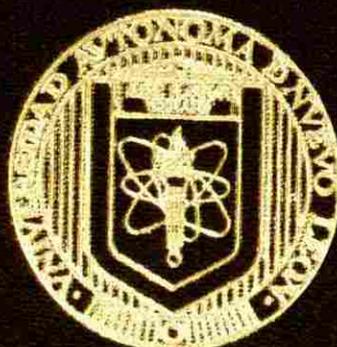


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

DIVISION ESTUDIOS DE POST-GRADO



**MANEJO, TRATAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE
LOS RESIDUOS SOLIDOS GENERADOS EN APODACA,
NUEVO LEON, MEXICO**

**POR
RAFAEL OLIVAS SILVA**

**COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRIA EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN
INGENIERIA AMBIENTAL**

CIUDAD UNIVERSITARIA

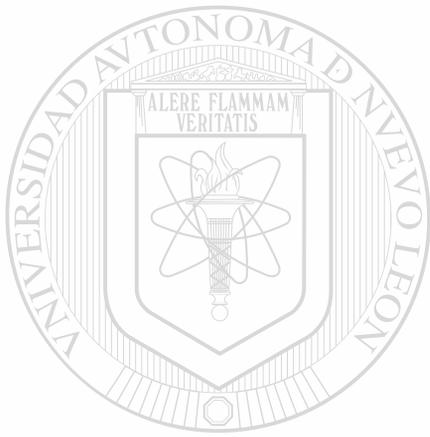
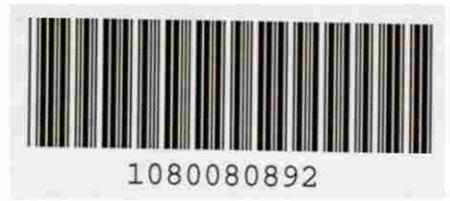
JULIO DE 1997

U. A. N. E.

TM
TD789
.A6
O4
C.1

1997

MANEJO, TRATAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE
LOS RESIDUOS SOLIDOS GENERADOS EN APODACA,
NUEVO LEON, MEXICO



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

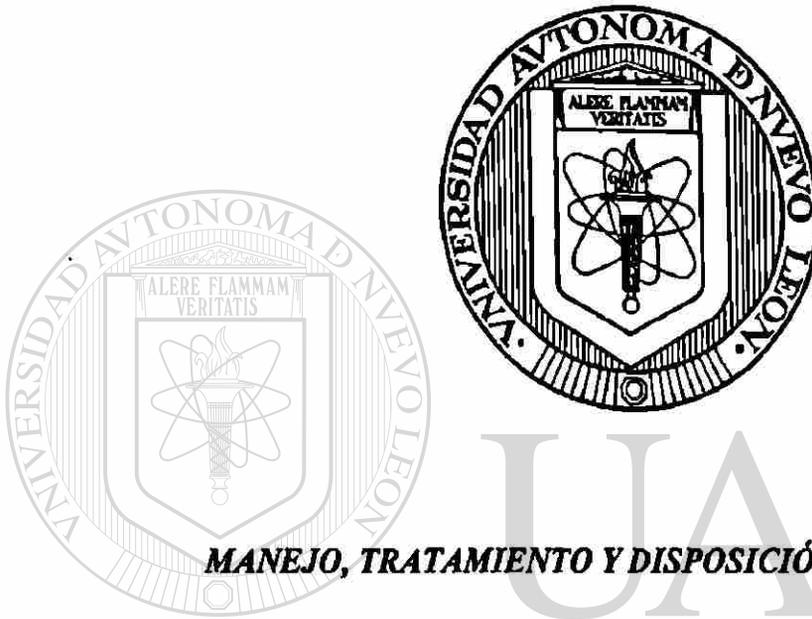


DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



MANEJO, TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS

RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS EN APODACA,

NUEVO LEÓN, MÉXICO

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

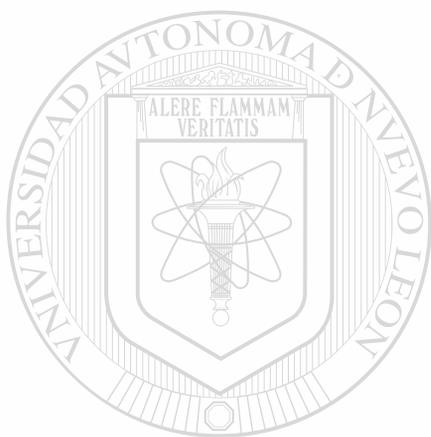
Por

RAFAEL OLIVAS SILVA

**Como requisito parcial para obtener el Grado de
MAESTRÍA EN CIENCIAS con Especialidad en
Ingeniería Ambiental**

Julio de 1997

TM
TD789
AG
04

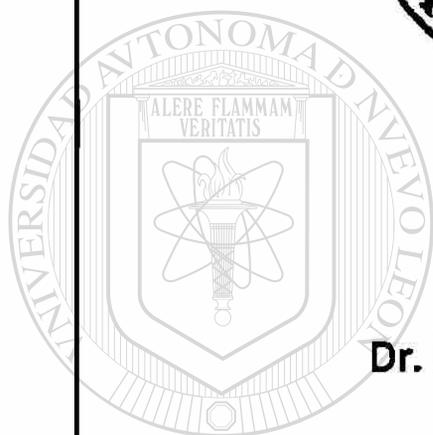


UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

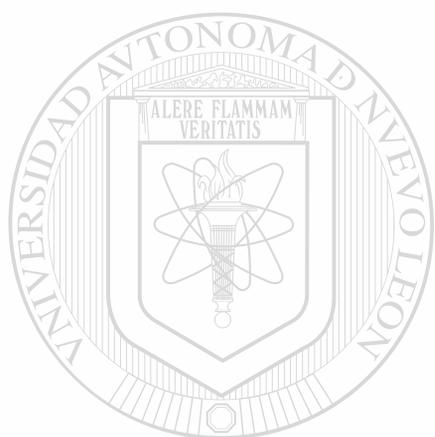


RECTOR
Dr. REYES S. TAMEZ GUERRA

SECRETARIO GENERAL
DR. LUIS J. GALÁN WONG

SECRETARIO ACADEMICO
Ing. JOSÉ ANTONIO GONZÁLEZ TREVIÑO

DIRECTOR GENERAL DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
DR. ERARDO M. ELIZONDO VILLARREAL



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, TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS
 RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS EN APODACA,
 NUEVO LEÓN, MÉXICO"**

APROBACIÓN DE LA TESIS:

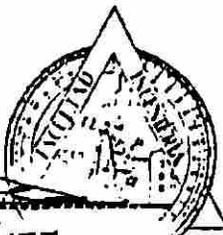
[Handwritten signature]

Dr. FEBRONIO E. CHAVARRÍA
 Asesor de tesis

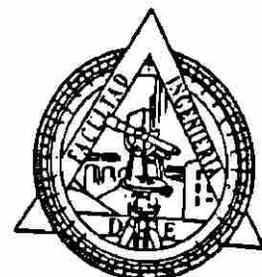
[Handwritten signature]

Ing. JOSÉ ALFREDO NUÑEZ CANTÚ
 Asesor de Tesis

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

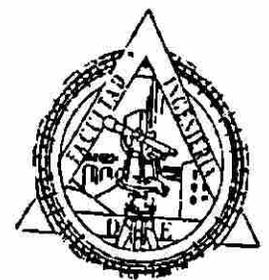
[Handwritten signature] 

Ing. OSCAR M. ROBLES SÁNCHEZ
 Secretario de la División de Estudios de Postgrado DE POSTGRADO





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



COMPROBANTE DE CORRECCION.

Tesista : RAFAEL OLIVAS SILVA

Tema de la tesis : MANEJO, TRATAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE LOS RESIDUOS SOLIDOS GENERADOS EN APODACA, NUEVO LEON, MEXICO.

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
ARG. RAMON LONGORIA MARTINEZ

El Secretario de Postgrado :

Oscar M. Robles Sánchez
Ing. Oscar M. Robles Sánchez
SECRETARIA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

Ciudad Universitaria, a 12 de AGOSTO de 1996

100
23/12/92

Monterrey N.L. a 23 de junio de 1997

**Ing. OSCAR MANUEL ROBLES SÁNCHEZ
SECRETARIO DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**

Por medio de la presente solicito la tramitación correspondiente, para sustentar mi Exámen de Grado, ya que he concluido con la elaboración de la tesis, la cual de intitula "Manejo, Tratamiento y Disposición Final de los Residuos Sólidos Generados en Apodaca, Nuevo León, México".

La aprobación de la tesis en cuento a la parte teórica y técnica fue realizada por mis asesores el Dr. Febronio E.Chavarría y por el Ing. José Alfredo Nuñez Cantú"; Así mismo se realizó la revisión Ortográfica, Metodológica y Estilística por el Arq. Ramón Longoria Ramirez.

Sin más por el momento y agradeciendo de antemano las atenciones que sirva prestar a la presente quedo a sus apreciables ordenes

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Muy Atentamente



Geol. RAFAEL OLIVAS SILVA

616
L
V.B.O.
23/VI/97
SECRETARIA DE ESTUDIOS

Ing. OSCAR M. ROBLES SÁNCHEZ
Secretario de la División de
Estudios de Postgrado.
Facultad de Ingeniería Civil
Universidad Autónoma de Nuevo León

Por medio de la presente recomendamos que la tesis adjunta a esta carta, la cual fue realizada por el Geol. Rafael Olivas Silva, sea aceptada como requisito parcial para obtener el grado académico de Maestro en Ciencias con Especialidad en Ingeniería Ambiental.

El estudio titulado "Manejo, Tratamiento y Disposición Final de los Residuos Sólidos Generados en Apodaca, Nuevo León, México", ha sido revisada por mi parte, quedando de acuerdo con su contenido.

Sin más por el momento quedo a sus respetables órdenes para cualquier aclaración, San Nicolás de los Garza, Nuevo, León, a 18 de septiembre de 1996.

Muy atentamente:



Dr. FEBRONIO E. CHAVARRÍA FERNÁNDEZ
Asesor de Tesis



SECRETARÍA DE ESTUDIOS
DE POSTGRADO



Ing. JOSÉ ALFREDO NÚÑEZ CANTÚ
Asesor de Tesis

DEDICATORIA

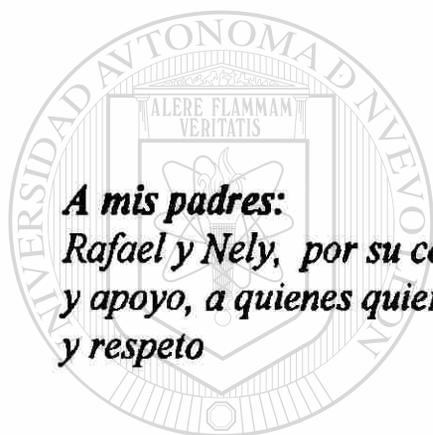
A mis abuelos:

Rafael y María (Q.E.P.D.)

Vidal y María, quienes

compartieron conmigo paso a paso

mis sueños.



A mis padres:

Rafael y Nely, por su comprensión

y apoyo, a quienes quiero, admiro

y respeto

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

A mis hermanos:

Ana María, Jesús Guillermo

y César Alonso, por compartir

conmigo mis anhelos.

