:

- Los residuos húmedos deben depositarse en bolsas de plástico antes de descargarse al contenedor.
- Los materiales voluminosos como cajas de madera o cartón deben destruirse antes de ser depositados en el contenedor.
- Deberá tener drenaje en el fondo
- Deberá prohibirse el estacionamiento cerca del sitio de carga del contenedor.
- El lugar donde estén estacionados (cuando no exista cuarto de contenedores), deberá estar provisto de una superficie resistente como concreto o asfalto.
- Volúmenes recomendados son 0.5,1.0,1.5 y 2.0 m<sup>3</sup>.

#### Propuestas para el Almacenamiento:

Analizando las respuesta de la encuesta en cada estrato con respecto a la frecuencia de recolección, estudios de campo efectuados, propongo lo siguiente :

Relativo al almacenamiento domiciliario se sugieren las siguientes capacidades del recipiente según estrato, de material de plástico, por su practicabilidad y mantenimiento, ubicándolo en un lugar seguro donde no le llueva, ni este expuesto al sol

ESTRATO	No. de hab. Casa-habit.	Generación Kg / hab.-día	f	Peso Volum.	Frecuencia con falla	Volumen ( L )
ALTO	4.7959	0.6278	3 / 7	188.80	1 / 7	55.81
MEDIO	4.7000	0.6177	3 / 7	193.53	1 / 7	52.50
BAJO	5.6078	0.3918	3 / 7	186.62	1 / 7	41.20

NOTA: se utilizó la fórmula correspondiente al almacenamiento domiciliario, expuesta anteriormente.<sup>2</sup>

Por experiencia del Departamento de limpia y de un recorrido efectuado por la ciudad, se propone lo siguiente:

**Faltantes de contenedores fijos: en los mercados :**

- Mercado de los ancianos
- Central de abastos

Para ambos se necesitan dos contenedores en cada lugar, de capacidad de 4 m<sup>3</sup>.

Así mismo, se propone que cada hospital, cuente con su contenedor e incinerador y de esta manera no mezclar los residuos sólidos municipales, con los residuos sólidos peligrosos, lo cuál es común.

#### 7.2.4 Operación de Recolección

**RECOLECCION.-** Es la acción de transferir los residuos sólidos, desde las fuentes generadoras, hasta el vehículo recolector.

La prestación del servicio de recolección es una de las partes más caras de un sistema de manejo de basuras y una de las que presentan mayores oportunidades para la minimización de costos.

El costo por tonelada movida, por este concepto, es aproximadamente del 90 % del costo total del manejo. Uno de los factores que más influyen sobre el sistema es la frecuencia de recolección, la cual deberá evitar que el volumen acumulado de basura en las casas habitación no sea excesivo, y que el tiempo transcurrido desde la generación hasta la disposición final no exceda el ciclo de reproducción de la mosca, que varía, según el clima, de 7 a 10 días.

#### Métodos de Recolección:

El servicio de recolección de residuos sólidos se puede prestar por medio de cualquiera de los siguientes métodos o por la combinación de algunos de éstos:

- A) Método de recolección de parada fija o esquina.
- B) Método de recolección de acera.
- C) Método de recolección intradomiciliario.
- D) Método de recolección de contenedores.

**Método de recolección de parada fija.-** Este es el más usado en nuestro país, ya que se reducen los costos de inversión. Consiste en que el vehículo recolector transite hasta una esquina, donde se anuncia su llegada, para que acudan los usuarios y en forma ordenada entreguen sus residuos a la cuadrilla de recolección, la que los deposita en el vehículo. Una vez terminada la recolección en una parada, el vehículo transita a la siguiente esquina efectuando la misma operación y así sucesivamente hasta terminar la ruta.

Entre las ventajas de este método, cuando es operado correctamente, se pueden mencionar las siguientes:

- Costos más bajos de inversión, con respecto a los otros métodos.
- Mayor cobertura en el servicio.
- No es necesario transitar por todas las calles de la zona de recolección.

Las principales desventajas de este tipo de recolección son provocadas por una mala operación del sistema y pueden ser:

- Molestias a los usuarios por la emisión de polvos al ser vaciados los recipientes al interior del vehículo.
- Se requiere de la participación activa del usuario par evitar la acumulación de exceso de basura en los recipientes, con riesgo de que los residuos sean arrojados® clandestinamente a la vía pública o a terrenos baldíos.

**Recolección de acera.-** Este método consiste en que el camión circula a una velocidad muy baja en ambos sentidos de la calle, mientras los usuarios depositan sus recipientes sobre la banqueta, los operarios los recogen, los vacian y los regresan al mismo sitio, para que los usuarios los regresen vacíos a sus casas. Este método requiere de un civismo alto entre la gente y presenta el inconveniente de que los animales callejeros que se ven atraídos por los recipientes en las calles, y los esparcen sobre las banquetas.

**Recolección intradomiciliaria.-** Es parecida al método anterior, con la variante de que el operario entra hasta los predios por la basura, y después regresa el recipiente al mismo sitio.



**Recolección con contenedores.**-Es el mejor método de recolección, para centros de gran generación, como podrían ser los hoteles, los mercados, los centros comerciales, los hospitales, las industrias, etc. La localización de los contenedores deberá ser de tal forma que el vehículo recolector

tenga un fácil acceso y pueda realizar las maniobras sin problemas.

**Combinación de métodos.**-Según las necesidades y los recursos de una población determinada, se debe estudiar la posibilidad de combinar dos o más de los métodos de recolección mencionados.<sup>14</sup>

**FRECUENCIA DE RECOLECCION.**-Se define como la periodicidad con la que se presta el servicio, es decir el número de veces al día, semana o mes en que el vehículo recolector sirve a un sector. Generalmente se da un número de veces por semana. Su valor depende fundamentalmente del tiempo en que los residuos sólidos inician su descomposición, de las condiciones climáticas, de la disponibilidad de equipo y de las cantidades de residuos sólidos generados por la población.

Los residuos sólidos deben recolectarse, transportarse y disponerse antes de causen proliferación de moscas, por lo que la frecuencia de recolección no debe ser menor de dos veces a la semana debido al alto contenido de materia orgánica de los mismos.

**HORARIO DE RECOLECCION.**- Entre las consideraciones previas que han de tomarse al establecer el horario para efectuar la recolección de los residuos sólidos, son:

las características propias de la localidad y los horarios más convenientes.

- Horario nocturno.-En sectores de tránsito de vehículo muy intenso.
- Horario a primeras horas de la mañana.-Se utiliza generalmente en las poblaciones de clima cálido, en las cuales las actividades se inician a muy temprana hora.
- Horario Diurno.-Es el más utilizado por las características de ciudades, como Tuxtla Gutiérrez.

### **Propuestas Para la Recolección:**

La propuesta de esta tesis es la de cambiar el actual método de esquina por el método de acera, para reducir los costos de operación, y aumentar la rapidez en el servicio, que se dará con una frecuencia de tres veces por semana, en toda la ciudad; además de capacitar y adiestrar a los recolectores para el debido manejo de la carga y descarga de los recipientes, así como exigir la portación de un uniforme. El horario propuesto será el diurno, de 6:00 a 14:00 horas. Se aconseja mantener el método de esquina en 9 rutas, cubiertas por vehículos de carga lateral en las colonias de difícil acceso, también con la misma frecuencia y horario.

#### **7.2.4.1 Generación de los Residuos Sólidos Municipales**

Para conocer la generación de los residuos sólidos municipales no domésticos en:

- Mercados y plazas
- Hoteles y moteles
- Hospitales
- Restaurantes
- Comercios
- Escuelas
- Oficinas públicas y privadas
- Demoliciones
- Vías públicas
- Industrias

El H. Ayuntamiento proporcionó datos sobre la cantidad generada en mercados, así como en vías públicas; además, la Secretaría de Ecología, Recursos Naturales y Pesca del Gobierno del Estado de Chiapas, realizó algunos muestreos, principalmente en hoteles, comercios y restaurantes, comparó los valores encontrados con los datos reportados por el Banco Mundial sobre índices de generación en comercios e instituciones para países del tercer mundo, los cuales caen dentro del rango reportado y son como sigue:

Tipo de Residuo Sólido	Generación per-cápita Kg/h.d			Cantidad
	Dato Muestreado	Dato Proporcionado	Dato Bibliográfico	
- Doméstico	0.4823			
No Doméstico				
- Mercado		0.09689		10
- Vías Públicas		0.02583	0.05 - 0.2	
<b>* Comercios :</b>	0.1250		0.1 - 0.2	7600
- Tiendas				
- Oficinas				
- Estaciones de servicio				
- Restaurantes				79
- Hoteles				65
- Bodegas				
<b>* Instituciones :</b>	0.096		0.05 - 0.2	
- Escuelas				210
- Oficinas de Gobierno				54
- Hospitales				64
- Estación de policía				
- Iglesias				
<b>* Micro, pequeñas indus - trias y demoliciones</b>	0.0725			877
<b>TOTAL</b>	0.8985			

Para determinar la cantidad de residuos sólidos municipales domésticos representativos de toda la ciudad (Media ponderada, ya que el análisis de varianza efectuado, indicó que no se pueden promediar las generaciones de los diferentes estratos), se calculó la cantidad en por ciento de cada estrato socioeconómico (tomando como referencia la información de SINCE, sistema para la consulta de información censal, resultados definitivos, del noveno censo de población y vivienda 1990, de INEGI)<sup>30</sup>. Y ésta a su vez multiplicada por la generación de cada estrato socioeconómico

(estudios de campo realizados), efectuando una sumatoria de estratos y dividiendo entre 100 %, como fracción, siguiendo la fórmula:

$$X_{ponderada} = \sum_{n=1}^3 G (\% Pi) / 1.0, \text{ donde:}$$

G = Generación de cada estrato

(% Pi) = Porcentaje de la población en el estrato.

Para el caso de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, la población queda repartida de la siguiente manera, según la fuente mencionada anteriormente:

% de Población, Estrato Bajo = 60.17 %

% de Población, Estrato Medio = 34.36 %

% de Población, Estrato Alto = 5.47 %

$$X_{ponderada} = 0.3918 (0.6017) + 0.6177 (0.3436) + 0.6278 (0.0547) / 1.0$$

$$X_{ponderada} = 0.4823$$

Por lo que la generación representativa de los tres estratos socioeconómicos para la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas., es **0.4823 Kgs./ hab.-día.**

#### 7.2.4.1.1 Población de Diseño en 1995

Fue seleccionada tomando como dato la referencia del número de medidores de energía eléctrica de casas-habitación, hasta el mes de diciembre de 1995, proporcionado por la Comisión Federal de Electricidad, ya que a mi criterio es el valor que más se apega a la realidad, ya que el por ciento de electrificación en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez es de un 98 % , y si lo multiplicamos por el promedio de habitantes por

vivienda ( 5.0342 ), calculado durante el muestreo de campo, obtenemos la población estimada.

A continuación se describen las cantidades base, según el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática

#### DATOS DE POBLACIÓN

AÑO POBLACIÓN

1950 31,137

1960 44,979

1970 70,999

1980 166,476

1990 295,608

#### PROYECCIONES DE POBLACIÓN, UTILIZANDO DIFERENTES MÉTODOS:

Año	M E T O D O S				CRITERIOS	
	Geométrico	Gráfico	Logístico	Tasa de crecimiento 6 % anual	Medidores de agua potable	Medidores de energía eléctrica
					65,149	92,254
1995	393,911	360,000	364,029	395,590	327,973	464,425

Por lo que la población de diseño estimada para 1995, es de 464,425 habitantes.

Si multiplicamos esta población, por la generación per-cápita, se generan :

$G = 464,425 \text{ habitantes } ( 0.8985 \text{ Kg / hab.-día } )$

$G = 417,320.55 \text{ Kg / día.}$

### 7.2.4.2 Número de Unidades Para Efectuar la Recolección

Para efectuar el cálculo del número de unidades, para la recolección de los residuos sólidos municipales domésticos y no domésticos, se utiliza la siguiente fórmula:

$$N = G \cdot (P) / n \cdot (Cv) \cdot 7 / dh \cdot Fr \cdot c$$

donde:

N = Número de vehículos necesarios

G = Generación de basura en kg/hab.-día.

P = Población de diseño

n = Número de viajes por unidad, por jornada de trabajo

Cv = Capacidad útil en kgs./ vehículo

7 / dh = Relación que toma en cuenta la basura generada entre los días que se trabaja

Fr = Factor de reserva, entre 1.07-1.2 según estado, edad promedio y mantenimiento de la flotilla.

C = Factor de cobertura ( c = 1 , en zonas céntricas, disminuyendo en periferías ).

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Considerando para el cálculo del número de unidades, los siguientes valores :

$$G = 0.8985 \text{ hab.-día.}$$

7/dh = 7/6 , es decir 6 días de cobertura a la semana.

$$n = 2$$

$$Fr = 10 \%, \text{ es decir } 1.1$$

$$c = 1$$

$$Cv = Vc \cdot (p.v.)$$

donde:

Cv = Capacidad útil del vehículo.

Vc = Volumen de la caja en m<sup>3</sup>.

(p.v.) = Peso volumétrico en el vehículo en kg / m<sup>3</sup>.

$$V_c = 20 \text{ yd}^3 = 15.29 \text{ m}^3 ..$$

$$C_v = 15.29 \text{ m}^3 ( 450 \text{ kg} / \text{m}^3 ) = 6,885 \text{ kg.}$$

$$C_v = 6,885 \text{ Kg.}$$

$$P = 464,425 \text{ habitantes}$$

Y aplicando la fórmula anterior, tenemos:

$$N = 0.8985 ( 464,425 ) / 2 ( 6,885 ) . 7 / 6 ( 1.1 ) ( 1 )$$

$$N = 38.89$$

Por lo que se considerarán 39 unidades compactadoras de una capacidad de 20 Yd<sup>3</sup>.

### **Propuestas en la Selección del Equipo de Recolección, para mejorar el servicio.**

La selección del tipo de vehículo para efectuar la recolección está en función directa del tamaño de la población a servir, del método de recolección y de las posibilidades económicas para su adquisición y operación.

Se recomienda usar los vehículos con carrocerías de gran capacidad, provistas de compactadores, para abatir los costos de operación. Los equipos más utilizados son los siguientes:

#### **- Vehículo compactador de carga trasera**

Dentro de sus principales ventajas, está la facilidad de descarga de los residuos por los usuarios y pueden ser utilizados en todos los métodos de recolección.

#### **- Vehículo compactador de carga lateral**

Su principal desventaja es que la altura de carga y su diseño provoca que un hombre viaje dentro de la caja para recibir los residuos sólidos y por lo tanto la compactación no se efectúa con la regularidad debida

### - Vehículo de volteo, sin compactación

Son vehículos destinados originalmente a otras actividades ; pero adaptadas a la recolección de basura. Las principales ventajas de adaptar un vehículo de volteo al manejo de basuras son : su bajo costo, la rapidez de descarga y que es muy versátil,

pudiéndose utilizar en otras actividades, como el acarreo de material.

Sus desventajas más importantes son : la altura de carga, que el acomodo de la basura es manual y por lo tanto se requiere un hombre adicional en la cuadrilla y que, por estar descubiertas las cajas ,al circular se provoca que las basuras se caigan del vehículo.<sup>14</sup>

### SELECCION DEL EQUIPO (Flotilla)

El poco o nulo mantenimiento preventivo y correctivo de la flotilla de camiones recolectores no es la única causa, en un gran número de casos, del estado deplorable que guardan algunos vehículos en muchas localidades ; una selección de carrocería de recolección inadecuada para ciertos chassises, o viceversa, es otra de las causas más importantes. La selección adecuada de un vehículo de recolección depende de la aplicación de algunos principios de la física y la ingeniería y no de las características que el fabricante quiera hacer resaltar.

**Por las consideraciones expresadas anteriormente y tomando en cuenta la situación actual del municipio, propongo la estandarización de unidades del tipo:**

Vehículo compactador de carga trasera, con un volumen de caja igual a 20 yd<sup>3</sup> y vehículo compactador de carga lateral de la misma capacidad, los cuáles nos proporciona una compactación del orden de los 450 kg / m<sup>3</sup>.

Y tomando en cuenta la flota actual, 10 unidades compactadoras de carga lateral de 20 Yd<sup>3</sup> existentes, para prestar el servicio a colonias cuyas calles no están pavimentadas y adquirir solamente 29 unidades compactadoras de carga trasera, para prestar el servicio al resto de la ciudad.



Colonias cuyas calles no están pavimentadas, que no tienen servicio de recolección actual, y podrían recibir servicio con camiones de carga lateral :

- Col. el Carrizal
- Lomas del oriente
- Ejido Nuevo Madero
- Col. Azteca
- San Pedro progresivo
- Lic. Carlos Salinas de Gortari
- Col. Tuxtla chico
- Misolha
- Caleras Maciel
- Tuchtlán

#### 7.2.4.3 Macro-ruteo

Se denomina macro-ruteo a la división de la ciudad en sectores operativos , a la determinación del número de camiones necesarios en cada uno y a la asignación de un área del sector a cada vehículo.

Básicamente, el macro-ruteo se define en dos etapas :

- a) Proyecto de gabinete y b) Ajuste de campo.

En el primero se hace el cálculo teórico de las necesidades y áreas asignadas a cada camión y en el segundo se afinan los contornos de las mismas para balancearlas y nivelar las cargas de trabajo entre las diferentes cuadrillas.

#### DISEÑO DE MICRO-RUTAS:

Una fase importantísima de cualquier sistema de recolección de residuos sólidos, es la que comúnmente se conoce como el “ micro-ruteo” , el cual no es otra cosa que el recorrido específico que deben cumplir los vehículos recolectores, según su frecuencia, en los sectores de la localidad donde han sido asignados; con el fin de recolectar en la mejor forma posible los residuos generados por los habitantes de dicho sector.

El diseño de micro-rutas, debe hacerse con base en una serie de factores variables, de acuerdo con la localidad en cuestión. Veamos algunos de ellos :

- Taza urbana de localidad
- Topografía de la localidad
- Ancho y tipo de calles
- Método de recolección
- Equipo de recolección
- Densidad de población
- Generación de residuos sólidos.

Ahora bien cabe aclarar que un mal diseño de la micro-ruta de recolección, trae aparejados graves daños al sistema de recolección, entre los cuáles se pueden citar los siguientes:

- Desperdicio del equipo y del personal de la recolección de los residuos sólidos
- Reducción en la cobertura del servicio de recolección
- Incremento de los costos del servicio de limpia
- Proliferación de tiraderos clandestinos a cielo abierto en diferentes puntos de la localidad.

Por todo lo anterior, se deberá poner especial interés en diseñar adecuadamente las micro-rutas de recolección de la basura, para cualquier localidad ; si se pretende operar un servicio de recolección eficientemente.

### Métodos Para el Diseño de las Micro-rutas

En forma general , se puede decir que existen tres métodos para el diseño de las micro-rutas de recolección de residuos sólidos :

- Uno basado en el juicio y la experiencia del proyectista.
- Otro por métodos heurísticos.
- Otro, según modelos determinísticos.

Actualmente en el medio mexicano, el método más empleado para el diseño de las micro-rutas, es el basado en el juicio y la experiencia del proyectista ; aunque en la

mayoría de los casos, quien determina la ruta de recolección, es el jefe de limpia, o bien, los choferes de los vehículos recolectores, quienes hacen las veces de “proyectistas”.

Obviamente, el criterio y la experiencia, tanto de los choferes como del jefe de limpia, no es el mejor; por lo que las rutas de recolección diseñadas por tales proyectistas dejan mucho que desear, en el aspecto técnico. Aunado a lo anterior, está el hecho de que, generalmente, las rutas que establecen los choferes de los vehículos recolectores atienden a toda aquellas casas-habitación, comercios y cualquier tipo de fuentes generadoras que proporcionen un pago extra por el servicio de recolección (propina). Ahora bien, aunque el proyectista fuera en realidad una persona con criterio y experiencia en el área en cuestión, es muy difícil que pueda evaluar correctamente todas las variables que entran en el diseño de las rutas de recolección.

Por todo lo anterior, es obvio que el método de diseño antes descrito, es el más ineficiente y, por lo tanto, el menos recomendable de cuantos existen actualmente.

En cuanto a los métodos heurísticos, se puede decir que son aproximados y que se basan generalmente en el sentido común del proyectista y en ciertas reglas de “dedo”.

Aparentemente, requiere de un mínimo de tiempo, recursos económicos y materiales; además de que varios autores consideran que son adaptables a un amplio rango de problemas.<sup>14</sup>

Las principales reglas de dedo, empleadas para el diseño de la rutas de recolección por métodos heurísticos son las siguientes:

- Respetar el sentido de circulación de la calle.
- Minimizar las vueltas a la izquierda.
- Iniciar la ruta lo más cercano al lugar de encierro.
- Eliminar las vueltas en “U”.
- Evitar la recolección en calles de tránsito “parado” durante las horas pico.

Aunque es cierto que los métodos heurísticos para el diseño de las microrrutas de recolección de basura, son más eficientes y dan mejores resultados que los de diseño basado en la experiencia del proyectista; tampoco son lo más recomendables, ya que es muy difícil que se obtengan rutas óptimas con tales métodos.

Por último, los métodos determinísticos son los más recomendables, ya que en ellos, se pueden involucrar todos los parámetros que con cierto peso inciden en el diseño de las rutas de recolección de basura. Además, con este tipo de métodos sí se obtienen rutas óptimas de recolección de basura, es decir, rutas en las que a un costo y tiempo mínimos, se recolecta la máxima cantidad de residuos sólidos.

Los dos métodos determinísticos más importantes para el diseño de las micro-rutas son:

- El algoritmo de Little, para resolver el problema del agente viajero.
- El algoritmo del cartero Chino.

El primero es aplicable cuando la demanda es discreta, es decir, cuando el método de recolección es el de parada fija o esquina.

El algoritmo del cartero chino resuelve el diseño de micro-rutas cuando la demanda es continua o semi-continua, esto es, cuando se trate de un método de recolección de acera o intradomiciliario; además, se puede aplicar para el diseño de rutas de barrido manual o mecánico.

La aplicación manual de los métodos determinísticos es muy laboriosa, lenta y costosa por lo que lo más viable es usar programas de computadora para resolverlos.<sup>14</sup>

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

**Propuestas Para el Ruteo.**

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Tomando en cuenta el número de camiones necesarios para efectuar la recolección, con una cobertura del 100 %. Esta tesis propone dividir la ciudad en 4 sectores operativos (ver FÍGURA 15). Con esta sectorización, cada vehículo cubre una ruta, totalizando 36 rutas, equivalentes a 36 zonas, cubriendo toda la ciudad, con una frecuencia de 3 veces por semana, excepto el día domingo y distribuyendo el número de camiones, en cada sector como sigue:

Sector	Población Servida	Promedio de Número de Habitantes / Vivienda	Viviendas Servidas	Vehículos Asignados
I	103,243	5.0345	20,507	8
II	128,970	5.0345	25,617	10
III	116,106	5.0345	23,062	9
IV	116,106	5.0345	23,062	9
<b>TOTAL</b>	<b>464,425</b>	<b>5.0345</b>	<b>92,248</b>	<b>36</b>

Esta sectorización se basó principalmente, en la densidad de población a servir, guardando 3 camiones en reserva, previendo cualquier desperfecto en alguna ruta, de modo que no se interrumpa el servicio ordinario. El equipo de reserva consiste en 2 vehículos de carga trasera de 20 Yd<sup>3</sup> y uno de carga lateral de la misma capacidad. En esta propuesta se consideran 29 unidades nuevas de carga trasera, de capacidad de 20 Yd<sup>3</sup>, ya que actualmente el municipio no cuenta con este tipo de unidades.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

#### ZONIFICACIONES DE TODOS LOS SECTORES, EN FORMA GENERAL

Sector	Zonas o Rutas	RUTAS		VEHICULO		Frecuencia de Reco - lección	Método Propuesto
		Método de Rec.		Carga Trasera	Carga Lateral		
		Acera	Esquina				
I	8	7	1	7	1	3 / 7	A
II	10	7	3	7	3	3 / 7	A y B
III	9	6	3	6	3	3 / 7	A
IV	9	7	2	7	2	3 / 7	A y B
<b>Total</b>	<b>36</b>	<b>27</b>	<b>9</b>	<b>27</b>	<b>9</b>		

## ZONIFICACIONES DE CADA SECTOR

## SECTOR I

Sector	No. de Zonas	Rutas	Método Rec.		Tipo de Vehic.		Frec. de Rec.	Método Propuesto	
			Acera	Esquina	C. Tra-sera	C. La-teral			
I	8	R1	x		x		3/7	A	
		R2	x		x		3/7	A	
		R3	x		x		3/7	A	
		R4	x		x		3/7	A	
		R5	x		x		3/7	A	
		R6	x		x		3/7	A	
		R7		x			x	3/7	A
		R8	x			x		3/7	A
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>1</b>			

## SECTOR II

Sector	No. de Zonas	Rutas	Método de Rec.		Tipo de Vehic.		Frec. de Rec.	Método Propuesto	
			Acera	Esquina	C. Tra-sera	C. La-teral			
II	10	R9	x		x		3/7	B	
		R10	x		x		3/7	A	
		R11	x		x		3/7	A	
		R12	x		x		3/7	A	
		R13		x			x	3/7	A
		R14	x			x		3/7	A
		R15	x			x		3/7	A
		R16	x			x		3/7	B
		R17			x			x	3/7
R18				x		x	3/7	A	
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>3</b>			

## SECTOR III

Sector	No. de Zonas	Rutas	Método Rec.		Tipo de Vehic.		Frec. de Rec.	Método Propuesto	
			Acera	Esquina	C. Tra-sera	C. La-teral			
III	9	R19	x		x		3/7	A	
		R20	x		x		3/7	A	
		R21	x		x		3/7	A	
		R22	x		x		3/7	A	
		R23	x		x		3/7	A	
		R24	x		x		3/7	A	
		R25		x			x	3/7	A
		R26		x			x	3/7	A
		R27		x			x	3/7	A
<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>3</b>			

## SECTOR IV

Sector	No. de Zonas	Rutas	Método Rec.		Tipo de Vehic.		Frec. de Rec.	Método Propuesto	
			Acera	Esquina	C. Tra-sera	C. La-teral			
IV	9	R28	x		x		3/7	B	
		R29	x		x		3/7	B	
		R30	x		x		3/7	A	
		R31	x		x		3/7	A	
		R32		x			x	3/7	A
		R33		x			x	3/7	A
		R34	x			x		3/7	A
		R35	x			x		3/7	A
		R36	x			x		3/7	B
<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>7</b>	<b>2</b>			

Los criterios utilizados para la zonificación de cada sector, fueron :

- Utilización de un plano actualizado de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chis., para delimitar los sectores y posteriormente zonas.
- Zonas habitación por servir.

- Localización de puntos de gran generación; como mercados, comercios, instituciones, etc.
- Tomar en cuenta la cantidad generada en los puntos anteriores.
- Método de recolección a utilizar.
- Frecuencia de recolección.

## EXPLICACION DE CADA MÉTODO PROPUESTO PARA LA RECOLECCIÓN :

### MÉTODO “ A “

Se propone que cada zona se divida en dos ; Lado Norte y Lado Sur.

En el lado norte, la recolección se realizará los días Lunes, Miércoles y Viernes.

En el lado sur, la recolección se realizará los días Martes, Jueves y Sábado.

Cada vehículo tendrá un número de identificación, el cuál coincidirá con el número de la ruta cubierta. Por ejemplo : El vehículo No. 1, cubrirá la ruta 1, en la zona 1, en el lado norte y en lado sur de la misma zona , según sea el día de la semana.. Si al término del día, algún vehículo no alcanza a realizar su recorrido total, al otro día, empezará el recorrido donde se quedó el día anterior y posteriormente continuará en el otro lado de la zona, según sea el caso, por ejemplo : Si un vehículo realiza la recolección el día lunes en el lado norte y no concluye ese mismo día, por alguna causa laboral, mecánica, accidente, etc. al otro día, martes, el mismo camión de la ruta y zona o un vehículo emergente, iniciará la recolección donde se quedó el día lunes, continuando después ese mismo día martes en el lado sur de la misma zona.

A los tres vehículos emergentes o de reserva, se les asignarán las claves A, B, y

C. al vehículo de reserva de carga lateral le corresponderá la letra “ C “.

### MÉTODO “ B “

Se propone que este método de recolección , realice el recorrido, únicamente en algunas zonas de los sectores II y IV, las cuales ocupan el primer cuadro, ya que en esta área de la ciudad, las calles, están bien trazadas y permiten realizar el siguiente recorrido :



Iniciar por las calles horizontales en la orientación norte de la ciudad, es decir en la zona correspondiente, con un recorrido en el sentido Poniente a Oriente y llegando al límite de la zona, regresar, con un recorrido de Oriente a Poniente, durante los días Lunes, Miércoles y Viernes. Y los días Martes, Jueves y Sábado, iniciar el recorrido de la ruta en la zona correspondiente en el sentido de Norte a Sur y al llegar al límite de la zona, regresar con el recorrido en el sentido de Sur a Norte.

Si existiera algún desperfecto en la ruta, se siguen las mismas especificaciones, explicadas en el método "A".

Estas propuestas se complementan con los ajustes de campo que se realicen en la práctica.

#### RESUMEN DE LOS MÉTODOS PROPUESTOS EN CADA ZONA

SECTOR	ZONAS	METODO DE RECOLECCIÓN		A		B	
		A	B	Lado Norte	Lado Sur	W a E y E A W	N a S y S a N
				L, Mi, V	M, J, S	L, Mi, V	M, J, S
I	8	8	0	x	x		
II	10	8	2	x	x	x	x
III	9	9	0	x	x		
IV	9	6	3	x	x	x	x
<b>TOTAL</b>	<b>36</b>	<b>31</b>	<b>5</b>				

$$U = 2 ( 6,885 ) ( 3 / 7 ) / 5.0345 ( 0.8985 ) = 1,304.61$$

$$U = 2 ( 1,304.61 ) = 2,609.23 \cong 2,609 \text{ viviendas / semana}$$

El valor de 5.0345 ,corresponde al promedio del número de habitantes por vivienda de los tres estratos socioeconómicos estudiados.

### TAMAÑO DE LA CUADRILLA

Este es un parámetro esencial para optimizar el uso del vehículo recolector de acuerdo con el tamaño de la caja y se estima con la siguiente fórmula :

$$NR = n. ( Cv ) / r. ( h )$$

donde:

NR = Número de recolectores.

r = Rendimiento en kgs / hombre-hr.

h = Duración de la jornada normal de trabajo.

Para el caso de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez y tomando en cuenta la capacidad útil del vehículo seleccionado ,se considerará un rendimiento de 750 kgs/hombre-hr. y una jornada de trabajo de 8 horas.

$$NR = 2 ( 6,885 ) / 750 ( 8 ) = 2.295 \cong 3 \text{ hombres.}$$

### 7.2.5 Barrido de Calles

El barrido puede efectuarse, de dos maneras:

- Barrido Mecánico
- Barrido Manual

El barrido se lleva a cabo para levantar de la vía pública los residuos procedentes de fuentes naturales y producidos por la actividad del hombre.

Residuos producidos por fuentes naturales:

- Polvo natural que acarrea el viento (calles sin pavimentar y cerros cercanos).
- Desechos vegetales (flores, ramas, hojas), originados por los árboles de la ciudad.
- Tierra arrastrada por la lluvia, de las partes altas.

Residuos producidos por la actividad del hombre:

- Residuos peatonales (envolturas, colillas de cigarro, etc.).
- Residuos domésticos que por alguna causa son depositados en la calle.
- Desechos arrojados por los vehículos, tales como derrames accidentales de carga transportada y polvo o lodo adherido a las llantas.

#### 7.2.5.1 Barrido manual

Este se recomienda en países en desarrollo, por el beneficio social que representa, ya que la mano de obra es abundante y limitada la existencia de capital .

**VENTAJAS:**

- Posibilidad de barrer en cualquier tipo de pavimento.
- Posibilidad de barrer islas de seguridad sin dificultad ( glorietas y , eventualmente, banquetas ).
- Pequeña inversión inicial (uniformes, carritos, batas, escobas).
- Bajo costo de mantenimiento mecánico.
- Mínimo entrenamiento específico.

**DESVENTAJAS:**

- Monto operacional mayor(40 % mas caro que el barrido mecánico).
- Encarecimiento de la mano de obra.
- Frecuentes accidentes de trabajo
- Alto índice de faltas y licencias.
- Necesidad de contar con personal de reemplazo
- No se realiza un trabajo eficiente,si no se tiene una supervisión constante.

**FRECUENCIA:**

Será variable y de acuerdo al sector de la ciudad por servir

S E C T O R	F R E C U E N C I A
- Calles del primer cuadro de la ciudad - Mercados - Plazas públicas, parques y jardines, sitios turísticos de interés	Hasta 3 veces / día
- Calles del segundo cuadro periférico	2 veces / semana

**HORARIO:**

Se prefiere el horario diurno con un inicio de jornada lo más temprano posible, ya que es difícil efectuar la supervisión en el horario nocturno.

Un supervisor atiende a 20 barrenderos.

**RENDIMIENTOS:**

De 2 a 3 kilómetros de jornada de trabajo de 8hrs, en un solo sentido (acera).

Depende de la topografía, del estado del pavimento, de la intensidad de tráfico, del estado de los implementos de trabajo, etc.

**TRAZO DE RUTAS:**

Deben tomarse en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Se establecen los puntos de inicio y término de la ruta.
- El trazo debe tratar de minimizar el recorrido no productivo, para lo cual se recomienda:
  - No debe pasarse más de una vez por la misma cuneta ( a menos que la frecuencia así lo establezca).
  - Procurar, en lo posible, que el punto de terminación de la ruta se encuentre lo más próximo al inicio.
  - Evitar al máximo el cruce de calles.

### **Propuestas Para el Barrido Manual.**

Se propone una cuidadosa planeación y programación y efectuar ajustes de campo, tanto en las rutas de barrido, como en los sitios de interés, ya que según el grado de suciedad que se va presentando, en distintos puntos de la ciudad, se envían unidades a efectuar el servicio de limpia, sin tener un control en las actividades de barrido. Esta anomalía se debe a que las autoridades de primer mando no planean sus actividades, pues el primer cuadro abarca 145 kilómetros de acera, y tomando el rendimiento calculado de 1.9 Km./ 8 hrs. por persona, se necesitan 76 barrenderos y 24 barrenderos para parques, plazas y sitios de interés. Idealmente se propone aumentar el rendimiento a 2.5 Kms. / 8 hrs. Persona, necesitando solamente 58 barrenderos para calles, y el resto para dar atención a los parques, jardines, etc. Pero tomando en cuenta el factor social, y las condiciones que guardan los trabajadores, trabajando con el mismo rendimiento, hay que reducir 10 barrenderos actuales en las calles y aumentarlos en el barrido de sitios de interés, continuando con el barrido manual diario en el primer cuadro, en un horario “matutino” de 8 a 16 hrs, además de obligar a los empleados a portar uniforme.

### 7.2.5.2. Barrido mecánico.

Es un 40 % más económico que el barrido manual (considerando la longitud de la cuneta barrida) y es un 70 % más económico (considerando la superficie barrida).

#### VENTAJAS:

- Es menor el monto operacional y de administración .
- Puede emplearse en caminos abiertos y en vías rápidas, donde el barrido manual es peligroso.