A mi novia:

Rocío, por haber contribuido

con su persona y con su entusiasmo

a logro de mis esfuerzos.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento al Dr. Febronio E. Chavarría y al M.C. Alfredo Nuñez Asesores de mi tesis. Por la revisión de ésta y por sus acertadas opiniones.

Al M.C. Roberto Bañuelos Rueda Director de Ecología de Apodaca, al Profr. Manuel Cantú Ex-Director de Servicios Públicos de Apodaca, Al jefe del departamento de Limpia Sr. Jesús Rodríguez, y al Director de Servicios Públicos de Apodaca Ing. Jorge Benavides; por su invaluable ayuda otorgada en el desarrollo de los trabajos de campo e investigación. Así mismo quiero expresar mis más sinceras gracias al personal del Departamento de Recolección y Limpia por su cooperación en los trabajos de campo.

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

A la planta de maestros de la división de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería Civil, que supieron darme lo útil y necesario para la culminación de mis estudios de maestría.

A mis compañeros de maestría por ser siempre fuente de ánimo para seguir adelante, en la persecución de mis sueños; muy en especial para Alejandro, Celia, Liliana, Marcos, Mari, Maribel, Rosa Elena, Rocío, Pedro y Víctor.

A mi familia por el apoyo moral que siempre me ha brindado y a todas las personas que contribuyeron de una forma u otra en la realización de esta tesis y de mis estudios.

ÍNDICE

	Pág
ÍNDICE DE FIGURAS Y CUADROS	viii
ÍNDICE DE TABLAS Y GRÁFICAS	x
RESUMEN	xii

CAPITULO I INTRODUCCIÓN

1.1.- INTRODUCCIÓN	2
1.2.- PLANTEAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN APODACA, N.L.	3
1.3.- OBJETIVOS Y ALCANCES DEL ESTUDIO	4
1.3.1.- REQUERIMIENTOS PARA CUMPLIR CON LOS OBJETIVOS	5
1.4.- HIPÓTESIS	6
1.5.- CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ZONA DE ESTUDIO	7
1.5.1.- UBICACIÓN GEOGRÁFICA	7
1.5.2.- OROGRAFÍA	9
1.5.3.- HIDROGRAFÍA	9
1.5.4.- CLIMA	9
1.5.5.- ACTIVIDADES ECONÓMICAS	10
1.6.- ESTUDIOS PREVIOS	10
1.7.- DEMOGRAFÍA	11
1.7.1.- CRECIMIENTO INDUSTRIAL Y COMERCIAL	12
1.7.2.- HABITANTES POR VIVIENDA Y TASA DE CRECIMIENTO	12
1.7.3.- CALCULO DE LA POBLACIÓN	13

1.8.- ANÁLISIS DE LA LEGISLACIÓN EN MATERIA DE RESIDUOS SÓLIDOS	15
--	-----------

CAPITULO II

DIAGNÓSTICO DE LOS SISTEMAS DE ASEO URBANO ACTUALES EN EL MUNICIPIO DE APODACA, N.L.

	Pág
2.1.- INVENTARIO DE EQUIPO E INSTALACIONES	23
2.1.1.- EQUIPO DE RECOLECCIÓN	23
2.1.2.- EQUIPO DE BARRIDO	24
2.1.3.- MANTENIMIENTO	24
2.1.4.- INSTALACIONES	25
2.2.- SERVICIO ACTUAL DE RECOLECCIÓN Y LIMPIA	28
2.2.1.- FRECUENCIA, TURNOS Y COBERTURA DEL SERVICIO DE RECOLECCIÓN	28
2.2.2.- PERSONAL DEL SERVICIO DE LIMPIA	29
2.2.3.- RUTAS DE RECOLECCIÓN	30
2.2.4.- MÉTODOS DE RECOLECCIÓN	35
2.2.4.1.- EFECTOS DE LA VIALIDAD EN LA RECOLECCIÓN	37
2.2.5.- EL BARRIDO DE LAS CALLES	38
2.2.6.- TRANSPORTE DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES	40
2.2.7.- DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES	41
2.2.8.- RECICLAJE DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS	42
2.3.- INFORMACIÓN FINANCIERA	44
2.3.1.- COSTOS DE RECOLECCIÓN Y MANTENIMIENTO ACTUALES	44
2.3.2.- FUENTES DE INGRESOS	50
2.3.3.- SITUACIÓN FINANCIERA	50
2.4.- FUNCIONAMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN	51

2.4.1.- ESTRUCTURA ORGÁNICA	51
2.4.2.- DELEGACIÓN DE RESPONSABILIDADES	52
2.4.3.- OBSERVACIONES SOBRE EL DESEMPEÑO DE LAS ACTIVIDADES	54

CAPITULO III

ESTABLECIMIENTO DE ALTERNATIVAS

	Pág
3.1.- INTRODUCCIÓN	57
3.2.- PANORAMA DEL MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS EN EL ÁMBITO NACIONAL E INTERNACIONAL	58
3.3.- ALTERNATIVAS EXISTENTES	62
3.3.1.- RECICLAJE	62
3.3.1.1.- Subproductos de los residuos sólidos	63
3.3.1.2.- Materiales recuperables	63
3.3.1.3.- Actividades que involucra el reciclaje	65
3.3.1.4.- Ventajas y desventajas del reciclaje	65
3.3.2.- INCINERACIÓN	66
3.3.2.1.- Ventajas y desventajas de la incineración	68
3.3.3.- RELLENO SANITARIO	69
3.3.3.1.- Ventajas y desventajas del relleno sanitario	71
3.4.- CONSIDERACIONES PARA LA SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS PARA SER EVALUADAS EN LA ZONA DE ESTUDIO	72

CAPITULO IV

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN DE CAMPO

4.1.- INTRODUCCIÓN	76
4.2.- CUANTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS	77
4.2.1.- SELECCIÓN DE LA PREMUESTRA	77

4.2.2.- UNIVERSO DE TRABAJO	78
4.2.3.- DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	78
4.2.4.- GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS	80
4.2.5.- CUARTEO	81
4.2.6.- PESO VOLUMÉTRICO "IN SITU"	81
4.2.7.- SELECCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE SUBPRODUCTOS	82
4.3.- ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS DE LAS UNIDADES DE RECOLECCIÓN	82
4.3.1.- SECUENCIA DE ACTIVIDADES	83
4.4.- REALIZACIÓN DE UN SONDEO DE OPINIÓN	84
4.4.1.- SECUENCIA DE ACTIVIDADES	85

CAPITULO V

EVALUACIÓN ESTADÍSTICA DE LA INVESTIGACIÓN DE CAMPO

	Pág
5.1.- GENERACIÓN "PER-CÁPITA" DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS	87
5.2.- VERIFICACIÓN DEL TAMAÑO DE LA PREMUESTRA	89
5.3.- PRUEBA DE LA RAZÓN DE VARIANCIA (F)	91
5.4.- PRUEBA DE χ^2 (ji cuadrada) PARA LA GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS	94
5.5.- EL PESO VOLUMÉTRICO "IN SITU";	104
5.6.- SELECCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LOS SUBPRODUCTOS	107
5.7.- RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA PRUEBA DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS	111
5.8.- RESULTADOS DEL SONDEO DE OPINIÓN	122
5.9.- RESUMEN DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA EN CAMPO	129

CAPITULO VII
RECOMENDACIONES PARA EL MEJORAMIENTO DE
LOS SISTEMAS DE ASEO URBANO PARA CONTINUAR
UTILIZANDO EL RELLENO SANITARIO

	Pág
7.1.- ALMACENAMIENTO	155
7.1.1.- PRÁCTICAS DE ALMACENAMIENTO ACTUALES	155
7.1.2.- RECOMENDACIONES SOBRE ALMACENAMIENTO	156
7.2.- RECOLECCIÓN	158
7.2.1.- MÉTODOS DE RECOLECCIÓN UTILIZADOS	158
7.3.- MACRORRUTEO	160
7.3.1.- METAS POR ALCANZAR CON LA ZONIFICACIÓN	161
7.3.2.- USO EFICIENTE DE LAS UNIDADES DE RECOLECCIÓN	161
7.3.3.- ZONIFICACIÓN ACTUAL	164
7.3.4.- ZONIFICACIÓN PROPUESTA	165
7.3.4.1.- Zonas a servir y cobertura del servicio	165
7.3.4.2.- Método de recolección	166
7.3.4.3.- Prácticas de almacenamiento	166
7.3.4.4.- Horario de recolección y turnos	167
7.3.4.5.- Tarea diaria	167
7.3.4.6.- Equipo de recolección	167
7.3.4.7.- Viajes por día al sitio de disposición final	169
7.3.4.8.- Tamaño de la cuadrilla	169
7.3.4.9.- Diseño de rutas	170
7.3.5.- VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE REESTRUCTURAR EL MACRORRUTEO EN APODACA	170
7.3.6.- COSTOS HORARIOS POR CADA UNIDAD	172
7.3.7.- COSTOS DE RECOLECCIÓN PARA LA ZONIFICACIÓN PROPUESTA	173
7.4.- CALCULO DE CAPACIDAD DE LOS CONTENEDORES	174
7.5.- FACTIBILIDAD DEL TRANSPORTE DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS	175
7.6.- BARRIDO DE CALLES	177

7.7.- NECESIDADES FUTURAS DEL DEPARTAMENTO DE ASEO PUBLICO DEL MUNICIPIO DE APODACA	179
7.7.1.- EQUIPO DE RECOLECCIÓN	179
7.7.2.- EQUIPO DE BARRIDO	180
7.7.3.- ADQUISICIÓN DE INMUEBLES	181
7.7.4.- ESTRUCTURA ORGÁNICA PROPUESTA	181
7.7.5.- PERSONAL REQUERIDO	184
7.7.6.- ESTIMADO DE INVERSIÓN QUE REQUERIRÁ EL MUNICIPIO A CORTO PLAZO	185

CAPITULO VIII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

	Pág
8.1.- CONCLUSIONES FINALES	191
8.2.- RECOMENDACIONES	194

CAPITULO IX

BIBLIOGRAFÍA

9.1 FUENTES BIBLIOGRÁFICAS	197
----------------------------	-----

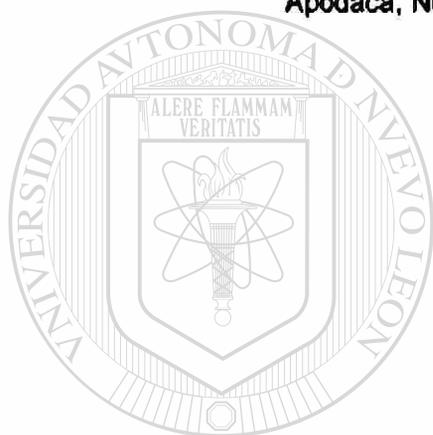
ANEXOS

ANEXO 1.- PLANO DE MACRORRUTEO ACTUAL	
ANEXO 1A.- PLANO DE MACRORRUTEO PROPUESTO	
ANEXO 2.- PLANOS DE ZONAS MUESTREADAS	
ANEXO 3.- CÉDULAS Y TABLAS ESTADÍSTICAS UTILIZADAS	
ANEXO 4.- FOLLETOS DE EQUIPOS DE RECOLECCIÓN RECOMENDADOS Y LISTA DE CENTROS DE ACOPIO UBICADOS EN APODACA, N.L.	
ANEXO 5.- CUESTIONARIO UTILIZADO EN EL SONDEO DE OPINIÓN	