#### DESVENTAJAS:

- Implica una alta inversión inicial.
- Reporta la imposibilidad de trabajar con el vehículo estacionado.
- Existe cierta dificultad de conseguir refacciones.
- Se entorpece aún más la circulación, cuando el tráfico es intenso.

#### HORARIO:

- Se prefiere el horario nocturno, por el inconveniente del entorpecimiento del tráfico que este barrido ocasiona.

#### RENDIMIENTO:

- Tiene rendimientos aproximados de 40 km / día de trabajo y 1000 L de agua de capacidad.

#### TRAZO DE RUTAS:

Se siguen las mismas recomendaciones que para el barrido manual, además de considerar los siguientes aspectos :

- La vialidad.
- Los puntos de abastecimiento de agua en la ruta.
- La velocidad media de la barredora ( 6-8 km /hr ).
- El tiempo efectivo de trabajo ( 80 % ).
- El consumo de agua.<sup>14</sup>

## Propuestas Para el Barrido Mecánico.

Utilizar las barredoras existentes por las noches, cubriendo las 2 rutas propuestas por cada sector ( 8 rutas en total ), con una frecuencia de una vez por semana, por cada ruta, por cada barredora, en el horario de 22.00 a 6.00 hrs., aumentando el rendimiento a 40 Kms. / 8 hrs. ; desarrollando una velocidad promedio de 5 Kms. / hr., por cada barredora de 3 ruedas existentes ; elaborando previamente un programa de mantenimiento y verificación de las condiciones que guarda el equipo, así como los costos de operación.

Una Barredora mecánica, cubrirá el sector I y II ( 4 rutas ), cada ruta /semana.

La otra barredora cubrirá el sector III y IV ( 4 RUTAS ), cada ruta / semana.

### 7.2.6 Aprovechamiento de los Residuos

En base al muestreo realizado, en lo concerniente a los residuos sólidos municipales domésticos, se obtuvieron en promedio, de los tres estratos, los siguientes valores:

57 % de Materia orgánica

20 % de Material tóxico y otros

23 % de Material reciclable, del cuál:

8 % corresponde a papel y cartón

6.66 % corresponde a vidrio

2.66 % corresponde a metales

5.66 % corresponde a plásticos

De acuerdo con las cifras anteriores, existe un potencial de subproductos aprovechables ;

por lo que se propone la instalación de cuando menos 2 centros de acopio de materiales reciclables, por cada sector operativo propuesto, impulsados por el Gobierno del Estado de Chiapas, particularmente por la Secretaría de Ecología Recursos Naturales y Pesca en coordinación con el área de Ecología e Investigación propuesta del H. Ayuntamiento, DIF, grupos ecologistas, etc.

Impulsar, capacitar e invitar a la ciudadanía en general a participar en programas de reciclamiento, mediante el acopio de los subproductos, así como en la elaboración de

composta en forma particular y de esta manera aprovechar los subproductos, desperdicios alimenticios, con la debida difusión en programas de radio, televisión, prensa, etc.

También se propone organizar a los 185 pepenadores que existen actualmente en el basurero, mediante una cooperativa que funcione como centro de acopio, impulsando de esta manera el reciclamiento de materiales, mejorando sus ingresos y, sobre todo, las condiciones de vida de los pepenadores.

### 7.2.7 Disposición Final

Se propone la instalación de un relleno sanitario, de acuerdo a la normatividad vigente NOM-083-ECOL-1995 . La vida útil de este relleno sanitario será de 15 años. En el cálculo de dimensionamiento, no se considera el reciclaje ; si en un momento dado se da éste, se aumentaría la vida útil del sitio, ya que se dispondría diariamente una cantidad menor que los 417,320.55 Kgs. generados.

En el capítulo 9, se dan los detalles más precisos sobre el relleno sanitario propuesto.

### 7.2.8 Infraestructura del Servicio de Limpia

Para lograr una funcionalidad óptima del sistema de limpia, es necesario contar con un espacio físico y unas instalaciones propias ; como es el de la Central de barrido manual y mecánico, la Terminal de servicios de recolección, así como para el Relleno sanitario.



## CENTRAL DE BARRIDO MANUAL Y MECANICO

Esta central debe contar mínimamente con las siguientes áreas :

- Oficinas administrativas
- Caseta de vigilancia
- Radio comunicación y telefonía
- Almacén general
- Estacionamiento
- Taller de mantenimiento
- Comedor para empleados
- Baños y vestidores para empleados
- Centro de primeros auxilios

## TERMINAL DE SERVICIOS DE RECOLECCION

A continuación, mediante la FIGURA 14 , se hace la propuesta de esta terminal, con todas sus áreas respectivas ,en una superficie aproximada de 2 hectáreas para un funcionamiento satisfactorio, ubicándola al lado sureste de la ciudad.

Con respecto a las áreas necesarias del relleno sanitario, éstas se describen en la FIGURA 31 , del capítulo 9 .

## CAPITULO 8

### **PROPUESTA DE LOCALIZACION Y DISEÑO DE LA DISPOSICION FINAL MEDIANTE RELLENO SANITARIO**



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## CAPITULO 8

### PROPUESTA DE LOCALIZACION Y DISEÑO DE LA DISPOSICION FINAL MEDIANTE RELLENO SANITARIO

#### 8.1 Procesamientos Aplicables a la Basura

**Disposición.-** Es la última etapa operacional del servicio de limpieza en la cual se destinan o se disponen los residuos recolectados.

**Procesamiento.-** Es cualquier manipulación de residuos , previa a la disposición, que procura obtener resultados económicos o sanitarios.

**Tratamiento.-** Es un procesamiento que procura obtener resultados sanitarios reduciendo o eliminando efectos nocivos al hombre o al ambiente.

Estos tres conceptos coexisten, caracterizándose por el objetivo dominante en cada caso. Ejemplo: La incineración de residuos patógenos es un tratamiento, aunque también se le considera como una forma de disposición, en este caso parcial, pues deja una pequeña cantidad de residuo a ser recolectado para una disposición final.

La disposición de basura puede ser precedida de un procesamiento procurando un resultado más favorable. Ejemplo: Trituración, previa a la disposición en un relleno sanitario, tratando de alcanzar una rápida estabilización.

Aceptaremos como disposición final la que se hace en el suelo.<sup>14</sup>

### 8.1.1 Procesamientos Mecánicos

**Trituración.-** Divide, mezcla y homogeniza la basura, favoreciendo :

- La descomposición bioquímica.
- El condensamiento y la estabilidad mecánica de los rellenos.
- La uniformidad y el control de la acción térmica.

Consecuentemente, puede ser un proceso auxiliar para compostificación, relleno sanitario, pirólisis o incineración.

**Compactación.-** Disminuye los espacios vacíos, condensando la basura a bajo costo, por lo que constituye un proceso auxiliar en el relleno sanitario, además de tener alta importancia económica en la recolección de basura.

**Clasificación.-** Consiste en la separación de los materiales constituyentes de la basura, por interés económico en ellos o para la mayor productividad de un procesamiento biológico o térmico subsecuente. Ejemplo: Se separan los materiales ligeros ( plásticos, papeles ) para ser incinerados o para que no se perturbe el proceso biológico de compostificación.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

### 8.1.2 Procesamientos Térmicos

**Incineración .-** Reduce la basura urbana a cerca del 10 % de su masa inicial, por lo que también suele ser considerada como una forma de disposición, tal reducción es obtenida en incineradores de gran tamaño ( más de 500 ton./día ) operando a temperaturas del orden de los 1,000 ° C., provistos de parrillas móviles, inyectores de aire , controladores de quema y partes complementarias, tales como una caldera acuotubular, un filtro de alto rendimiento y una chimenea.

**Pirólisis.-** La descomposición térmica en un ambiente carente de oxígeno libre, a temperaturas inferiores a las de incineración, produciendo líquidos o gases de alto contenido energético, sin contaminación atmosférica apreciable. La cantidad de

residuos es mayor que la incineración, dependiendo del proceso. La tecnología aplicable a la pirólisis de basura urbana está aún en fases de desarrollo.

### 8.1.3 Procesamientos Biológicos

**Aeróbico.-** Es el más higiénico y productivo para la compostificación y para la estabilización del relleno sanitario, puesto que sus productos principales son: agua, dióxido de carbono y calor; éste es suficiente para elevar la temperatura de la masa a un nivel fatal para los microorganismos patógenos, los huevos y los gérmenes.

**Anaeróbico.-** Este es más lento, disipa poco calor y descompone la materia en compuestos orgánicos más simples, además de minerales. Teniendo enorme importancia la producción de metano ( $\text{CH}_4$ ), ácidos grasos, acético y otros de bajo peso molecular en la fase denominada, ácida, reconocida por el bajo pH en el ambiente y por la emanación de gases malolientes como el ácido sulfhídrico ( $\text{H}_2\text{S}$ ) y los mercaptanos. La emisión de olores es una de las limitaciones para el uso del proceso anaeróbico.

Los procesos biológicos generan dos productos importantes :

- Metano, también llamado biogas o gas bioquímico.
- Compostado para suelo agrícola ( como mejorador de suelos ).

## 8.2 Disposición Final de Residuos Sólidos

La disposición de las basuras debe ser realizada mediante :

- Relleno Sanitario

Es inadmisibles el lanzamiento de basura en cuerpos, o cursos de agua, en suelos de alto potencial agrícola, en lagos o en mares; debido al desequilibrio ecológico que se produce; sobre todo por la adición excesiva de nutrientes al agua, y por otros problemas sanitarios, dentro de los cuales podemos señalar: la proliferación de insectos en el agua retenida por la basura o en las márgenes del cuerpo de agua, la acumulación de basura en las márgenes y en las áreas de descarga de los

residuos sólidos, la presencia incontrolada de animales y de segregadores de materiales de basura.

Otra opción impracticable para la basura urbana es su empleo en la alimentación animal.

Se admite, con restricciones y control, la alimentación de animales con restos alimenticios. Para seguridad, tales restos deberán ser recocinados o tratados con vapor de agua.

Es preferible no incluir esta práctica como técnica global de disposición de residuos sólidos.<sup>16</sup>

### 8.2.1 Relleno Sanitario ( R. S. )

**Definición:** El Relleno Sanitario es una técnica para la disposición de la basura en el suelo si no se causa perjuicio al medio ambiente ni molestias o peligros para la salud y la seguridad pública; método que utiliza diseños de ingeniería para confinar la basura en la menor área posible, reduciendo el volumen de ésta al mínimo practicable, y cubriéndola con una capa de tierra frecuentemente; por lo menos al fin de cada jornada.

Como obra de ingeniería, el relleno sanitario debe ser construido mediante un proyecto para atender determinado objetivo general y, siempre que sea posible, con objetivos específicos. El objetivo general es disponer la basura urbana en forma sanitariamente correcta y a un costo viable. Los objetivos específicos pueden ser: la recuperación de algunas áreas inundables, la construcción de locales para la recreación, la producción económica de biogas, etc.

Igual que otras obras, según el tamaño y a las circunstancias, el relleno sanitario se construirá mediante un proyecto simple o complejo, pero obedeciendo los reglamentos, las normas y los métodos propios.

## 8.2.2 Costo de Procesamiento y Disposición de Basuras

Inicialmente, debemos considerar que los procesamientos reducen la cantidad de basura, mas no la eliminan totalmente, persistiendo una cantidad que será recolectada y dispuesta en relleno, y unos costos adicionales respectivos.

En segundo lugar, dado que el procesamiento tiene el objetivo económico de obtener ingresos mediante la venta de productos y subproductos, necesita un mercado constante para ellos en la propia ciudad o en una próxima, tomando en cuenta los costos de almacenamiento y de transporte correspondientes.

Como regla general, observamos que el costo global unitario del procesamiento decrece con el aumento de la cantidad procesada. La oferta de productos, entre tanto, debe ser compatible con el mercado potencial, a fin de que se alcancen los precios proyectados.

En resumen: el interés económico de un procesamiento debe ser objeto de análisis satisfactorio del mercado presente y del mercado proyectado, por lo menos para el período de amortización de las inversiones exigidas. Si este análisis es favorable, el procesamiento será una opción industrial conveniente.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## 8.3 Selección de Alternativa

La disposición final de los residuos sólidos urbanos debe hacerse en el suelo, según la técnica de relleno sanitario (R.S.), porque esta forma de disposición atiende a las exigencias sanitarias a bajo costo.

Aún pequeñas ciudades desprovistas de tractores, es viable la disposición en relleno sanitario o apenas cubierto en condiciones sanitarias aceptables, dependiendo de la selección del terreno. Para dos o más ciudades próximas

también puede ser ventajosa la utilización de un relleno sanitario, común, si el costo del transporte lo permite.

Un relleno sanitario puede no ser adecuado para recibir ciertos residuos, caso en que se justificaría un tratamiento especial. Salvo esta hipótesis, un procesamiento de residuos sólidos debe justificarse por suficientes razones económicas y ser accesible a la capacidad técnica y financiera local. Tales condiciones disminuyen la viabilidad de los procesamientos en las ciudades latinoamericanas, en la década de los 90's; sin embargo, el compostado puede tener mercado y recomendarse, debido a los beneficios sociales y económicos indirectos, en varias ciudades. En cualquier hipótesis, el relleno sanitario será necesario; ya sea para la basura integral o para el desecho del procesamiento.

En conclusión: cada ciudad debe tener su relleno sanitario, como método de disposición final. Se seleccionó esta alternativa para la disposición de los residuos sólidos municipales de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

#### 8.4 Selección del Sitio de Disposición Final : Relleno Sanitario

La selección del sitio es un proceso que debe contemplar dos aspectos :

- El técnico.
- El de la tenencia de la tierra.

Con respecto al primero, a continuación se dan los lineamientos mínimos que deberán tomarse en cuenta, en la inteligencia de que es casi imposible encontrar un sitio ideal, que cumpla todos los requisitos.

- El tiradero existente.- deberá estudiarse como un sitio alternativo, que se pudiese transformar en relleno sanitario. El tiradero actual no reúne las condiciones mínimas para convertirlo en un relleno sanitario aceptable.



#### 8.4.1 Vida Útil del Sitio

Deberá tener una extensión tal que, estimada una rasante de proyecto terminado, se tenga un volumen de basura cuando menos 10 años de vida útil.

#### 8.4.2 Tierra Para Cobertura

El relleno sanitario debe ser lo más autosuficiente en cuanto a la tierra necesaria para su construcción.

#### 8.4.3 Topografía

El relleno puede diseñarse y operarse en cualquier tipo de topografía: sin embargo, se prefiere aquella en que se logre confinar el mayor volumen por hectárea, como puede ser el caso de minas a cielo abierto abandonadas, el comienzo de cañadas y otras.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

#### 8.4.4 Vías de Acceso

El sitio debe estar, de preferencia, a relativa corta distancia de la mancha urbana y bien comunicado por carretera, quizá con un camino de acceso corto no pavimentado pero circulable en toda la época del año.

#### 8.4.5 Vientos Dominantes

De preferencia debe estar localizado de tal modo, que los vientos dominantes no soplen hacia la ciudad; sin embargo, si el relleno se opera correctamente, este factor puede despreciarse.

#### 8.4.6 Ubicación del Sitio

Aunque un relleno bien operado no causa problemas, es preferible que esté cuando menos a un kilómetro; o mejor a tres kilómetros de los límites de la mancha urbana. Es conveniente que se haga una estimación del crecimiento de la ciudad para que ésta llegue al relleno al término de la vida útil de aquél para aprovecharlo como área verde.

#### 8.4.7 Geología

Se prefieren suelos sedimentarios, con características areno-arcillosas; a fin de tener un suelo poco permeable, a fin de proteger los mantos freáticos y lo suficientemente manejable como para hacer las excavaciones, los cortes y aún poder contar con material para cubierta.

#### 8.4.8 Geohidrología

De preferencia, se requiere que los rellenos estén profundos, para evitar la contaminación ambiental; sin embargo, sólo los estudios geohidrológicos permitirán tomar la decisión última si el manto freático no es profundo.

#### 8.4.9 Hidrología Superficial

Una parte de los problemas de operación causados por la disposición de residuos sólidos, es consecuencia de una deficiente captación de agua de escurrimiento; partiendo de esa base es muy importante que el sitio seleccionado esté lo más lejos posible de las corrientes superficiales y de los cuerpos receptores de agua, y cuente con una adecuada red de drenaje pluvial para evitar escurrimientos dentro del relleno sanitario.

#### 8.4.10 Relaciones Públicas

Se deberán prever las posibles oposiciones de la comunidad al proyecto y hacer la mejor selección posible.

Con referencia a la tenencia de la tierra es muy común que los dueños, sean ejidatarios o particulares y cedan el uso al municipio, a cambio de una anualidad o de algunas obras públicas. Es necesario contar siempre con un convenio escrito o contrato firmado por los dueños. En el caso de ser el terreno propiedad municipal no habría problema; pero en cualquier otro caso, el terreno deberá quedar marcado en el catastro de la propiedad como de uso restringido y así se lo deberá hacerle saber a sus dueños.

Siempre se deben de pre-seleccionar más de dos sitios viables para efectuar la debida evaluación y la selección final.

Las condiciones ideales para el sitio de un relleno sanitario son las siguientes :

- Ser fácil y rápidamente accesible para los vehículos recolectores.
- Permitir su utilización por un plazo superior a los diez años.
- Tener condiciones naturales que protejan los recursos naturales: la vida animal y vegetal .
- Estar localizado de modo que este uso no sea rechazado por la población.
- Ofrecer tierra para cobertura, en cantidad y calidad adecuada; dentro de las cercanías del sitio.

Rara vez se encuentra un terreno con todas estas condiciones; sin embargo, primeramente se deben clasificar los terrenos que reúnen buenas características, analizando sus inconvenientes , en función de los recursos técnicos y económicos disponibles, para eliminarlos; estableciendo un orden de preferencia para cada sitio. La selección final muchas veces dependerá de razones administrativas y políticas.

## 8.5 Antecedentes de Estudios Para la Ubicación de Rellenos Sanitarios en el Municipio de Tuxtla Gutiérrez y Lugares Circunvecinos

Como se ha explicado anteriormente, el problema que originan los residuos sólidos no se termina con la disposición de éstos, ya que si no se lleva un control sobre ellos, pueden causar daños irreversibles en la salud de las personas y en la contaminación del sitio.

Es por ello que algunas dependencias y autoridades han realizado o encomendado estudios para localizar los mejores sitios para la ubicación de los rellenos sanitarios.

A continuación, se presentan, en resumen, tres dictámenes efectuados por la Comisión Nacional del Agua, Gerencia Estatal en Chiapas.

- El primer sitio, denominado “La Alacranera”, localizado en el municipio de Tuxtla Gutiérrez, cuyo dictamen fue positivo para la construcción del relleno sanitario; pero, la Fuerza Aérea Mexicana se opuso a su construcción, argumentando la presencia de aves en el aire, las cuales provocarían accidentes durante los aterrizajes.
- El segundo sitio denominado “Santa Inés”, localizado en el municipio de Berriozábal, Chiapas cuyo dictamen fue negativo, ya que el área de influencia se encuentra en la cuenca del río Sabinal y éste abastece al acuífero del valle de Tuxtla Gutiérrez.
- El tercer dictamen denominado “Las Cirias”, localizado en el municipio de Berriozábal, Chiapas; cuyo dictamen fue positivo para la construcción del relleno sanitario; pero por la proximidad a la colonia Raymundo Enríquez; aunque se cumplía con la normatividad vigente, que establece las condiciones que deben reunir los sitios destinados a relleno sanitario para la disposición final de los

residuos sólidos municipales, hubo oposición de la gente y no se llevó a cabo este proyecto.

### **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**

Para las propuestas de los sitios preliminares, se harán de acuerdo a la norma. NOM-083-ECOL-1995.-Que establece las condiciones que deben reunir los sitios destinados a relleno sanitario, para la disposición final de los residuos sólidos municipales.

En un estudio para seleccionar el sitio de disposición final de residuos sólidos municipales se distinguen tres etapas de diferente profundidad cada una de ellas. las cuales se mencionan a continuación.

Al inicial se le llama "Estudio de Reconocimiento", que consiste en la ubicación de sitios en diferentes cartografías, así como cotejar algunos requisitos que exige la norma correspondiente. La siguiente etapa se le denomina "Análisis de Semidetalle", en esta segunda etapa, como su nombre lo indica, se hacen los estudios de las áreas que en el análisis anterior resultaron con mayor factibilidad para la localización de los confinamientos de residuos sólidos. El nivel más profundo y final es conocido como "Estudios de Detalle" que consiste, básicamente, en practicar estudios detallados del sitio de menores dimensiones y técnicamente seleccionados para finalmente concluir si en el sitio seleccionado se puede confinar residuos sólidos sin contaminar los mantos acuíferos.

Cabe aclarar que el presente documento únicamente contempla la primera etapa denominada "Estudios de Reconocimiento".

## **PROPUESTAS DE RECONOCIMIENTO PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DE TUXTLA GUTIÉRREZ.**

Esta es la primera etapa regional de reconocimiento para la posible ubicación de rellenos sanitarios.

### **PRIMERA PROPUESTA**

#### **Localización y acceso al sitio**

El área sujeta a estudio se encuentra en la porción Sur-Oeste del Estado, su posición geográfica está entre los paralelos 16° 42' 07" y 16° 41' 34" de latitud norte, y 93° 09' 01" y 93° 09' 34" de longitud oeste, datos tomados de la carta topográfica (Tuxtla Gutiérrez E-15 C-69) del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, escala 1:50,000.

Para llegar al área estudiada se toma la carretera pavimentada Tuxtla-Aeropuerto Francisco Sarabia y después de este último se hace un recorrido de 3 Km de brecha hasta llegar al sitio analizado, recorriendo 12 Km.

#### **Climatología**

De acuerdo a la clasificación de W. Koppen, al área en estudio le corresponde un clima cálido sub-húmedo con lluvias en verano.

## **Fisiografía**

El área se ubica dentro de la provincia fisiográfica denominada Depresión Central, la cual es paralela a la Sierra Madre de Chiapas ; está orientada de noroeste a Sureste, tiene una longitud de 280 Km y una anchura de 30 Km. Las altitudes varían, de 500 a 700 msnm, formando valles amplios, como el del alto Grijalva en rocas calcáreas y arcillosas. Su vegetación se haya constituida por manchas de bosques alternados con extensas sabanas provistas de arbustos y árboles. Una característica especial de esta región es que ahí se registra la menor precipitación pluvial, en el Estado.

## **GEOLOGÍA**

### **Estratigrafía**

En el sitio propuesto se encuentran dos unidades formacionales de la época terciaria, las cuales presentan las siguientes características :

#### **Terciario Paleoceno**

En esta área se localizan lutitas y fosilíferas en una unidad basal gris verdoso a café y café amarillento, que presenta algunas veces un cuerpo de conglomerados constituidos por cantos de calizas cretácicas en la base, las sobreyace una unidad que está constituida por calizas fosilíferas con lentes de pedernal de color café claro, en partes, margosa.

#### **Terciario Eoceno**

Constituido por areniscas con estratificación de color ocre a rojizo micasíferas de grano fino a grueso con partículas angulares de cuarzo, pedernal y glauconita no fosilífera sobreyacida por lutitas arenosas con abundante micro y macrofauna. Las

calizas son biógenas en color café lechoso, crema a café rojizo, presentan esporádicos corales y bancos de ostras, las facies de depósitos van del continental al lagunar marginal.

## **Geología Estructural**

Sinclinal Copoya, plegamiento sinclinal cuyo eje presenta una dimensión de aproximadamente 15 Km con un rumbo de noroeste-sureste constituido por rocas terciarias de las formaciones Soyalo-Lacandón del paleoceno a las indiferencias del eoceno en su flanco suroeste.

## **SEGUNDA PROPUESTA**

### **Localización y acceso al sitio**

El área sujeta a estudio se encuentra en la porción Sur-Oeste del Estado, su posición geográfica está entre los paralelos 16° 29' 42" y 16° 39' 09" de latitud Norte y 93° 01' 41" y 93° 02' 14" de longitud oeste, tomados de la carta topográfica (Tuxtla Gutiérrez E-15 C-69) del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática escala 1:50,000.

Para llegar al área de estudio se toma la carretera pavimentada Tuxtla Gutiérrez-Angostura a la altura de Cupía, después de este último se hace un recorrido de 1 Km de brecha hasta llegar al sitio en estudio ; un total de 16 Km de recorrido.

## **Climatología**

De acuerdo a la clasificación de



## **Fisiografía**

El área se ubica dentro de la provincia fisiográfica denominada Depresión Central, la cual es paralela a la Sierra Madre de Chiapas. Está orientada de Noroeste a Sureste, con una longitud de 280 Km y una anchura de 30 Km. Las altitudes varían de 500 a 700 msnm, formando valles amplios, como el del alto Grijalva en rocas calcáreas y arcillosas. Su vegetación se haya constituida por manchas de bosques alternados con extensas sabanas provistas de arbustos y árboles. La característica principal de esta región es la de ser donde se registran las menores precipitaciones pluviales del Estado.

## **GEOLOGÍA**

En esta área únicamente existe una unidad formacional, perteneciente al terciario eoceno.

### **Geología estructural**

Sinclinal Copoya, plegamiento sinclinal cuyo eje presenta una dimensión de aproximadamente 15 Km con un rumbo de Noroeste-Sureste constituido por rocas terciarias de las formaciones Soyaló-Lacandón del paleoceno a las indiferencias del eoceno en su flanco Sureste.

## **TERCERA PROPUESTA**

### **Localización y acceso al sitio**

El área sujeta a estudio se encuentra en la porción Sur-Oeste del Estado, su posición geográfica está entre los paralelos 16° 39' 03" y 16° 38' 30" de latitud Norte y 93° 02'

15" y 93° 02' 48" de longitud Oeste, tomados de la carta topográfica (Tuxtla Gutiérrez E-15 C-69) del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática escala 1: 50,000.

Para llegar al área de estudio se toma la carretera pavimentada Tuxtla Gutiérrez-Angostura a la altura de Cupía después de este último, se hace un recorrido de 4 Km de brecha hasta llegar al sitio en estudio ; un total de 19 Km de recorrido.

### **Climatología**

De acuerdo a la clasificación de W. Koppen, al área en estudio le corresponde un clima cálido sub-húmedo con lluvias en verano.

### **Fisiografía**

El área se ubica dentro de la provincia fisiográfica denominada Depresión Central, la cual es paralela a la Sierra Madre de Chiapas. Y está orientada de Noroeste a Sureste, con una longitud de 280 Km y una anchura de 30 Km. Las altitudes varían de 500 a 700 msnm, formando valles amplios como el del alto Grijalva en rocas calcáreas y arcillosas. La vegetación se haya constituida por manchas de bosques alternados con extensas sabanas, provistas de arbustos y árboles. La característica principal de esta región es la de ser donde se registran las menores precipitaciones pluviales del Estado.

### **GEOLOGÍA**

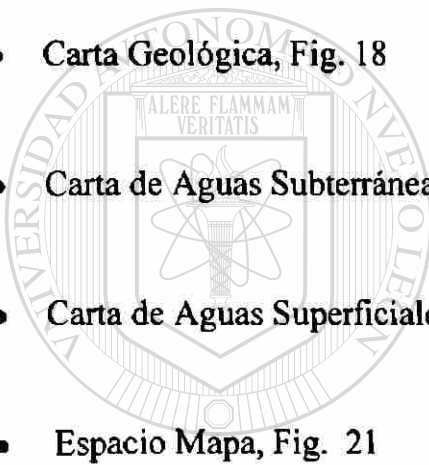
En esta área únicamente existe una unidad formacional, perteneciente al terciario eoceno.

## Geología estructural

Sinclinal Copoya, plegamiento sinclinal cuyo eje presenta una dimensión de aproximadamente 15 Km con un rumbo de Noroeste-Sureste constituido por rocas terciarias de las formaciones Soyalo-Lacandón del paleoceno a las indiferencias del eoceno en su flanco Sureste.

Para la ubicación de los 3 sitios anteriores ver las siguientes cartas:

- Carta topográfica, Fig. 16 y Fig. 17
- Carta Geológica, Fig. 18
- Carta de Aguas Subterráneas, Fig. 19
- Carta de Aguas Superficiales, Fig. 20
- Espacio Mapa, Fig. 21



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## MATRIZ DE PARÁMETROS SEGÚN LA NOM-083-ECOL-1995

El siguiente cuadro es una matriz de parámetros, que indican la factibilidad preliminar, para ubicar los sitios de disposición final de residuos sólidos municipales.

PARÁMETRO	NORMA	1er. Sitio	2do. Sitio	3er. Sitio
Distancia mínima a aeropuertos	3000 mts.	3000 mts.	> 3000 mts.	> 3000 mts.
Respecto a: Áreas de protección Derecho de vías de autopistas Caminos principales Caminos secundarios	No interferir	No interfiere No interfiere No interfiere No interfiere	No interfiere No interfiere No interfiere No interfiere	No interfiere No interfiere No interfiere No interfiere
Áreas protegidas	No ubicar	No hay	No hay	No hay
Respecto a: Oleoductos Gasoductos Torres de energía eléctrica Acueductos	No interferir	No interfiere No interfiere No interfiere No interfiere	No interfiere No interfiere No interfiere No interfiere	No interfiere No interfiere No interfiere No interfiere
Distancia mínima a poblaciones mayores de 20 000 hab.	1000 mts.	>1000mts.	> 1000 mts.	> 1000 mts.
Zonas de inundación	No ubicar	No hay	No hay	No hay
Zonas de pantanos marismas	No ubicar	No hay	No hay	No hay
Distancia mínima de aguas superficiales	300 mts.	>300 mts.	>300mts.	>300 mts.
* Distancia mínima de una falla Activa	60 mts			
* Zonas donde los taludes sean inestables	No ubicar			
* Zona donde existan o se puedan generar los asentamientos diferenciales que lleven al fracturamiento				
Distancia mínima a pozos para agua potable	360 mts	>360 mts	>360 mts	>360 mts
Municipio		Tuxtla Gutiérrez	Chiapa de Corzo	Chiapa de Corzo
Superficie del sitio		100 Has.	100 Has.	100 Has.

\* Este tipo de análisis se lleva a cabo en los estudios de semidetalle y detalle.

El análisis anterior forma parte de un análisis integral de 3 etapas que se inicia con los trabajos en el nivel regional, estudiando la localización de superficies en el entorno del punto generador de los residuos sólidos, que por sus características naturales presentan vocación para que se puedan acumular en ellas residuos sin provocar contaminación en los recursos hídricos subterráneos.

Este análisis se inicia con la delimitación del área a estudiar, la cual será tan amplia como fuera posible; esto es, en función directa de las dimensiones que la población tenga, así como de la distancia máxima que pueda ser recorrida para transportar los residuos.

El presente estudio se inició con la recopilación de información de carácter topográfico, geológico, de aguas superficiales y de aguas subterráneas, para identificar las áreas no vulnerables en las que se pueda continuar realizando estudios de más detalle, posteriormente, en cualquiera de los 3 sitios propuestos se deberá de seguir con los siguientes estudios :

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
**ANÁLISIS DE SEMIDETALLE**  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

En esta segunda etapa se estudiarán las áreas que en el análisis regional resultaron las más factibles para la ubicación de confinamientos; sin embargo debido a que aún pueden constituir áreas de extensión amplia, no es posible realizar en ellas estudios de detalle, ya que esto implicaría un alto costo de inversión ; por lo que se debe realizar un análisis en nivel de semidetalle, que tendrá por objetivo seleccionar sitios con potencialidad para constituir confinamientos, en los que se desarrollen estudios de detalle que confirmen esta posibilidad o que permitan elegir el más adecuado.

Las actividades en este nivel consistirán en:

- Realizar visitas de campo con objeto de establecer la presencia de unidades de roca permeables y no permeables, sus espesores, su distribución, etc.
- Ubicar obras de captación de agua subterránea, recientemente perforadas o bien que no se habían ubicado por no formar parte de zonas de concentración de pozos; estas obras aisladas permitirán adicionalmente conocer la profundidad a la que se encuentra el nivel piezométrico y el tipo de materiales que están conformando el o los acuíferos.
- Integrar las actividades anteriores con las de la primera etapa de trabajo, con objeto de identificar uno o varios sitios en los que sea posible realizar estudios en nivel de detalle.

## **ESTUDIOS DE DETALLE**

Corresponden a la tercera etapa de trabajo y consisten en practicar estudios detallados en los sitios de menores dimensiones y técnicamente seleccionados, para establecer si es posible almacenar residuos sin provocar problemas de contaminación a los recursos hídricos, o bien definir las medidas que se deben tomar para evitarlo.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Las actividades a realizar en esta última etapa son los siguientes:

### **Recopilación de información complementaria**

Al llegar a esta etapa, se tiene ya un conocimiento profundo de la zona, por lo que la recopilación de información se enfoca a trabajos de detalle realizados en o cerca del sitio; uno de estos trabajos a recopilar son los de carácter sísmico para evaluar si en el entorno próximo se localizan focos sísmicos, así como la intensidad y las magnitudes registradas durante estos eventos; otro tipo de trabajos que conviene recopilar son los de tipo geotécnico y de bancos de materiales.

## **Geología del detalle**

Esta actividad tendrá dos enfoques, el primero consiste en llevar a cabo las acciones necesarias para fundamentar el modelo de funcionamiento hidrogeológico de la zona y el segundo, realizar actividades que permitan conocer algunas características geotécnicas de referencia del sitio y localizar bancos de materiales.

En ambos casos, es importante realizar reconocimientos de detalle en el campo, en los que se establezcan los diferentes tipos de materiales que existen, su secuencia estratigráfica, así como su granulometría, su grado de compactación, cementación y soldamiento; según sea el origen del material. Será también importante establecer los diferentes tipos de estructuras que los afectan, tales como: fallas, fracturas, estratos, disolución, etc., definiendo cómo afectan la permeabilidad original de los materiales.

Los estudios geológicos relacionados con la localización de bancos de materiales, que pueden servir como interfase entre el suelo natural y los residuos a confinar, o bien para cubierta de estos últimos, consistirán en: definir la naturaleza y espesor de las unidades litológicas superficiales y del subsuelo; establecer su facilidad de remoción, y establecer la programación de la exploración geotécnica del subsuelo con perforaciones de pequeño diámetro (alrededor de 3 pulgadas), pozos a cielo abierto, trincheras, etc. El aspecto relacionado con remoción de materiales es también importante analizarlo en el sitio donde se ubicará el confinamiento, pues el costo de construcción, tiene una relación directa con la facilidad que los materiales tienen para ser excavados.

## **Geofísica**

Como una conclusión de las actividades anteriores se puede establecer un modelo conceptual geológico, definido a partir de las evidencias de superficie y de inferencias realizadas sobre las características del subsuelo; sin embargo, este modelo debe ser conocido con mayor precisión y confiabilidad, por lo que se plantea la realización de

estudios geofísicos (normalmente sondeos eléctricos verticales), en puntos en donde se pretende conocer con mayor detalle la geología del subsuelo, por lo que la ubicación exacta de los sondeos eléctricos verticales se establecerá a partir de los resultados del estudio geológico de detalle. Resulta siempre conveniente ubicar algún sondeo eléctrico muy próximo a un pozo, cuando se conoce el corte litológico del mismo, ya que esto permite realizar una buena correlación de resistividad contra la litología.