ÍNDICE DE FIGURAS Y CUADROS

FIGURAS

	Pág
FIGURA 1.- Plano de localización del municipio de Apodaca, Nuevo León (Área de estudio)	8
FIGURA 2.- Crecimiento poblacional desde 1950 a la fecha y estimado para los próximos 25 años	14
FIGURA 3.- Plano de instalaciones actuales de la Secretaría de Servicios Públicos de Apodaca, Nuevo León	27
FIGURA 4.- Organigrama Actual de la Secretaría de Servicios Públicos de Apodaca, Nuevo León	52
FIGURA 5.- Organigrama propuesto para ser establecido en el municipio de Apodaca, Nuevo León	182



UANL

CUADROS

Cuadro I.- Localidades principales del municipio de Apodaca, N.L.	7
Cuadro II.- Datos censales para el municipio de Apodaca y población estimada para los próximos 25 años	14
Cuadro III.- Rutas de recolección de residuos sólidos domésticos en el municipio de Apodaca, N.L. Turno matutino corto.	31
Cuadro IV.- Rutas de recolección de residuos sólidos domésticos en el municipio de Apodaca, N.L. Turno matutino largo.	32
Cuadro V.- Rutas de recolección de residuos sólidos domésticos en el municipio de Apodaca, N.L. Turno matutino largo. (Continuación)	33
Cuadro VI.- Rutas de recolección de residuos sólidos domésticos en el municipio de Apodaca, N.L. Turno vespertino.	34
Cuadro VII.- Rutas de recolección y ubicación de contenedores en el municipio de Apodaca, N.L.	36

CONTINUACIÓN CUADROS

	Pág
Cuadro VIII.- Destino final de los residuos sólidos recolectados en Apodaca, N.L.	40
Cuadro IX.- Generación, tratamiento y disposición de los residuos sólidos en Estados Unidos.	59
Cuadro X.- Generación, tratamiento y disposición de los residuos sólidos en Canadá.	59
Cuadro XI.- Generación, tratamiento y disposición de los residuos sólidos en La ciudad de México.	60
Cuadro XII.- Generación, tratamiento y disposición de los residuos sólidos en Monterrey.	60
Cuadro XIII.- Aspectos a favor de las alternativas en el municipio de Apodaca, N.L.	73
Cuadro XIV.- Aspectos en contra de las alternativas en el municipio de Apodaca, N.L.	73
Cuadro XV.- Cuento de casas habitación que se ubican dentro de los límites que cubre cada ruta de recolección/semana.	164
Cuadro XVI.- Cuento de casas habitación que se ubican dentro de los límites que cubre cada ruta de recolección, para el zoneamiento propuesto.	168
Cuadro XVII.- Costos horarios actuales para cada tipo de unidad de recolección.	172
Cuadro XVIII.- Costos horarios para cada tipo de unidad de recolección.	173
Cuadro XIX.- Costos que implica disponer la basura en cualquiera de los dos destinos finales, desde distintos puntos del municipio.	176
Cuadro XX.- Personal requerido en el corto plazo para realizar las tareas de aseo público en el municipio de Apodaca.	185

ÍNDICE DE GRÁFICAS Y TABLAS

GRÁFICAS	Pág
GRÁFICA 1.- Generación "per-cápita" por estrato socioeconómico, Apodaca, Nuevo León.	88
GRÁFICA 2.- Generación promedio por casa-habitación por estrato socioeconómico, Apodaca, Nuevo León.	95
GRÁFICA 3.- Generación promedio por casa-habitación en los días de la semana, Apodaca, Nuevo León.	96
GRÁFICA 4.- Generación promedio por casa-habitación, colonia Pueblo Nuevo, 5o. sector, Apodaca, Nuevo León.	99
GRÁFICA 5.- Generación promedio por casa-habitación, colonia Los Fresnos, 1er. Sector, Apodaca, Nuevo León.	99
GRÁFICA 6.- Generación diaria "per-cápita", por estrato socioeconómico, Apodaca, Nuevo León.	100
GRÁFICA 7.- Generación diaria "per-cápita", nivel bajo, colonia Pueblo Nuevo, 5o. sector, Apodaca, Nuevo León	103
GRÁFICA 8.- Generación diaria "per-cápita", Nivel medio, colonia Los Fresnos, 1er. Sector, Apodaca, Nuevo León.	103
GRÁFICA 9.- Peso Volumétrico "in situ" promedio por estrato socioeconómico, Apodaca, Nuevo León.	104
GRÁFICA 10.- Peso volumétrico "in situ". colonia Pueblo Nuevo, 5o. sector, Apodaca, Nuevo León.	105
GRÁFICA 11.- Peso Volumétrico "in situ". colonia Los Fresnos, 1er. sector, Apodaca, Nuevo León	106
GRÁFICA 12A.- Generación de subproductos para los dos estratos socioeconómicos, Apodaca, Nuevo León	109
GRÁFICA 12B.- Generación de subproductos para los dos estratos socioeconómicos, Apodaca, Nuevo León.	110
GRÁFICA 13.- Total de subproductos reciclables en el municipio de Apodaca.	151
GRÁFICA 14.- Subproductos reciclables con campaña a 8 años con 10% de incremento anual a partir de 1997.	151
GRÁFICA 15.- Residuos sólidos domésticos que van al relleno sanitario sin reciclaje y con 10% de incremento anual.	153

TABLAS

Pág.

TABLA 1.-	Generación de residuos sólidos en kg/hab-día en el municipio de Apodaca, Nuevo León.	88
TABLA 2.-	Generación promedio en kg/casa-habitación de residuos sólidos por estrato socioeconómico.	94
TABLA 3.-	Independencia de la generación promedio de los residuos sólidos con los días de la semana y por estrato socioeconómico en kg/casa-habitación.	96
TABLA 4.-	Generación promedio de residuos sólidos por casa-habitación por día, colonia Pueblo Nuevo, 5o. sector en Apodaca, Nuevo León.	97
TABLA 5.-	Generación promedio de residuos sólidos por casa-habitación por día, colonia Los Fresnos, 1er. sector en Apodaca, Nuevo León.	98
TABLA 6.-	Independencia de la generación de los residuos sólidos con los días de la semana y por estrato socioeconómico en kg/habitante-día	100
TABLA 7.-	Generación "per-cápita" de residuos sólidos en kg/hab-día de la Colonia Pueblo Nuevo, 5o. sector, en Apodaca, Nuevo León.	101
TABLA 8.-	Generación "per-cápita" de residuos sólidos en kg/hab-día de la colonia Los Fresnos, 1er. sector, en Apodaca, N.L.	102
TABLA 9.-	Pesos volumétricos promedio en kg/m³ de los residuos sólidos por nivel socioeconómico.	104
TABLA 10.-	Peso volumétrico en kg/m³ de los residuos sólidos por día en la colonia Pueblo Nuevo, 5o. sector. Apodaca, Nuevo León.	105
TABLA 11.-	Peso Volumétrico en kg/m³ de los residuos sólidos por día en la colonia Los Fresnos, 1er. sector. Apodaca, Nuevo León.	106
TABLA 12.-	Independencia de los valores promedio de generación de subproductos para los tres estratos socioeconómicos, Apodaca, Nuevo León.	108
TABLA 13.-	Total de subproductos reciclables en el municipio de Apodaca.	149
TABLA 14.-	Subproductos reciclables con campaña a 8 años con 10% de incremento anual a partir de 1997.	150
TABLA 15.-	Residuos sólidos domésticos que van al relleno sanitario sin reciclaje y con 10% de incremento anual.	152

RESUMEN

El municipio de Apodaca, N.L., afronta graves problemas causados por los residuos sólidos, por lo cual apoya estudios como éste, a fin de diagnosticar las condiciones actuales de los sistemas de aseo urbanos, para revalidar los programas y métodos existentes, con miras a racionalizar las soluciones y revertir los problemas en propuestas viables, acordes al tiempo que vive el país.

En el presente estudio se elaboró un diagnóstico de las condiciones en que se encuentran actualmente los sistemas de aseo urbanos, en el cual destaca cierta eficiencia limitada a ciertos sectores de la población y queda en desventaja los estratos socioeconómicos bajos, debido a la corta cobertura y baja frecuencia de recolección que se les brinda, además de una no muy eficiente elección de los equipos utilizados. Las condiciones económicas del Departamento de Limpia, también podrían ser mejoradas.

Se estudió la caracterización de los residuos sólidos, en los niveles socioeconómicos existentes bajo y medio, según análisis estadísticos, como lo señalan las Normas Mexicanas vigentes en materia de residuos sólidos municipales y se obtuvo la Generación "per-cápita", el peso volumétrico y la cantidad de subproductos generados.

También, se elaboró un sondeo de opinión, en el cual se abordaron los principales aspectos relacionados con el sistema de aseo urbano, en el cual destaca la falta de información que existe entre los pobladores del municipio y la poca disposición a cambiar las costumbres para el manejo de los residuos sólidos.

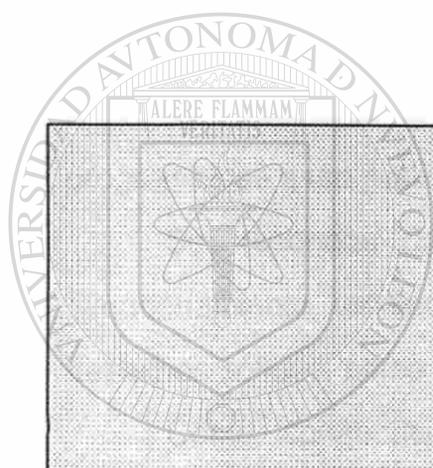
Con el fin de conocer las condiciones del sistema de recolección municipal, se realizó un estudio de tiempos y movimientos, recabando información que sirve como base para la reestructuración de las rutas. Este estudio se llevó a cabo en diferentes zonas de las que componen al municipio, suponiendo dos diferentes niveles socioeconómicos.

Se investigaron los aspectos técnicos, administrativos, sociales y económicos de tres alternativas conocidas para el manejo y tratamiento de los residuos sólidos que se manejan a nivel mundial: la incineración, el reciclaje y el relleno sanitario; opciones que podrían implantarse para el tratamiento de los residuos sólidos en Apodaca; evaluándose, en general, las ventajas y las desventajas, de cada opción, de donde se seleccionaron las dos más viables, para después ser evaluadas de acuerdo a las condiciones actuales del municipio.

Se desarrolló un análisis de los beneficios que acarrearía la implantación de un programa de reciclaje para los residuos del municipio de Apodaca, con ciertos beneficios para los propios generadores. Se cuantificó la cantidad de subproductos provenientes de los residuos sólidos domésticos, que podrían ser aprovechados como materia prima en la industria. El programa de reciclaje se contempló a 8 años a partir de 1997, con incremento del 10% anual, hasta llegar a reciclar un 80% del total en el año 2004. En esta campaña se plantea la segregación de papel, el cartón, el aluminio, el vidrio claro y el de color, además de los materiales ferrosos.

Se evaluaron las condiciones actuales del sistema de recolección en uso, que dispone los residuos sólidos en el relleno sanitario, elaborándose una serie de propuestas para mejorar las condiciones de almacenamiento, recolección y transporte, con planeación y desarrollo de programas de uso productivo de equipos y personal.

Ambos análisis se presentaron a los diseñadores de los programas de aseo urbano del municipio de Apodaca, quedando a su criterio el seleccionar la mejor opción acorde a los aspectos económicos, sociales y técnicos; no sin antes evaluar exhaustivamente cada uno de los modelos adecuándolos a sus necesidades e intereses.