### **Actividades de carácter hidrogeológico**

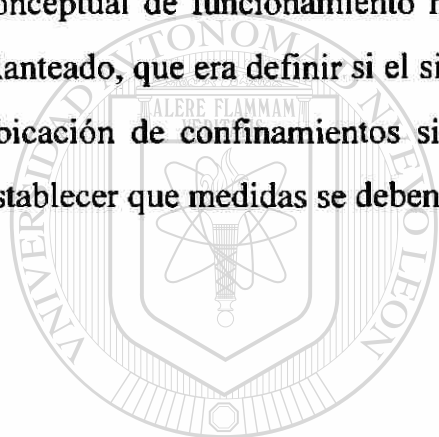
Esta actividad tiene como objetivo el establecer el modelo conceptual de funcionamiento hidrogeológico del sitio en estudio, el cual se fundamenta en los resultados de la geología y la geofísica; las actividades que se deben realizar durante esta etapa son:

1. Verificación de las características físicas de las unidades litológicas, así como de las estructuras geológicas que los afectan.
2. Censo detallado de obras de captación como son: pozos, notas y manantiales.
3. Definición y delimitación de las unidades hidrogeológicas.
4. Identificación del tipo o tipos de acuíferos que existen.
5. Definición de la trayectoria que sigue el agua en el subsuelo.
6. Evaluación de la calidad del agua subterránea.
7. Identificación de la forma en que el o los acuíferos se recargan y descargan



8. Perforación de pozos de pequeño diámetro para establecer en forma directa las características y tipo de materiales presentes en el subsuelo, así como para llevar a cabo determinaciones cuantitativas de su permeabilidad.
9. Si es conveniente, perforar un pozo que permita establecer la profundidad a la que encuentra el límite superior del acuífero, el tipo de acuífero de que se trata y la calidad de agua que contiene.

Con la integración de toda la información anterior, se podrá definir el modelo conceptual de funcionamiento hidrogeológico y cumplir con el objetivo originalmente planteado, que era definir si el sitio elegido con los estudios previos, lo cual permitiría la ubicación de confinamientos sin riesgo a contaminar los recursos hídricos, así como establecer que medidas se deben tomar para evitar este problema.



# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## CAPITULO 9

### DISEÑO Y CAPACIDAD DEL RELLENO SANITARIO

#### 9.1 Método del Relleno Sanitario

Como se explicó en el capítulo anterior, el relleno sanitario es el método de Ingeniería recomendado para la disposición final de los residuos sólidos municipales, los cuáles se depositan en el suelo, se esparcen y se compactan al menor volumen práctico posible y se cubren con una capa de tierra al término de las operaciones del día.

Básicamente, existen tres métodos para operar un relleno sanitario; cada uno de éstos debe cumplir el objetivo final de colocar capas de basura debidamente compactadas y recubiertas por tierra, tanto lateral como horizontalmente.

Los métodos son los siguientes:

- Método de Trinchera
- Método de Area
- Método Combinado.<sup>7</sup>

### 9.1.1 Método de Trinchera

Consiste en depositar los residuos sólidos sobre el talud inclinado de la trinchera, donde son esparcidos y compactados con el equipo adecuado, en capas hasta formar una celda que después será cubierta con el mismo material excavado, con una frecuencia mínima de una vez al día.

Este método es usado normalmente donde el nivel de aguas freáticas es profundo, las pendientes del terreno son suaves y las trincheras pueden ser excavadas utilizando equipos normales de movimiento de tierras.

Se recomienda tener lotes de basura de entre 40 y 60 cms. de espesor y compactarlos con 4 pasadas de la maquinaria; los lotes se van acomodando y sobreponiendo y una vez alcanzada la altura deseada, se cubren con una capa de tierra de entre 15-30 cms.<sup>19</sup> ( ver FIGURA 22 ).

### 9.1.2 Método de Área

En aquellas zonas donde no sea posible tener una trinchera, se puede utilizar el Método de área, operando sobre la superficie del terreno. Este método es similar al de trinchera y consiste en depositar los residuos sobre el talud inclinado y compactarlos en capas inclinadas de 60 cms, para formar la celda que después se cubre con tierra. Este método se puede usar en cualquier terreno disponible, como en minas abandonadas ( a cielo abierto ), depresiones que ya se hayan hecho, inicio de cañadas, terrenos planos duros y donde el manto freático no es muy profundo.

Es importante señalar que el material que se utilice para cubrir la basura debe de estar cercano al relleno sanitario.

Así mismo, las celdas concurridas deben estar libres de procesos erosivos y de

infiltración excesiva hacia las partes profundas del predio.

Se recomienda no construir celdas de más de 6 metros de altura.

( ver FIGURA 23 ).

### 9.1.3 Método Combinado

En algunos casos, cuando las condiciones geohidrológicas, topográficas y físicas del sitio elegido para llevar a cabo el relleno sanitario son apropiadas, se pueden combinar los dos métodos anteriores, por ejemplo: Se inicia con el método de trinchera y posteriormente se continúa con el método de área, en la parte superior.

En los lugares en que no existe mucha disponibilidad de terreno para depositar la basura, es muy común utilizar este método.

Al igual que el método de área, se debe de tener cuidado en cubrir adecuadamente los residuos sólidos, con la finalidad de prevenir la erosión o la dispersión de la basura por efectos del aire. Las celdas no deben construirse a más de 6 metros de altura.

( ver FIGURA 24 ).

En cualquiera de los tres métodos; para prevenir erosión, lograr una buena operación de la maquinaria y dar estabilidad a los confinamientos, se recomienda la construcción de taludes, en proporción de 1:3 o 1:4; es decir, por 1 metro de altura se avanzan 3 o 4 metros horizontalmente.

Así mismo, independientemente del método de operación que se adopte en el relleno sanitario, deben construirse canales o drenes que recojan los lixiviados. De igual forma, durante la construcción del relleno sanitario se van colocando los tubos emisores de biogas, con el fin de evitar incendios espontáneos en el relleno sanitario y la dispersión del biogas.

## 9.2 Cálculo de la Capacidad y Dimensiones del Relleno Sanitario y Método Propuesto

Para el cálculo y las propuestas, se utilizaron criterios de la norma NOM-084-ECOL-1995, que establece los requisitos para el diseño, construcción, operación y monitoreo de un relleno sanitario.

De entre los sistemas convenientes de disposición final, explicados en el capítulo anterior, el relleno sanitario es la técnica más utilizada en México.

Para el municipio de Tuxtla Gutiérrez propongo este método, debido a su costo, su forma de operación, en comparación con los otros métodos mencionados y que es posible encontrar terrenos disponibles, como los que se propusieron en el capítulo anterior.

Dentro los métodos de relleno sanitario explicados anteriormente propongo el método combinado, por el aprovechamiento del espacio, por la tierra de cobertura disponible ya que se aumenta de esta manera la capacidad en la disposición final.

### **Cálculo de la Capacidad y Dimensiones del Relleno Sanitario :**

El presente cálculo estima una vida útil del sitio propuesto de 15 años, por lo que se utilizarán las siguientes consideraciones y fórmulas :

- Cálculo de la vida útil de un relleno sanitario.

$$U = V_s / ( 365 G_t )$$

donde :

U = Es la vida útil del relleno sanitario, en años.

V<sub>s</sub> = Es el volumen del sitio seleccionado, en m<sup>3</sup>.

G<sub>t</sub> = Es la cantidad de residuos sólidos recolectados en un tiempo determinado, incluyendo el volumen del material de cubierta, en m<sup>3</sup> / día.

La fórmula anterior puede desglosarse aún más :

$$U = V_s / ( G_v + \% G_v ) ( 365 )$$

donde :

$G_v$  = Es la cantidad de residuos sólidos a disponer en  $m^3/día$ .

$\%G_v$  = Es un porcentaje de  $G_v$  correspondiente al material de cubierta.

- Además la siguiente fórmula :

$$G_p = ( G_A + G_M + G_B ) / 3$$

Donde :

$G_p$  = Es la cantidad promedio de residuos sólidos a disponer, en ton./día, de los tres estratos socioeconómicos de una comunidad.

$G_A$  = Es la cantidad de residuos sólidos a disponer, del estrato de nivel socioeconómico alto en ton./día.

$G_M$  = Es la cantidad de residuos sólidos a disponer, del estrato de nivel socioeconómico medio, en ton./día.

$G_B$  = Es la cantidad de residuos sólidos a disponer, del estrato de nivel socioeconómico bajo, en ton./día.

- Se selecciona un incremento en la tasa de generación entre valores de 1 a 3 % ; se selecciona el año futuro en que se desean depositar los residuos y se aplica la siguiente fórmula :

$$G_{n_f} = G_p ( 1 + r_g )^{n_f}$$

Donde :

$G_{n_f}$  = Es la cantidad de residuos sólidos a disponer en el año " $n_f$ ", en ton./día.

$G_p$  = Es la cantidad de residuos sólidos presentes a disponer, en ton./día.

$r_g$  = Es la tasa de incremento de generación y varía de 1 a 3 %.

$n_f$  = Es el número de años considerado a futuro.

- La cantidad de residuos sólidos anual “  $G_t (n_f)$  ” de la comunidad, para cualquier año futuro “  $n_f$  ”, se calcula mediante la ecuación :

$$G_t (n_f) = 365 G (n_f)$$

Donde :

$G_t (n_f)$  = Es la cantidad de residuos sólidos para el año futuro “  $n_f$  ” en ton./año.

- La cantidad de residuos sólidos total “  $GT$  ” de varios años, se calcula con la ecuación :

$$GT = \sum G_t (n_f)$$

- El volumen acumulado de los residuos sólidos (  $V_{R_T}$  ) para el año “  $n_f$  ”, se calcula con la ecuación :

$$V_{R_T} = G_t (n_f) / P_v$$

- Y para varios años :

$$V_{R_T} = GT / P_v$$

Donde :

$V_{R_T}$  = Volumen acumulado de los residuos sólidos en el año “  $n_f$  ”.

$P_v$  = Es el peso volumétrico de los residuos sólidos en el relleno sanitario, en ton./m<sup>3</sup>.

- El volumen del material de cubierta, (  $V_M$  ), el cuál se estima entre un 20 a un 30 % del volumen de los residuos sólidos.
- El volumen total (  $V_T$  ), de residuos sólidos y material de cubierta, se calcula mediante la ecuación :

$$V_T = V_{R_T} + V_M$$

Donde :

$V_T$  = Es el volumen total de residuos sólidos y material de cubierta, en  $m^3$ .

$V_{R_T}$  = Es el volumen acumulado de los residuos sólidos, en  $m^3$ .

$V_M$  = Es el volumen de material de cubierta, en  $m^3$ .

- Cálculo del área del relleno sanitario, mediante la ecuación :

$$A = V_T / H$$

Donde :

A = Area del relleno sanitario, en  $m^2$ .

H = Profundidad del relleno sanitario, en m.<sup>14</sup>

Para el cálculo del relleno sanitario de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, se considerarán los siguientes datos, como puntos de partida :

- Generación de 417.32 ton./día, estimadas en 1995, correspondientes a un 100 % en la recolección.
- Para la generación se considerará un incremento anual, del 2 % debido principalmente a los cambios en los hábitos de consumo.
- El porcentaje del volumen de cubierta, se estimará en un 20 %, del volumen de los residuos sólidos.
- El peso volumétrico estimado en relleno sanitario, será de 0.6 ton./ $m^3$ .
- Vida útil del sitio, 15 años, hasta el año 2011.
- 1997, Año propuesto para las operaciones, en el relleno sanitario.

A continuación en el siguiente CUADRO 15, se considerarán los cálculos efectuados con las fórmulas anteriores, para conocer los volúmenes finales ( de residuos sólidos dispuestos y material de cubierta ), acumulados durante 15 años.



Cuadro 15.- Volúmenes finales para el cálculo del relleno sanitario.

Se - cuen- cia	Año	Peso Vol. ( ton/ m <sup>3</sup> )	Gene- ración Diaria ( ton. )	Volu- men Diario ( m <sup>3</sup> )	Gene- ración Anual ( ton. )	Volumen Anual ( m <sup>3</sup> )	Cu bier- ta Diaria ( m <sup>3</sup> )	Cubierta Anual ( m <sup>3</sup> )
+	1995	0.6	417.32	695.53	152,321.80	253,868.45	139.10	50,771.50
++	1996	0.6	425.66	709.43	155,365.90	258,941.95	141.88	51,786.20
1	1997	0.6	434.17	723.61	158,472.05	264,117.65	144.72	52,822.80
2	1998	0.6	442.86	738.10	161,643.90	269,406.50	147.62	53,881.30
3	1999	0.6	451.72	752.86	164,877.80	274,793.90	150.57	54,958.05
4	2000	0.6	460.75	767.91	168,173.75	280,287.15	153.58	56,056.70
5	2001	0.6	469.97	783.28	171,539.05	285,897.20	156.65	57,177.25
6	2002	0.6	479.36	798.93	174,966.40	291,609.45	159.78	58,319.70
7	2003	0.6	488.95	814.91	178,466.75	297,442.15	162.98	59,487.70
8	2004	0.6	498.73	831.21	182,036.45	303,391.65	166.24	60,677.60
9	2005	0.6	508.71	847.85	185,679.15	309,465.25	169.57	61,893.05
10	2006	0.6	518.88	864.80	189,391.20	315,652.00	172.96	63,130.40
11	2007	0.6	529.26	882.10	193,179.90	321,966.50	176.42	64,393.30
12	2008	0.6	539.84	899.73	197,041.60	328,401.45	179.94	65,678.10
13	2009	0.6	550.64	917.73	200,983.60	334,917.45	183.54	66,992.10
14	2010	0.6	561.65	936.08	205,002.25	341,669.20	187.21	68,331.65
15	2011	0.6	572.88	954.80	209,101.2	348,502.00	190.96	69,700.4
T O T A L E S						Σ= 4,567,573.5		Σ= 913,500.1

NOTA: + 1995, Año de referencia

++ 1996, Año de estudio, para los interesados

$$V_T = V_{R_T} + V_M$$

$$V_T = 4,567,573.5 \text{ m}^3 + 913,500.1 \text{ m}^3 = 5,481,073.6 \text{ m}^3$$

Volumen que se necesita para 15 años :

Proponiendo método combinado y estimando 6 metros de profundidad en la trinchera y 3.3 metros de área más 1.2 metros de tierra vegetal, para sembrar áreas verdes al término de la vida útil.

El área que se necesita para la disposición es :

$$H = 6 \text{ m} + 3.3 \text{ m} = 9.3 \text{ m.}$$

$$A = 5,481,073.6 \text{ m}^3 / 9.3 \text{ m} = 589,362.75 \text{ m}^2$$

Si 1 Ha. = 10,000 m<sup>2</sup> , se necesitan<sup>13</sup>

$A \cong 58.93$  Has. Para la disposición

A esta área hay que sumarle un 20 %, para transitar dentro del relleno, construcción de instalaciones auxiliares, báscula, etc.

$$A = 58.93 + 20 \%$$

$$A = 70.72 \text{ Has.}$$

Como se dispone suficiente terreno en los 3 sitios propuestos, se considerará una superficie total de 100 Has.

Las 100 Has. del relleno sanitario estarán alambradas con malla ciclónica de 3 metros de altura, con refuerzos de tubo de acero y una longitud de 4,000 metros, igual a su perímetro.

### 9.3 Diseño de Celdas

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

#### DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Se llama celda a la configuración geométrica que se le da a los residuos sólidos municipales y al material de cubierta ( tierra ) debidamente compactados mediante un equipo mecánico.

Las celdas se diseñan conociendo la cantidad de residuos sólidos recolectados diariamente que llegan al sitio del relleno sanitario seleccionado.

Los elementos de una celda son: la altura, el largo, el ancho del frente de trabajo, la pendiente de los taludes laterales y los espesores del material de cubierta diaria y del último nivel de celdas.

**Altura .-** La altura de celda depende de la cantidad de los residuos que se depositan, del espesor del material de cubierta (tierra) de, la estabilidad de los taludes

y de la compactación. Mientras más altas sean las celdas, menor será la cantidad de tierra necesaria para cubrir los residuos y mientras menor sea la altura de las celdas, el relleno requerirá de mayor cantidad de material de cubierta. Este puede variar, desde 1 a 6 metros, incluyendo el espesor de la cubierta. La altura más recomendable es de más de 3 metros. Con un talud cuya relación entre la altura y el avance sea de 1 : 3.

**Largo de la celda .-** Este parámetro depende de las necesidades del proyecto, de la operación de cada sitio y de la superficie de terreno disponible. También esta determinado por el volumen diario de residuos a disponer.

**Ancho de la celda .-** Esta dimensión está condicionada por el frente de trabajo necesario para que la maquinaria funcione y maniobre adecuadamente para realizar el acomodo y la compactación de la basura. Debe tener el ancho suficiente para permitir la descarga de los equipos de recolección de basura. Se recomienda que el ancho mínimo sea de 2 a 2.5 veces, el largo de la cuchilla de la maquinaria.

En la siguiente tabla se recomiendan los anchos mínimos según la cantidad de residuos que llegan al relleno sanitario.<sup>19</sup>

**TABLA 5 .-** Ancho mínimo recomendado de celda o mínimo de frente de trabajo, dependiendo de la cantidad de residuos que llegan al relleno sanitario.

Toneladas diarias de residuos que llegan al relleno sanitario	Longitud de las cuchillas del equipo en ( metros )	Ancho mínimo de las celdas en ( metros )
20 - 50	hasta 4.0	8
50 - 130	hasta 5.5	10
130 - 250	hasta 6.5	12
250 - 500	hasta 7.5	15

En la FIGURA 25 , se observan las dimensiones básicas para el diseño de la construcción de una celda, para el relleno sanitario de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez Chiapas.

Las cuáles son las siguientes :

- Largo 25 metros.
- Ancho 20 metros.
- Alto 2.70 metros.
- Talud 1:3
- Espesor del material de cobertura entre celdas 0.3 metros.

**Frente de trabajo .-** El frente de trabajo es el área específica del relleno sanitario a donde llega la basura del día, y en la que se construye la celda correspondiente para sepultar los residuos sólidos. ( ver FIGURA 26 ).

El frente de trabajo deberá ser de fácil acceso y movimiento para las unidades de recolección. La selección de este sitio estará en función de las siguientes consideraciones :

- Número promedio estimado de unidades recolectoras que lleguen al relleno de manera consecutiva en las horas pico. Para el caso particular del frente de trabajo seleccionado, tiene una capacidad de atención para 5 vehículos que lleguen al relleno en la hora pico.

## UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

- Tipo de maquinaria destinada para ser utilizada en el acomodo, la compactación y el recubrimiento de los residuos sólidos. Es necesario prever que la maquinaria tenga una operación libre y ordenada.
- Hoja tapadora de la maquinaria compactadora. El ancho mínimo recomendable del frente de trabajo deberá de ser dos veces el ancho de la hoja tapadora, con el fin de asegurar la fácil maniobra del equipo. El talud del frente de trabajo se recomienda entre el siguiente rango:  
desde 1:1 hasta 2.5 : 1.
- Volumen de residuos que lleguen diariamente al relleno. Debido a que la cantidad de residuos sólidos por disponer será mayor cada vez, las dimensiones del frente de trabajo así como de las celdas, variarán con el transcurso del tiempo ; sin

embargo, aunque varíen las dimensiones en cuanto a superficie se refiere, deberá cuidarse que la altura no se modifique ( 1.5 a 4 metros ).

**Descarga de los residuos al frente de trabajo.-** La descarga de la basura en el frente de trabajo deberá hacerse de tal manera que no se obstruyan las operaciones de la maquinaria que acomoda, compacta y tapa la basura. Por ello, el frente de trabajo se dividirá en dos zonas de uso alterno: mientras en una zona los camiones vierten la basura en las otras las máquinas llevan a cabo las actividades de compactación y sepultamiento de la misma.

**Tierra de cobertura .-** La celda diaria de basura deberá cubrirse con tierra compactada, de tal manera que al final del día no quede basura sin tapar.

El material de cubierta tiene las siguientes funciones: Impedir la entrada y salida de fauna nociva, reducir los malos olores y ayudar al control de incendios así como también evitar la entrada de agua. Las pruebas experimentales han demostrado que una capa de 15 hasta 30 cms. de arcilla arenosa compactada cumple con estos requisitos. La aplicación diaria de la cubierta reduce grandemente la atracción de los desechos sobre las aves y los roedores que buscan alimento y es esencial para mantener una buena apariencia del relleno sanitario.

El recubrimiento de la basura puede hacerse con tierra localizada dentro del área del relleno sanitario o cerca de él.

Una vez que el relleno sanitario se sature, la última capa de tierra que cubra el total de la superficie del relleno deberá tener un espesor de cuando menos 60 cms.

Muchos tipos de suelos, cuando están debidamente compactados, muestran baja permeabilidad, no se contraen y pueden ser usados para controlar el agua que pudiera entrar al relleno e incrementar el volumen del lixiviado.

El control de la emanación de gases es también una función esencial del material de cubierta.

Dependiendo de la profundidad planeada para el terreno recuperado por el relleno, los gases pueden ser bloqueados o ventilados a través del material de cubierta. Un suelo permeable que no retenga mucha agua puede servir como un buen material para

ventilar los gases. Arena limpia ,grava chica o roca quebrada son excelentes, cuando se mantienen secas. Si se debe evitar que los gases salgan a través del material, un suelo impermeable de éstos, con alta capacidad de retención de humedad debe ser utilizado.

El cubrir los desechos también protege contra el fuego. Casi todos los suelos son incombustibles, por lo que la cubierta y los taludes de cada una de las celdas del relleno ayudan a confinar el fuego dentro de ésta.

El uso de un suelo compactable y de baja permeabilidad ofrece una buena medida para la prevención de fuegos, ya que minimiza el flujo de oxígeno.

Para mantener una operación limpia y de buena apariencia también debe controlarse el acarreo de residuos por el viento. Casi cualquier tipo de suelo satisface este requerimiento pero las arenas finas y limos con, baja humedad pueden provocar problemas de acarreo de polvos.

La cubierta frecuentemente sirve para el tránsito de vehículos. Cuando este sea el caso, deberá de ser transitable en cualquier condición climática.

En época lluviosa, la mayoría de las arcillas son suaves y resbalosas; en general, la última cubierta de suelo debe ser capaz de mantener vegetación.<sup>14</sup>

**Control de residuos ligeros .-** Para el control de la dispersión del papel, del plástico, del cartón, etc, que fácilmente son levantados por el viento, es conveniente colocar una cerca móvil frente a la zona de trabajo y en dirección del viento. Esta cerca puede contruirse con material tubular ligero y con malla ciclónica. Una vez que se termine la construcción de la celda y que haya necesidad de mover el frente de trabajo, la cerca también podrá ser movida para detener la basura que pudiese ser levantada por el viento.

**Secuencia constructiva de las celdas del relleno sanitario .-** Previo al inicio de la ocupación del relleno sanitario, debe elaborarse un plano que indique la secuencia constructiva de las celdas y el calendario de la ocupación del relleno.

En este plano se señala el sentido y la dirección de la secuencia constructiva de las celdas.

El número de celdas, el número de capas y la altura total que tendrá el relleno sanitario estarán predeterminadas y programadas antes de iniciar su instalación.

Para realizar la construcción del relleno, se utilizarán los niveles señalados en el levantamiento topográfico del terreno, a fin de que las capas de basura y de tierra queden lo más niveladas posible.<sup>19</sup>

( ver FIGURA 27 ).

**Definición de franja :**Se llama “ franja “ a un conjunto de celdas del relleno sanitario que se encuentran en una misma capa o nivel.Cada celda del relleno se unirá con la celda del día siguiente y ésta, a su vez, con la del tercer día y así sucesivamente hasta formar una hilera de celdas que se denomina “ franja “.

**Definición de Capa :**Se llama “ capa “ al conjunto de celdas que ocupan un mismo nivel en un relleno.Las celdas se unen unas con otras para formar las franjas y éstas al irse juntando forman lo que se denomina “capa “.

El diseño de las franjas, estará de acuerdo con la topografía de la localidad y su número dependerá de las dimensiones de la celda requerida diariamente para depositar los residuos sólidos.

Será variable el número de celdas que se podrán unir para formar una franja,el sentido de su contracción irá de extremo a extremo y de la parte más alta a la parte más baja de la superficie del relleno.

Para su planeación, las capas se dividirán en franjas por ocupar durante períodos estacionales o mensuales, programando su uso;por ejemplo: para la estación de lluvias deberá programarse un lugar de fácil vertido para los camiones.

Después de formar la franja el equipo mecánico nivelará la altura de la celda con material de cubierta con el fin de que la superficie tenga la misma pendiente que la de la capa.En los planos que ubican las construcciones del relleno con las capas,cada franja se numerará con dos subíndices; el primero indicará la capa correspondiente y el segundo la franja.

Las capas se diseñan considerando la altura del sitio disponible para el relleno y al ubicarse en el plano de construcción, se calendarizan y se numeran de abajo hacia arriba, usando dos subíndices: uno que indique la capa, y el otro celda.

Para el relleno sanitario de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, en cada hectárea habrá 100 celdas, utilizando 2 franjas en el método de trinchera y 1 franja en el método de área. Cada franja estará constituida por 20 celdas, totalizando 3 capas.

Para evitar infiltraciones pluviales y facilitar el escurrimiento del agua de lluvia, la superficie de las capas tendrá una pendiente del 1 al 2 % a partir del eje longitudinal de la capa teniendo la precaución de no dejar al descubierto los residuos, ya sea por la acción del viento o escurrimiento de aguas superficiales o pluviales.

El criterio para establecer el espesor de las capas estará en función de la altura de celda, así como del tipo de material existente para cubierta.<sup>14</sup>

**Control de asentamientos y grietas .-** Debido a la compactación natural de la basura, los asentamientos y las grietas pueden llegar a ser muy comunes en la última capa del relleno sanitario; sin embargo, estas fallas deberán de ser debidamente corregidas para evitar procesos erosivos y el escape incontrolado de gases.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

#### 9.4 Control de Gases y Lixiviados

**Control de la emanación de biogas.-** A medida que la construcción del relleno sanitario vaya avanzando, se colocarán tubos de P.V.C. perforados y de 6 pulgadas de diámetro que sirvan para extraer y conducir el biogas hacia el exterior de las capas de basura. Estos tubos serán colocados de la siguiente manera: una vez terminada la primera capa de basura ( más o menos de 3 metros de altura ), se hará una perforación vertical de 12 pulgadas. Posteriormente se colocará en su centro el tubo de P.V.C. perforado y se procederá a rellenar el espacio sobrante de la perforación, utilizando



para ello grava de una pulgada de diámetro. Al final, el tubo de gas quedará encaquetado entre la grava. De esta manera el biogas de las celdas se moverá a través de los tubos hacia el medio ambiente, donde finalmente será quemado, utilizando quemadores. Así el biogas no representará ningún peligro ni para la seguridad ni para la salud.

Los tubos emisores de biogas deben ir colocados guardando una separación de alrededor de 50 metros, tanto frontal como lateralmente a todo lo largo del relleno sanitario.

( ver FIGURA 29 ).

**Control de lixiviados .-** Los lixiviados son los líquidos generados en el proceso de compactación y fermentación de la materia orgánica presente en la basura, que percolan a través de las capas del relleno sanitario debido a escurrimientos del agua de lluvia. Es importante que el vertedero controlado vaya provisto de una red de drenajes para captar y conducir los lixiviados a un tanque de control y recirculación. La red de drenes se divide en primarios y secundarios. El dren primario o principal debe ir en la parte hacia donde confluyen los declives naturales del terreno. Este dren consiste en un canal de un metro de profundidad y un metro de ancho, dentro del cual se coloca piedra o grava de cuatro pulgadas de diámetro, encima de una cama de 20 cms. de espesor a base de grava de una pulgada de diámetro. Se recomienda que la pendiente de los drenes sea de 2 %.

(ver FIGURA 28 ).

Estos tanques, cuyo volumen útil es de  $5 \text{ m}^3$ , se construyen en forma de cubo o paralelogramo utilizando mampostería o concreto. Además, al final del drenaje principal y/o en el tanque de lixiviados, se requiere un tubo de desfogue para conducir las demasías en época de lluvia.

**Pozo de monitoreo .-** En aquellos terrenos donde los mantos freáticos no son demasiados profundos ( menos de 1.5 metros. ), es indispensable un pozo de monitoreo mediante el cual se pueda detectar cualquier eventual contaminación del manto freático.

La ubicación de este pozo será en la parte más baja del terreno donde este construido el relleno sanitario.

Así mismo, será necesario efectuar un muestreo mensual en los pozos para que permanentemente se esté verificando la calidad del agua del manto.<sup>5</sup>

( ver FIGURA 30 ).

### 9.5 Lineamientos Para la Instalación y Operación de un Relleno Sanitario

La distribución de los sitios y el desarrollo de una operación óptima del relleno sanitario, son las principales actividades a futuro, que se deben contemplar. En la planeación de la distribución de áreas del relleno sanitario, para la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, se incluyen las siguientes :

- 1.- Caminos de acceso.
- 2.- Area de empleados y equipo.
- 3.- Báscula de plataforma de 60 toneladas de capacidad.
- 4.- Sitio de almacenamiento para residuos especiales.
- 5.- Area de tierra de cobertura de reserva.
- 6.- Areas para disposición, en temporadas de lluvia y de seca.
- 7.-Plantíos en áreas finales.
- 8.- Areas para el control de gases y lixiviados.

( ver FIGURA 31 ).

Además se contempla lo siguiente:

**Caseta de control y vigilancia.-** Esta construcción requiere estar situada a un costado de la entrada al relleno sanitario, y lo suficientemente lejos (50 metros como mínimo ) de la superficie del predio hasta donde se deposite la basura.

El encargado de la caseta de vigilancia llevará un control de número de unidades (camiones recolectores de limpia pública y particulares ) que lleguen al relleno sanitario y anotará :

- Fecha y hora de acceso
- Lugar de procedencia.

- Número de control del vehículo o placas en caso de ser particular.
- Peso ( en caso de disponer de una báscula ) o volumen.
- Hora de salida.

Además, en la caseta debe haber un botiquín de primeros auxilios y dos extinguidores para fuego, llenos y con carga de polvo químico vigente.

**Señalamientos viales .-** Tanto en el camino de acceso como en la red de caminos internos se requieren señalamientos viales que indiquen las rutas de los camiones recolectores de basura y los movimientos que deben hacer dentro de las instalaciones del relleno sanitario.

Es necesario indicar los límites de velocidad, restringidos a no más de 30 km/h.

**Caminos .-** Serán caminos engravados, de 4 a 6 metros de ancho ( dependiendo del número de vehículos que circulen en ellos ).Cada 50 metros debe haber redondeles en los cuáles los camiones puedan hacer maniobras de reversa y cambio de posición de vehículos.

Tanto los caminos principales como los secundarios que lleven al frente de trabajo deberán estar diseñados para evitar el atascamiento de los camiones en épocas de lluvias, para lo cual se puede utilizar grava o calhidra mezclada con arcilla u otros materiales.

**Cortinas rompevientos y reforestación .-** Siempre es conveniente que todo el perímetro del terreno donde esté ubicado el relleno, esté sembrado con árboles propios de la altura, clima y suelo del lugar. Esta cortina rompevientos puede formarse con árboles tales como: “ palo de mulato “, “ cedros “, “ matiliguatate “, “ primavera “, etc, sembrados en tresbolillo.

Una vez cerrada toda el área superficial del relleno, éste tendrá que ser reforestado con pasto y arbustos que eviten la pérdida de la tierra que cubre la basura.

**Zona de amortiguamiento .-** Es imprescindible considerar en la dotación de área para el relleno sanitario una extensión de por lo menos un perímetro de 20 a 25 metros de terreno en donde se permita la ubicación de áreas verdes.arbolado, caminos perimetrales, depósitos de agua y zanjas de prevención para evitar que en

cualquier situación de riesgo este fuego o explosión pueda afectar a las zonas aledañas o bien desencadenar un siniestro de mayores dimensiones.

**Pepena .-** En caso de que la pepena de materiales reciclables sea permitida, se establecerá un horario para realizar esta actividad, antes de que se sepulse la basura. La pepena de materiales podrá hacerse manualmente o con bandas portátiles.

Se recomienda que los subproductos separados sean retirados lejos del frente de trabajo e inmediatamente transportados a un centro de acopio previamente destinado en la zona cercana a la caseta de vigilancia.

La actividad de los pepenadores en ningún momento deberá interrumpir la operación del relleno sanitario.

Todos los pepenadores estarán registrados y se les proporcionará una credencial de identificación que les permita el acceso a las instalaciones del relleno. Además, seguirán un programa de vacunación preventiva y trabajarán conforme a las normas de seguridad e higiene que establece el reglamento de operación del relleno sanitario.

Para el caso concreto de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, recomiendo que NO exista la pepena.

**Horario de operación .-** Será necesario fijar un horario de operación, por ejemplo: de 7:00 a 17:00 horas. Se permitirá el acceso a vehículos recolectores del servicio de limpia pública y particulares. Posteriormente serán cubiertos los residuos, pensando concluir las actividades del día entre las 18:00 y 19:00 horas.

## 9.6 Equipo Para la Operación del Relleno

El equipo más usado en relleno sanitario es el rodovial convencional, a veces con adaptaciones para la manipulación de residuos sólidos.

Máquinas especiales o auxiliares, más productivas, se justifican en rellenos sanitarios de gran tamaño ( más de 1,000 ton./ día ).

El tamaño y número de equipos requeridos dependerán primeramente de las condiciones locales del sitio, el tamaño del relleno sanitario y el método de operación.

### Selección de los equipos :

- Financieramente la adquisición de máquinas no será fácil.
- El relleno operará con una o pocas unidades,usualmente sin reserva.
- La no disponibilidad temporal de máquinas sin sustituto para el manejo de residuos sólidos afectará fuertemente la disciplina e higiene del,relleno sanitario, puesto que el ingreso de basura no será interrumpido.

Por esto, deben preferirse máquinas convencionales, inclusive universales , porque es más probable que cuenten con mantenimiento y abastecimiento de piezas en cualquier ciudad.

Las máquinas especiales con garras propias para triturar y compactar basura, como la compactadora de relleno sanitario,son muy productivas.

Son apropiadas para rellenos de gran tamaño ( más de 1,000 ton. / día ).Donde puede haber más de dos máquinas disponibles especiales o no especiales.

( ver FIGURA 32 ).

El tractor de orugas con lámina frontal ( bulldozer ), es la máquina universal para corte y manipulación de tierra y de residuos sólidos en relleno sanitario.

Proyectado para empujar tierra cuya masa específica es de tres a cinco veces superior a la del residuo sólido, el tractor requiere de algunas adaptaciones para una mayor productividad.Las zapatas de la oruga deben ser altas para triturar mejor la basura y no deslizarse sobre ella.

Las compactadoras para relleno sanitario trituran y actúan sobre la basura con mucha mayor presión, puesto que concentran su peso en una pequeña área de contacto con el terreno.

Son más rápidas también; sin embargo, sufren deslizamientos cuando operan en pendiente y el residuo sólido es húmedo.

### Especificaciones :

Para definir el tamaño y la cantidad de máquinas, se debe considerar :

- El volumen de residuo sólido a ser movido por día y la cantidad que ingresa a la hora pico.
- La distancia del residuo sólido descargado con respecto al frente de trabajo.