CAPITULO I
INTRODUCCIÓN

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

1.1.- INTRODUCCIÓN

Uno de los resultados de la actividad humana son los desechos sólidos, ya que todo material, cuyo propietario no considera con valor suficiente, es convertido en un desecho, y es aquí cuando surge un problema grave, ya que este desecho necesita de algún modo aislarse del medio donde se desarrollan los humanos, para que no interfiera con las demás actividades de la vida diaria; entonces nace la necesidad del manejo de este producto y se requieren soluciones para eliminarlo.

Ahora bien, el proceso de eliminación trae consigo la implantación de una serie de sistemas de la Ingeniería Sanitaria, que, en su conjunto, pretenden solucionar el problema de los desechos sólidos. Así se crean los programas de aseo público.

Se reconoce la necesidad de crear sistemas adecuados de almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los desechos sólidos, como una solución al problema que estos crean.

Como consecuencia del crecimiento poblacional e industrial, los residuos sólidos aumentan su volumen en una forma directa proporcional, tal que al no ser tratados adecuadamente se convertirían en un serio problema, por aumentar el deterioro ambiental y atacar la salud pública.

En México, el problema de la basura ha sido tomado en consideración en todos los planes de desarrollo, tratando de eliminar este cáncer que crece día con día. En este país se producen diariamente 52 mil toneladas de desechos sólidos municipales y 370 mil toneladas de residuos industriales. Del total de la basura generada, se recolecta solamente el 75%, y queda el resto esparcido en terrenos baldíos y en tiraderos clandestinos. Del 75% colectado, solo 16 mil toneladas son dispuestas adecuadamente en rellenos sanitarios.

Por lo tanto, en el país se reconoce la necesidad de crear sistemas adecuados de almacenamiento recolección, transporte, tratamiento y

disposición final de los desechos sólidos, como una solución al problema que éstos crean.

Ahora bien, el proceso de eliminación trae consigo la implantación de una serie de sistemas de la Ingeniería Sanitaria que, en su conjunto, pueden solucionar el problema de los desechos sólidos y crear programas adecuados para el aseo público.

1.2.- PLANTEAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN APODACA, N.L.

El municipio de Apodaca es el que más crece en Nuevo León; su población, sus conjuntos habitacionales, sus industrias y sus comercios se multiplican de manera acelerada; a la par de este crecimiento, también se multiplican los problemas sociales y económicos, entre otros.

Uno de los aspectos más preocupantes es el relacionado con la contaminación, en todos sus niveles; en especial, por residuos sólidos.

Afortunadamente, este problema no ha sido dejado en el olvido, sino que ha sido colocado al lado de la modernización como un aspecto importante a ser tomado en cuenta, para evitar que se susciten problemas graves en esta materia por descuido, negligencia o simple ignorancia, como ya se han presentado en otras localidades que han sobrellevado crecimientos tan desproporcionados como los que presenta este municipio.

Con la modernidad y el crecimiento de este municipio, se ha creado la necesidad de planear las tareas de los servicios públicos municipales, a fin de garantizar el mejoramiento del entorno urbano, abatiendo los rezagos en los servicios de recolección y limpia, es por esto que el municipio de Apodaca ha contemplado en su Plan de Desarrollo Municipal para los próximos cuatro años, la eficientización del Servicio de Recolección y Limpia, por lo que sus dirigentes se han dado a la tarea de reestructurar sus sistemas, para lo cual

han impulsado este y otros estudios relacionados, a fin de detectar las anomalías existentes y tratar de corregirlas en el corto plazo.

1.3.- OBJETIVOS Y ALCANCES DEL ESTUDIO

Este trabajo intenta analizar la situación actual del sistema de manejo, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos generados en el municipio de Apodaca, Nuevo León, para:

- a) .- Caracterizar el servicio real que se presta a los usuarios del servicio de recolección y limpia, en Apodaca, N.L.
- b) .- Determinar la generación y caracterización física de los residuos sólidos municipales en Apodaca, Nuevo León.
- c) .- Proponer alternativas de sistemas para el almacenamiento temporal, la recolección, la transferencia y transporte, el tratamiento y la disposición final de los residuos sólidos municipales, en Apodaca, Nuevo León.
- d) .- Optimizar el sistema actual de manejo, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos municipales en Apodaca, Nuevo León.

En cuanto a los alcances de este estudio es: ofrecer información de apoyo para dar a conocer las condiciones técnicas, económicas, políticas, etc. que prevalecen en el Departamento de aseo público del municipio de Apodaca. Al mismo tiempo, que se presentan opciones para reducir el impacto de los residuos sólidos en el medio ambiente; despertando el interés de los diferentes sectores de la comunidad involucrados, en impulsar un cambio de actitud ante esta problemática.

A diferencia de otros estudios, este visualiza las opciones más afines a las condiciones que prevalecen en el municipio de Apodaca, sin tendencias a favorecer a alguna de ellas.

1.3.1.- REQUERIMIENTOS PARA CUMPLIR CON LOS OBJETIVOS

La implantación de sistemas de control y manejo de los residuos sólidos municipales, requiere de información actualizada y confiable; para, una acertada toma de decisiones, lo que implica, analizar en forma separada, cada uno de los procesos unitarios que integran esta problemática. Los procesos a los que nos referimos son: la generación, el almacenamiento, la recolección, la transferencia y transporte, el tratamiento y la disposición final de los residuos sólidos.

Para fundamentar conclusiones y adecuaciones necesarias para el establecimiento de alternativas de solución, y cumplir con los objetivos, se requiere conocer una serie de datos que sustentarán este estudio:

Conocimiento general de la zona de estudio

- Medio físico
- Aspectos socioeconómicos

Análisis de los factores que intervienen con los residuos sólidos en Apodaca

- El almacenamiento
- La recolección
- La transferencia y transporte
- El tratamiento
- La disposición final
- Las opiniones de los usuarios del sistema de aseo público
- Los aspectos legales, y

- **La administración y los costos**

Documentación de alternativas

- **Alternativas utilizadas a nivel internacional y nacional**
- **Generalidades de cada una de ellas**
- **Elección de alternativas a evaluar en la zona**

Consideraciones para el establecimiento de un proyecto de reciclaje

- **Composición y cantidad de los subproductos**
- **Mercado de los subproductos**
- **Estimado de la participación ciudadana**
- **Repercusión y factibilidad de esta alternativa**

Consideraciones para mejorar los sistemas de aseo público actuales y continuar utilizando el relleno sanitario

- **Cantidad de residuos a disponer en el relleno sanitario**
- **Medidas de control y manejo de los residuos sólidos desde el origen**
- **Repercusión y factibilidad de la alternativa**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

1.4.- HIPÓTESIS DEL ESTUDIO

“Un mejor conocimiento cuantitativo y cualitativo, de los factores que intervienen en los procesos de: generación, almacenamiento, recolección, transferencia y transporte, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos domésticos, mejorará la solución del problema respectivo en la comunidad de Apodaca, Nuevo León, México”.

1.5.- CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LOCALIDAD

1.5.1.- UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El municipio de Apodaca se ubica en la porción noroeste del estado de Nuevo León. Considerando las distancias por carretera, el municipio se ubica aproximadamente a 150 kilómetros de la frontera norte con Texas, a 300 kilómetros del Golfo de México y a 960 kilómetros de la Ciudad de México.

La población del municipio de Apodaca se encuentra distribuida en la cabecera municipal, como en diferentes colonias, nuevos fraccionamientos y ex-haciendas (Ver Cuadro I y Figura 1).

Cuadro I.- LOCALIDADES PRINCIPALES DEL MUNICIPIO DE APODACA

LOCALIDAD	Latitud Norte (Grados- Min)	Longitud Oeste (Grados- Min)	Altitud (m.s.n.m.)
Cabecera Municipal	25° 47'	100° 11'	430
Moisés Sáenz	25° 48'	100° 15'	460
Séptima Zona Militar	25° 51'	100° 15'	450
Santa Rosa	25° 49'	100° 13'	430
Nuevo Río Pesquería	25° 48'	100° 16'	460
Agua Fría	25° 49'	100° 09'	390
Pueblo Nuevo	25° 45'	100° 10'	415

Tiene una extensión territorial de 183.5 kilómetros cuadrados, representa el 0.4% de la superficie del estado de Nuevo León, y el 7.74% del total del Área Metropolitana de Monterrey. Geográficamente, se ubica entre las coordenadas 25° 52' y 25° 42' de latitud norte y 100° 05' y 100° 17' de longitud oeste, en relación al meridiano de Greenwich.

Sus límites son: al norte, con los municipios de Salinas Victoria y General Zuazua; al sur, con los de Juárez y Guadalupe; al oriente, con los de Pesquería y Marín; y al poniente, con los de General Escobedo, San



FIG. I.- PLANO DE LOCALIZACION DEL MUNICIPIO DE APODACA, N. L.

Nicolás de los Garza y El Carmen. Su altitud media es de 460 metros sobre el nivel del mar.

1.5.2.- OROGRAFÍA

Orográficamente, se localiza dentro de un valle, por ello carece de elevaciones o montañas. La topografía del municipio es, en términos generales, plana con pendientes de 0-2%. Son terrenos con condiciones aptas a medianamente aptas para el desarrollo urbano.

1.5.3.- HIDROGRAFÍA

El municipio es atravesado por el Río Pesquería, perteneciente a la vertiente del Golfo de México, cuyo origen está en Arteaga, Coahuila, beneficiando los campos de cultivo de los poblados de Santa Rosa y Agua Fría.

Igualmente, lo cruza el arroyo de "La Talavera" en el poblado San Miguel. Ambos conductos acuíferos no son de importancia, excepto cuando las lluvias aumentan sus caudales.

Hidrológicamente se localiza en la región RH-24 (Bravo-Conchos), Cuenca Río Bravo-San Juan y Subcuencas Río Pesquería (13.33%) y Río Salinas (86.67% de la superficie municipal).

1.5.4.- CLIMA

Al igual que el resto del estado, este municipio presenta un clima extremo. Su temperatura varía de 44° C en verano hasta menos de cero grados en invierno. Las temperaturas medias son entre 20 y 22° C.

El clima es semicálido subhúmedo, con lluvias escasas durante todo el año, de semiseco a seco, muy cálido y cálido

El promedio anual de lluvias es de 502 milímetros, presentándose las máximas lluvias durante los meses de agosto y septiembre.

Los vientos predominantes en la región provienen del noreste.

1.5.5.- ACTIVIDADES ECONÓMICAS

En orden decreciente las actividades económicas más importantes son: Industria, Agricultura y Ganadería.

Sus cultivos más importantes son: maíz, trigo, cebada, sorgo, avena, frijol y legumbres.

El ganado es, mayormente vacuno, caballar y ovino.

En este municipio se ubica el principal puerto aéreo de la región noreste del país, el Aeropuerto "Mariano Escobedo", el cual cuenta con un flujo mayor a los 7000 vuelos anuales.

1.6.- ESTUDIOS PREVIOS

No fué posible localizar, hasta el momento de la realización de este trabajo, algún estudio sobre los residuos sólidos generados en el municipio de Apodaca.