- La distancia del lugar donde se obtiene la tierra de cobertura al frente de trabajo.
- La posibilidad de utilizar las máquinas operadoras para corte de tierra y otros servicios auxiliares en horarios ociosos..

Es conveniente que se disponga de máquinas para la construcción y otras auxiliares de un tipo capaz de sustituir a las primeras en posibles emergencias.

Entre tanto, en rellenos pequeños, la máquina operadora acostumbra ser la única disponible, ejecutando servicios auxiliares en horas ociosas. En este caso, debe seleccionarse la máquina operadora en función de la hora pico.

#### **Máquinas auxiliares :**

- Dependiendo del método constructivo, del tamaño del relleno, de las necesidades para extracción y transporte de tierra y de otras circunstancias, deberemos dotar al relleno sanitario de máquinas auxiliares. Por ejemplo, un relleno en trincheras de gran tamaño exigirá una excavadora permanentemente, mientras que la apertura de una trinchera para un relleno pequeño podría contratarse con terceros si la propia máquina principal no puede abrirla.
- Si la distancia a la tierra por excavar desde las inmediaciones del relleno sanitario no fuera superior a 50 metros, podría usarse un tractor de orugas con lámina frontal angulable, o una retro- excavadora. En los rellenos pequeños, una sola máquina trabaja la tierra y la basura.
- Si la tierra estuviera distante, se usará una retroexcavadora de ruedas para distancias superiores a 100 metros, una excavadora-transportadora "Scraper", para distancias de hasta 1,000 metros, quizá en ciertos casos será necesaria la excavación por medio de máquinas auxiliadas con camiones para el transporte de la tierra.
- Un carro tanque provisto de manguera y aspersores se usará para controlar el polvo y la humedad necesarios para la compactación del residuo sólido, de la cobertura y de los accesos, además de abastecer de agua limpia a las máquinas.
- Una bomba especial para agua y cieno, accionada por un motor no eléctrico, debe estar disponible para desalojar el agua de lluvia, para la recolección de muestras de agua y de líquido percolado para análisis es suficiente una bomba manual.

- El mantenimiento de las zanjas de drenaje, puede efectuarse con una excavadora de cuchara o una retroexcavadora acoplada a una pala-cargadora.

#### **Mantenimiento de equipos :**

El control de operación, el consumo, la ocurrencia de defectos y quiebras, la sustitución de piezas y otros servicios mecánicos y eléctricos debe estar organizado y provisto de datos valiosos para la evaluación del desempeño y para el mantenimiento de equipos.

El mantenimiento se clasifica en preventivo y correctivo.

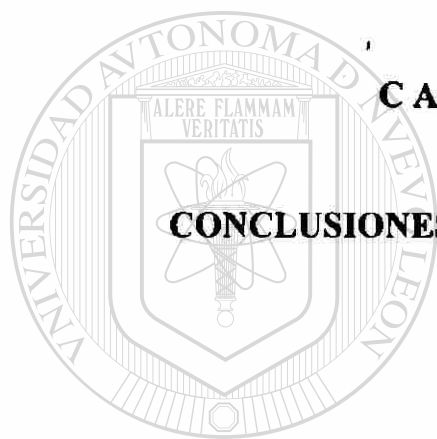
El primero se planifica mediante instrucciones del fabricante y la historia obtenida en el control de operación y mantenimiento de la máquina.

El mantenimiento correctivo podrá exigir recursos de taller especializado.

Todo mantenimiento depende esencialmente del abastecimiento de material; Este es uno de los mayores problemas de orden administrativo. El planeamiento del mantenimiento incluye la previsión de piezas, de lubricantes y de otros materiales que deben estar disponibles en el depósito del relleno sanitario o en el almacén de la entidad o del vendedor.

Tomando en cuenta el método de trinchera propuesto, las operaciones de excavación, transportación de material de cubierta, colocación y una compactación de 600 kgs./ m<sup>3</sup>, de cobertura, una generación de 434.17 ton / día, correspondiente al año de 1997, para el relleno sanitario de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, se necesitan :

- Dos tractores de orugas D7 de 20 toneladas, con placa delantera ( Bulldozer ), con una potencia en caballos de fuerza de 150 - 180 HP, cada equipo.
- Una excavadora E120B.
- Una pipa de 15 m<sup>3</sup> de capacidad.
- Tres camiones de volteo, de 7 m<sup>3</sup> de capacidad. Cada camión de volteo, para el año de 1997 realizará 8 viajes diarios, en un turno de 8 horas.



## **CAPITULO 10**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

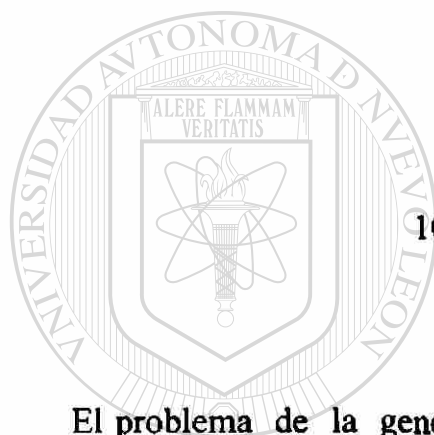
®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



## CAPITULO 10

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



#### 10.1 Conclusiones

El problema de la generación, manejo y disposición de los residuos sólidos municipales, en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez es complejo, ya que involucra múltiples variables que hacen difícil su control. Si se desea aumentar la eficiencia y mejorar el servicio, convendrá considerar lo siguiente:

#### **LA GENERACIÓN DE RESIDUOS**

La generación per-cápita investigada, de los residuos sólidos municipales domésticos, en cada estrato, fué la siguiente:

Generación estrato alto = 0.628 Kg./hab.-día.

Generación estrato medio = 0.618 Kg./hab.-día.

Generación estrato bajo = 0.392 Kg./hab.-día.

En este estudio el análisis de varianza rechaza la hipótesis nula, que quiere decir que no se puede hacer un promedio en la generación de los tres estratos, por lo se recurrió al Insituto Nacional de Estadística e Informática para solicitar información,

sobre la estratificación de la población, y así calcular la generación per-cápita representativa de toda la ciudad, mediante una media ponderada de los tres estratos socioeconómicos, encontrándose el siguiente resultado 0.4823 Kg./ha.-día.

La confiabilidad mínima obtenida en los muestreos, según el tratamiento estadístico aplicado fue de 90 % para el estrato medio, mientras que la confiabilidad para el estrato alto y bajo fue del 95 %, muy por arriba del riesgo seleccionado inicialmente, igual a 20 % para cada estrato, correspondiéndole una confiabilidad del 80 %.

### **EL PESO VOLUMÉTRICO**

Los resultados determinados para el peso volumétrico, para cada uno de los tres estratos, caen dentro del rango característico de un residuo sólido municipal, y son los siguientes :

Estrato alto 188.80 Kgs. / m<sup>3</sup>.

Estrato medio 193.53 Kgs. / m<sup>3</sup>.

Estrato bajo 186.62 Kgs. / m<sup>3</sup>.

### **CARACTERIZACIÓN DE SUBPRODUCTOS**

Según el muestreo realizado, la selección y cuantificación de subproductos promedio, en los tres estratos socioeconómicos, son:

57.0 % de Materia Orgánica

23.0 % de Material Reciclable

20 % de Material Tóxico y otros.

El material reciclable para usos comerciales de venta, se divide en los siguientes subproductos:

8.0 % de Papel y Cartón

6.66 % de Vidrio

2.66 % de Metales

5.66 % de Plásticos.

Por los resultados encontrados, se concluye que existe un potencial que se debe de aprovechar para instalar centros de acopio.

## ANÁLISIS DE LABORATORIO

En los análisis de laboratorio, se encontró la composición química mínima aproximada, que tiene propiedades de combustible, mediante el poder calorífico calculado, principalmente en los residuos sólidos del estrato alto y el medio, ya que en el estrato bajo este valor energético resultó por abajo del mínimo que marca el rango, el cual nos indica que puede ser incinerado, y aprovechar la energía calorífica como una fuente alterna, pero esta opción no es aconsejable en nuestro medio, ya que el costo de inversión y de mantenimiento de un incinerador, es elevado, pues se tienen los datos de referencia de que el costo de un incinerador para una capacidad de 3,000 ton./día. Es de \$ 300,000,000.00 USA.<sup>30</sup>, Además, con este método de disposición no se reciclan los subproductos y el residuo de incineración, se tiene que disponer en un relleno sanitario o en su defecto buscarle otro uso alterno para su aprovechamiento.

## RECICLAJE

El reciclaje se lleva a cabo en un porcentaje bajo, a cargo de los recolectores en cada camión, durante el recorrido de su ruta y de los pepenadores que se encuentran en el basurero. Por falta de educación ambiental y de concientización de la población, según resultado de la encuesta en los tres estratos socioeconómicos, la participación ciudadana, para esta actividad es muy baja. Existe interés en el estrato alto y poco en el estrato medio, y, en general, la población interesada, acude a cualquiera de los cuatro centros de acopio existentes para el reciclaje de subproductos en esta ciudad, los cuales deberían existir en mayor número, para incrementar y motivar esta actividad en la población.

## ORGANIZACIÓN

De acuerdo al organigrama actual, y a la investigación realizada, el personal del Departamento de limpia está sobrado en cantidad, que es de unas 38 plazas, y parece tener baja eficiencia en los servicios prestados a la población.

## ALMACENAMIENTO

Con referencia al almacenamiento público, se carece de algunos contenedores, necesarios en los centros de gran generación; principalmente en los mercados; ya que se encuentra basura tirada en estos lugares por falta de almacenamiento.

Relativo al almacenamiento domiciliario, según los resultados de la encuesta, en la mayoría de los tres estratos socioeconómicos, se practica el almacenamiento doméstico, mediante el uso de bolsas de plástico.

## BARRIDO

Por lo que respecta al barrido manual, el rendimiento de acera en un solo sentido investigado, fue de 1.9 Kilómetros / persona, en un turno de 8 horas, el cual se encuentra por debajo del rango establecido, igual a 2 - 3 Kms. / persona, en 8 hrs. de trabajo.

El barrido en parques, jardines, sitios de interés, etc. es deficiente, ya que se carece de una programación y sólo se realiza al notarse un grado alto de suciedad.

Relativo al barrido mecánico, existen dos barredoras mecánicas de tres ruedas, las cuales no trabajan, por razón de que no se les ha dado el mantenimiento adecuado; ni se tiene un stock de refacciones actualizado para su reparación.

## RECOLECCIÓN

Por lo que se refiere a la recolección, en términos generales, es deficiente, ya que el servicio no cubre a toda la ciudad, quedando mucha basura tirada en las esquinas. El método de recolección efectuado es el de esquina o parada fija, en tres horarios: matutino, vespertino y nocturno; no existe uniformidad en las frecuencias de recolección: mientras que en el primer cuadro es diaria, en otras partes de la ciudad es de 3, 2 y una vez por semana, quedando aproximadamente un 20 % de la ciudad sin el servicio.

El equipo utilizado para la recolección, no es el adecuado, ya que en su mayoría se utilizan camiones de volteo de diferentes capacidades y solamente cuentan con 10 camiones de carga lateral de 20 Yd<sup>3</sup>, trabajando en buenas condiciones. Existe un

déficit en la capacidad vehicular, que hace necesario trabajar tres turnos y sin que esto sea suficiente para servir a toda la ciudad.

## **DISPOSICIÓN FINAL**

El sitio de disposición final pertenece a un tiradero a cielo abierto, en el que no se tiene control del peso a la entrada y a la salida de los vehículos; tanto de camiones recolectores del municipio como de particulares que ocasionalmente llegan al tiradero a disponer de sus residuos sólidos.

Las vías de acceso al sitio de disposición se encuentran en condiciones deplorables, constituyendo un desgaste mecánico muy severo en los camiones recolectores y en el equipo de transferencia.

El equipo utilizado para la operación del tiradero, consiste en tres tractores caterpillar; de los cuales, dos de ellos, son del tipo D5 y el otro es del tipo D8. Un equipo del tipo D5, es propiedad del municipio.

La ubicación del tiradero actual, no es la adecuada, ni reúne las condiciones mínimas necesarias para la construcción de un relleno sanitario en ese lugar.

### **10.2 Recomendaciones**

Una medida que ayuda a mitigar el impacto de los residuos sólidos municipales, es que el gobierno del Estado de Chiapas y los Municipios apoyen políticas y fomenten programas que ayuden a reducir, reutilizar y reciclar los residuos sólidos municipales, educando a la población en general, ya que con esto se lograría un ahorro en volumen de disposición y, por lo tanto, alargar la vida útil del relleno sanitario propuesto. A continuación se dan las siguientes recomendaciones en base a la investigación realizada de este trabajo :

## ORGANIZACIÓN

El servicio actual de limpia del municipio de Tuxtla Gutiérrez, necesita una reestructuración administrativa y técnica, como se propuso en el capítulo siete, así como la inclusión del personal para la terminal de recolección y el relleno sanitario, los cuales no existen y son necesarios para un buen manejo y disposición final de los residuos sólidos.

Las oficinas propuestas en el área de Ecología e Investigación son importantísimas para la educación ambiental, la motivación, el cambio de mentalidad, las costumbres, los hábitos de consumo, el aprovechamiento de los subproductos, etc.

## CARACTERIZACIÓN DE SUBPRODUCTOS

Los resultados de los estudios de campo, indican un 57 % de materia orgánica y un 23 % de material reciclable. Si existiesen recursos económicos por parte del H. Ayuntamiento o de los particulares para invertir, recomiendo la instalación de una Planta de recuperación de subproductos y fabricación de composta, en el área destinada a reserva y contingencias, dentro del relleno sanitario y al mismo tiempo esta planta puede ocupar a la gente que se dedica a la pepena, en el proceso de selección de subproductos, dando como resultado un beneficio social y económico para estas gentes.

## RECICLAJE

Para ayudar a la actividad de reciclaje, recomendada anteriormente, es conveniente que en cada casa-habitación, se haga lo siguiente :

- La clasificación de los residuos sólidos en los diversos subproductos de la basura : Papel y cartón, vidrio, plásticos, metales, materia orgánica, tóxicos y varios.
- La creación de un mercado para los subproductos y control de su procesamiento.
- Responzabilizar a los habitantes y no sólo al Gobierno Municipal .

- Capacitación y educación para cambiar la mentalidad de la sociedad, la capacitación y la educación ambiental, se necesita por lo menos la colaboración de las siguientes dependencias e instituciones :

SAG, SSA, Banca Nacional, CAPFCE, INFONAVIT, FOVISTE, Instituciones de Vivienda Estatales y Privadas, SHCP, SEDESOL, INCO, SEMARNAP, SERNyP, CANACINTRA, CANACO, COPARMEX, CANIRAC, SEDETUR, Sector Social (comprendido por Clubes Sociales, Deportistas, Ecologistas, Religiosos, Asociaciones etc.). Como se observa, el panorama no es tan fácil, pero sí tiene solución.<sup>10</sup>

## **ALMACENAMIENTO**

Para el almacenamiento domiciliario se recomienda que, considerando la frecuencia propuesta de tres veces por semana, que idealmente cada vivienda deberá contar con un recipiente, preferentemente de plástico o, en su defecto, de lámina galvanizada; de capacidades según el estrato socioeconómico descrito en el capítulo siete.

Relativo al almacenamiento público, se recomienda instalar dos contenedores de 4 m<sup>3</sup> de capacidad en cada uno de los mercados que a continuación se mencionan: Central de abastos y el mercado de los ancianos.

## **BARRIDO**

Con respecto al barrido manual, de los 110 barrenderos que existen actualmente, se recomienda dividirlos, utilizando de 76 a 80 para el barrido de calles, trabajando un turno matutino, con una frecuencia diaria y utilizar el resto en la limpieza de parques, plazas, sitios de interés, etc, realizándolo diariamente ya que actualmente esta limpieza la realizan, según el grado de suciedad que se va presentando.

Relativo al barrido mecánico, se recomienda invertir en la reparación de estas dos máquinas barredoras, así como proporcionarles el debido mantenimiento, para que cada una cubra una ruta, prestando un servicio nocturno, en las calles periféricas, con una frecuencia de una ruta por semana, por cada barredora.

## RECOLECCIÓN

Si el municipio no tiene el apoyo del Gobierno del Estado, ni los medios económicos para salir adelante, recomiendo concesionar el servicio a particulares que se encarguen de la recolección, manejo y disposición final. Si está en posibilidades el municipio de reestructurarse administrativa y técnicamente, se requieren más unidades para cubrir el servicio de recolección, para no dejar basura tirada en las esquinas por falta de capacidad vehicular y con una debida planeación se optimizaría el servicio, cubriendo las rutas en los sectores propuestos y en las ampliaciones sugeridas, homogenizando el servicio con una frecuencia de tres veces por semana, combinando los métodos de recolección de acera y de esquina, según sea el sector y trabajando un solo turno, el matutino; por lo que se requerirá la compra de 29 vehículos de carga trasera de 20 Yd<sup>3</sup> y complementando la flota con las 10 unidades de carga lateral de 20 Yd<sup>3</sup>, que existen actualmente, quedando de reserva tres unidades para cubrir los desperfectos que se presenten en cualquiera de las 36 unidades que estén en servicio normalmente.

### DISPOSICIÓN FINAL.

Respecto al sitio de disposición final, se recomienda instalar un relleno sanitario, con una báscula de 60 toneladas, para el control del peso de los camiones recolectores que entran y salen del basurero así como de los particulares. También se recomienda construir una buena carretera que facilite el acceso al sitio de disposición final, para cualquiera de los tres sitios propuestos.

Este relleno sanitario, contará con una área de reserva y contingencias, donde en un futuro se puede instalar una planta de recuperación de subproductos y elaboración de composta.

Respecto a los sitios de ubicación de los posibles rellenos sanitarios propuestos, faltaría realizar los estudios de semi-detalle y detalle, para seleccionar el óptimo, de acuerdo a lo que establece la norma vigente. Si se llegara a confirmar la construcción del relleno sanitario en cualquiera de los dos sitios propuestos ubicados en el municipio vecino de Chiapa de Corzo, deberá existir un convenio con el H. Ayuntamiento correspondiente para la construcción de los mismos.



11. Severns W.H., Degler H.E., Miles J.C., 1986, Energía mediante vapor, aire o gas .Ed. Reverté Mexicana, México D.F.
12. Reyes C.P., 1985, Bioestadística aplicada . Agronomía, Biología, Química, De. Trillas S.A de C.V., México D.F.
13. Gieck K., 1981, Manual de fórmulas técnicas . Ed. Representaciones y servicios de ingeniería, S.A., México D.F.
14. Secretaría de Salubridad y Asistencia. Subsecretaría de mejoramiento del ambiente, Manual de manejo, tratamiento y disposición de desechos sólidos municipales . México, D.F., 1982.
15. Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, Manejo y disposición final de los residuos municipales e industriales .Programa Nacional de capacitación ambiental México, D.F., 1988
16. Apuntes, Taller Subregional de desechos sólidos ,tomo I y II .Santo Domingo, República Dominicana, 1981.
17. Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, Subsecretaría de Ecología, Cartilla teórico - práctica en educación ambiental .Manejo de residuos sólidos domésticos. México, D.F. ,1988.
18. Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, Delegación Chiapas, Marco estratégico para el manejo y disposición de los desechos sólidos municipales . Tuxtla Gutiérrez, Chiapas., 1993.
19. Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, Delegación Chiapas, Manual de disposición final de residuos sólidos municipales .Tuxtla Gutiérrez, Chiapas., 1994.
20. Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, Delegación Chiapas, Manual de manejo y recolección de residuos sólidos municipales . Tuxtla Gutiérrez, Chiapas., 1994.
21. Gobierno del Estado de Chiapas, Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, H. Ayuntamiento Constitucional de Tuxtla Gutiérrez 1992-1995, Tuxtla Gutiérrez ,Estado de Chiapas. Cuaderno estadístico municipal, 1993.
22. Secretaría de Hacienda, Chiapas, Agenda estadística Chiapas ., 1994.

23. Secretaría de Gobernación y Gobierno del Estado de Chiapas, Los municipios de Chiapas .,Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.,1988.

24. Instituto Nacional de Ecología, México D.F., Normas Oficiales Mexicanas, sobre los residuos sólidos municipales:

- |                       |  |
|-----------------------|--|
| ( NMX-AA-61-1985 )    | Determinación de la Generación   |
| ( NMX-AA-15-1985 )    | Muestreo-Método de Cuarteo   |
| ( NMX-AA-19-1985 )    | Determinación del Peso Volumétrico “In Situ “  |
| ( NMX-AA-22-1985 )    | Selección y Cuantificación de Subproductos   |
| ( NMX-AA-52-1985 )    | Preparación de Muestras en el Laboratorio Para su Análisis                                       |
| ( NMX-AA-16-1984 )    | Determinación de Humedad en Residuos Sólidos Municipales   |
| ( NMX-AA-18-1984 )    | Determinación de Cenizas en Residuos Sólidos Municipales   |
| ( NMX-AA-25-1984 )    | Determinación del Potencial de Hidrógeno, Método Potenciométrico en Residuos Sólidos Municipales |
| ( NMX-AA-21-1985 )    | Determinación de Materia Orgánica en Residuos Sólidos Municipales                                |
| ( NMX-AA-24-1984 )    | Determinación de Nitrógeno Total en Residuos Sólidos Municipales                                 |
| ( NMX-AA-33-1985 )    | Determinación del Poder Calorífico   |
| ( NMX-AA-67-1985 )    | Determinación del Porcentaje de Carbono  |
| ( NMX-AA-68-1986 )    | Determinación del Porcentaje de Hidrógeno  |
| ( NMX-AA-80-1986 )    | Determinación del Porcentaje de Oxígeno  |
| ( NMX-AA-92-1986 )    | Determinación del Porcentaje de Azufre   |
| ( NOM-083-ECOL-1995 ) | Que Establece las Condiciones que Deben Reunir los Sitios Destinados a la Disposición            |

## Final de los Residuos Sólidos Municipales

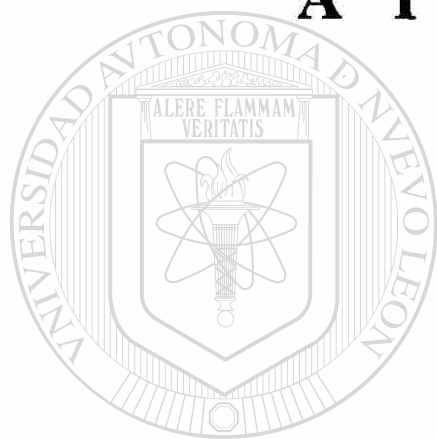
( NOM-084-ECOL-1995 )      Que Establece los Requisitos Para el Diseño, Construcción, Operación y Monitoreo de un Relleno Sanitario.

25. Información recabada en la Comisión Nacional del Agua, Gerencia Estatal en Chiapas, Subgerencia de Administración del Agua, Departamento de Aguas Subterráneas.
26. Información recabada en la Dirección de Obras Públicas del H. Ayuntamiento Constitucional de Tuxtla Gutiérrez, 1992-1995.
27. Información recabada en la Secretaría de Ecología, Recursos Naturales y Pesca del Gobierno del Estado de Chiapas, Dirección de Ecología y Protección al Ambiente.
28. Información recabada en el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, biblioteca y ventas de cartas, en oficinas en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
29. Información recabada del Ing. Gabriel Sánchez López, Jefe del Departamento de verificación de la Secretaría de Ecología, Recursos Naturales y Pesca del Gobierno del Estado de Chiapas.
30. González Guzman I.G., Estudio de la problemática de los desechos sólidos domésticos y el establecimiento de alternativas de solución en la ciudad de Matamoros, Tamaulipas, Tesis, ITESM, Monterrey, N.L.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

# A P É N D I C E S



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## APÉNDICE A

### Programa Para la Generación de Números Aleatorios

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

main()
{
    char opcion;
    register char j, k, m;
    int col, valores[50][2], x, y, p, flag;
    clrscr();

    gotoxy( 5, 1); cprintf("PROGRAMA PARA LA GENERACION DE NUMEROS ALEATORIOS");
    gotoxy( 5, 3); cprintf("PROYECTO:");
    gotoxy( 5, 4); cprintf("Diagnóstico y propuestas del manejo y disposición");
    gotoxy( 5, 5); cprintf("de residuos sólidos municipales para la Ciudad de");
    gotoxy( 5, 6); cprintf("Tuxtla Gutiérrez, Chiapas");

    while (1) {
        gotoxy( 5,22); cprintf("desea generar números aleatorios s/n ?");
        opcion = toupper(getch());
        gotoxy( 5,22); cprintf(" ");
    }
}
```

```
if (opcion != 'S')
```

```
• break;
```

```
window( 5, 7,80,19);
```

```
clrscr();
```

```
window( 1, 1,80,25);
```

```
textcolor(15 | 128);
```

```
gotoxy( 5, 8); cprintf("Generando Números Aleatorios...");
```

```
textcolor( 7);
```

```
delay(3000);
```

```
gotoxy( 5, 8); cprintf("                ");
```

```
randomize();
```

```
col = 0;
```

```
p = 0;
```

```
for (k = 0; k < 5; k++) {
```

```
    for (j = 0; j < 10; j++) {
```

```
        do {
```

```
            x = random(15) + 1;
```

```
            y = random(10) + 1;
```

```
            flag = 0;
```

```
            for (m = 0; m < p; m++)
```

```
                if (x == valores[m][0] && y == valores[m][1]) {
```

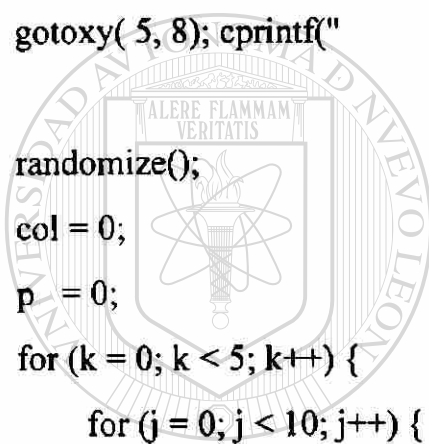
```
                    flag = 1;
```

```
                    break;
```

```
                }
```

```
            if (! flag) {
```

```
                valores[p][0] = x;
```



# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

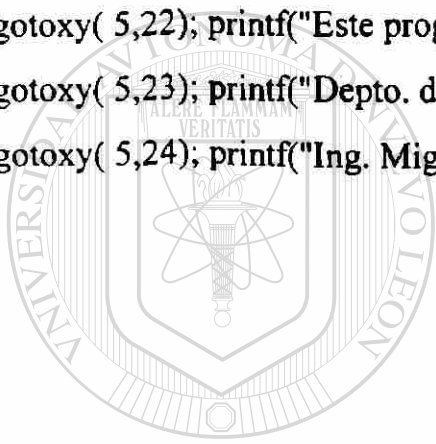


DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