Aunque, en algunos estudios del Área Metropolitana de Monterrey (A.M.M.) que incluye al municipio de Apodaca, se consideran algunos datos generales como es la generación diaria "per-cápita" para esta zona, que se estima del orden de 0.670 kg/hab-día. Este valor se obtuvo de datos bastante diferenciados como son 0.9 kg de Garza García, 0.7 kg de Monterrey y 0.320 de Guadalupe y San Nicolás de los Garza (Gobierno del Estado de Nuevo León, 1991)⁵.

En la misma fuente se menciona también, que las rutas de recolección en el A.M.M. se organizan por colonias con un 100% de cobertura, con una

frecuencia de recolección alterna o incluso de dos veces por semana. El volumen de compactación de la basura ha sido estimado en 450 kg/m^3 , valor bastante conservador. En cuanto a la densidad de la basura en origen, se menciona de 150 kg/m^3 , valor que corresponde aproximadamente con los de Garza García. No obstante, se recomienda que todos estos valores sean verificados con trabajo de campo.

1.7.- DEMOGRAFÍA

El municipio de Apodaca, debido a su rápido crecimiento, ha experimentado en tan solo unos años un cambio radical en sus estructuras sociales y económicas, así, de ser un municipio básicamente dedicado al comercio y a las actividades agrícolas, pasó a conformar un importante polo de desarrollo industrial y habitacional que ha transformado de manera definitiva su perfil urbano y demográfico.

La población actual, de acuerdo con el último censo de población y vivienda realizado por INEGI® en 1995, en sus datos preliminares arroja 219,140 habitantes para el municipio de Apodaca, con una participación relativa a nivel estatal del 6.17%, según su población.

El crecimiento poblacional de los últimos 5 años se atribuye principalmente a la migración de personas de otros municipios, que vienen a vivir en la gran cantidad de fraccionamientos de interés social que han sido y siguen construyéndose.

Actualmente, Apodaca cuenta con 128 colonias o fraccionamientos establecidos y 20 en trámite o proceso de construcción.

1.7.1.- CRECIMIENTO INDUSTRIAL Y COMERCIAL

La industria en el municipio ha recibido un fuerte impulso en los últimos años, con la llegada de múltiples empresas maquiladoras. Actualmente se ubican dentro del municipio 127 establecimientos y se cuenta con 3 parques industriales que se caracterizan por la modernidad, eficiencia y prestigio de las firmas que allí elaboran productos.

De igual modo, la actividad comercial vive, actualmente, una época de grandes transformaciones y se cuenta ahora con atractivos lugares para la inversión; existen además, dispersos en el municipio, establecimientos de distintas cadenas de reconocido prestigio que son requeridos por los asentamientos humanos como una necesidad en materia comercial.

En el último censo comercial de 1988 se contaba con 659 comercios, dedicados al mayoreo 26 y al menudeo 633, 52 locales registrados entre restaurantes y hoteles y 92 talleres de servicio (INEGI, 1993)⁶.

1.7.2.- HABITANTES POR VIVIENDA Y TASA DE CRECIMIENTO

En el censo de 1990 se señala como promedio de ocupantes por vivienda 4.76 personas, las cuales habitan un número de 24,198 casas-habitación (INEGI, 1993)⁶. En el cálculo realizado en este trabajo en dos colonias se obtuvieron promedios de 5.12 y 4.08 habitantes/casa-habitación para las colonias Pueblo Nuevo 5o. Sector y Los Fresnos 1er. Sector, respectivamente. Esto nos indica un promedio general de 4.6 habitantes/casa, con lo que se puede estimar que actualmente se tienen por lo menos 47,639 casas habitadas dentro del municipio.

La tasa de crecimiento media anual intercensal que expresa el ritmo de crecimiento de la población que radica en una determinada unidad geográfica durante un cierto periodo, fue estimada a partir de la siguiente fórmula:

Tasa de crecimiento Media Anual = $[(P.F. / P.I.)^{1/n} - 1] \times 100$

P.F. = Población al final del periodo

P.I. = Población al inicio del periodo

n = No. de años considerados

La tasa de crecimiento media anual de Apodaca en el periodo de 1980 a 1990 se estimó en 12.3%, y en el periodo de 1990 a 1995 se estimó en 13.58%, similar al periodo anterior. La tasa de crecimiento en el estado de Nuevo León es considerada en 2.2% (INEGI, 1993)*.

1.7.3.- CALCULO DE LA POBLACIÓN

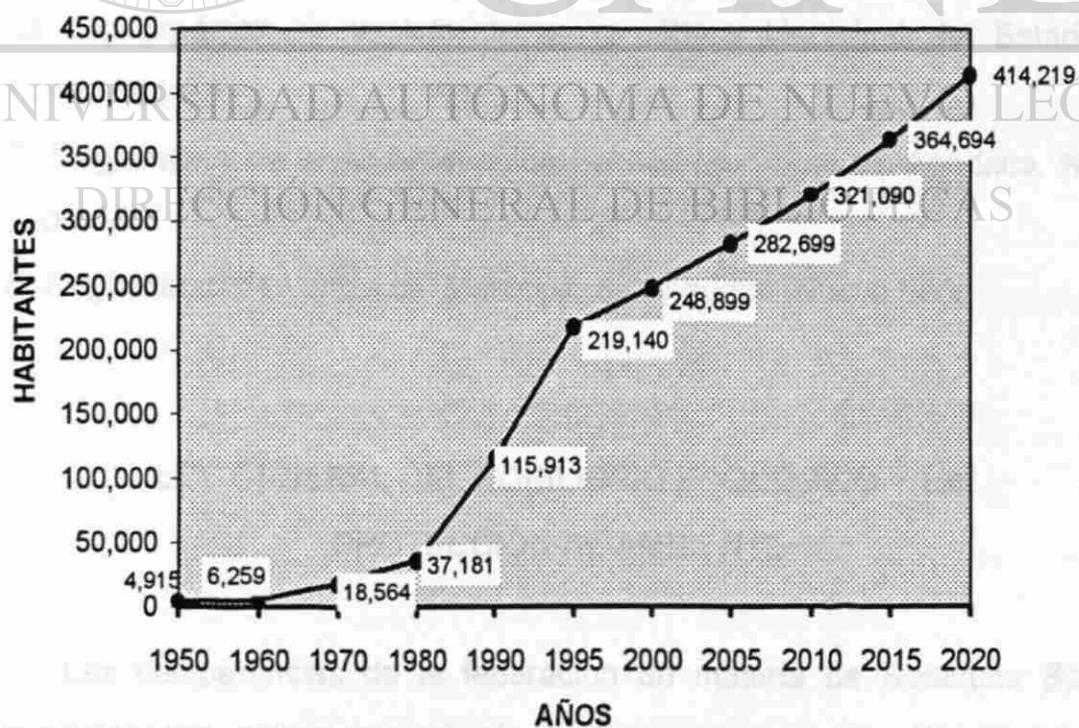
La población y su comportamiento son un parámetro que debe ser analizado con detenimiento cuando se evalúan los sistemas de control de desechos sólidos. El hecho de evaluar con cierta confiabilidad el crecimiento o decrecimiento de una población, permite planear los sistemas de manera más racional, ya que la cantidad de residuos generados depende de la población, como factor primordial.

Existen diversos métodos para calcular la población en un momento dado o en una fecha determinada. Los resultados se acercarán más a la realidad conforme mayor sea el número de censos que se tengan disponibles y cuándo más confiables sean éstos. Para el municipio de Apodaca se tienen datos cada 10 años, de los censos del INEGI.

A partir de los datos de población desde 1950 a la fecha (incluyendo el preliminar de 1995) se realizó el cálculo de proyección de la población total futura (Ver cuadro II y Figura 2).

Cuadro II.- DATOS CENSALES PARA EL MUNICIPIO DE APODACA, N.L.	
AÑO	NUMERO DE HABITANTES
1950	4,915
1960	6,259
1970	18,564
1980	37,181
1990	115,913
1995	219,140
2000	248,899
2005	282,699
2010	321,090
2015	364,694
2020	414,219

FIGURA 2.- CRECIMIENTO POBLACIONAL PARA EL MUNICIPIO DE APODACA, N.L. con proyección hasta el año 2020



1.7.- ANÁLISIS DE LA LEGISLACIÓN EN MATERIA DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

ESTE ANÁLISIS PRETENDE:

Reconocer el marco jurídico y administrativo en el que se produce actualmente la gestión de los residuos sólidos en México, en el estado de Nuevo León y, particularmente, en el municipio de Apodaca.

También se pretende analizar las funciones y responsabilidades básicas de los distintos agentes económicos administrativos y sociales implicados en ella.

En materia de residuos sólidos, el municipio de Apodaca tiene a su cargo el manejo del sistema de recolección y limpia, de conformidad con lo dispuesto en:

- La constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, Artículo 115, fracción III.
- La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
- La Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Nuevo León.
- La Ley orgánica de la Administración pública Municipal del Estado de Nuevo León.
- El Reglamento de la Administración Pública Municipal de Apodaca, Nuevo León.
- El Reglamento de Limpia del Municipio de Apodaca, Nuevo León.

LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE.

Las competencias de la federación en materia de Residuos Sólidos Municipales son ejercidas mediante la redacción y aprobación de Normas Oficiales Mexicanas, las Normas vigentes actuales, fueron preparadas por la

Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE)¹⁵, las cuales fueron utilizadas para este trabajo; a continuación se describen en lo general cada una de ellas:

NORMAS MEXICANAS (SEDUE)¹⁵

- **NOM-AA-91-1987.- Calidad del Suelo - Terminología**
- **NOM-AA-15-1985.- Protección al Ambiente - Contaminación del Suelo - Residuos Sólidos Municipales - Muestreo - Método de Cuarteo.**
- **NOM-AA-19-1985.- Protección al Ambiente - Contaminación del Suelo - Residuos Sólidos Municipales - Peso Volumétrico "in situ".**
- **NOM-AA-22-1985.- Protección al Ambiente - Contaminación del Suelo - Residuos Sólidos Municipales - Selección y cuantificación de subproductos.**
- **NOM-AA-61-1985.- Protección al Ambiente - Contaminación del Suelo - Residuos Sólidos Municipales - Determinación de la Generación.**

Existen también otra serie de normas que regulan la determinación de materia orgánica, de la relación Carbono/Nitrógeno, nitrógeno total, fósforo total, azufre, hidrógeno a partir de materia orgánica y oxígeno en ésta misma.

- **NOM-AA-52-1985.- Protección al Ambiente - Contaminación del Suelo - Residuos Sólidos Municipales - Preparación de muestras en el laboratorio para su análisis.**
- **NOM-AA-21-1985.- Protección al Ambiente - Contaminación del Suelo - Residuos Sólidos Municipales - Determinación de materia Orgánica.**
- **NOM-AA-16-1984.- Protección al Ambiente - Contaminación del Suelo - Residuos Sólidos Municipales - Determinación de humedad.**
- **NOM-AA-24-1984.- Protección al Ambiente - Contaminación del Suelo - Residuos Sólidos Municipales - Determinación de nitrógeno total.**

- **NOM-AA-25-1984.- Protección al Ambiente - Contaminación del Suelo - Residuos Sólidos Municipales - Determinación del pH-Método potenciométrico.**
- **NOM-AA-68-1986.- Protección al Ambiente - Contaminación del Suelo - Residuos Sólidos Municipales - Determinación de hidrógeno a partir de materia orgánica.**
- **NOM-AA-80-1985.- Protección al Ambiente - Contaminación del Suelo - Residuos Sólidos Municipales - Determinación del porcentaje de oxígeno en materia orgánica.**
- **DGN-AA-31-1976.- Protección al Ambiente - Contaminación del Suelo - Residuos Sólidos Municipales - Determinación de azufre en desechos sólidos..**
- **DGN-AA-33-1975.- Protección al Ambiente - Contaminación del Suelo - Residuos Sólidos Municipales - Determinación del poder calorífico en desechos sólidos.**

En el Título IV de la misma Ley, Relativo a la Protección del Ambiente, regula entre otros, en su capítulo III (Prevención y control de la contaminación del suelo), las acciones que derivadas de la producción y gestión incorrecta de residuos, puedan afectar a las aguas superficiales y subterráneas, así como a los suelos.

LEGISLACIÓN DEL ESTADO DE NUEVO LEÓN EN MATERIA DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

En este apartado solo se contempla Legislación Ambiental general, ya que no se ha producido normatividad específica en materia de residuos sólidos, aunque en el Reglamento de la Ley Estatal dedica uno de sus Títulos a la Prevención y Control de la Contaminación del Suelo.

LEY DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE DEL ESTADO DE NUEVO LEÓN.

Esta Ley tiene por objeto "Regular las acciones para la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección ambiental en el territorio del estado de Nuevo León y de los Municipios que lo integran, así como distribuir las atribuciones que en esta materia sean de su respectiva competencia".

En base a este principio general y entre otros objetivos, se destaca LA PREVENCIÓN Y EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE, AGUA Y SUELO en el territorio del Estado, en las materias que no sean competencia de la federación. En residuos, afecta a los que no tienen la consideración de peligrosos, es decir, los municipales en general así como los industriales que no estén incluidos en los supuestos de la legislación de residuos peligrosos.

En el Título Segundo de la Ley se establecen las atribuciones que tiene el gobierno del estado y de los municipios, así como su coordinación con la federación. En este sentido, es competencia de los municipios **LLEVAR A CABO EL MANEJO Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS QUE NO SEAN PELIGROSOS** salvo en las áreas conurbadas en las que el gobierno del Estado coordinará con los municipios que corresponda **EL MANEJO Y DISPOSICIÓN FINAL DE DESECHOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS**. Este es el caso del Área Metropolitana de Monterrey.

Los ayuntamientos expedirán reglamentos, para la observancia de las atribuciones que son de su responsabilidad, como son los residuos sólidos no peligrosos con la puntualización que se ha mencionado.

La Secretaría Estatal de Urbanismo (SEDU) es el órgano del Gobierno de Nuevo León que asume las funciones que son responsabilidad de este en materia de Política Ecológica. Atribuciones:

- Se someterá a autorización de esta Secretaría todas aquellas obras que puedan causar desequilibrios ecológicos, sometiéndolas a evaluación de impacto ambiental; entre ellas se menciona explícitamente los sistemas de tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos sólidos no peligrosos.
- Queda sujeto a la autorización del Gobierno del Estado o de los Municipios, en su caso con arreglo a las Normas Oficiales Mexicanas, el funcionamiento de los sistemas concesionados de recolección, almacenamiento, transporte, alojamiento, reuso, tratamiento y disposición final de residuos sólidos.

REGLAMENTO A LA LEY DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE DEL ESTADO DE NUEVO LEÓN

El título 5o. de este reglamento, de la Prevención y control de la Contaminación del Suelo, es por el momento la única legislación del Estado en materia de residuos sólidos. De acuerdo con este título:

- La Secretaría de Desarrollo Urbano (SEDU) debe autorizar la disposición final de todos los residuos que no sean peligrosos.
- Esta autorización se debe de producir previa solicitud del interesado, con una caracterización, volumen y frecuencia de generación de los residuos en cuestión, así como la descripción del proceso y lugar donde se pretende llevar a cabo el vertido.
- La Dirección de Ecología de SEDU emitirá el correspondiente dictamen técnico, incluyendo los requisitos a adoptar por el solicitante para evitar la contaminación del suelo. A la vista del mismo la Secretaría autorizará o negará la solicitud, estableciendo, en el primer caso, los requisitos o cautelas bajo las que este vertido se debe de producir.
- Los sistemas de recolección municipales se ajustarán a sus propios reglamentos. Se podrán celebrar convenios entre municipios y de éstos con el estado para una mejor gestión de los residuos sólidos, sobre todo en las zonas conurbadas.

REGLAMENTO DE LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA MUNICIPAL DE APODACA, NUEVO LEÓN.

CAPITULO X.- SECRETARIA DE SERVICIOS PÚBLICOS

ARTICULO 21.- La secretaría de servicios Públicos, es la dependencia encargada de prestar a la comunidad, los servicios básicos previstos en este precepto, y al efecto le corresponde el despacho de los siguientes asuntos:

I.- Planear, realizar, supervisar, controlar, y mantener en condiciones de operación, los servicios públicos en el municipio.

II.- Efectuar la recolección de basura en el municipio, y promover el concurso de la población para facilitar la prestación de dicho servicio.

IV.- Dar mantenimiento necesario a parques, plazas, jardines, mercados, panteones públicos, edificios y demás áreas municipales.

**LEY ORGÁNICA DE LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA MUNICIPAL
DEL ESTADO DE NUEVO LEÓN.**

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

CAPITULO V.- DE LA FACULTADES Y OBLIGACIONES DEL PRESIDENTE MUNICIPAL

I.- Planear, programar, presupuestar, coordinar y evaluar el desempeño de las unidades administrativas de la administración pública municipal que se crean por acuerdo del ayuntamiento en cumplimiento de esta Ley.

II.- Cumplir y hacer cumplir en el municipio la presente Ley; las leyes, los reglamentos y demás disposiciones del orden Municipal, Estatal y Federal
etc.

REGLAMENTO DE LIMPIA DEL MUNICIPIO DE APODACA

CAPITULO I.- Disposiciones Generales

Artículo 1o.- El presente Reglamento tiene vigencia en el Municipio y es obligatorio para todos los habitantes domiciliados y transeúntes, por ser de interés social, entendiéndose por habitantes, tanto las personas físicas como las personas morales.

Artículo 2o.- Los órganos oficiales a cuyo cargo estará la prestación del servicio publico y vigilancia del cumplimiento de este Reglamento son: El Presidente Municipal, El Secretario del R. Ayuntamiento, el C. Jefe del Departamento de Limpia, El C. Director de servicios Primarios, el C. Director de Obras Publicas, el C. Director del Departamento de Transito, el C. Director Municipal de Mercados y Control de Comerciantes Ambulantes, el C. Regidor del R. Ayuntamiento comisionado de limpia y los comités de vecinos auxiliares de la Comisión de Limpia.

Artículo 3o.- Para los efectos de este Reglamento, se entiende por basura los desechos materiales generados en los procesos de transformación y extracción de productos cuya ínfima calidad, impida nuevamente su uso, y conforme a la ley de Desarrollo Urbano y Ecología no representen peligro alguno, proveniente de las actividades que se realicen en casas habitación, oficinas, edificios, mercados, calles y vías publicas, plazas, parques, establecimientos comerciales e industriales y cualesquier otro similar a los anteriores.

CAPITULO II.- Del servicio de limpia.- Artículos del 4o. al 9o.

Artículo 4o.- El servicio de limpia del Municipio, se prestará en cooperación entre las autoridades y los habitantes, por conducto del Departamento de Limpia y la Dirección de Servicios Primarios.

Artículo 5o.- El Presidente Municipal nombrará el personal necesario y proporcionará dentro de la capacidad presupuestal, con exclusión de los que sean a costa de los particulares, todos los materiales, equipo y útiles necesarios para la mejor ejecución del servicio de limpia, que comprenderá:

- a).- Barrido de Plazas, Jardines.....
- b).- Lavado de calles, avenidas, camellones,
- c).- Recolección de la basura y desperdicios provenientes de la vía pública, de casa habitación y de servicios públicos
- d).- Acarreo de la basura y desperdicios a las estaciones de transferencia
- e).- Recolección, transporte y cremación de cadáveres de animales que se encuentren en la vía pública,

CAPITULO III.- De las obligaciones de los ciudadanos.- Art. 10o. al 35o.

CAPITULO IV.- De las prohibiciones en general.- Art. 36o.

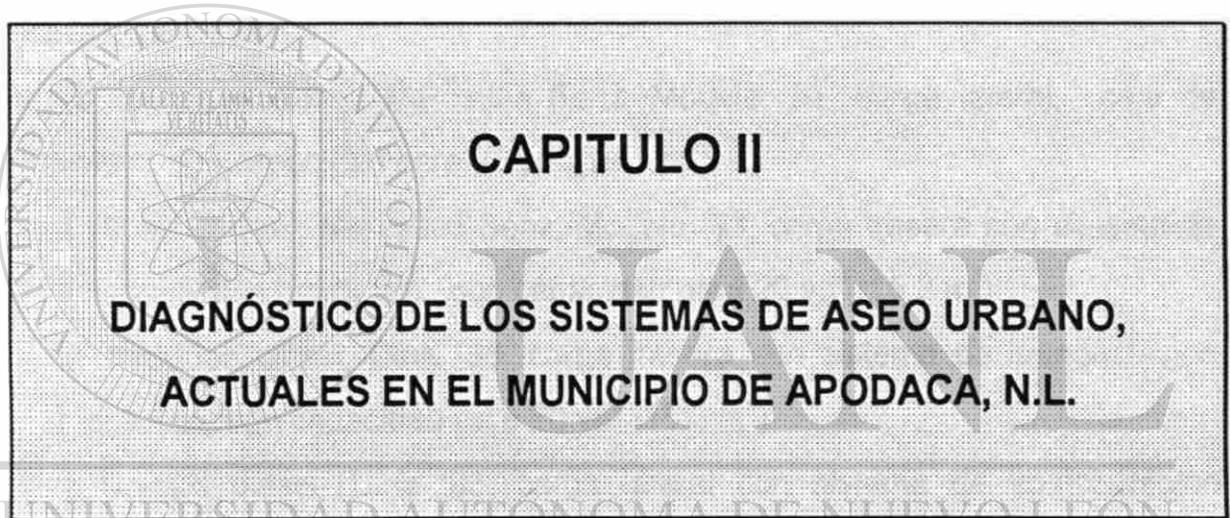
CAPITULO V.- De la vigilancia para el cumplimiento de este reglamento.-

Art. 37o. al 45o.

CAPITULO VI.- Sanciones Art. 46o. al 53o.

CAPITULO VII.- De los recursos.- Art. del 54o. al 59o.

Transitorios.



CAPITULO II

**DIAGNÓSTICO DE LOS SISTEMAS DE ASEO URBANO,
ACTUALES EN EL MUNICIPIO DE APODACA, N.L.**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

2.1.- INVENTARIO DE EQUIPO E INSTALACIONES

2.1.1.- EQUIPO DE RECOLECCIÓN

El equipo con que cuenta el Departamento de Limpia para la recolección de los residuos sólidos municipales en Apodaca es:

SUPERVISIÓN

- 1 Camioneta gasolina, Dodge '92

RECOLECCIÓN

- 10 unidades diesel, Mercedes Benz, Modelo '91, carga lateral, caja de volteo, con capacidad para 25 yd³ (19.1 m³).
- 1 Unidad diesel, Mercedes Benz, Modelo '93, carga trasera con sistema de compactación hidráulica, con capacidad para 20 yd³ (15.3 m³).
- 4 Unidades diesel, Dina '93, carga trasera con sistema de compactación hidráulica, con capacidad para 20 yd³ (15.3 m³).
- 1 Unidad diesel, Dina '93, carga lateral con sistema de compactación hidráulica, con capacidad para 20 yd³ (15.3 m³), cilíndrico.
- 4 Unidades gasolina, Ford '78, '79 y '81 y '82, carga trasera, con sistema de compactación hidráulica, con capacidad para 20 yd³ (15.3 m³).