```

        valores[p][1] = y;
    }
} while (flag);
gotoxy(col + 10,10 + j);
printf("%2d,%2d",valores[p][0], valores[p][1]);
p++;
}
col += 10;
}
}
gotoxy( 5,22); printf("Este programa fue diseñado en el,");
gotoxy( 5,23); printf("Depto. de Sistemas y Computación por el ");
gotoxy( 5,24); printf("Ing. Miguel Arturo Vázquez Velázquez (1995)");
}

```



# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



## APÉNDICE B

### E N C U E S T A

CALLE \_\_\_\_\_ NUM. \_\_\_\_\_ No. \_\_\_\_\_  
ALEATORIO \_\_\_\_\_  
COLONIA \_\_\_\_\_ C.P. \_\_\_\_\_  
POBLACIÓN \_\_\_\_\_ MUNICIPIO \_\_\_\_\_ ENTIDAD FED. \_\_\_\_\_

INSTRUCCIONES: Marque con una x, en la pregunta que se le indique.

1.- ¿CUANTAS PERSONAS, INCLUYENDO A LOS NIÑOS HABITAN LA VIVIENDA?

\_\_\_\_\_ UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
Y MENCIONE LAS EDADES \_\_\_\_\_  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

2.- ¿EN QUE DIAS DE LAS SEMANA, SE GENERA MAYOR CANTIDAD DE BASURA EN SU CASA? (Marque con una X, de no saber, marque con una X, la letra Y).

DOM.	LUN.	MAR.	MIER.	JUEV.	VIER.	SAB.	Y
------	------	------	-------	-------	-------	------	---

3.- ¿DE QUE FORMA SE DESHACE DE LA BASURA? (Marque con una X).

\_\_\_\_\_ LA ENTREGA AL BARRENDERO  
\_\_\_\_\_ LA DA AL CAMION RECOLECTOR DEL MUNICIPIO  
\_\_\_\_\_ LA DEPOSITA EN CO



\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_ LA TIRA EN LOTES BALDIOS  
 \_\_\_\_\_ OTRO: ¿CUAL? \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

4.- ¿CADA CUANDO PASA EL CAMION RECOLECTOR DE BASURA? (Marque con una X?)

- \_\_\_\_\_ TODOS LOS DIAS DE LA SEMANA, EXCEPTO DOMINGOS
- \_\_\_\_\_ ENTRE UNA Y DOS VECES POR SEMANA
- \_\_\_\_\_ ENTRE DOS Y TRES VECES POR SEMANA
- \_\_\_\_\_ MENOS DE UNA VEZ A LA SEMANA
- \_\_\_\_\_ NO INFORMACIÓN

5.- ¿QUE OPINA USTED DEL SERVICIO DE RECOLECCION DE BASURA? (Marque con una X)

- \_\_\_\_\_ MUY BUENO
- \_\_\_\_\_ BUENO
- \_\_\_\_\_ REGULAR
- \_\_\_\_\_ MALO
- \_\_\_\_\_ PESIMO
- \_\_\_\_\_ NO INFORMACION

UANL

6.- ¿HACE ALGUNA APORTACION ECONOMICA, POR EL SERVICIO DE RECOLECCION O INDIQUE SI TIENE SERVICIO PARTICULAR DE LIMPIA? (Marque con una X)

\_\_\_\_\_ SI \_\_\_\_\_ NO

¿A QUIEN? \_\_\_\_\_  
 ¿CUANTO? \_\_\_\_\_  
 ¿CON QUE FRECUENCIA? \_\_\_\_\_

7.- ¿DE LA BASURA QUE GENERA USTED, INDIQUE SI OBTIENE ALGUNA GANANCIA? (Marque con una X)

\_\_\_\_\_ SI \_\_\_\_\_ NO

¿CON CUALES RESIDUOS? \_\_\_\_\_

8.- ¿SI LO INVITARAN A UNA CAMPAÑA DE RECICLAJE, QUE RESIDUOS DE LA BASURA, LE SERIAN MAS FACILES DE SEPARAR? (o marque con una X en la respuesta, si no le interesa reciclar)

**MENCIONE LOS RESIDUOS CONVENIENTES**

---

9.- ¿CON EL OBJETIVO DE OBTENER ALGUNA UTILIDAD, ESTARIA DISPUESTO A LIMPIAR EL VIDRIO, PLASTICO, LATAS? (Marque con una X)

SI NO

\_\_\_\_\_

10.- ¿CONOCE ALGUN RESIDUO DE LA BASURA, QUE SEA COMPRADO EN LA LOCALIDAD? (Marque con una X)

SI NO

\_\_\_\_\_

¿ CUAL (ES) ?

\_\_\_\_\_

¿ PRECIO/Kg. ?

\_\_\_\_\_

11.- ¿ CONOCE EN QUE CONSISTE EL RECICLAJE DE BASURA? (Marque con una X)

SI NO

\_\_\_\_\_

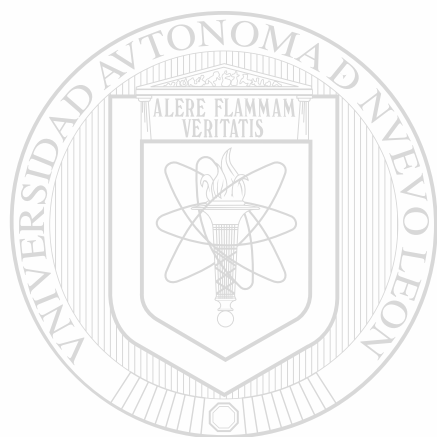
EXPLIQUE

\_\_\_\_\_

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

# CÉDULAS



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**Cédula No. 1**

---

**CEDULA DE ENCUESTA DE CAMPO PARA EL MUESTREO DE  
GENERACION DE RESIDUOS SOLIDOS**

No. DE MUESTRA 42 No. ALEATORIO 92,079  
POBLACIÓN Tuxtla Gutiérrez MUNICIPIO Tuxtla Gtz. ENTIDAD FED. CHIAPAS  
CALLE Argentina NUM. 340 C.P. 29,000  
COLONIA EL RETIRO NIVEL SOCIOECONOMICO ALTO

ESTE HOGAR SE ENCUENTRA COLABORANDO, CON EL ESTUDIO DE RESIDUOS  
SOLIDOS DE ESTA LOCALIDAD, DURANTE LOS DIAS 16 AL 23 DE  
OCTUBRE DE 1995.

---

**¡CIUDADANO AGRADECEMOS TU PARTICIPACION**

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN <sup>®</sup>  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## Cédula No. 2

### CEDULA DE ENCUESTA DE CAMPO PARA EL MUESTREO DE GENERACION DE RESIDUOS SOLIDOS

No. DE MUESTRA 2 No. ALEATORIO 19,184

POBLACIÓN Tuxtla Gtz. MUNICIPIO Tuxtla Gtz. ENTIDAD FED. CHIAPAS

CALLE Zinacantan Ret-2 NUM. 124 C.P. 29,000

COLONIA ISSSTE NIVEL SOCIOECONOMICO MEDIO  
Bolsas de

HAB. POR CASA 4 FREC. DE REC. Diaria TIPO DE RECIPIENTE Plástico

¿QUE HACE CON LOS RESIDUOS SOLIDOS SI NO PASA EL CAMION? Los guarda

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

NOMBRE DEL ENCUESTADOR ING. JUAN JOSE VILLALOBOS MALDONADO

PUESTO QUE DESEMPEÑA TESISTA

INSTITUCION O EMPRESA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

No.	FECHA	DÍA	PESO DE LOS RESIDUOS (Kgs.)	GENERACION PER-CAPITA (Kg/Hab/Día)	OBSERVACIONES
1	17-10-95	Martes	1.425	0.3562	
2	18-10-95	Miércoles	2.000	0.5000	
3	19-10-95	Jueves	2.100	0.5250	
4	20-10-95	Viernes	3.925	0.9812	
5	21-10-95	Sabado	2.050	0.5125	
6	22-10-95	Domingo	1.400	0.3500	
7	23-10-95	Lunes	1.800	0.4500	

Promedio=3.6749/7= 0.5249 Kgs./hab.dia

**Cédula No. 3**

**CEDULA DE ENCUESTA DE CAMPO PARA EL CUARTEO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS**

LOCALIDAD Tuxtla Gutiérrez MUNICIPIO Tuxtla Gtz. ESTADO CHIAPAS

FECHA Y HORA DEL CUARTEO 23 de Octubre de 1995, a las 15:30 horas.

PROCEDENCIA DE LA MUESTRA Col. SAN JOSE TERAN

CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS IMPERANTES DURANTE EL CUARTEO (DESCRIBA)

Día caluroso asoleado, midiéndose una temperatura a la sombra de 35° C.

CANTIDAD DE RESIDUOS SOLIDOS PARA EL CUARTEO 110.350 Kg

CANT. DE RESIDUOS SOLIDOS PARA LA SELECCION DE SUBPRODUCTOS 55.175 Kg

CANTIDAD DE RESIDUOS SOLIDOS PARA LOS ANALISIS FISICOS, QUIMICOS Y BIOLÓGICOS 10 Kilogramos, según Normas.

RESPONSABLE DEL CUARTEO:

NOMBRE ING. JUAN JOSE VILLALOBOS CARGO TESISTA  
M.

DEPENDENCIA O INSTITUCION UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Cédula No. 4**

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

LOCALIDAD Tuxtla Gutiérrez MUNICIPIO Tuxtla Gtz. ESTADO CHIAPAS

FECHA Y HORA DE LA DETERMINACION 20 de Octubre de 1995, a las 13:30 horas.

ESTRATO SOCIO-ECONOMICO MUESTREADO ALTO

CONDICIONES CLIMATOLOGICAS IMPERANTES DURANTE LA DETERMINACION

Se describieron en el CUARTEO, correspondiente al mismo dia

CAPACIDAD DEL RECIPIENTE	<u>0.2</u>	<u>m<sup>3</sup></u>
TARA DEL RECIPIENTE	<u>16.0</u>	<u>Kg</u>
CAPACIDAD DEL RECIPIENTE, TOMADA PARA LA DETERMINACION	<u>0.2</u>	<u>m<sup>3</sup></u>
PESO BRUTO (PESO DEL RECIPIENTE CON RESIDUOS SOLIDOS)	<u>53.20</u>	<u>Kg</u>
PESO NETO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS (PESO BRUTO - TARA)	<u>37.20</u>	<u>Kg</u>
PESO VOLUMETRICO "IN SITU" DE LOS RESIDUOS SOLIDOS	<u>186.0</u>	<u>Kg/m<sup>3</sup></u>

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

RESPONSABLE DE LA DETERMINACION:

NOMBRE ING. JUAN JOSE VILLALOBOS CARGO TESISTA  
M.

DEPENDENCIA O INSTITUCION UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_

**Cédula No. 5**

**HOJA DE REGISTRO DE CAMPO**

**SELECCION Y CUANTIFICACION DE SUBPRODUCTOS**

LOCALIDAD Tuxtla Gutiérrez MUNICIPIO Tuxtla Gtz. ESTADO CHIAPAS

FECHA Y HORA DEL ANALISIS 18-10-95,14:15 hr PESO DE LA MUESTRA 55.10 Kg

ESTRATO SOCIOECONOMICO MEDIO TARA DE LAS BOLSAS 0.950 Kg

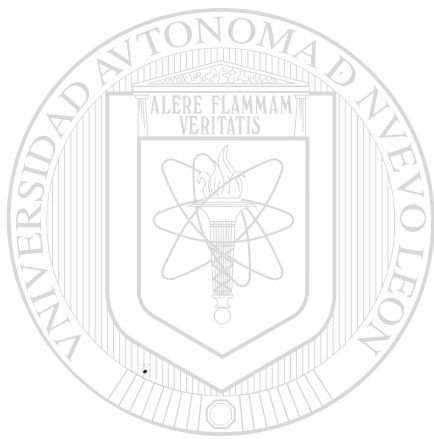
RESPONSABLE DEL ANALISIS ING. JUAN JOSE VILLALOBOS MALDONADO

DEPENDENCIA O INSTITUCION UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

No.	SUBPRODUCTOS	PESO (Kg)	% EN PESO	OBSERVACIONES
1	ALGODON			Todos los pesos de los subproductos son netos. El rubro de OTROS comprende, baterías envases de aerosoles e insecticidas.
2	CARTON	1.450	2.632	
3	CUERO			
4	RESIDUO FINO	2.875	5.218	
5	ENVASE DE CARTON ENCERADO	0.725	1.316	
6	FIBRA DURA VEGETAL	0.650	1.180	
7	FIBRA SINTETICA			
8	HUESO			
9	HULE			
10	LATA			
11	LOZA Y CERAMICA			
12	MADERA	0.150	0.272	
13	MATERIAL DE CONSTRUCCION			
14	MATERIAL FERROSO			
15	MATERIAL NO FERROSO	1.450	2.632	
16	PAPEL	1.225	2.223	
17	PAÑAL DESECHABLE	6.850	12.432	
18	PLASTICO DE PELICULA	1.075	1.951	
19	PLASTICO RIGIDO	1.450	2.632	
20	POLIURETANO			
21	POLIESTIRENO EXPANDIDO	0.150	0.272	
22	RESIDUOS ALIMENTICIOS	23.775	43.149	
23	RESIDUOS DE JARDINERIA	7.625	13.838	
24	TRAPO	0.725	1.316	
25	VIDRIO DE COLOR	0.450	0.817	
26	VIDRIO TRANSPARENTE	4.175	7.577	
27	PAPEL ALUMINIO	0.150	0.272	
28	PLUMAS			
29	MICA			
30	OTROS	0.150	0.272	



# FIGURAS



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

FIGURA 1 República Mexicana

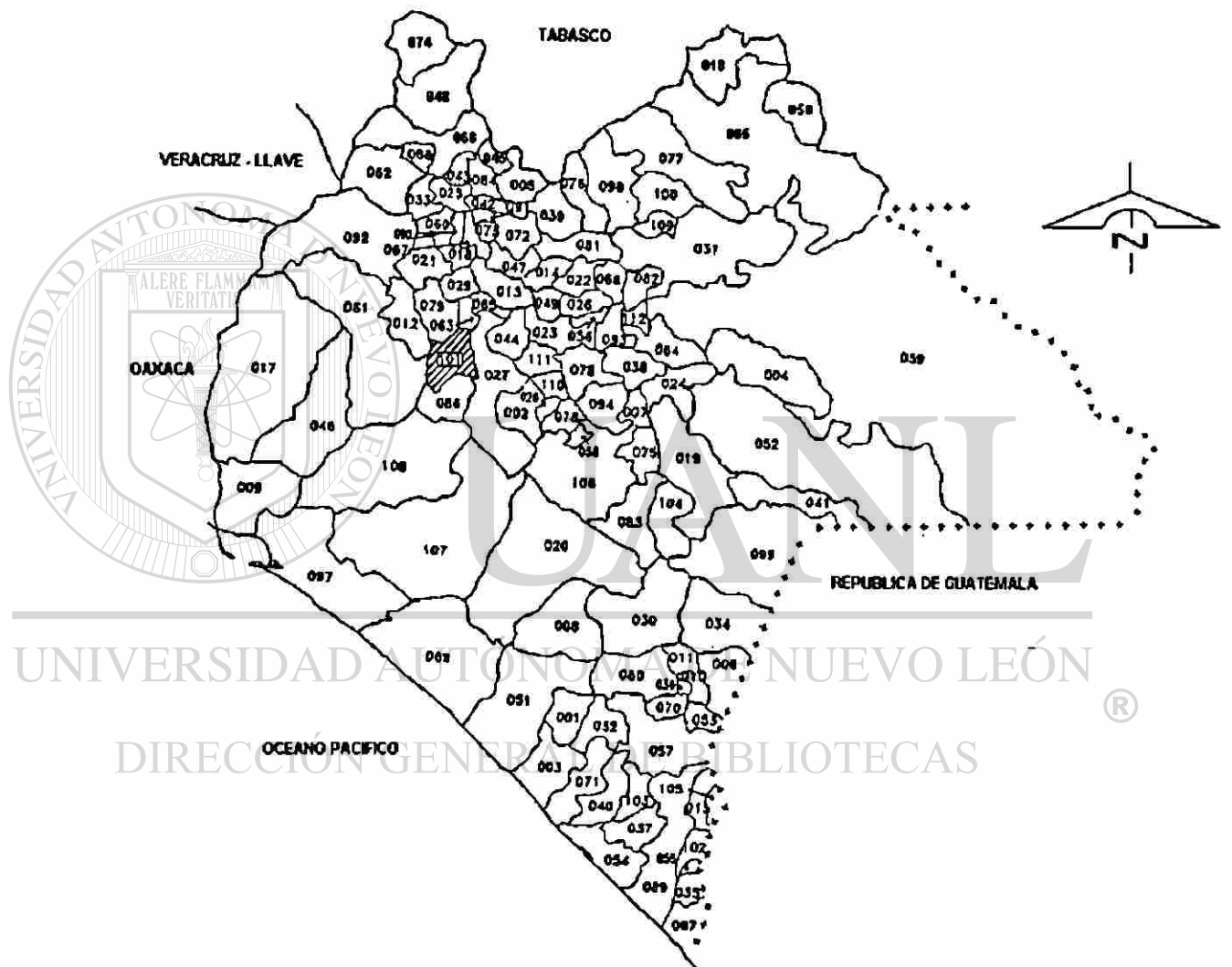


FIGURA 2 Estado de Chiapas y Municipio de Tuxtla Gutiérrez



FIGURA 3 Municipio de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

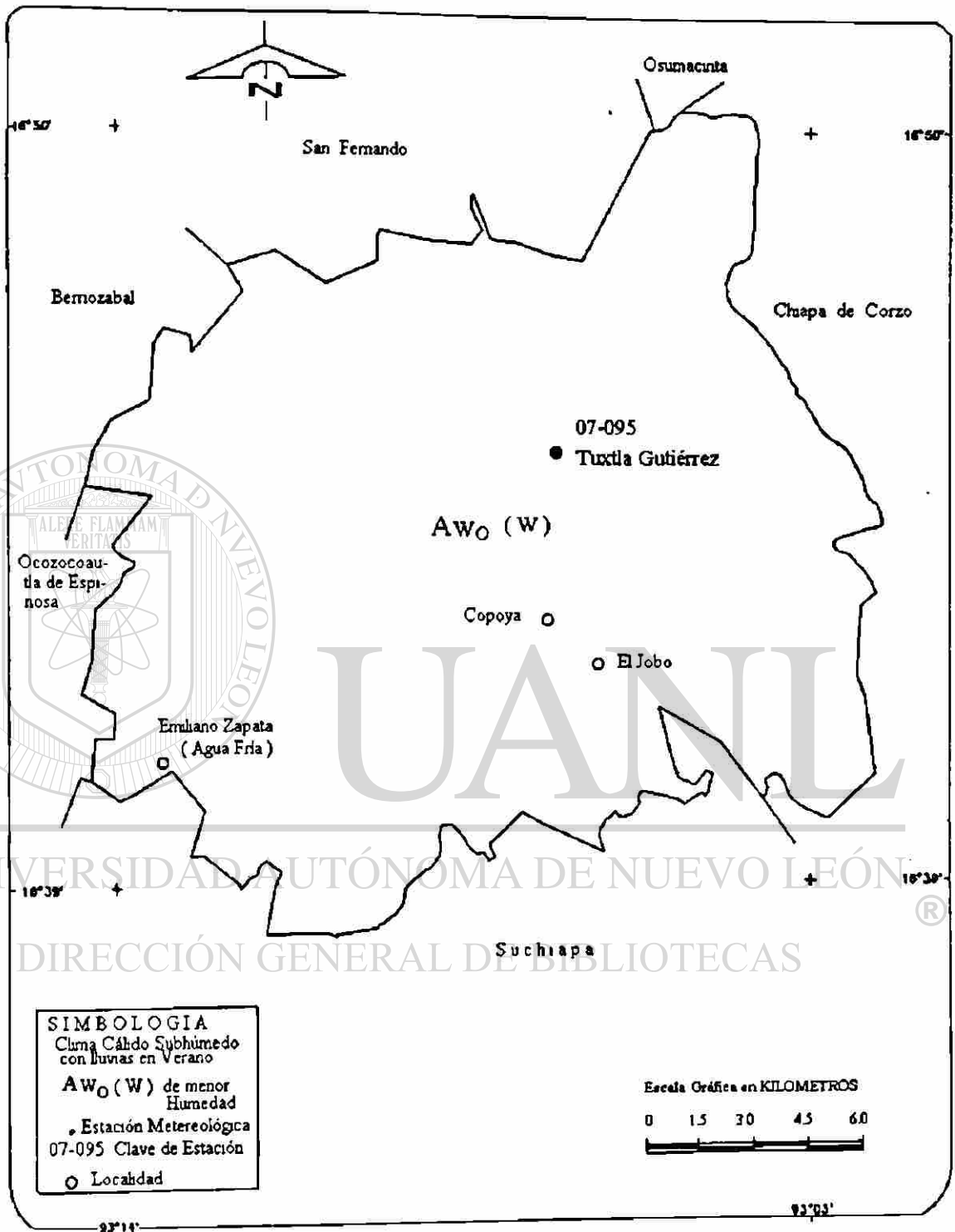


FIGURA 4 Climas del Municipio de Tuxtla Gutiérrez

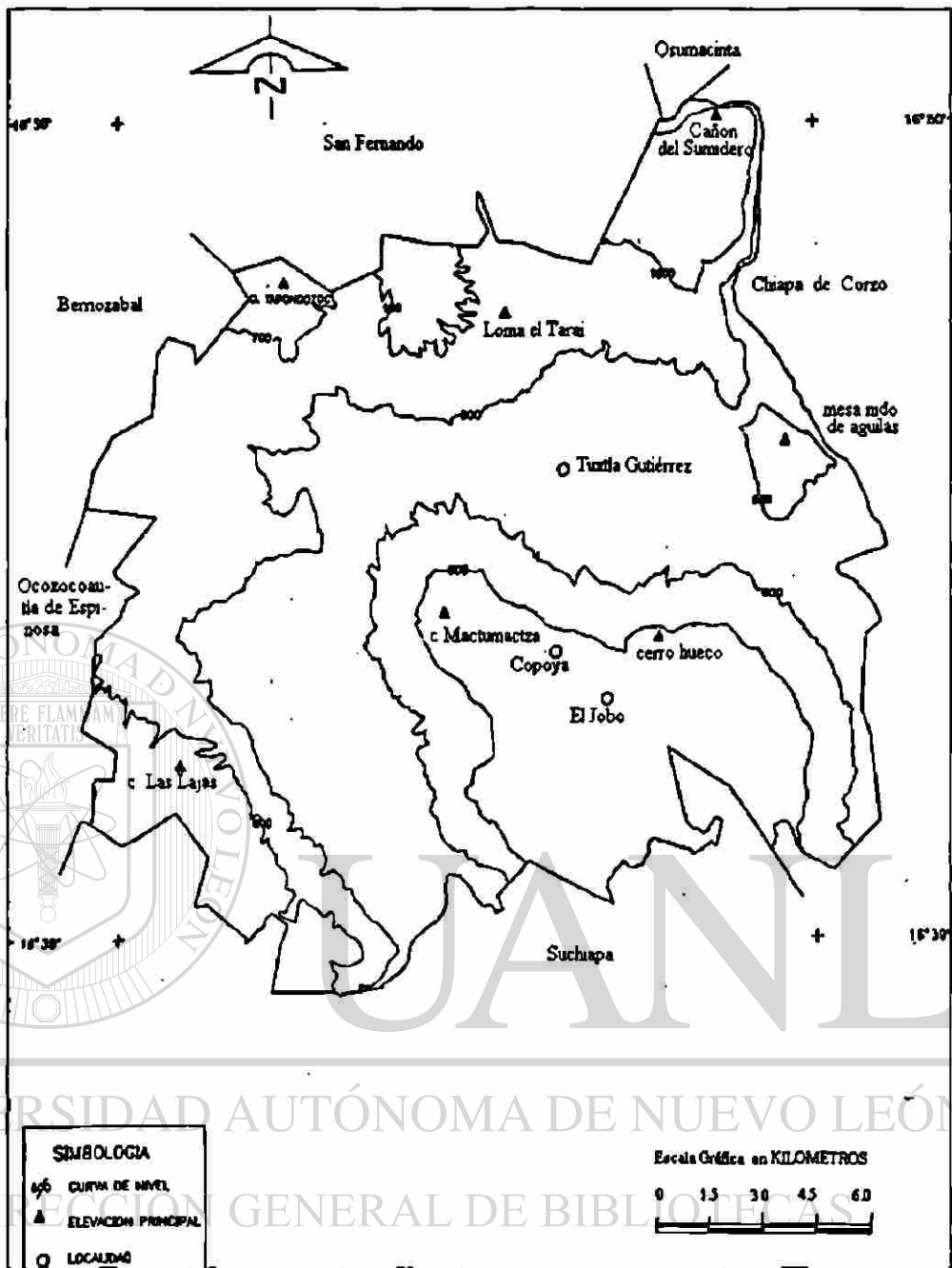