EQUIPO PARA CONTENEDORES

- 1 Remolque chasis gasolina, Dodge '90
- 2 Remolques chasis gasolina, Dodge '91
- 45 contenedores de 6 m³ cada uno.

CARRETONEROS Y SERVICIOS EN GENERAL

- 3 Camiones de volteo, diesel, Chevrolet '75, '78 y '81, capacidad 8.0 m³.

2.1.2.- EQUIPO DE BARRIDO

El equipo de barrido con que cuenta el municipio es únicamente del tipo manual y en sí es bastante limitado. Consta de carritos manuales con tambor de 200 litros. Además de las herramientas necesarias como son escobas, palas, recogedores. El personal de limpieza no porta los uniformes de color llamativo necesarios por razones de seguridad, para evitar accidentes viales.

Para la limpieza (Chapoleo) de carreteras y caminos, se cuenta con un tractor Ford, diesel, de modelo desconocido.

2.1.3.- MANTENIMIENTO

El mantenimiento que se da al equipo de recolección y limpieza es totalmente correctivo, ya que no existe un programa de mantenimiento del equipo de forma preventiva, debido a que los camiones de recolección solamente alcanzan para cubrir el servicio, y en forma deficiente.

No existe un "stock" de refacciones en almacén. Cuando se requiere de alguna reparación éstas se adquieren al momento de la demanda.

Cuando existe la necesidad de hacer alguna reparación menor o algún cambio de aceite, verificación de niveles, cambio de bujías, reparación de neumáticos, etc. se hace en el taller de mantenimiento que tiene la Secretaría de Servicios Públicos; pero existe el inconveniente de que en este taller se da servicio a todo el equipo móvil del municipio, por lo que si existe la necesidad de alguna reparación mayor, el camión tendrá que ser llevado a talleres externos.

El taller de mantenimiento de Servicios Primarios cuenta con personal mínimo: dos engrasadores, dos lavadores, un vulcanizador y un auxiliar mecánico.

2.1.4.- INSTALACIONES

El Departamento de Recolección y Limpia se ubica en el edificio de Servicios Públicos Municipales, de quien depende directamente; en este mismo edificio se encuentra la Dirección de Policía y Tránsito, la cual ocupa la mayor parte del inmueble.

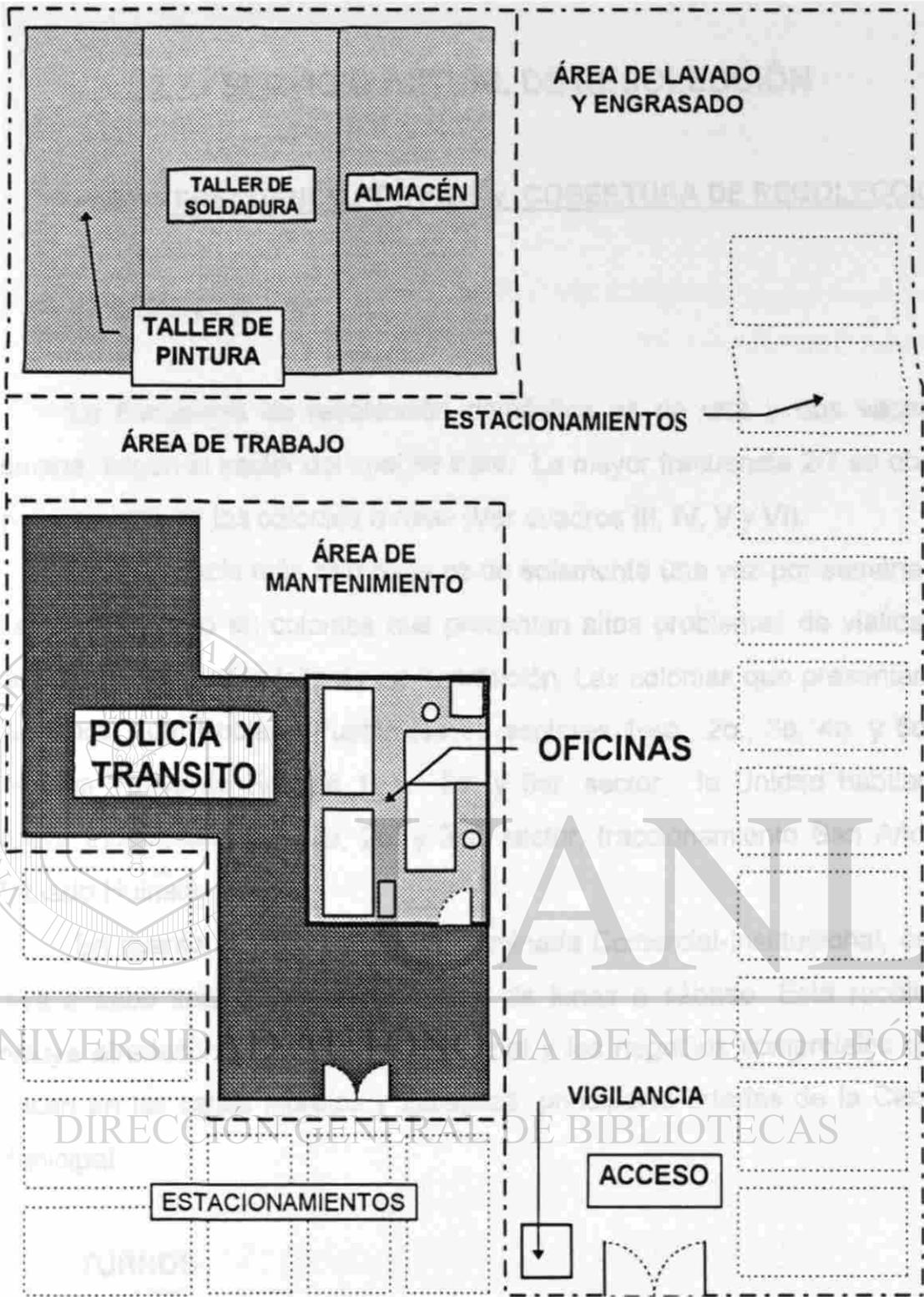
Las instalaciones de la Secretaría son únicamente una oficina de aproximadamente 5 x 5 metros, además de los talleres, el almacén, etc. que se encuentran dentro de un terreno de aproximadamente 50 x 70 metros, a un costado de dicho edificio.

El terreno está cercado con una malla de dos metros de altura. Dentro de éste se estacionan los camiones de recolección de basura, así como también los demás equipos que son utilizados para el Servicio Público.

Dentro de este corralón también se ubican (Ver figura 2):

- Taller de mantenimiento

- Taller de lavado,
- Taller de soldadura
- Taller de pintura,
- Almacén y baños
- Caseta de vigilancia,
- Estacionamiento de vehículos, etc.



SIMBOLOGIA (SIN ESCALA)

-----	ÁREA TECHADA	□	MUEBLES	■	ÁREA DE OFICINAS
- - - - -	LIMITE DEL TERRENO	□	ESTACIONAMIENTO		
—	CONSTRUCCIÓN				

FIGURA 3.- PLANO DE INSTALACIONES Y OFICINAS DE LA SECRETARÍA DE SERVICIOS PÚBLICOS APODACA, NUEVO LEÓN.

2.2.- SERVICIO ACTUAL DE RECOLECCIÓN

2.2.1.- FRECUENCIA, TURNOS y COBERTURA DE RECOLECCIÓN

FRECUENCIA

La frecuencia de recolección doméstica es de una y dos veces por semana, según el sector del cual se trate. La mayor frecuencia 2/7 se observa en la mayoría de las colonias o rutas (Ver cuadros III, IV, V y VI).

La frecuencia más castigada es de solamente una vez por semana (1/7) y se lleva a cabo en colonias que presentan altos problemas de vialidad, en parte causados por la falta de pavimentación. Las colonias que presentan esta frecuencia son: Poblado Pueblo Nuevo sectores 1ero., 2o., 3o., 4o. y 5o., las colonias Valles de Huinalá 1ero., 2o. y 3er. sector, la Unidad habitacional Nueva Independencia 1ero, 2o. y 3er. sector, fraccionamiento San Andrés y Poblado Huinalá.

En cuanto a la recolección denominada Comercial-Institucional, ésta se lleva a cabo seis días a la semana, de lunes a sábado. Esta recolección incluye alrededores del Palacio Municipal y los negocios comerciales que se ubican en las calles Morelos y Zaragoza, principales arterias de la Cabecera Municipal.

TURNOS

La prestación del servicio de recolección se hace en varios turnos, esto debido a la ya referida falta de unidades, por lo que se hace necesario el escalonamiento de los mismos para poder cubrir la demanda al 100%.

Existen 4 rutas que cubren el horario matutino corto de 6 a 14 horas. esos mismos camiones harán el recorrido en el horario vespertino. El horario matutino largo de 8 a 17 horas y es cubierto por 14 unidades.

En el caso de que algún camión recolector sufra algún desperfecto, éste deberá ser cubierto en un turno por la tarde-noche, lo que provoca el recorte de los horarios normales.

Los tres horarios en que se presta el servicio actualmente son:

Turno matutino corto de 6:00 hrs a 14:00 hrs

Turno vespertino de 14:00 hrs a 22:00 hrs, y

Turno matutino largo de 8:00 hrs a 17:00 hrs

COBERTURA

Actualmente la cobertura que se hace dentro del municipio es muy cercano al 90%, además de la menor frecuencia con que se realiza en algunos sectores de la población (Ver cuadros III, IV, V y VI, y Plano Anexo 1).

Cada unidad se calcula que transporta y recolecta 118 toneladas de residuos por mes, esto es un promedio que no incluye al tipo de unidad.

Para obtener más detalles acerca de los tiempos y movimientos se realizó dentro de este trabajo un estudio en detalle, el cual veremos más adelante.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

2.2.2.- PERSONAL DEL SERVICIO DE LIMPIA

El personal con el que opera el Departamento de Limpia del Municipio de Apodaca, esta compuesto por 116 personas agrupados de la siguiente manera:

1 Jefe de Departamento;

29 Operadores; 74 Ayudantes;

8 jardineros; 2 Barrenderos, y

2 Intendentes,

El Departamento depende directamente de la Secretaría de Servicios Públicos, de donde recibe apoyo por parte de un Director, dos secretarías y un administrador.

2.2.3.- RUTAS DE RECOLECCIÓN

Existen 22 rutas de recolección doméstica, separadas en 3 turnos: 4 realizan la recolección en el turno matutino corto, mismas unidades que efectúan el turno vespertino, las otras 14 rutas hacen su recolección en el turno matutino largo. De las 22 rutas que se manejan diariamente, sólo 2 unidades realizan 2 viajes diarios al relleno sanitario, siendo la unidad número 56 en horario matutino largo que cubre la ruta Noria Norte y Sur, la cual, excepto los jueves y sábado, realiza dos vueltas. También la unidad número 57, que cubre la ruta Pueblo Nuevo 4o. sector en horario vespertino, excepto los miércoles, completa dos viajes diarios.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

A continuación se presentan los cuadros de rutas de recolección, las cuales utilizan como unidad básica la colonia. A cada camión se le asigna un número determinado de colonias, a las cuales tendrá que brindar el servicio con la frecuencia destinada, en el transcurso de la semana (Ver cuadros III, IV, V y VI, y Plano anexo 1)..