FIGURA 5 Orografía del Municipio de Tuxtla Gutiérrez

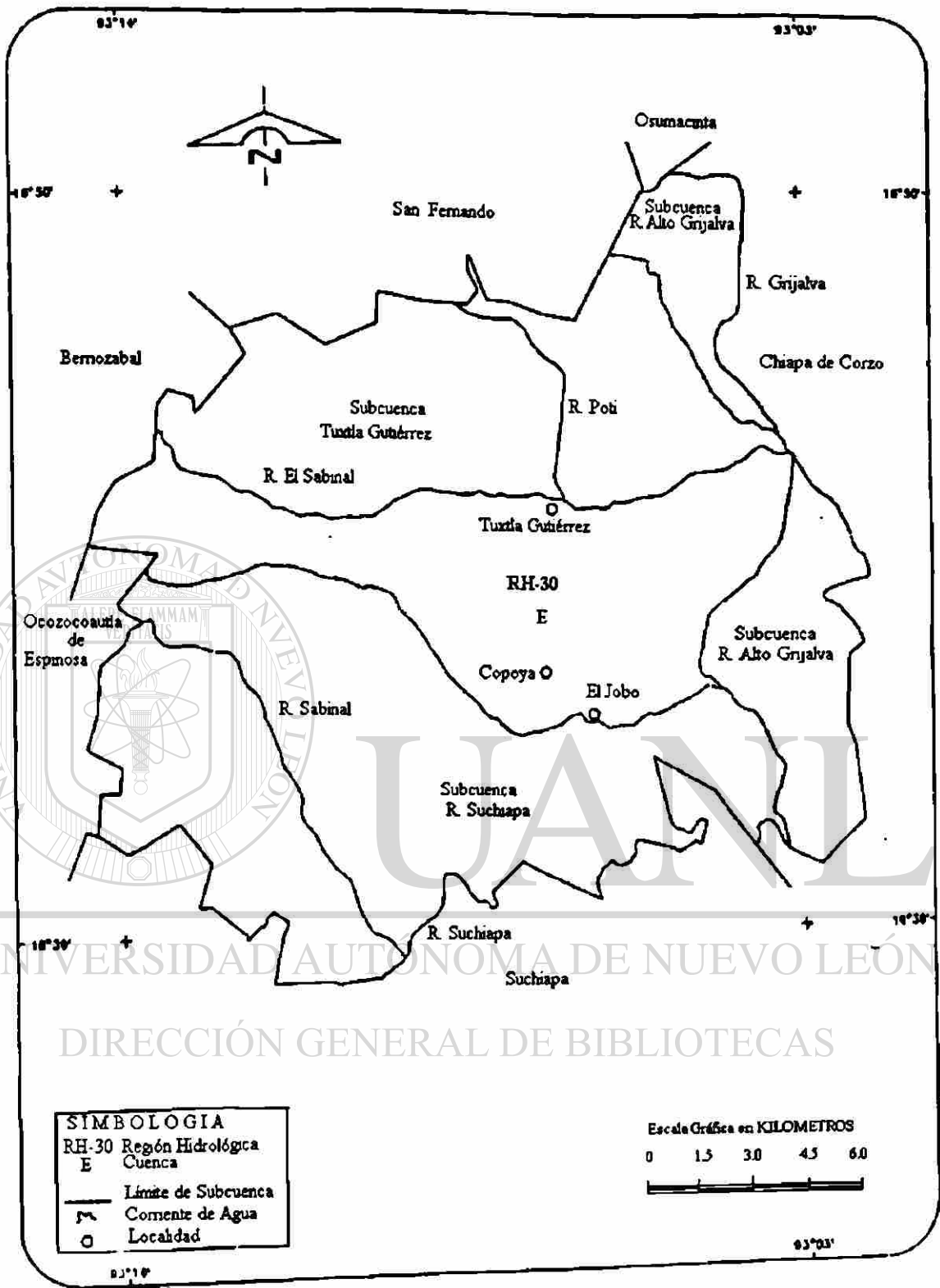


FIGURA 6 Hidrografía del Municipio de Tuxtla Gutiérrez



# Tuxtla Gutiérrez

FIGURA 7 Plano de la Ciudad de Tuxtla Gutiérrez





FIGURA 8 Plano Sectorial de la Colonia de "El Retiro"



FIGURA 9 Plano Sectorial de la Colonia " ISSSTE "

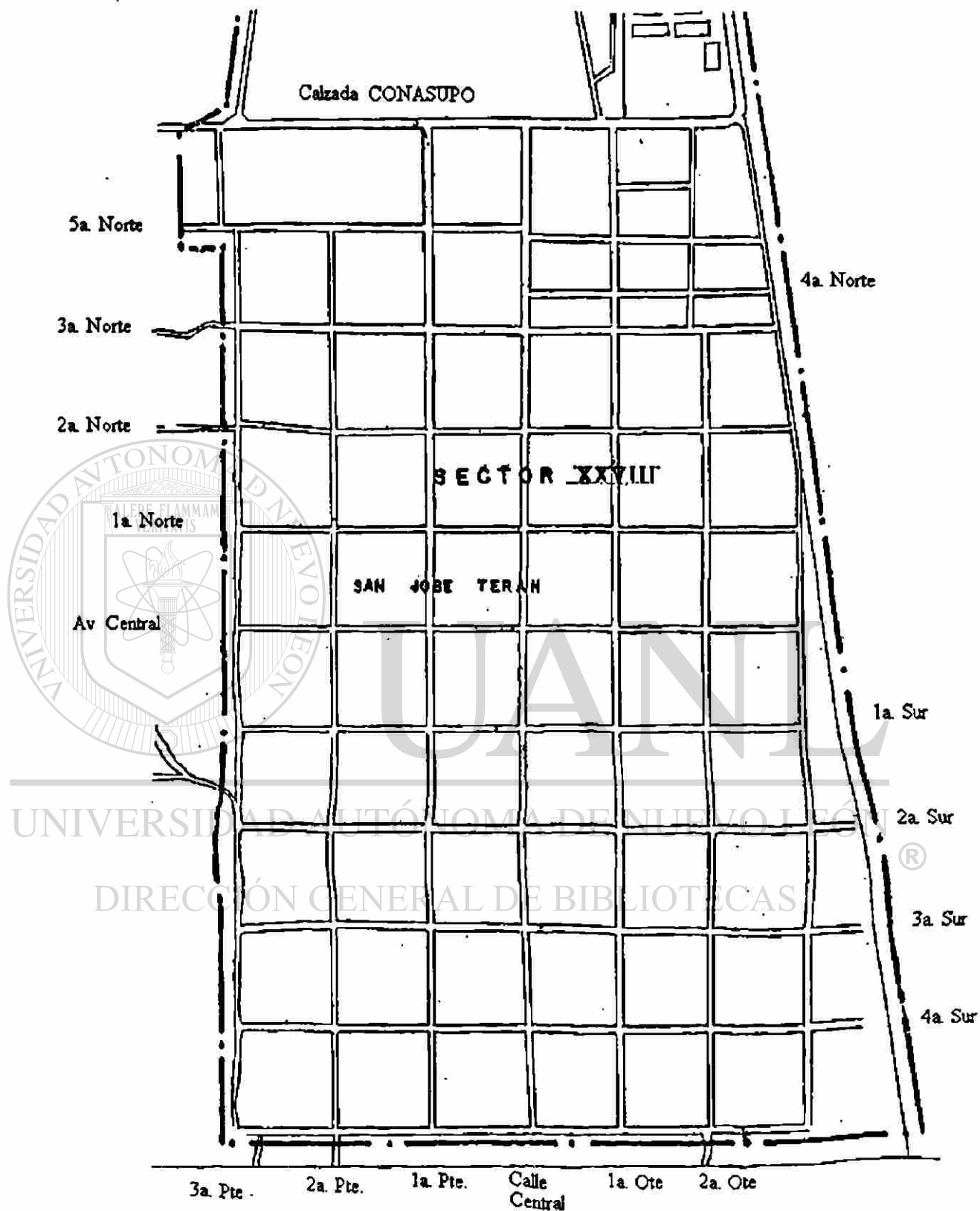


FIGURA 10 Plano Sectorial de la Colonia "San José Terán"

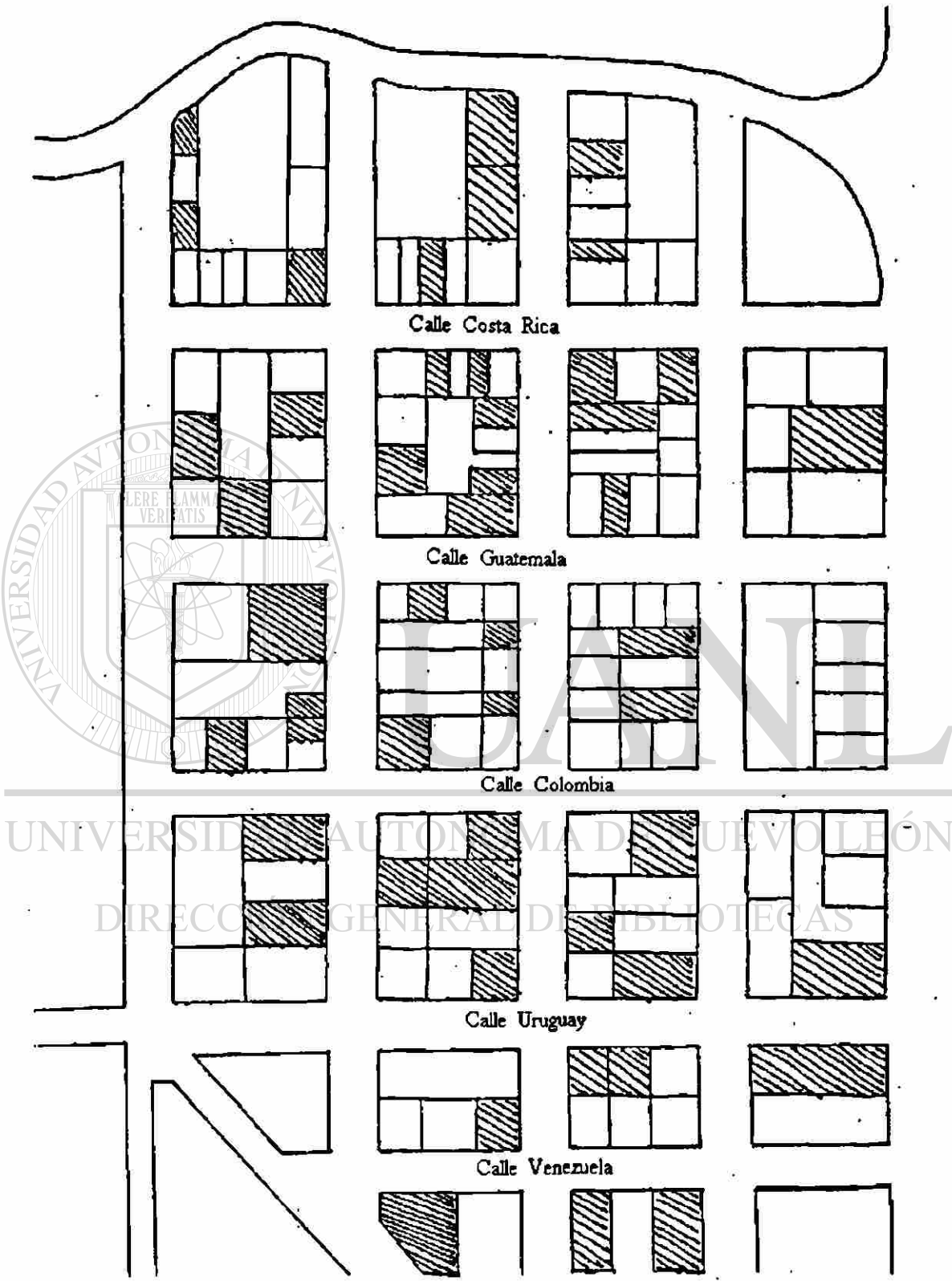


FIGURA 11 Casas-habitación del Estrato, Alto Seleccionadas Aleatoriamente

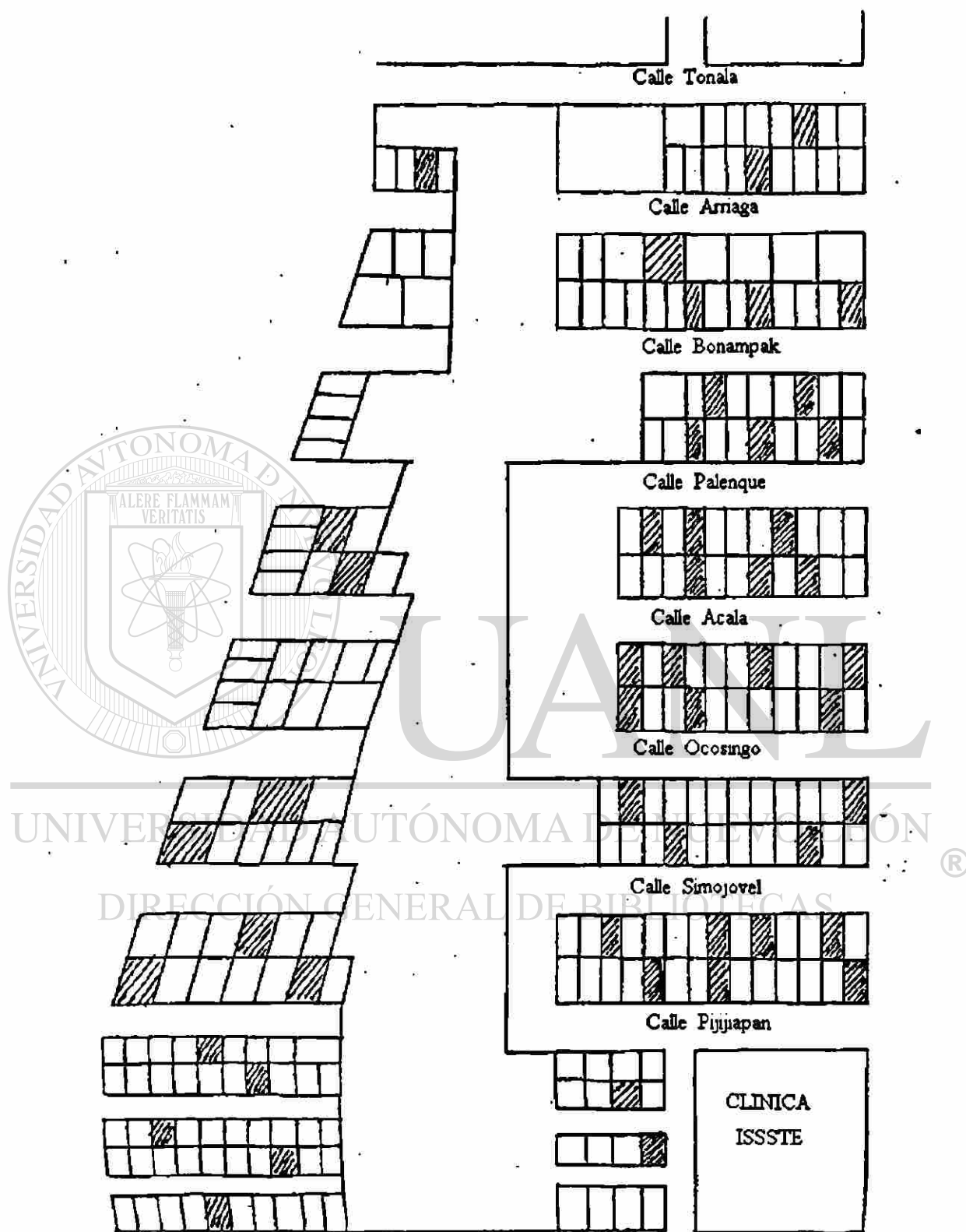


FIGURA 12 Casas-habitación del Estrato Medio, Seleccionadas Aleatoriamente

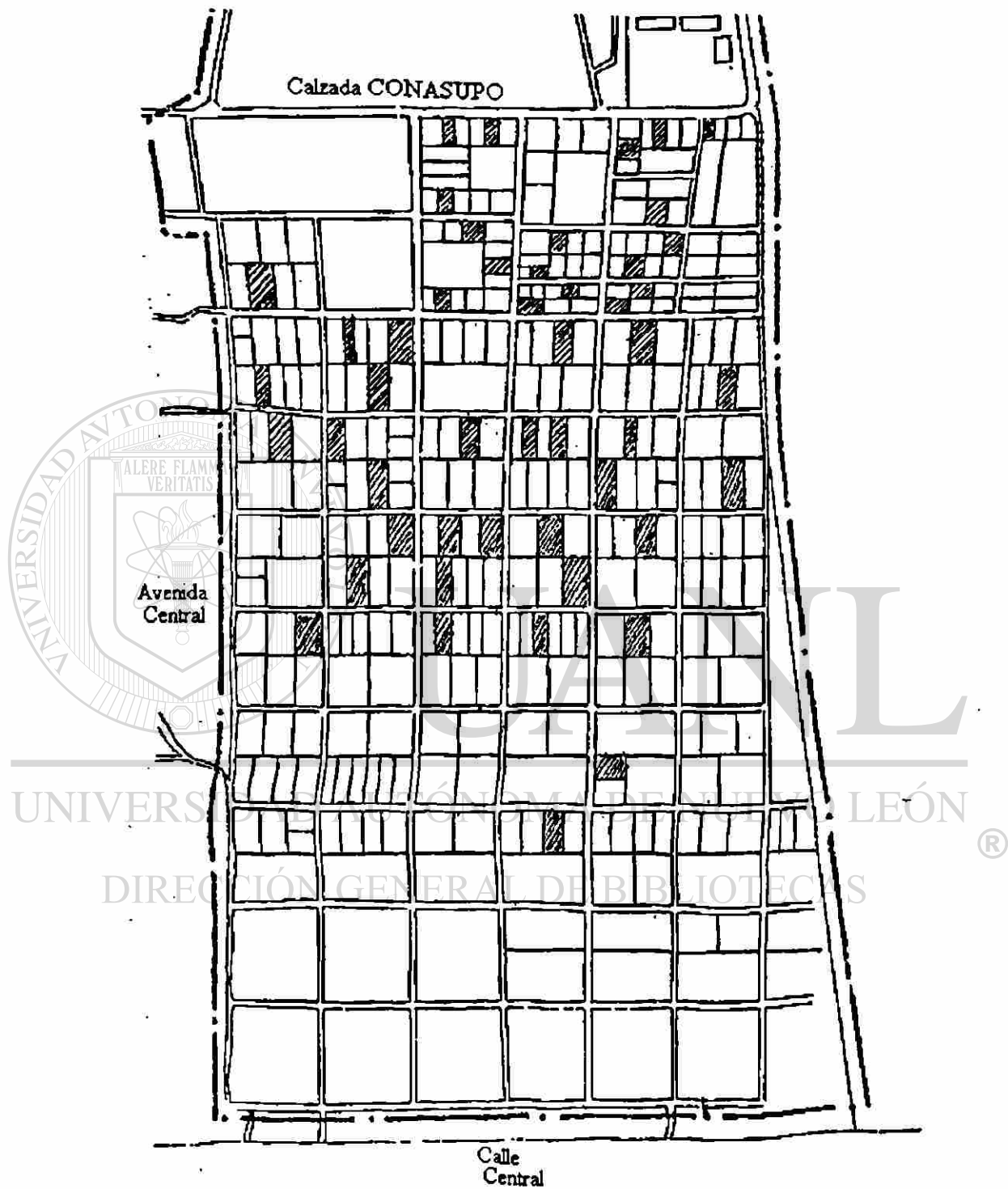


FIGURA 13 Casas-habitación del Estrato Bajo, Seleccionadas Aleatoriamente

SALIDA

ENTRADA

2

10

1

7

8

9

3

4

5

10

11

12

13

14

15

6

100 mts

16

18

200 mts



17

- 1.- CASETA DE VIGILANCIA
- 2.- ADMINISTRACIÓN
- 3.- SECRETARIAS
- 4.- OFICINA SUPERVISORES
- 5.- PRIMEROS AUXILIOS
- 6.- ESTACIONAMIENTO
- 7.- ALMACEN
- 8.- COMEDORES
- 9.- VESTIDORES
- 10.- BAÑOS

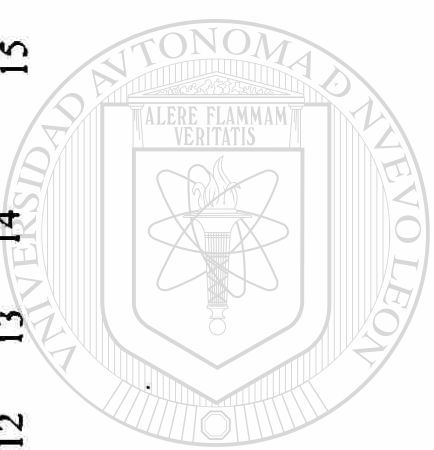
- 11.- SALÓN DE JUNTAS
- 12.- TALLER DE MANTTO.
- 13.- TALLER ELÉCTRICO
- 14.- VULCANIZADO
- 15.- OFICINA DE RADIO
- 16.- ESTACIÓN DE COMBUSTI-  
BLES
- 17.- LAVADO Y ENGRASADO
- 18.- ESTACIONAMIENTO DE  
CAMIONES

PROPUESTA DE  
LA TERMINAL DE SERVICIOS  
DE RECOLECCIÓN.

ING. JUAN JOSÉ VILLALO-  
BOS MALDONADO

FIG. 14

ESCALA: ACOT:  
1:1000 METROS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

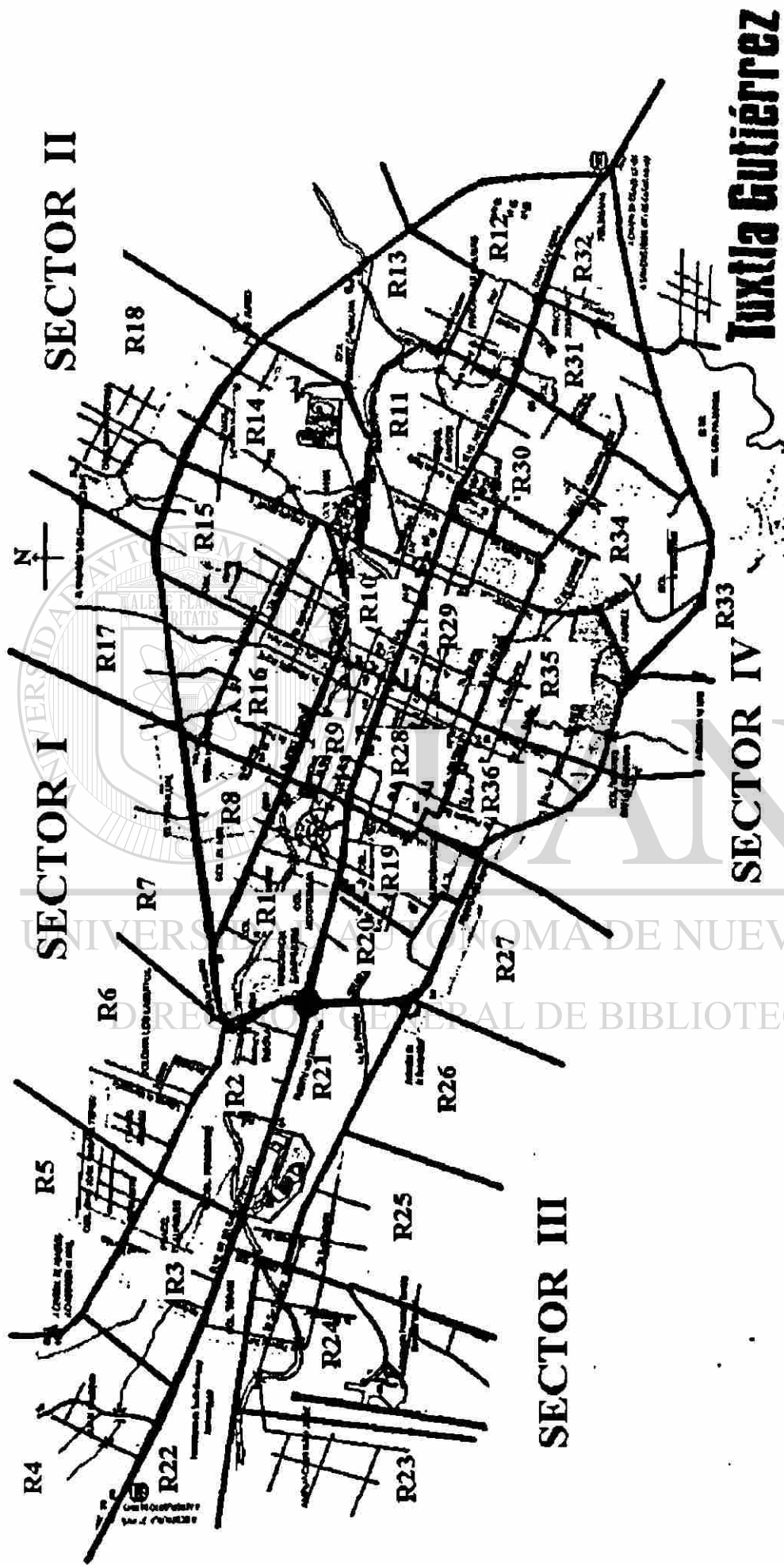


FIGURA 15 Sectores y Rutas Propuestas Para la Ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.



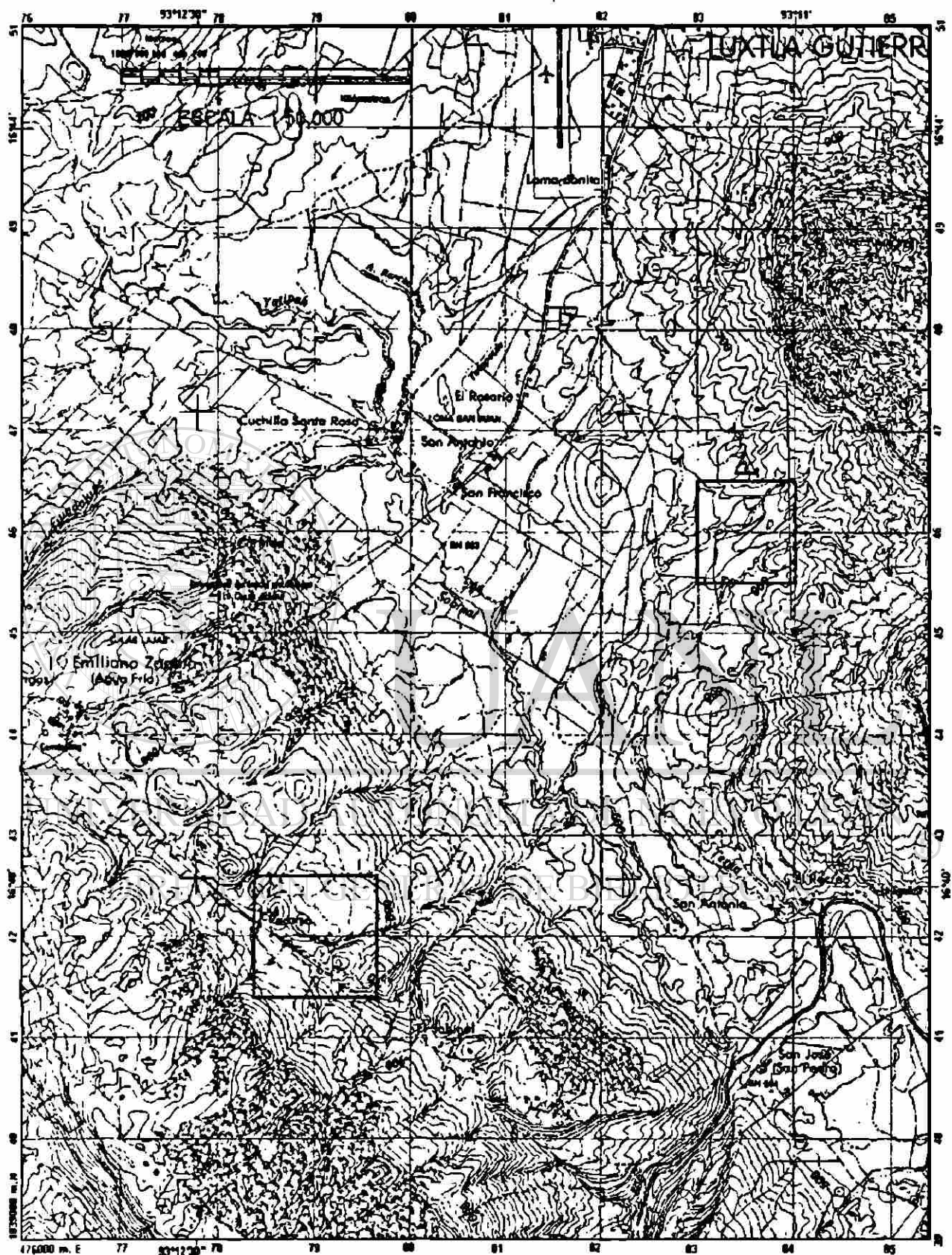


FIGURA 16 Carta Topográfica, escala 1 : 250,000



FIGURA 17 Carta Topográfica, escala 1 : 250,000

# SIMBOLOGÍA

	Área Actual de Disposición Final de Residuos Sólidos
	Número de Propuesta
	Sitios Alternativos de Disposición Final de Residuos Sólidos para la Ciudad de Tuxtla Gutiérrez

## VÍAS TERRESTRES

CARRETERA PAVIMENTADA	
NUMERACIÓN DE RUTA: FEDERAL, ESTATAL	
TERRACERÍA	
BRECHA	
VEREDA	
FERROCARRIL DE SERVICIO PÚBLICO, ESTACIÓN DE FF.CC.	
OTRAS VÍAS FÉRREAS	

## AEROPUERTOS

INTERNACIONAL, LOCAL, AEROPISTA	
PISTA PAVIMENTADA, PISTA DE TIERRA	

## LÍNEAS DE CONDUCCIÓN

TELEFÓNICA, TELEGRÁFICA	
ELÉCTRICA DE 33 KV Ó MÁS, DE MENOS 33 KV	
CONDUCTO SUPERFICIAL, CONDUCTO SUBTERRÁNEO	

## OTROS RASGOS CULTURALES

ESCUELA, TEMPLO, ASISTENCIA MÉDICA	
MINA, POZO PETROLERO, BANCO DE MATERIAL	
ZONA URBANA, CASA AISLADA, RUINA, CEMENTERIO	
CERCA, BARRA O DIVISIÓN	
DEPÓSITO DE AGUA, OTROS DEPÓSITOS (ROTULADO)	
CANAL, PRESA, BORDE	
PUNTE, TUNEL, PASO A DESNIVEL	
EMBARCADERO, MUELLE, MALECÓN	

FARO (DOS DESTELLOS BLANCOS 15 MILLAS NÁUTICAS), ROMPEOLAS

## LÍMITES

ESTATAL	
INTERNACIONAL	

## REPRESENTACIÓN DEL RELIEVE

CURVA DE NIVEL ACOTADA EN METROS	
CURVA DE NIVEL ORDINARIA	
CURVA DE NIVEL AUXILIAR	
CURVA DE NIVEL APROXIMADA	
DEPRESIONES, COTA FOTOGRAMÉTRICA (METROS)	

## RASGOS HIDROGRÁFICOS

CORRIENTE PERENNE, CORRIENTE INTERMITENTE	
MANANTIAL, CORRIENTE QUE DESAPARECE	
RÁPIDOS, BALTO DE AGUA	

## ÁREAS SIMBOLIZADAS

BOSQUE O SELVA DENSOS, AGRICULTURA	
LAGUNA PERENNE, LAGUNA INTERMITENTE	
PANTANO, TERREÑO SUJETO A INUNDACIÓN	
ARENA, MALPAIS	
DUNAS	



FIGURA 18 Carta Geológica, escala 1: 250,000

# SIMBOLOGIA

CRONOESTRATIGRAFÍA			LITOLOGÍA	ROCAS SEDIMENTARIAS Y VOLCANOSEDIMENTARIAS	ROCAS ÍGNEAS		ROCAS METAMÓRFICAS	
					INTRUSIVAS	EXTRUSIVAS		
CENOZOICO	T	CUATERNARIO Q		SUELOS Q				
		TERCIARIO SUPERIOR Ts	PLIOCENO Tpl	Tpl-Q	Tpl	Q	Tpl-Q	
			MIOCENO Tm		Tm			
		TERCIARIO INFERIOR Tl	OLIGOCENO To		To			
			EOCENO Te		Te			
			PALEOCENO Tpal		Tpal			
MESOZOICO	K	CRETÁCICO SUPERIOR Ka		Ka		K	K	
		CRETÁCICO INFERIOR Ki		Ki				
	J	JURÁSICO SUPERIOR Js		Js				
		JURÁSICO MEDIO Jm		Jm				
		JURÁSICO INFERIOR Ji		Ji				
	TRIÁSICO T		T					
PALEOZOICO	P	PALEOZOICO SUPERIOR Ps		Ps			P	
		PALEOZOICO INFERIOR Pi		Pi				
		PRECÁMBRICO Pc						

## ROCAS ÍGNEAS INTRUSIVAS

Gr	GRANITO	Mz	MONZONITA
Gd	GRANODIORITA	D	DIORITA
Tn	TONALITA	Gs	GABRO
Si	SIENITA	Um	ULTRAMAFICA

## ROCAS ÍGNEAS EXTRUSIVAS

R	RODLITA	Ta	TOBA ACIDA
Rd	RODACITA	Ti	TOBA INTERMEDIA
Da	DACITA	Tb	TOBA BASICA
Ta	TRAOUTA	Bva	BRECHA VOLCANICA ACIDA
La	LATITA	Bvi	BRECHA VOLCANICA INTERMEDIA
A	ANDESITA	Bvb	BRECHA VOLCANICA BASICA
B	BASALTO		

## ROCAS SEDIMENTARIAS

ca	CALIZA	Ar	ARENISCA
tr	TRAVERTINO	Li	LIMOLITA
Y	YESO	L	LUTITA
C	CONGLOMERADO	A	ASOCIACIONES
ds	BRECHA SEDIMENTARIA		

## ROCAS METAMÓRFICAS

C	CUARCITA	F	ESQUISTO
M	MARMOL	Gn	GNEIS
Pz	PIZARRA	C.met.	COMPLEJO METAMÓRFICO
F	FLITA		

## SUELOS

rs	RESIDUAL	ps	PALUSTRE
al	ALUVIAL	li	LITORAL
lac	LACUSTRE	eli	EOLICO

## SITIOS DE INTERES

○	LOCALIDAD O PUNTO DE REFERENCIA	☼	MANANTIAL TERMAL
⊗	MINA	🏠	CAMPO PETROLERO
⊗	BANCO DE MATERIAL	🌋	ZONA GEOTERMICA
☼	MANANTIAL	🌋	ZONA DE ALTERACION

## ESTRUCTURAS

+	ECHADOS DE 0° A 10°	— —	DIQUE
+	ECHADOS DE 10° A 80°	— —	VETA
+	ECHADOS DE 80° A 90°	— —	ANTICLINAL
+	ECHADOS RECUMBENTES	— —	ANTICLINAL BUZANTE
+	FOLIACION	— —	ANTICLINAL RECUMBENTE
+	DIRECCION DE FLUJO DE DERRAMES VOLCANICOS	— —	SINCLINAL
+	ACTIVIDAD DE ROCAS SEUDOESTRATIFICADAS	— —	SINCLINAL BUZANTE
+	CONTACTO GEOLÓGICO	— —	SINCLINAL RECUMBENTE
+	CONTACTO INFERIDO	— —	DOMO
+	FALLA DE RUMBO	— —	RASGO INFERIDO
+	FALLA NORMAL	— —	DOLINA
+	FALLA INVERSA	— —	APARATO VOLCANICO
+	FRACTURA		

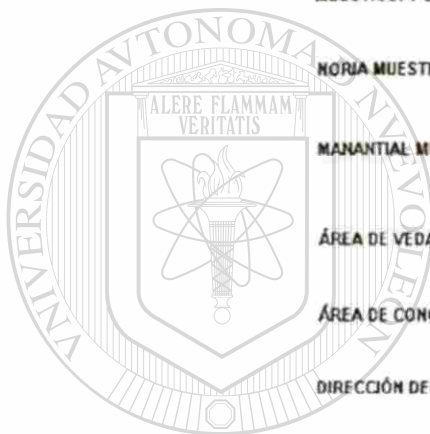
A	Área Actual de Disposición Final de Residuos Sólidos
B	Sitios Alternativos de Disposición Final de Residuos Sólidos para la Ciudad de Tuxtla Gutiérrez



FIGURA 19 Carta de Aguas Subterráneas, escala 1: 250,000

**UNIDADES GEOHIDROLÓGICAS**

MATERIAL CONSOLIDADO CON POSIBILIDADES ALTAS	
MATERIAL CONSOLIDADO CON POSIBILIDADES MEDIAS	
MATERIAL CONSOLIDADO CON POSIBILIDADES BAJAS	
MATERIAL NO CONSOLIDADO CON POSIBILIDADES ALTAS	
MATERIAL NO CONSOLIDADO CON POSIBILIDADES MEDIAS	
MATERIAL NO CONSOLIDADO CON POSIBILIDADES BAJAS	
LÍMITE DE UNIDAD GEOHIDROLÓGICA	
POZO EN ACUÍFERO CONFINADO O SEMICONFINADO: MUESTREADO, SIN MUESTRAR Y UBICADO	
POZO EN ACUÍFERO LIBRE: MUESTREADO, SIN MUESTRAR Y UBICADO	
NORIA MUESTREADA, SIN MUESTRAR Y UBICADA	
MANANTIAL MUESTREADO, SIN MUESTRAR Y UBICADO	
ÁREA DE VEDA	
ÁREA DE CONCENTRACIÓN DE POZOS	
DIRECCIÓN DEL FLUJO DE AGUA SUBTERRÁNEA	



U A N L

**CALIDAD DEL AGUA**

AGUA DULCE	
AGUA TOLERABLE	
AGUA SALADA	

**RASGOS HIDROGRÁFICOS**

CORRIENTE PERENNE, CORRIENTE INTERMITENTE	
LECHO RÍO SECO	
RÁPIDOS, SALTO DE AGUA	
CANAL, CORRIENTE QUE DESAPARECE	
LAGUNA PERENNE, LAGUNA INTERMITENTE	
PRESA, BORDO	

- Área Actual de Disposición Final de Residuos Sólidos
- Sitios Alternativos de Disposición Final de Residuos Sólidos para la Ciudad de Tuxtla Gutiérrez

**Simbología de la Carta de Aguas Subterráneas**

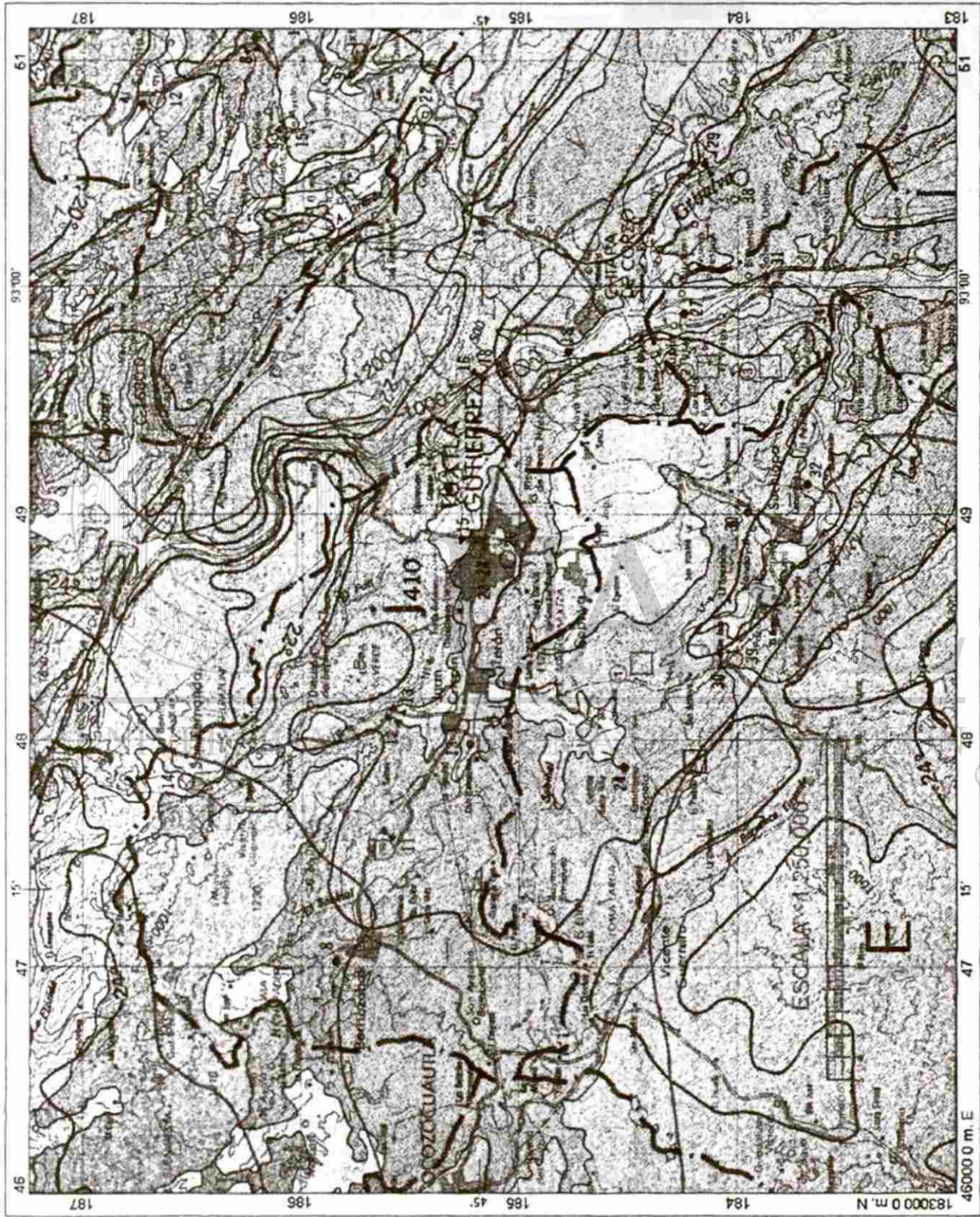


FIGURA 20 Carta de Aguas Superficiales, escala 1:250,000



# SIMBOLOGÍA

## UNIDADES DE ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL DE LA PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL

COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO DE 0 A 5% _____	
COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO DE 5 A 10% _____	
COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO DE 10 A 20% _____	
COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO DE 20 A 30% _____	
COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO MAYOR DE 30% _____	
LÍMITE DE UNIDAD DE ESCURRIMIENTO _____	

## DATOS HIDROLÓGICOS

REGIÓN HIDROLÓGICA _____	<b>RH3</b>
LÍMITE DE REGIÓN HIDROLÓGICA _____	
CUENCA _____	<b>B</b>

LÍMITE DE CUENCA _____	
SUBCUENCA _____	<b>b<sub>170</sub></b>
170 _____	ÁREA DE <b>b</b> EN KM <sup>2</sup>

LÍMITE DE SUBCUENCA _____	
ISOTERMA MEDIA ANUAL (EN GRADOS CENTÍGRADOS) _____	<b>20°</b>
ISOYETA MEDIA ANUAL (EN MILÍMETROS) _____	<b>500</b>
ESTACIÓN HIDROMÉTRICA _____	
ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA _____	

VOLUMEN ESTIMADO DE CUERPO DE AGUA (EN MILLONES DE METROS CÚBICOS) _____	<b>C-4.9</b>
--	--------------

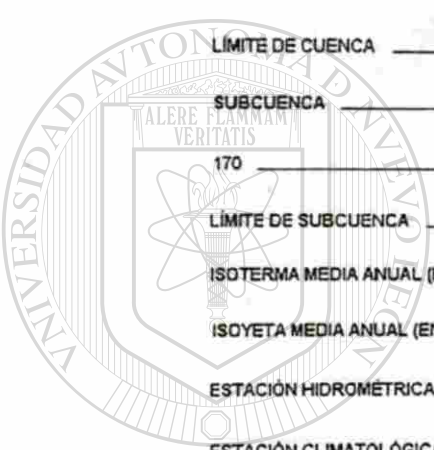
APROVECHAMIENTO SUPERFICIAL MUESTREADO _____	
--	--

ÁREA DE INUNDACIÓN _____	
ÁREA DE EROSIÓN _____	
SUELO CON FASE SALINA _____	
SUELO SON FASE SÓDICA _____	
SUELO CON FASE SÓDICA - SALINA _____	

## RASGOS HIDROGRÁFICOS

CORRIENTE PERENNE, CORRIENTE INTERMITENTE _____	
LECHO DE RÍO SECO _____	
RÁPIDOS, SALTOS DE AGUA _____	
CANAL, CORRIENTE QUE DESAPARECE _____	
LAGUNA PERENNE, LAGUNA INTERMITENTE _____	
PRESA, BORDO _____	

	<b>A</b>	Área Actual de Disposición Final de Residuos Sólidos
		Sitios Alternativos de Disposición Final de Residuos Sólidos para la Ciudad de Tuxtla Gutiérrez



U.A.N.L.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

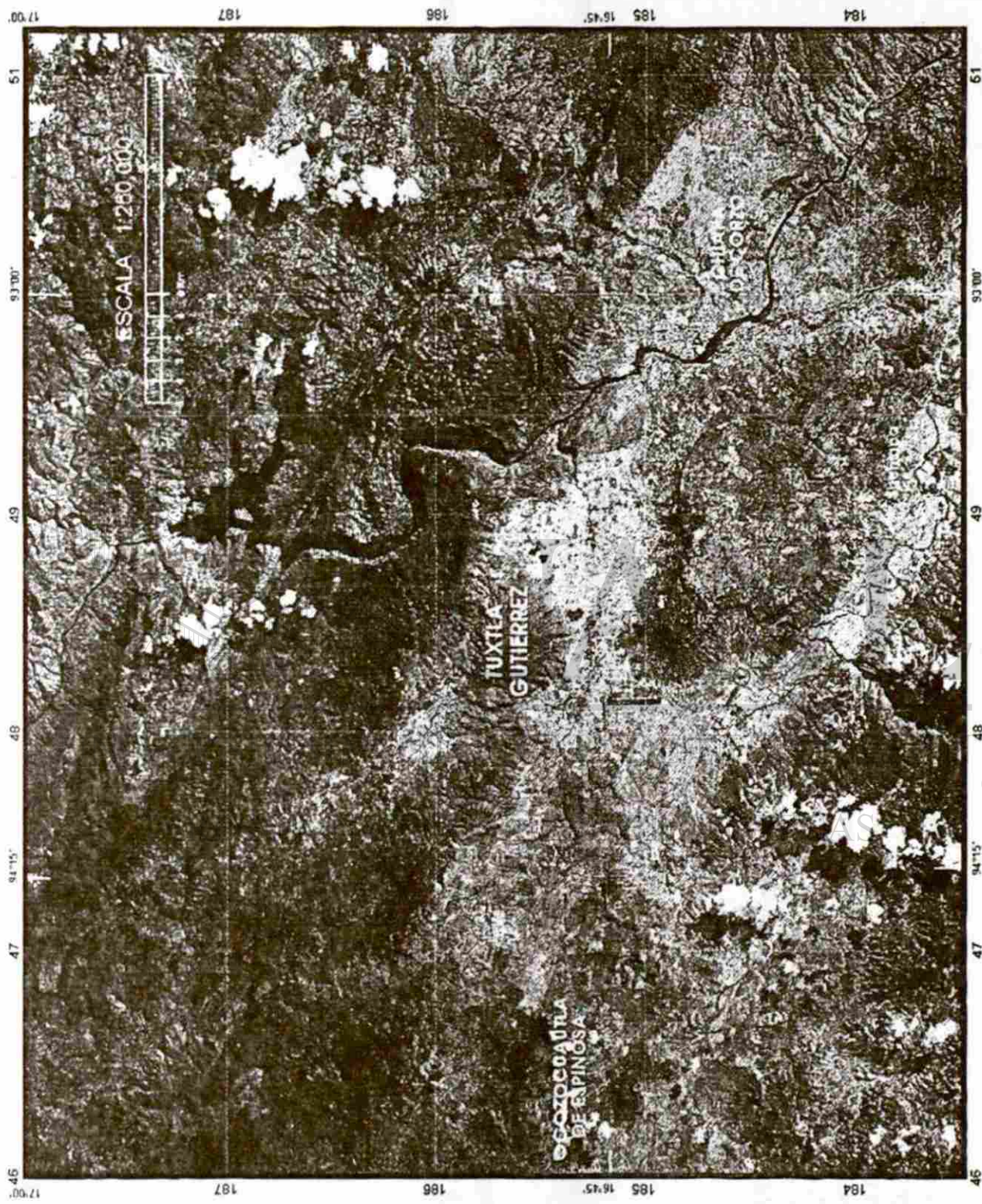


FIGURA 21 Espacio Mapa, escala 1: 250,000

## RASGOS GEOGRÁFICOS SOBRESALIENTES



Área Actual de Disposición Final de Residuos Sólidos



Sitios Alternativos de Disposición Final de Residuos Sólidos para la Ciudad de Tuxtla Gutiérrez



Agricultura de Riego



Bosques



Agricultura de Temporal



Selva Alta



Secundario de Selva Baja



Cuerpo de Agua



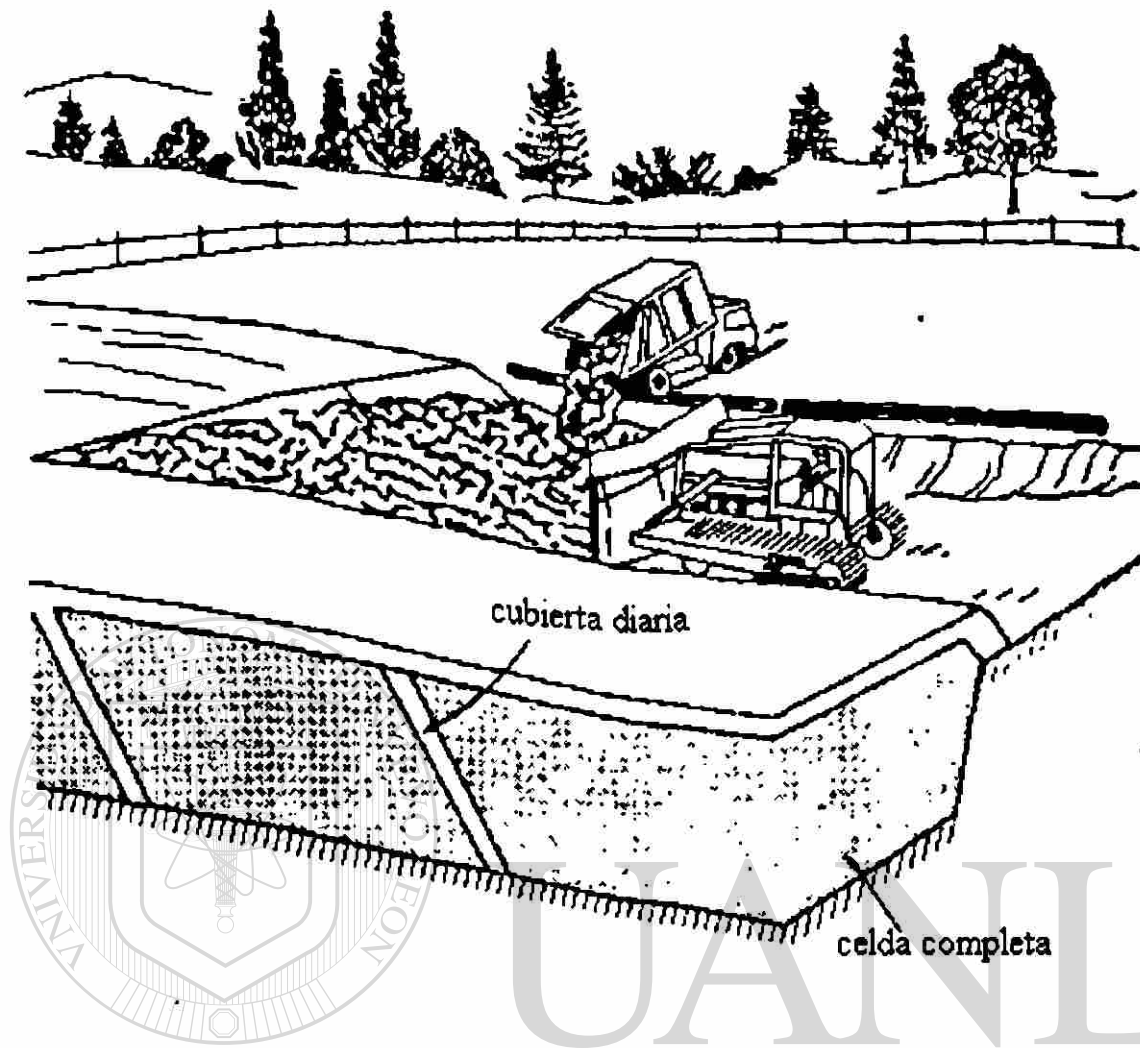
Zona Urbana



Nubes

## INFORMACIÓN GENERAL

ELIPSOIDE \_\_\_\_\_ CLARKE  
 PROYECCIÓN \_\_\_\_\_ UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR (U.T.M.)  
 CUADRÍCULA \_\_\_\_\_ A CADA 10,000 m  
 DATUM HORIZONTAL \_\_\_\_\_ NORTEAMERICANO DE 1927 (NAD27)  
 PRIMERA EDICIÓN \_\_\_\_\_ 1995  
 AUTORIDAD \_\_\_\_\_ 1996  
 INFORMACIÓN GEOREFERENCIADA, NO RECTIFICADA \_\_\_\_\_ INEGI



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FIGURA 22 Método de Trinchera

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

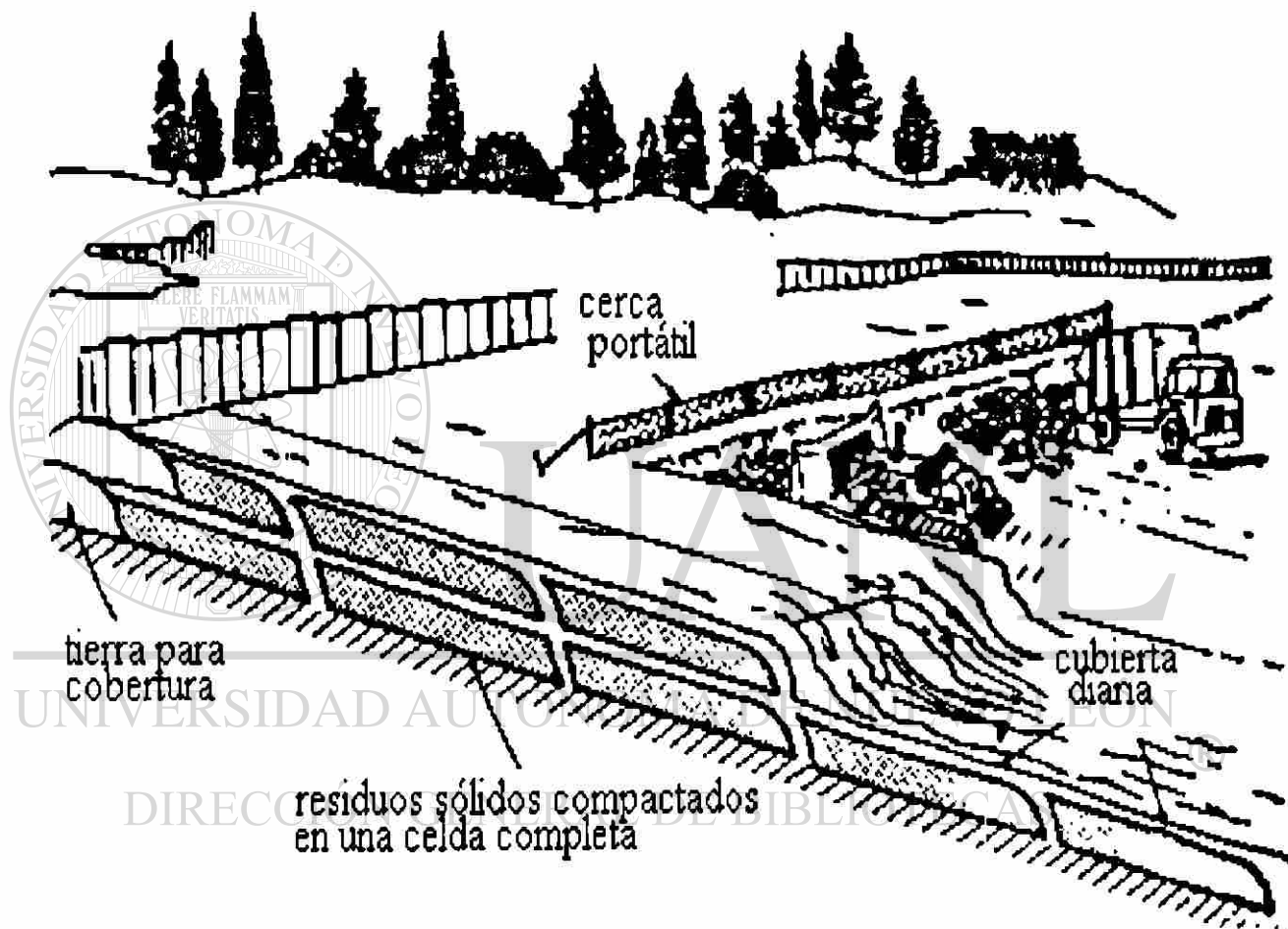
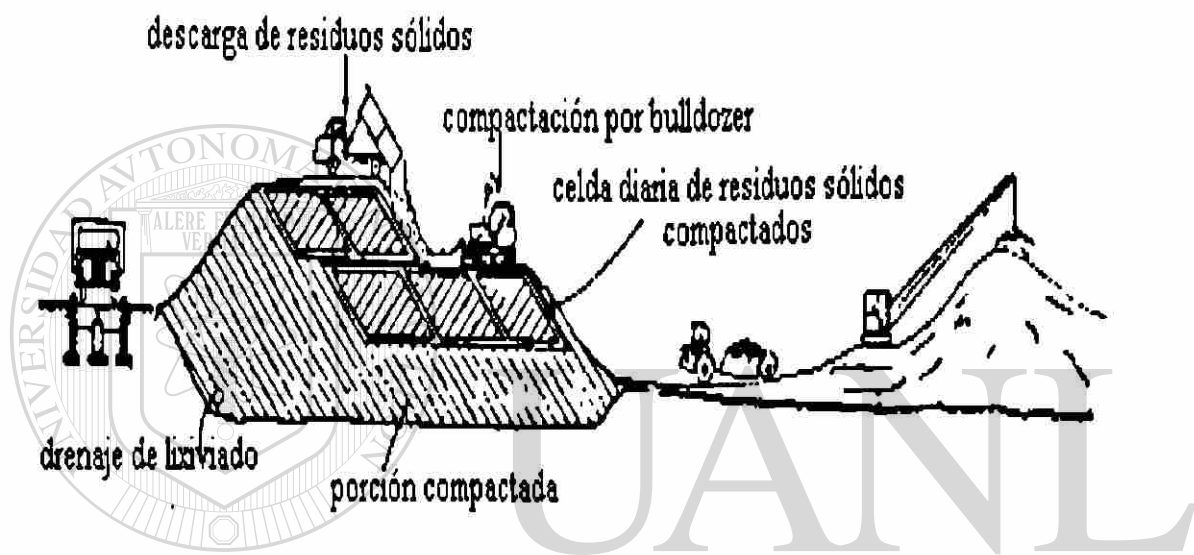


FIGURA 23 Método de Área

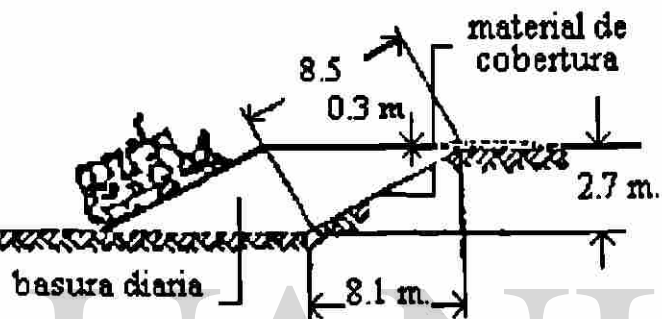
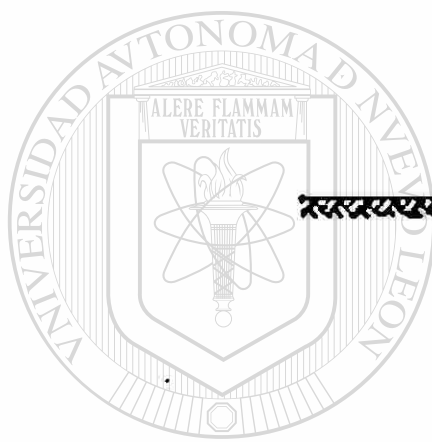
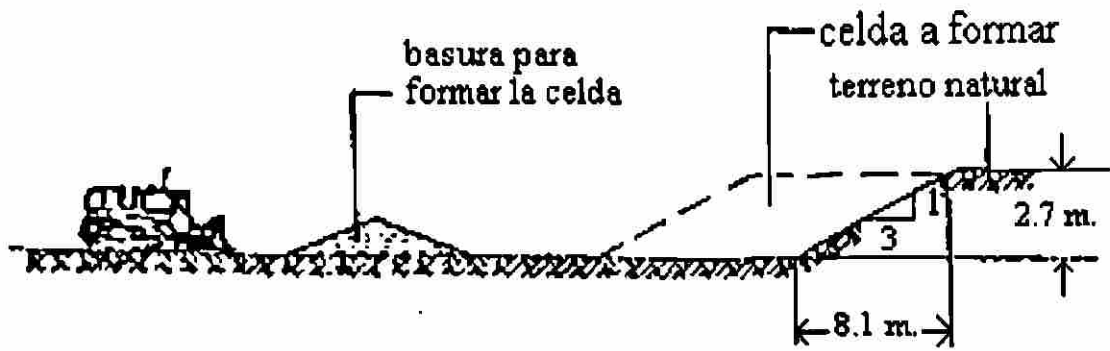


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

FIGURA 24 Método Combinado



largo

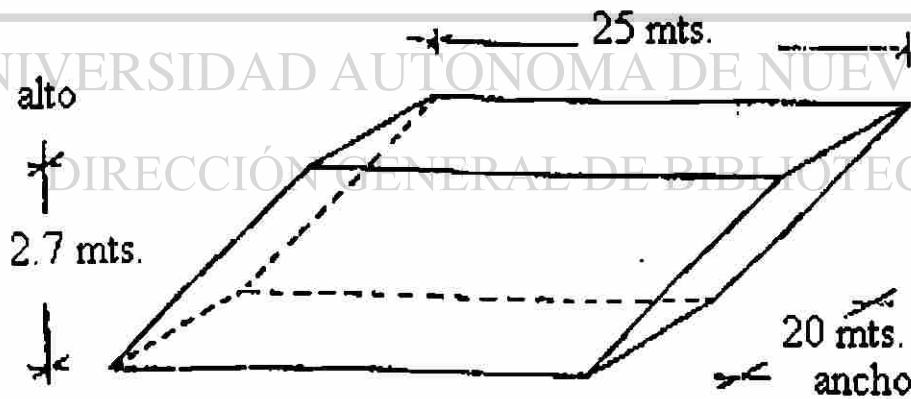
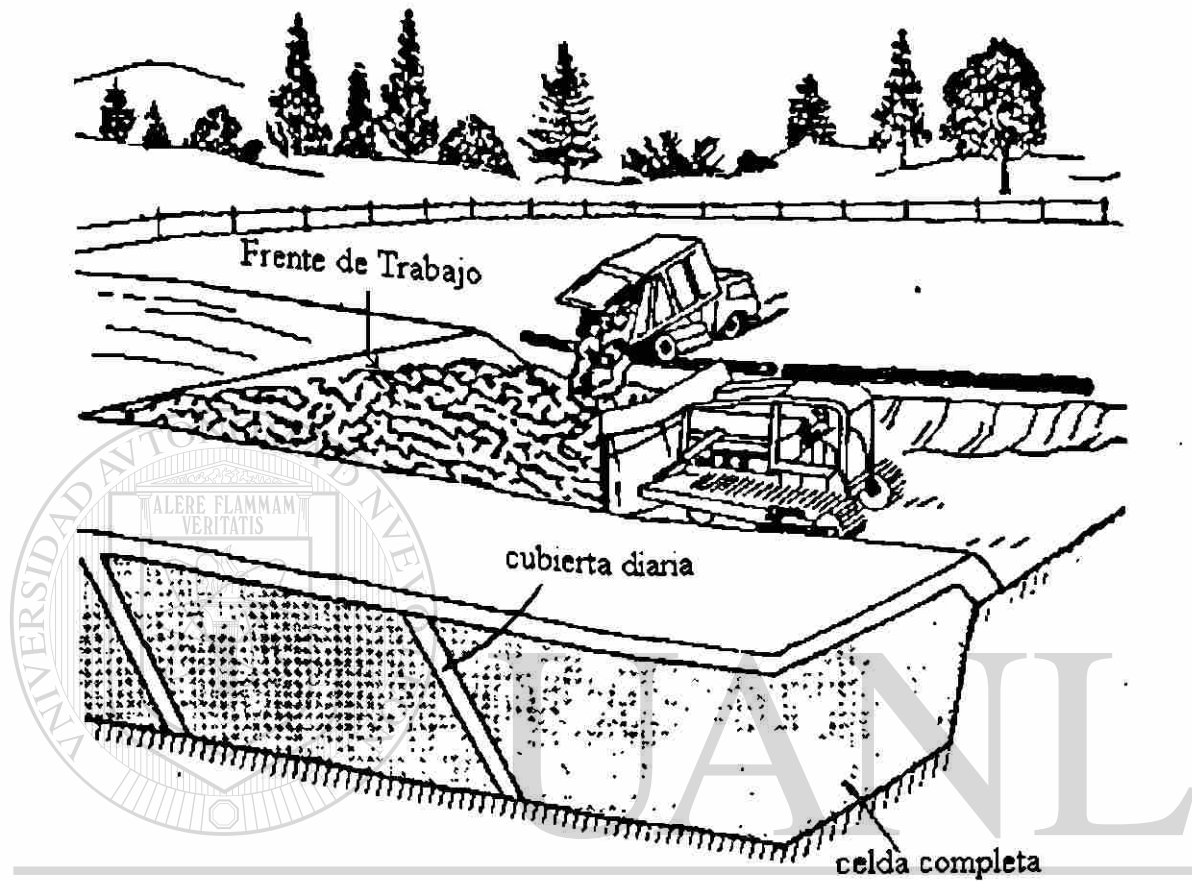


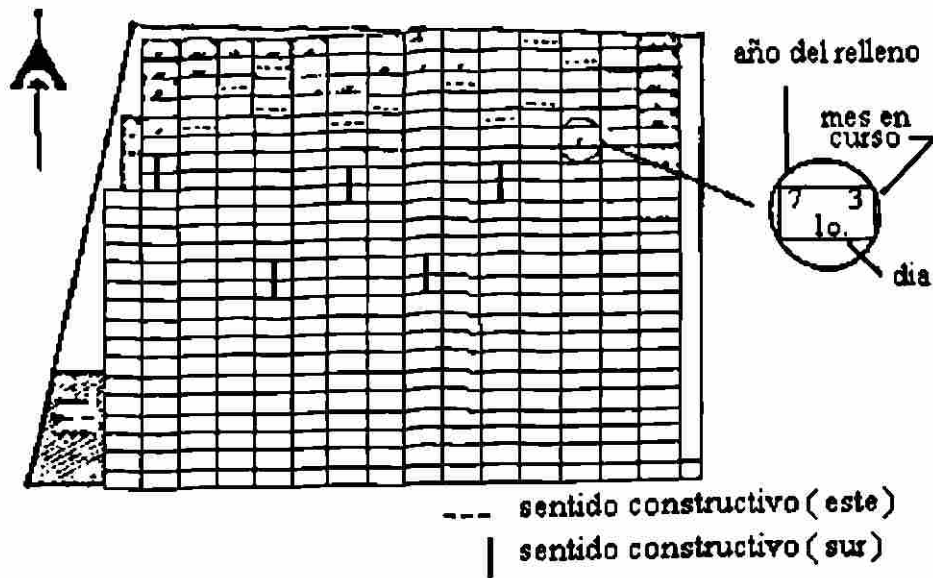
FIGURA 25 Esquema de Conformación de una Celda



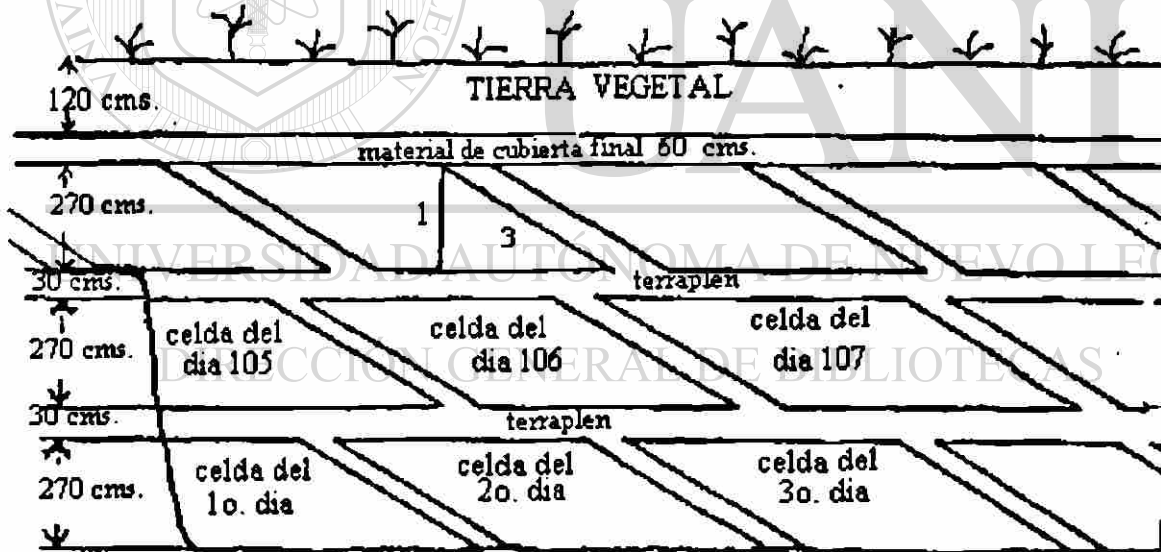
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FIGURA 26 Frente de trabajo de un Relleno Sanitario  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS





Vista en Planta de la Secuencia Constructiva de un Relleno Sanitario



Corte de un Relleno Sanitario

FIGURA 27 Plano de Secuencia Constructiva de un Relleno Sanitario

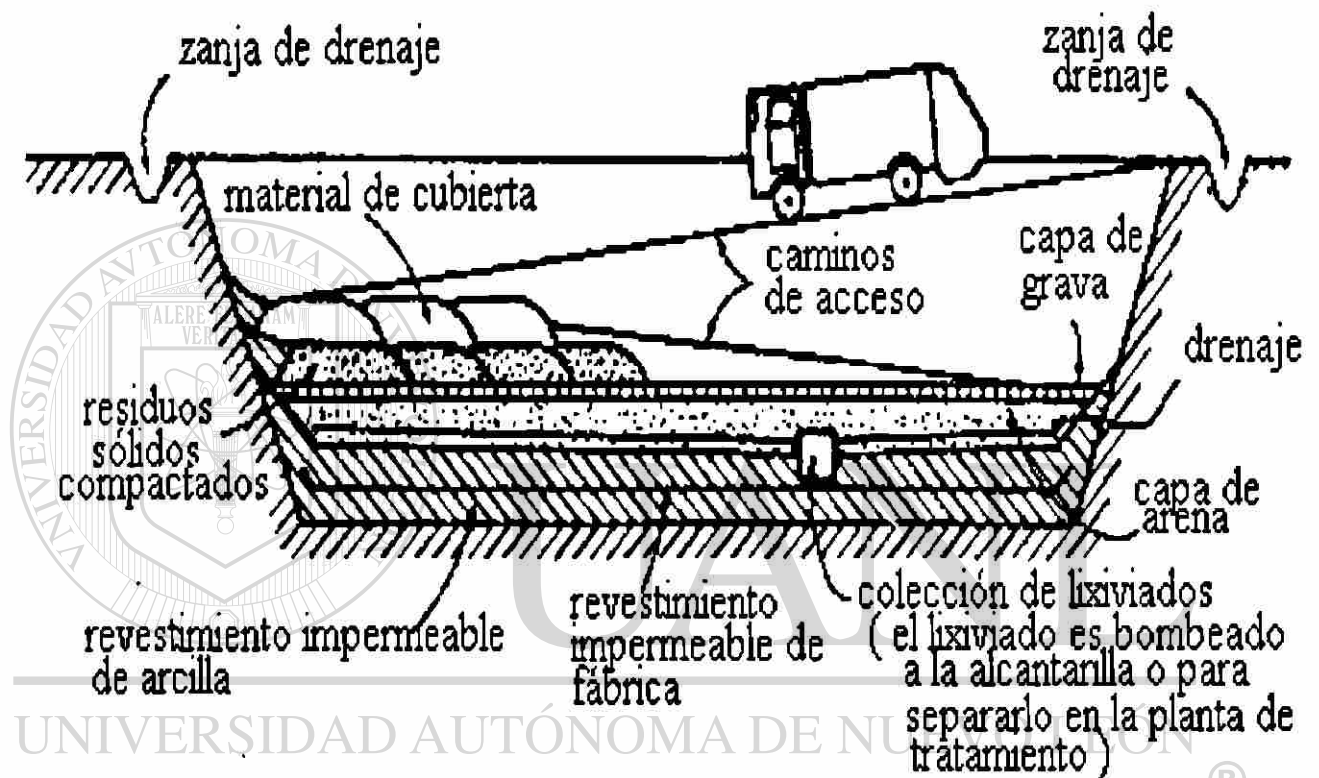


FIGURA 28 Control de Lixiviados en un Relleno Sanitario

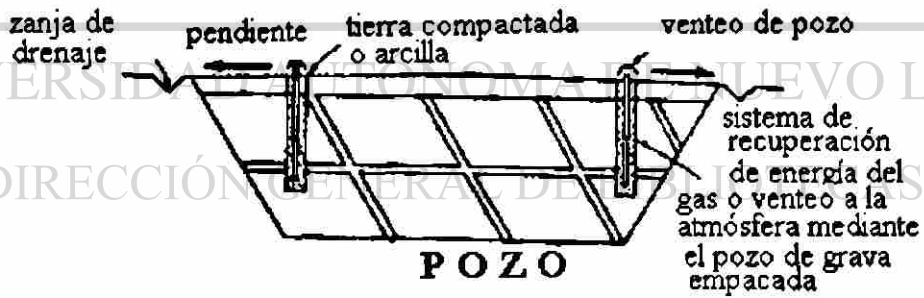
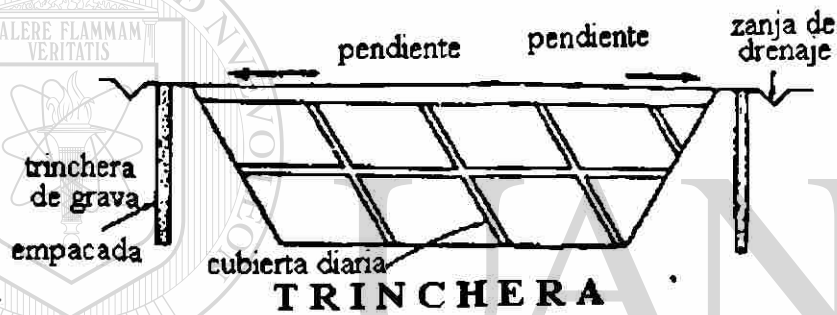


FIGURA 29 Tipos de Venteo de gas en Relleno Sanitario

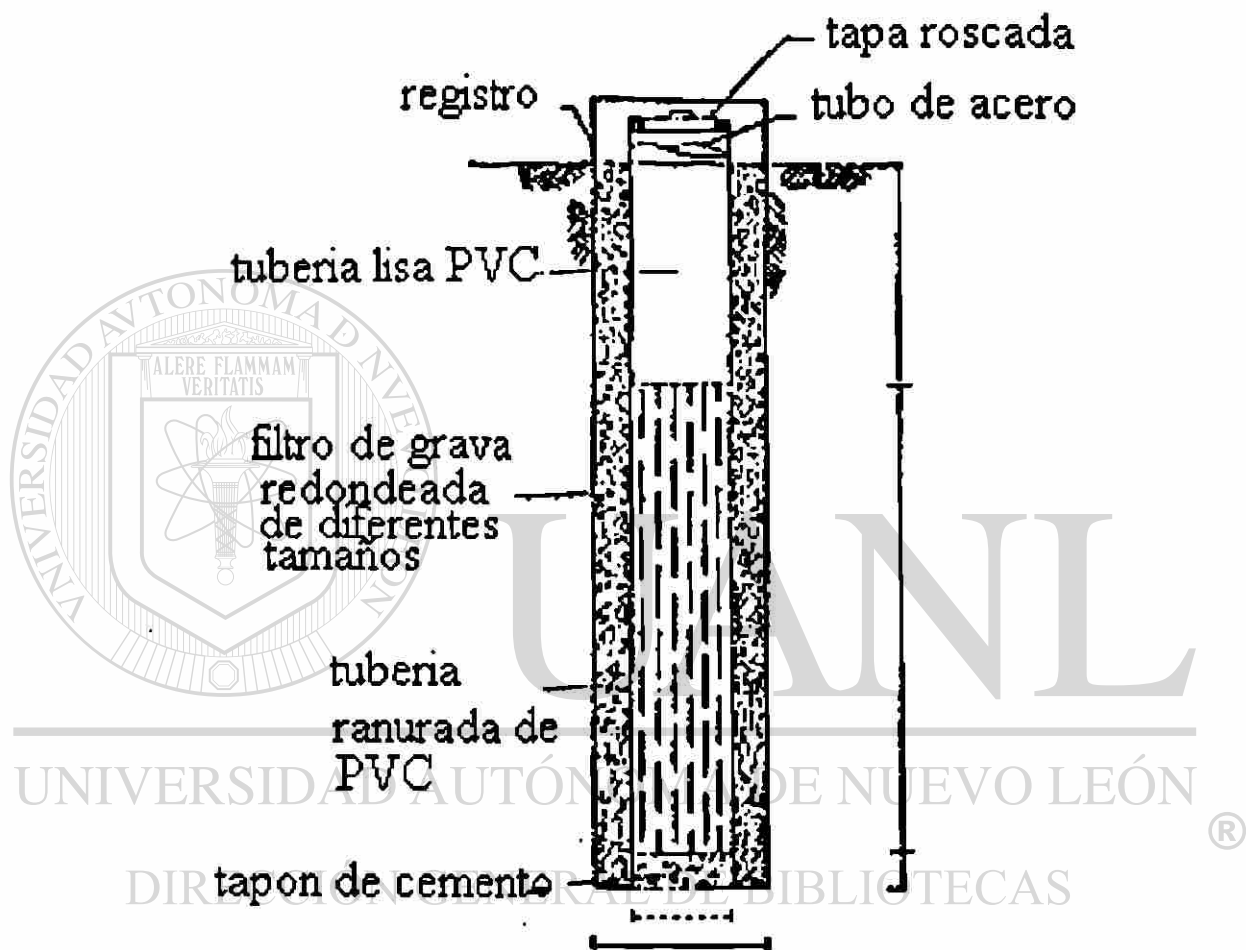
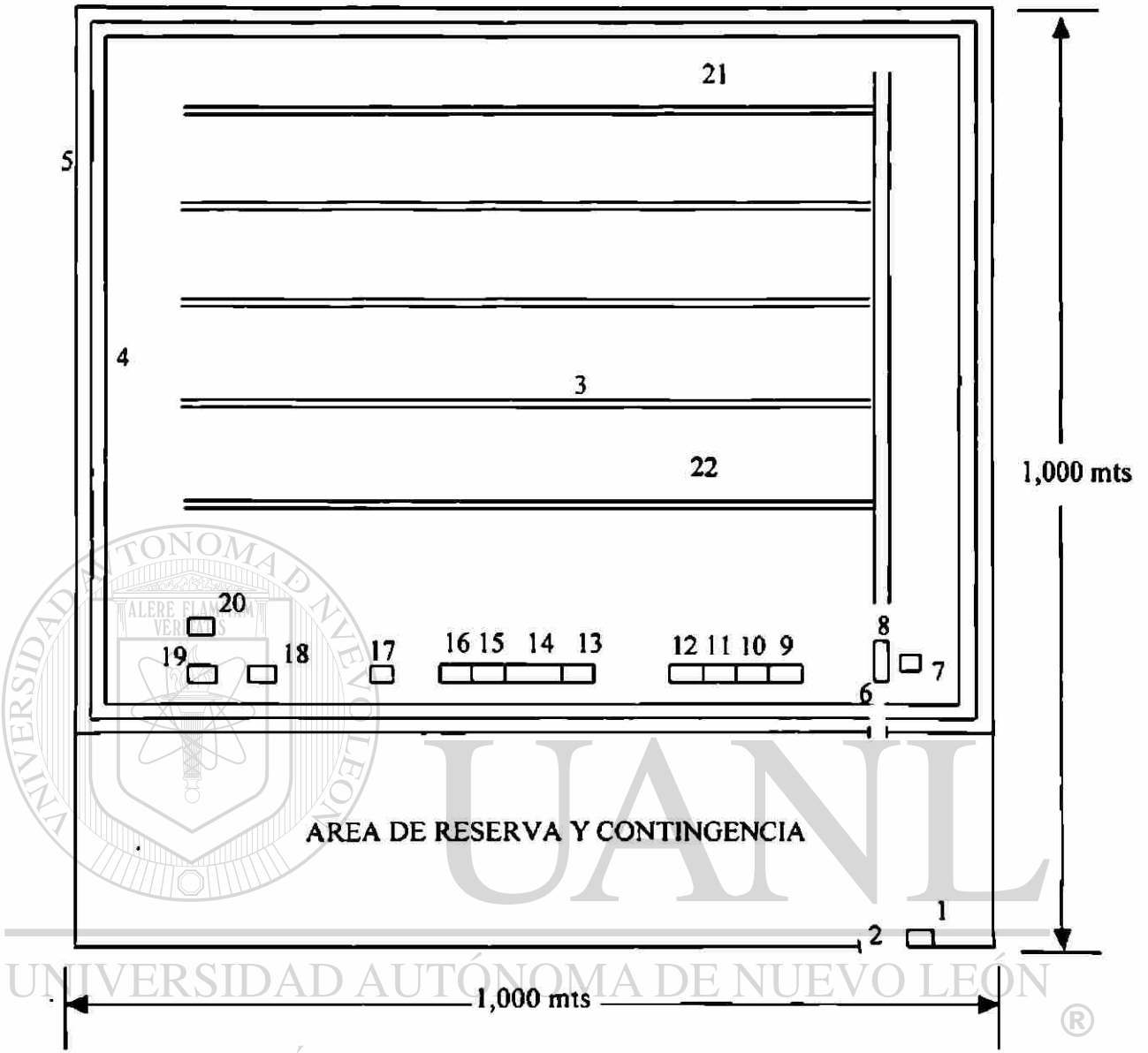
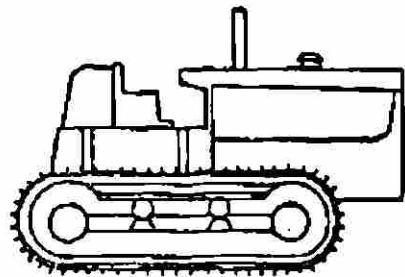


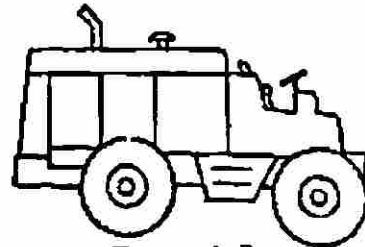
FIGURA 30 Croquis de un Pozo de Monitoreo y Control de Contaminación de Agua, sin Escala



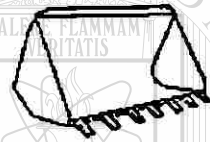
1.- CASETA DE VIGILANCIA	14.- EQUIPOS	<b>PROPUESTA DE RELLENO SANITARIO</b>	
2.- ACCESOS	15.- MANTENIMIENTO		
3.- CAMINOS	16.- ALMACEN	ING. JUAN JOSÉ VILLALOBOS MALDONADO	
4.- DRENAJE PLUVIAL	17.- SUMINISTRO DE COMBUSTIBLES		
5.- LÍMITE DE PROPIEDAD	18.- RESIDUOS PROHIBIDOS	FIGURA 31	
6.- CERCA PERMANENTE	19.- QUEMA DE BIOGAS		
7.- CASETA DE CONTROL	20.- CONTROL DE LIXIVIADOS	ESCALA: 1:7500	ACOT: METROS
8.- BASCULA CAP. 60 TON.	21.- AREA DE DISPOSICION (TIEMPO SECO)		
9.- BAÑOS Y VESTIDORES	22.- AREA DE DISPOSICIÓN (TIEMPO HUMEDO)		
10.- ADMINISTRACIÓN			
11.- LABORATORIO			
12.- PRIMEROS AUXILIOS			
13.- CONTROL DE INCENDIOS			



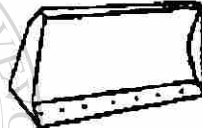
Tractor de Oruga



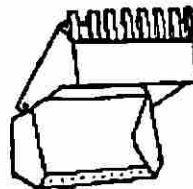
Tractor de Ruedas



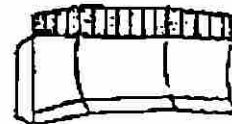
Cubeta



Placa de Empuje  
(Standard)



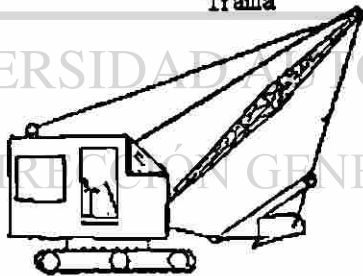
Cubeta de uso  
Múltiple



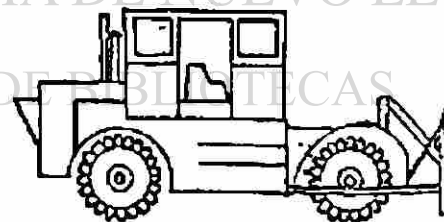
Placa de Empuje  
de Basuras

### EQUIPO ESPECIALIZADO

Raspadora con  
Tralla



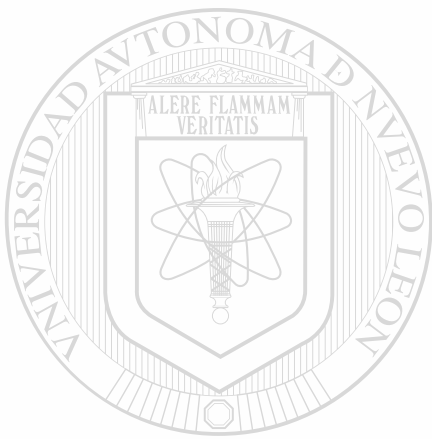
Draga  
(Pala Mecánica)



Tractor con Ruedas Compactadoras de  
Acero y Placa Delantera Para Basuras

FIGURA 32 Equipos Utilizados en Relleno Sanitario

# FOTOGRAFÍAS



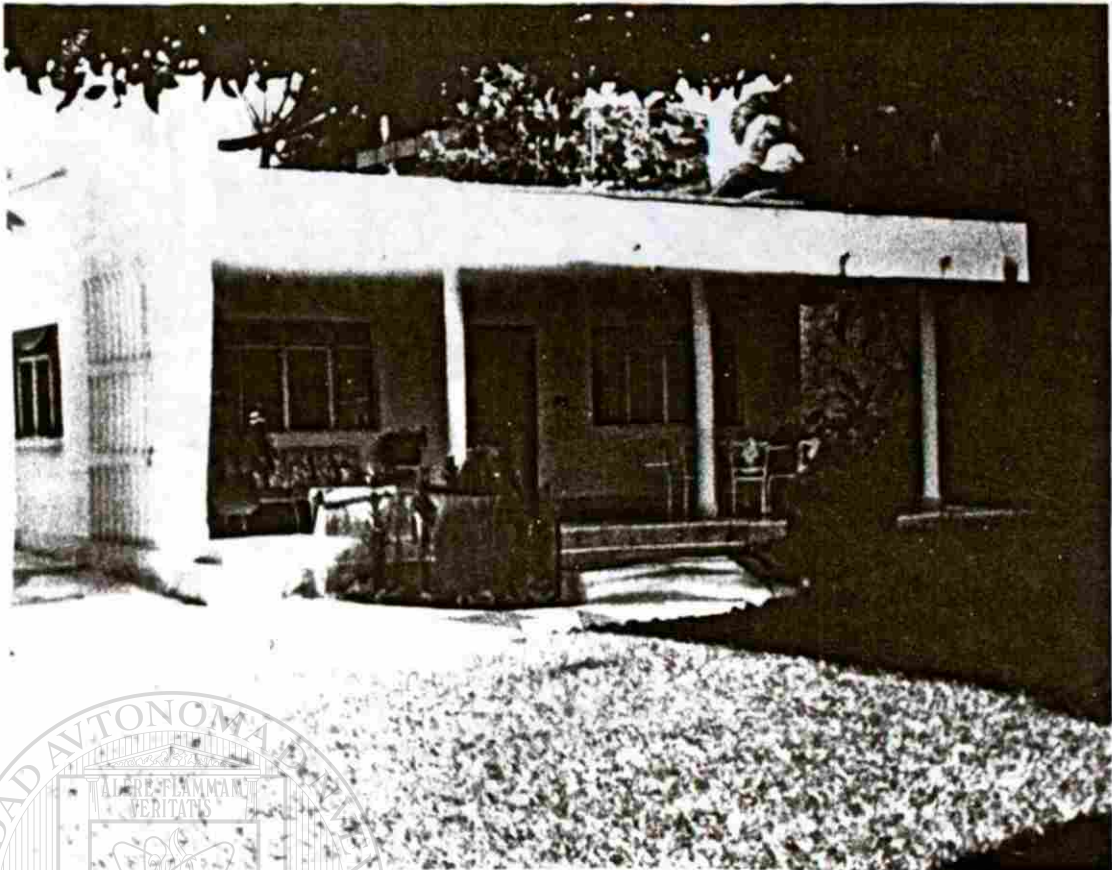
# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

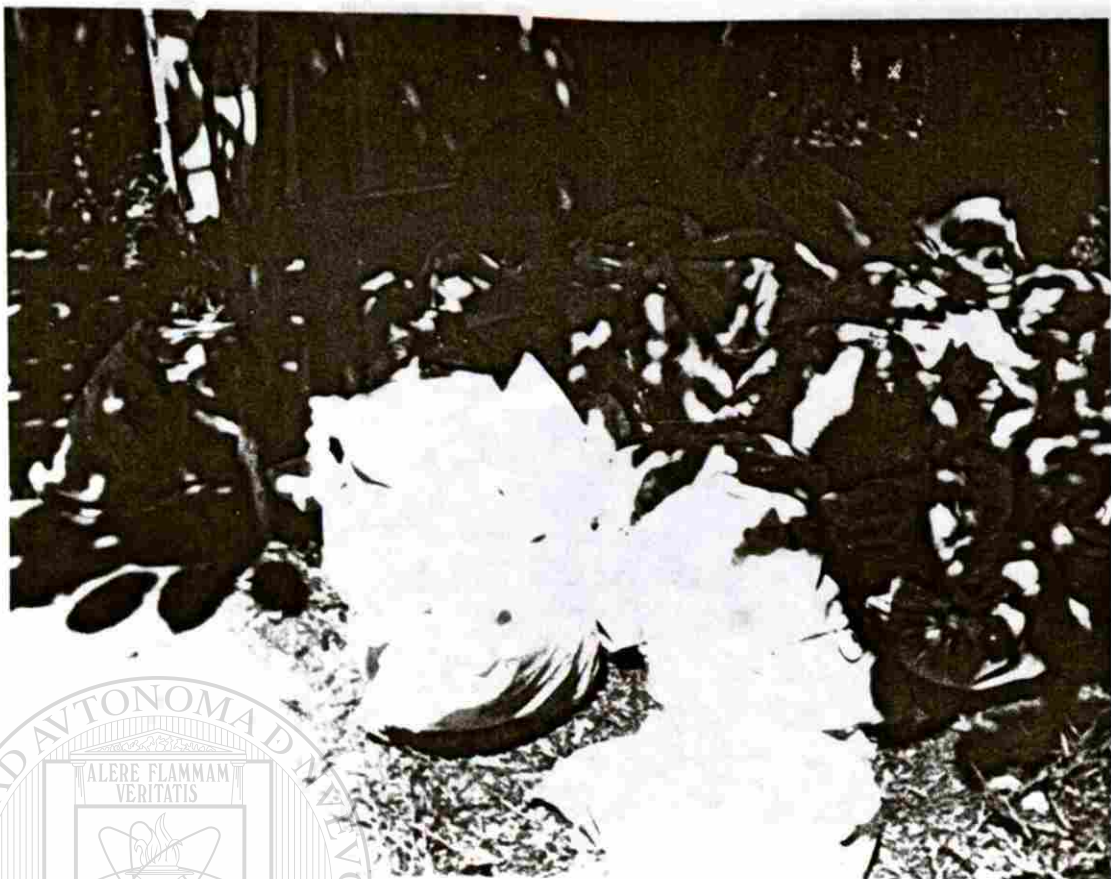


FOTOGRAFIA 1 Casa-habitación Estrato Alto



FOTOGRAFIA 2 Entrega de Nueva Bolsa y Recepción de Residuos Sólidos, estrato medio





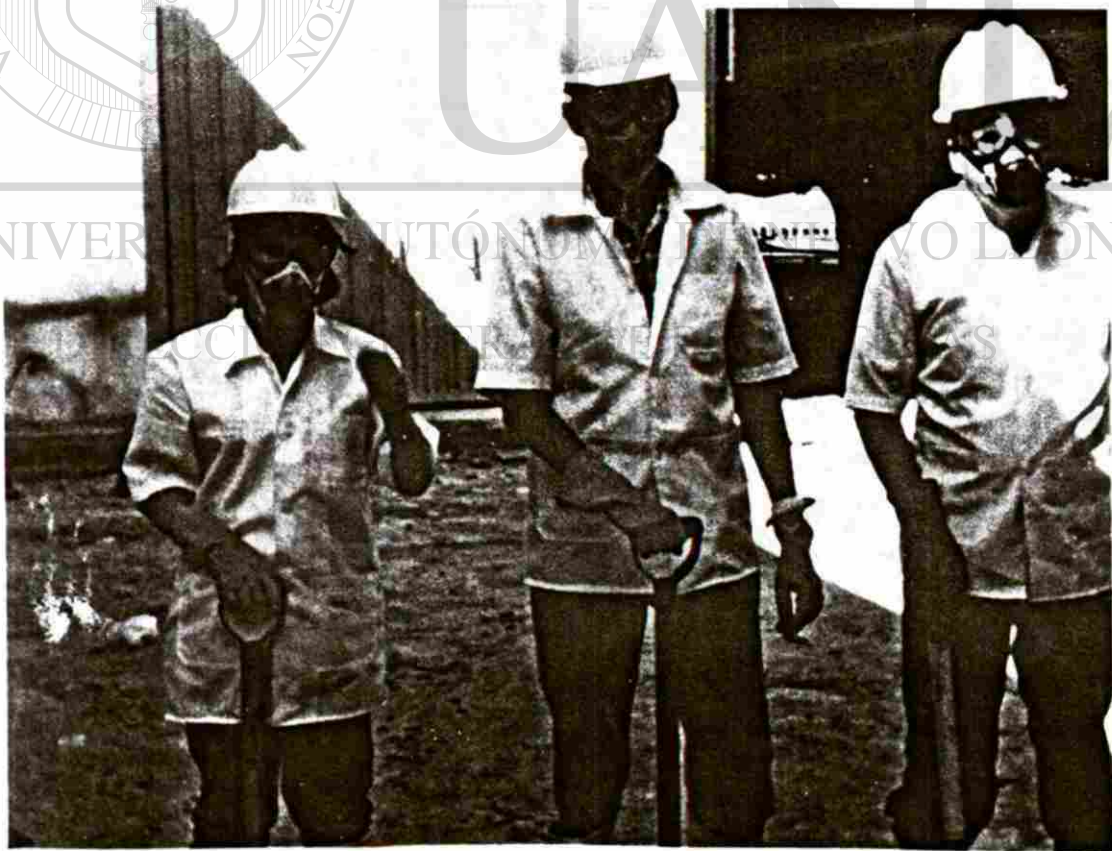
FOTOGRAFÍA 3 Muestras del Estrato Bajo



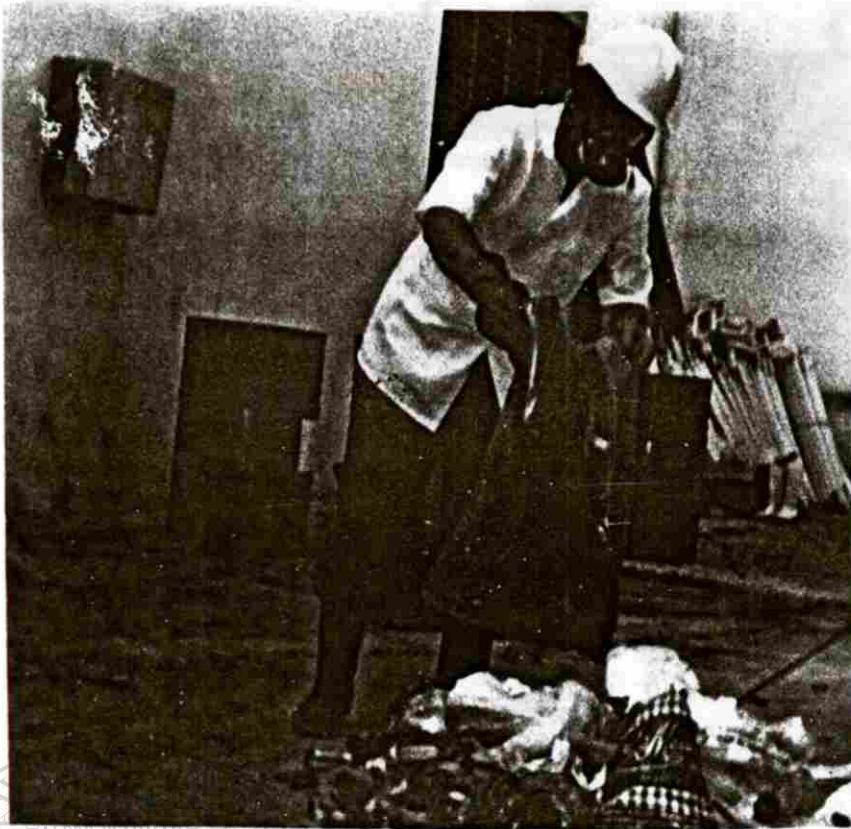
FOTOGRAFÍA 4 Peso de las Muestras, utilizando una Báscula Romanera, capacidad 10 Kilogramos.



FOTOGRAFÍA 5 Área de Cuarteo



FOTOGRAFÍA 6 Equipo de Protección



FOTOGRAFÍA 7 Vaciado de las Muestras. Estrato Medio



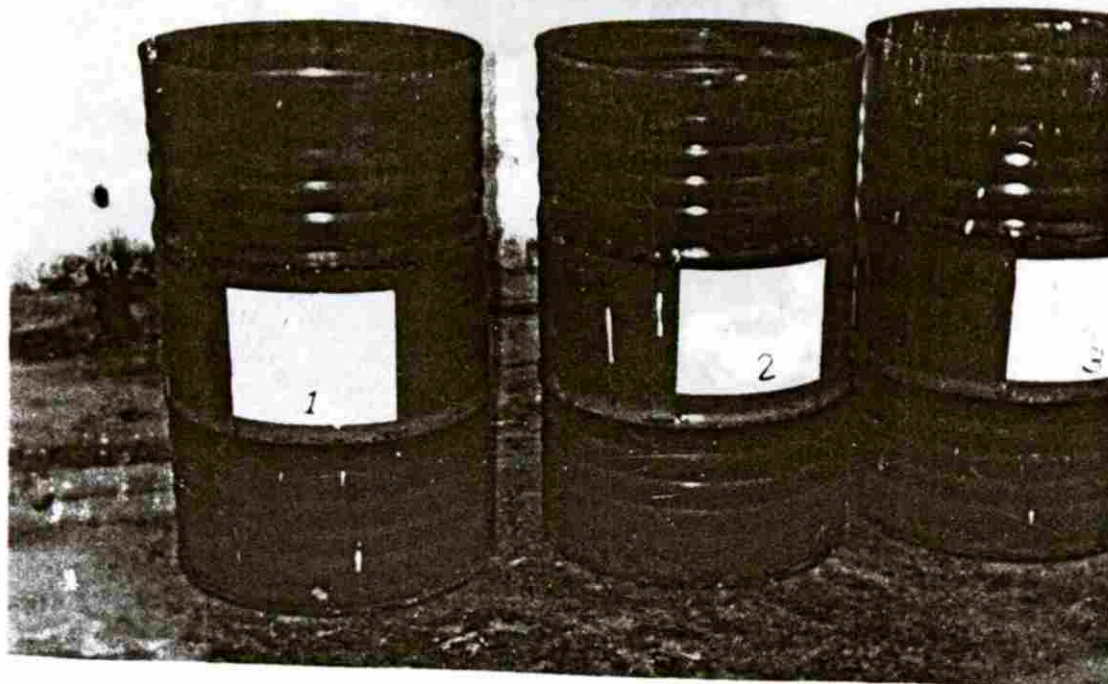
FOTOGRAFÍA 8 Muestra Total de un Estrato



FOTOGRAFÍA 9 Homogenización de la Muestra



FOTOGRAFÍA 10 Muestra Total. Método de Cuarteo



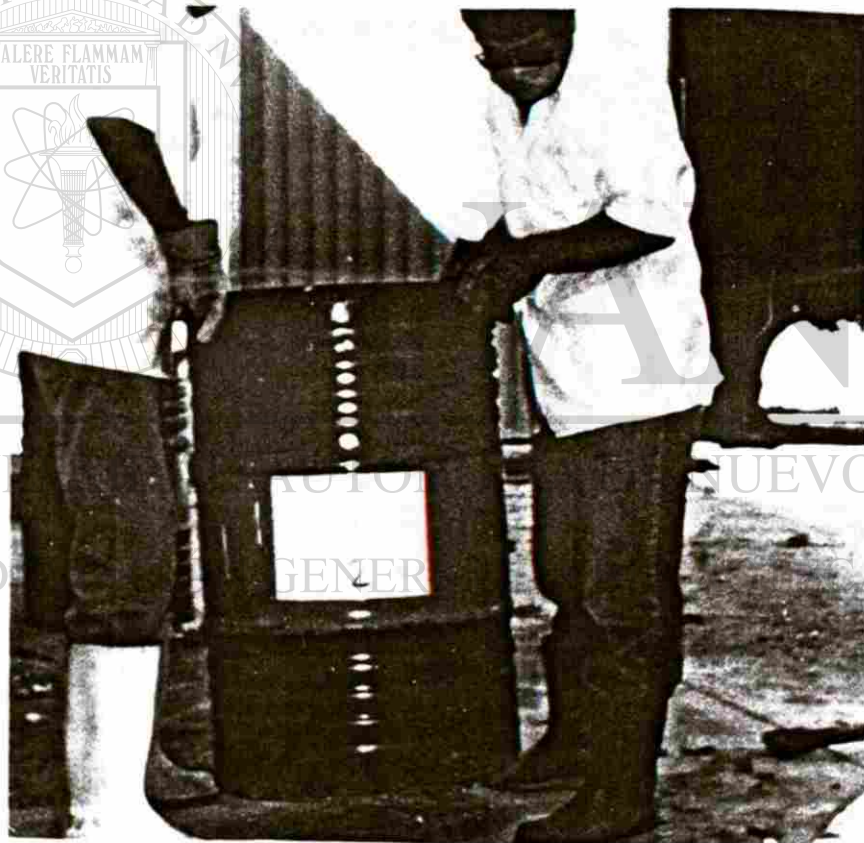
FOTOGRAFÍA 11 Tambos Metálicos. Para la Determinación del Peso Volumétrico



FOTOGRAFÍA 12 Báscula de Piso, Capacidad de 100 Kilogramos



FOTOGRAFÍA 13 Muestra Para la Determinación del Peso Volumétrico



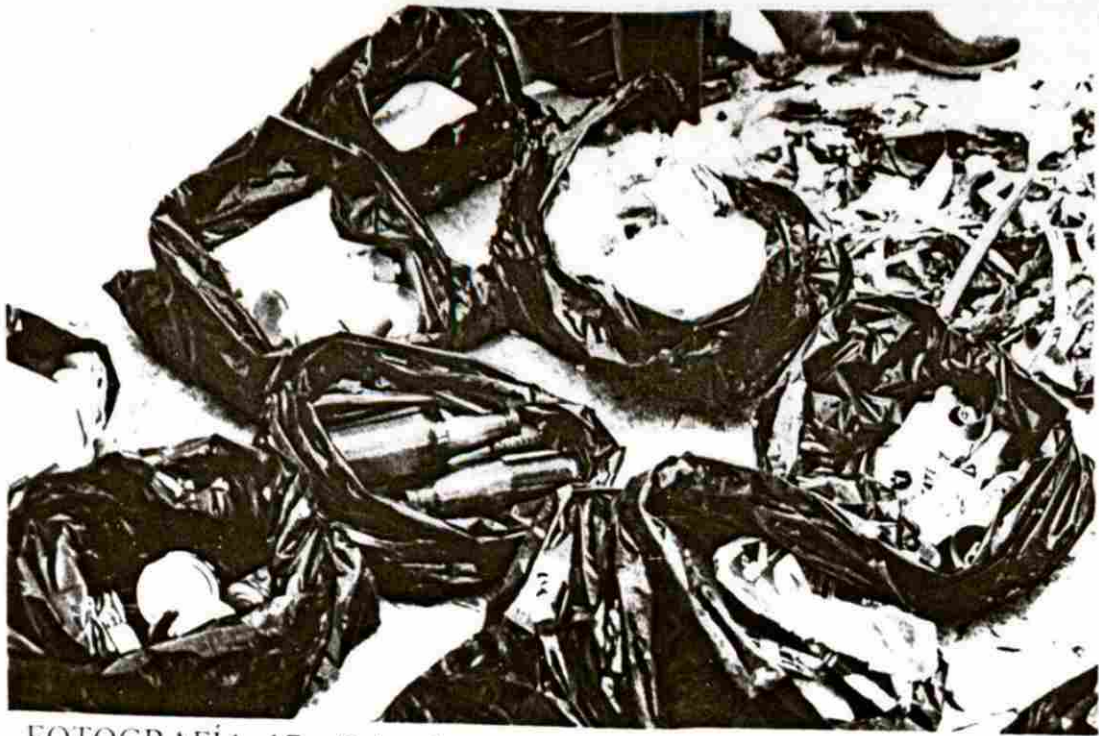
FOTOGRAFÍA 14 Metodología Para la Determinación del Peso Volumétrico



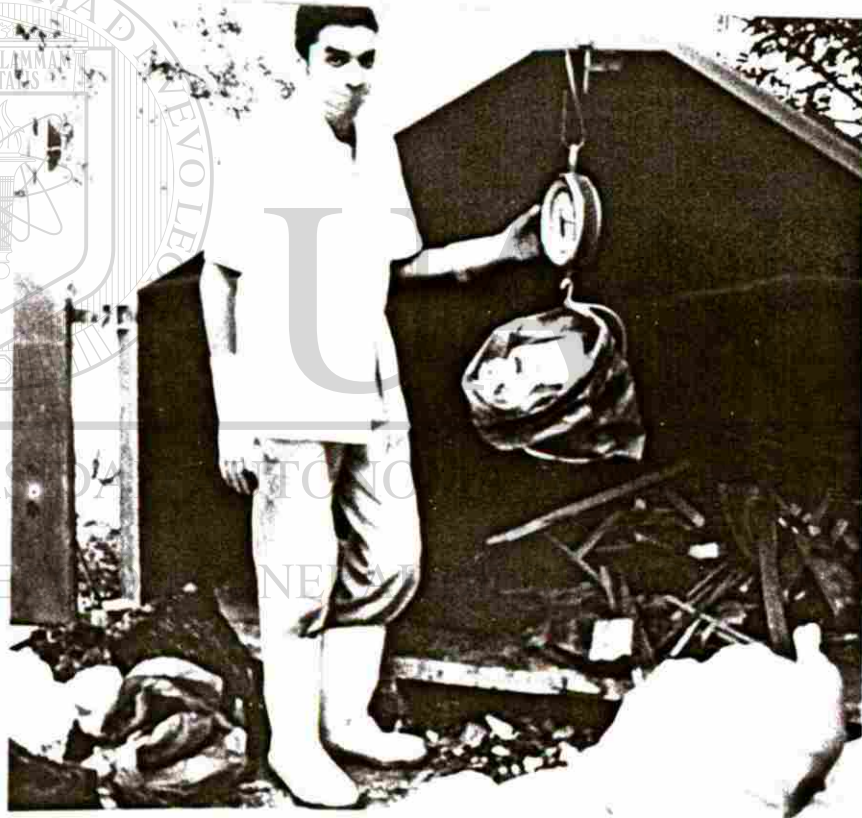
FOTOGRAFÍA 15 Pesado del Tambo con Muestra



FOTOGRAFÍA 16 Muestra Para la Selección y Cuantificación de Subproductos

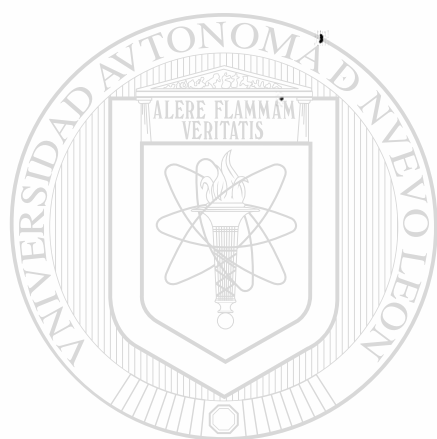


FOTOGRAFÍA 17 Selección Final de Subproductos



FOTOGRAFÍA 18 Cuantificación y Pesado de Cada Subproducto Seleccionado





# T A B L A S

# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

TABLA 1

NÚMEROS ALEATORIOS

85967	73152	14511	85285	35009	95892	36962	67835	63314	50162
0.7483	51453	11649	86348	76431	81594	95848	36738	25014	15460
96283	01898	61414	83525	04231	13604	75669	11730	85423	60698
49174	12074	98551	37895	93547	24769	09404	76548	06393	96770
97366	39941	21225	93629	19574	71565	33413	56087	40875	13351
90474	41469	16812	81542	81652	45554	27931	93994	22375	00953
28599	64109	09497	76235	41383	31555	12639	00619	22909	29563
25254	16210	89717	65997	82667	74624	36348	44018	64732	93589
28785	02760	24359	99410	77319	73408	58993	61098	04393	48245
84725	86576	86944	93296	10081	82454	76810	52975	10324	15457
41069	66456	47679	66810	15941	84602	14493	65515	19251	41642
67434	41045	82830	47617	36932	46728	71183	36345	41404	81110
72766	68816	37643	19959	57550	49620	98480	25640	67257	18671
92079	46784	66125	94932	64451	29275	57669	66658	30818	58353
29187	40350	62533	73603	34075	16451	42885	03448	37390	96328
74220	17612	65522	80607	19184	64464	66962	82310	18163	63495
03786	02407	06098	92917	40434	60602	82175	04470	78754	90775
75085	55558	15520	27038	25471	76107	90832	10819	56797	33751
09161	33015	19155	11715	00551	24909	31894	37774	37953	78837
75707	48992	64998	87080	39333	00767	45637	12538	67439	94914
21333	48660	31288	00086	79889	75532	28704	62844	92337	99695
65626	50061	42539	14812	48895	11196	34335	60492	70650	51108
84380	07389	87891	76255	89604	41372	10837	66992	93183	56920
46479	32072	80083	63868	70930	89654	05359	47196	12452	38234
59847	97197	55147	76639	76971	55928	36441	95141	42333	67483
31416	11231	27904	57383	31852	69137	96667	14315	01007	31929
82065	83436	67914	21465	99605	83114	97885	74440	99622	87912
01850	42782	39202	18582	46214	99228	79541	78298	75404	63648
32315	89276	89582	87138	16165	15984	21466	63830	30475	74729
59388	42703	55198	80380	67067	97155	34160	85019	03527	78140
58089	27632	50987	91373	07736	20436	96130	73483	85332	24384
61705	57285	30392	23560	75841	21931	04295	00875	09114	32101
18914	98982	60199	99275	41967	35208	30357	76772	92656	62318
11965	94089	34803	48941	69709	16784	44642	89761	66864	62803
85251	48111	80936	81781	93248	67877	16498	31924	51315	79921

TABLA 1

NÚMEROS ALEATORIOS  
(Continuación)

66121	96986	84844	93873	46352	92183	51152	85878	30490	15974
53972	96642	24199	58080	35450	03482	66953	49521	63719	57615
14509	16594	78883	43222	23093	58645	60257	89250	63266	90858
37700	07688	65533	72126	23611	93993	01848	03910	38552	17472
85466	59392	72722	15473	73295	49759	56157	60477	83284	56367
52969	55863	42312	67842	05673	91878	82738	36563	79540	61935
42744	68315	17514	02878	97291	74851	42725	57894	81434	62041
26140	13336	67726	61876	29971	99294	96664	52817	90039	53211
95589	56319	14563	24071	06916	59555	18195	32280	79357	04224
39113	13217	59999	49952	83021	47709	53105	19295	88318	41626
41392	17622	18994	98283	07249	52289	24209	91139	30715	06604
51684	53545	79246	70183	87731	19185	08541	33519	07223	57413
89442	61001	36658	57444	95388	36682	38052	46719	09428	94012
36751	16778	54889	15357	68003	43554	90976	58904	40512	07725
98159	02564	21416	74944	53049	88749	02865	25772	89853	88714

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN<sup>®</sup>  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

TABLA 2

CRITERIO PARA RECHAZO DE OBSERVACIONES DISTANTES

ESTADISTICO	No. DE OBSERVACIONES	PERCENTILES MAXIMOS						
		.70	.80	.90	.95	.98	.99	.995
$r_1$	3	.584	.781	.886	.941	.976	.988	.994
	4	.471	.550	.579	.765	.846	.889	.926
	5	.378	.451	.557	.642	.429	.780	.821
	6	.318	.386	.482	.560	.644	.698	.740
	7	.261	.344	.434	.507	.585	.637	.600
$r_{11}$	8	.318	.385	.479	.554	.631	.683	.725
	9	.288	.352	.441	.512	.587	.635	.677
	10	.265	.325	.409	.477	.551	.597	.639
$r_{21}$	11	.391	.442	.517	.576	.638	.679	.713
	12	.370	.419	.490	.546	.605	.642	.675
	13	.351	.399	.457	.521	.578	.615	.649
$r_{22}$	14	.370	.421	.492	.546	.602	.641	.674
	15	.353	.402	.472	.525	.579	.616	.647
	16	.333	.386	.454	.507	.559	.595	.624
	17	.325	.373	.438	.490	.542	.577	.605
	18	.314	.361	.424	.475	.527	.561	.589
	19	.304	.350	.412	.452	.514	.547	.575
	20	.295	.340	.401	.450	.502	.535	.562
	21	.287	.331	.391	.440	.491	.524	.551
	22	.280	.323	.382	.430	.481	.514	.541
	23	.274	.316	.374	.421	.472	.505	.532
	24	.268	.310	.367	.413	.454	.497	.524
	25	.262	.304	.360	.406	.457	.489	.516

**TABLA 3**  
**PERCENTILES DE LA DISTRIBUCION "t"**

Grados de libertad	t .80	t .70	t .80	t .90	t .95	t .975	t .99	t .995
1	.325	.727	1.376	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657
2	.289	.617	1.061	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925
3	.277	.584	.978	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841
4	.271	.569	.941	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604
5	.267	.559	.920	1.478	2.015	2.571	3.365	4.032
6	.265	.553	.906	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707
7	.263	.549	.896	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499
8	.262	.546	.889	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355
9	.261	.543	.883	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250
10	.260	.542	.879	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169
11	.260	.540	.876	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106
12	.259	.539	.873	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055
13	.259	.538	.870	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012
14	.258	.537	.868	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977
15	.258	.536	.866	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947
16	.258	.535	.865	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921
17	.257	.534	.863	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898
18	.257	.534	.862	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878
19	.257	.533	.861	.328	1.729	2.093	2.539	2.861
20	.257	.533	.860	.325	1.725	2.086	2.528	2.845

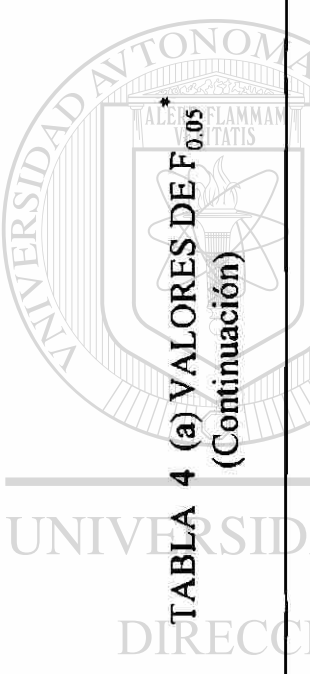
TABLA 3

PERCENTILES DE LA DISTRIBUCION "t"  
(continuación)

Grados de libertad	t .80	t .70	t .80	t .90	t .95	t .975	t .99	t .995
21	.257	.532	.859	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831
22	.256	.532	.858	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819
23	.256	.532	.858	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807
24	.256	.531	.857	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797
25	.256	.531	.856	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787
26	.256	.531	.856	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779
27	.256	.531	.855	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771
28	.256	.530	.855	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763
29	.256	.530	.854	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756
30	.256	.530	.854	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750
40	.255	.529	.851	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704
60	.254	.527	.848	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660
120	.254	.526	.845	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617
$\infty$	.253	.524	.842	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576

TABLA 4 (a) VALORES DE  $F_{0.05}$

$v_2 =$ Grados de libertad para el denominador	$v_1 =$ Grados de libertad para el numerador															$\alpha$			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30		40	60	120
1	161	200	216	225	230	234	237	239	241	242	244	246	248	249	250	251	252	253	254
2	18.5	19.0	19.2	19.2	19.3	19.3	19.4	19.4	19.4	19.4	19.4	19.4	19.4	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5
3	10.1	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.74	8.70	8.66	8.64	8.62	8.59	8.57	8.55	8.53
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.91	5.86	5.80	5.77	5.75	5.72	5.69	5.66	5.63
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.68	4.62	4.56	4.53	4.50	4.46	4.43	4.40	4.37
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	4.00	3.94	3.87	3.84	3.81	3.77	3.74	3.70	3.67
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.57	3.51	3.44	3.41	3.38	3.34	3.30	3.27	3.23
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.28	3.22	3.15	3.12	3.08	3.04	3.01	2.97	2.93
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.07	3.01	2.94	2.90	2.86	2.83	2.79	2.75	2.71
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.91	2.85	2.77	2.74	2.70	2.66	2.62	2.58	2.54
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.79	2.72	2.65	2.61	2.57	2.53	2.49	2.45	2.40
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.69	2.62	2.54	2.51	2.47	2.38	2.38	2.30	2.30
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.60	2.53	2.46	2.42	2.38	2.34	2.30	2.25	2.21
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.53	2.46	2.39	2.35	2.31	2.27	2.22	2.18	2.13
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.48	2.40	2.33	2.29	2.25	2.20	2.16	2.11	2.07
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.42	2.35	2.28	2.24	2.19	2.15	2.11	2.06	2.01
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45	2.38	2.31	2.23	2.19	2.15	2.10	2.06	2.01	1.96
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.34	2.27	2.19	2.15	2.11	2.06	2.02	1.97	1.93
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.38	2.31	2.23	2.16	2.11	2.07	2.03	1.98	1.93	1.88
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.28	2.20	2.12	2.08	2.04	1.99	1.95	1.90	1.84



**TABLA 4 (a) VALORES DE  $F_{0.05}$**   
(Continuación)

$v_2 =$ Grados de libertad para el denominador	$v_1 =$ Grados de libertad para el numerador																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120	$\infty$
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37	2.32	2.25	2.18	2.10	2.05	2.01	1.96	1.92	1.87	1.81
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30	2.23	2.15	2.07	2.03	1.98	1.94	1.89	1.84	1.78
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32	2.27	2.20	2.13	2.05	2.01	1.96	1.91	1.86	1.81	1.76
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25	2.18	2.11	2.03	1.98	1.94	1.89	1.84	1.79	1.73
25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28	2.24	2.16	2.09	2.01	1.96	1.92	1.87	1.82	1.77	1.71
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21	2.16	2.09	2.01	1.93	1.89	1.84	1.79	1.74	1.68	1.62
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12	2.08	2.00	1.92	1.84	1.79	1.74	1.69	1.64	1.58	1.51
60	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04	1.99	1.92	1.84	1.75	1.70	1.65	1.59	1.53	1.47	1.39
120	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29	2.18	2.09	2.02	1.96	1.91	1.83	1.75	1.66	1.61	1.55	1.50	1.43	1.35	1.25
$\infty$	3.84	3.00	2.60	2.37	2.21	2.10	2.01	1.94	1.88	1.83	1.75	1.67	1.57	1.52	1.46	1.39	1.32	1.22	1.00

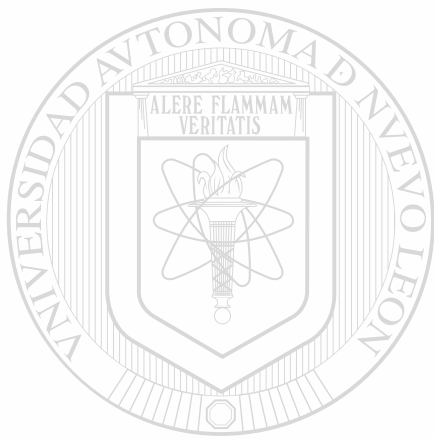


**TABLA 5 Ancho Mínimo Recomendado de Celda o Mínimo de Frente de Trabajo, Dependiendo de la Cantidad de Residuos que Llegan al Relleno Sanitario**

Toneladas diarias de residuos que llegan al relleno sanitario	Longitud de las cuchillas del equipo en ( metros )	Ancho mínimo de las celdas en ( metros )
20 - 50	hasta 4.0	8
50 - 130	hasta 5.5	10
130 - 250	hasta 6.5	12
250 - 500	hasta 7.5	15

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

# RESUMEN AUTOBIOGRÁFICO



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**Juan José Villalobos Maldonado**

**Candidato Para el Grado de**

**Maestro en Ciencias con Especialidad en Ing. Ambiental**

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

**Campo de Estudio : Ciencias de la Ingeniería**

**Biografía :**

**Datos Personales : Nacido en México, D.F. , el 8 de Marzo de 1960, hijo de  
José Villalobos Corona (+) y Laura Maldonado García.**

**Educación :**

**Egresado del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.**

**Grado Obtenido , Licenciatura en Ing. Bioquímica en 1985.**

**Experiencia Profesional :**

**Jefe del Departamento de Control de Calidad de la Empresa  
Cacaos Finos de Chiapas S.A. de C.V. DE 1983 A 1991,  
Docente del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, Chis.  
desde 1985 y Maestro de Tiempo Completo del mismo  
Instituto desde 1992 hasta la fecha.**

**Organizaciones Profesionales:**

**Miembro del Instituto Mexicano de Ing. Químicos A.C.  
desde 1989, hasta la fecha.**