**CUADRO III.- RUTAS DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS
EN EL MUNICIPIO DE APODACA N.L.
TURNO MATUTINO CORTO DE 6:00 a 14:00 Horas**

UNIDAD	FRECUENCIA	COLONIA	EQUIPO Y MODELO
55	2/7	Nuevo Amanecer 1er sector 73% Enramada 6o. sector	Mercedes Benz '91 Caja de volteo, carga lateral, capacidad 25 yd ³
57	2/7 1/7*	Poblado Huinalá * Jerónimo Treviño Alberta Escamilla Lomas del Pedregal Valle del Pedregal Fracc. San Andrés	Mercedes Benz '91 Caja de volteo, carga lateral, capacidad 25 yd ³
58	2/7	Hacienda Agua Fria Hacienda Santa Rosa Cosmópolis Valle del Mezquital Hacienda El Mezquital	Dina'93 Carga trasera, con compactación, capacidad 20 yd ³
62	2/7	Nuevo Mezquital Francisco Elizondo García Miréles Las Américas Col. Cantú Ejido El Mezquital El Mezquital	Dina '93 Carga trasera, con compactación, capacidad 20 yd ³

**CUADRO IV.- RUTAS DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS
EN EL MUNICIPIO DE APODACA N.L.
TURNO MATUTINO LARGO DE 8:00 a 17:00 Horas**

UNIDAD	FRECUENCIA	COLONIA	EQUIPO Y MODELO
47	2/7 6/7*	Cabecera Municipal (61%) Burócratas Municipales Casas Reales Santa Rosa 1o. y 2o. sector Ruta Comercial * Empresa Kenworth	Mercedes Benz '91 Caja de volteo, carga lateral, capacidad 25 yd ³
48	2/7	Metroplex I	M. Benz '91, CV5
49	2/7	Roberto Espinoza Valle de Huinalá 4o. sector Las Fincas Misión de San Miguel	Mercedes Benz '91 Caja de volteo, carga lateral, capacidad 25 yd ³
50	2/7	Villa Sol Villa Luz Fomerrey IV (63%)	Mercedes Benz '91 Caja de volteo, carga lateral, capacidad 25 yd ³
51	2/7	Cabecera Municipal (39%) Moisés Saenz Futuro Apodaca, Teresita Rinconada Colonial de Apodaca San Francisco	Mercedes Benz '91 Caja de volteo, carga lateral, capacidad 25 yd ³
52	1/7	Pueblo Nuevo 2o. y 3er. sector	M. Benz '91, CV5
53	2/7	Los Robles Jardines de Apodaca Hacienda Los Encinos Nueva democracia	Mercedes Benz '91 Caja de volteo, carga lateral, capacidad 25 yd ³
54	2/7	Arboledas Paseo de los Pinos Hacienda Los Pinos Los Pinos 1o. 2o y 3er. sector Nuevo Amanecer 1er. sector 27%	Mercedes Benz '91 Caja de volteo, carga lateral, capacidad 25 yd ³

**CUADRO V.- CONTINUACIÓN RUTAS DE RECOLECCIÓN EN APODACA
TURNO MATUTINO LARGO DE 8:00 A 17:00 Horas**

UNIDAD	FRECUENCIA	COLONIA	EQUIPO Y MODELO
56	2/7	Hacienda San Miguel Miguel Hidalgo Presidencia Municipal Sebastián Elizondo 1o y 2o sector Mixcoac, Nueva Mixcoac Noria Norte 35% Noria Sur 25% La Encamación, Migaja Las Golondrinas	Mercedes Benz '91 Caja de volteo, carga lateral, capacidad 25 yd ³
59	2/7	Los Fresnos 1o, 2o y 3er. sector Las Praderas	Dina '93, CT7
60	1/7	Valles de Huinalá 1o., 2o., 3er. y 5o. sector Nueva Independencia 1o., 2o., 3er. y 4o. sector	Dina '93 Carga trasera, con compactación, capacidad 20 yd ³
61	2/7	Las Enramadas 1o., 2o., 3er. y 4o. sector Nueva Democracia Fomerrey IV (37%)	Dina '93 Carga lateral, con compactación, cap 20 yd ³ , cilíndrico
160	2/7	Novapodaca Benito Juárez, Modemo Apodaca	Ford '82 Carga trasera, con compactación, capacidad 20 yd ³
161	2/7	Los Álamos Noria Norte 65% Noria Sur 75% Valle Los Álamos	Dina '93 Carga trasera, con compactación, capacidad 20 yd ³
163	2/7	Nuevo Amanecer 2o. sector Prados de la Cieneguita	Ford '79, CT7

**CUADRO VI.- RUTAS DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS
EN EL MUNICIPIO DE APODACA N.L.
TURNO VESPERTINO DE 14:00 a 22:00 Horas**

UNIDAD	FRECUENCIA	COLONIA	EQUIPO Y MODELO
55	1/7	Pueblo Nuevo 1o. y 5o. Sector	M. Benz '91, CV5
57	1/7	Pueblo Nuevo 4o. sector Empresa Transportes Cuauhtémoc S.A. de C.V.	Mercedes Benz '91 Caja de volteo, carga lateral, capacidad 25 yd ³
58	2/7	Metroplex II Los Ébanos Villas de Huinalá Las Palmas Las Palmas 2o. sector Fresnos del Lago	Dina '93 Carga trasera, con compactación, capacidad 20 yd ³
62	2/7	Los Fresnos 4o. y 5o. sector Las Praderas 2o. y 3er. sector Fresnos Norte Fresnos IX	Dina '93 Carga trasera, con compactación, capacidad 20 yd ³

ABREVIATURAS

CT7.- Carga trasera, con sistema hidráulico de compactación, capacidad 20 yd³

CV5.- Carga lateral, caja de volteo, capacidad 25 yd³

CC7.- Caja cilíndrica, con sistema de compactación, Carga lateral, capacidad 20 yd³

2.2.4.- MÉTODOS DE RECOLECCIÓN

De los métodos de recolección utilizados en el municipio, el de mayor porcentaje es el de acera (80.52%). En este método el usuario saca su(s) recipiente(s) al borde de la banqueta, avisado por el claxon del camión recolector; posteriormente, el camión pasa haciendo parada donde están los recipientes, que serán recogidos por los ayudantes, depositando los residuos sólidos en el camión y regresando a sus lugares de origen él o los recipiente(s). La recolección se efectúa por ambas aceras al mismo tiempo por lo que se utilizan dos o tres ayudantes, dependiendo del tipo de unidad.

Aunque aquí cabe mencionar que en algunos sectores de la población como son la Cabecera Municipal, la Hacienda Santa Rosa, el Poblado Huinalá, entre otros; se utiliza el método de llevar y traer, donde los recipientes se sacan desde el interior de la casa a los camiones y luego se devuelve el recipiente al mismo sitio. Este método se realiza por la costumbre de muchos años arraigada en los vecinos más antiguos de la zona.

Otro método de recolección utilizado en el municipio de Apodaca (9.53%) es el de contenedores, el cual generalmente se utiliza en las colonias de alta generación, donde el sistema de recolección es de baja frecuencia; aunque también, es utilizado para brindar el servicio a las escuelas, a los panteones y a algunas empresas privadas. Este método se realiza con cajas metálicas de 6 m³ de capacidad que, en promedio, contienen llenos 800 kg de basura.

Los datos anteriores fueron proporcionados por el personal de la Secretaría de Servicios Públicos del Municipio de Apodaca. Esos datos se asientan en el registro-control que se lleva diariamente.

A continuación, se enlista la localización de los contenedores en el municipio de Apodaca y se gráfica en el plano general de rutas Anexo 1.

**CUADRO VII.- RUTAS RECOLECCIÓN Y UBICACIÓN DE CONTENEDORES
EN EL MUNICIPIO DE APODACA N.L.**

UNIDAD	No. DE CONTENEDORES	UBICACIÓN
1	9 1 1 1 1 2 2 1 1	Col. Moisés Saenz Ojo de Agua Escuela Col. Mixcoac Área de carretoneros CEBETIS No. 53 Escuelas Col. Pueblo nuevo Panteón Municipal Col. García Miréles Esc. "Moisés Saenz" de la Col. Mezquital
2	2 6 4 2 1	Col. Novapodaca Col. Pueblo Nuevo Col. Prados de la Cieneguita Col. Alberta Escamilla Esc. "Alberto Garza" en la Col. Pueblo Nuevo
3	2(*) 2(*) 1 2(*) 3(*) 1(*) 2 3 1 1	Empresa Troci de Carnes Empresa Torrey Empresa Lubrisql Empresa Tecnic SH Empresa Metalsa Gasolinería San Rafael Poblado de Huinalá Col. Sebastián Elizondo Col. Artemio Treviño Esc. "Nueva Creación" de la Col. Nueva Democracia

(*) Los contenedores son de su propiedad, los demás pertenecen a Servicios Públicos de Apodaca.

También en algunos sectores se utiliza el servicio de recolección por medio de carretoneros (5.35%), los cuales son gratificados por los vecinos para que se lleven la basura. Estos carretoneros descargan los desperdicios en un camión prestado para este fin, por el Departamento de Limpia del municipio.

En este sistema se encuentran registrados 60 carretoneros, dentro de dos asociaciones creadas por ellos mismos; La primera agrupa a 48 carretoneros afiliados a la CTM, los cuales descargan sus residuos en un camión de volteo a cierta hora. El centro de transferencia de éstos se ubica en un terreno baldío, aproximadamente a 300 m al sur del fraccionamiento Las Enramadas. El segundo grupo, afiliado a la CROC, deposita la basura en un contenedor que se ubica en el fraccionamiento Los Ébanos.

Con este servicio, el Departamento de Limpia se ayuda a evitar que los carretoneros tiren los residuos en los alrededores de las colonias o en terrenos baldíos, arroyos y bordes de caminos; como ya se ha hecho costumbre en otros municipios de la Zona Metropolitana de Monterrey.

2.2.4.1.- EFECTOS DE LA VIALIDAD EN LA RECOLECCIÓN

La recolección de residuos sólidos domésticos y comerciales en el municipio no se ven afectados grandemente las condiciones de las calles ya que la mayor parte de las colonias tienen calles pavimentadas; solamente algunas colonias tienen parcialmente pavimentadas sus calles, como Prados de la Cieneguita, Santa Rosa, Poblado Huinalá y Pueblo Nuevo. Este último, puede ser considerado como la zona más conflictiva en tiempos de lluvia, ya que las unidades no pueden hacer la recolección en tales condiciones.

En cuanto a la vialidad y el sentido de las calles; sólo se presenta el inconveniente en la Cabecera Municipal, donde la mayoría de las calles son de un solo sentido; pero tratándose de un trazado regular de calles, éste no presenta grandes problemas para la recolección de la basura.

Existen también algunas zonas, como el poblado Huinalá, que presentan un fuerte problema por el irregular trazado de las calles, lo que dificulta el ordenamiento de las rutas, ya que para un recorrido óptimo se requiere de atravesar varias veces la misma calle, con la consiguiente pérdida de tiempo.

También se presentan problemas similares en los nuevos fraccionamientos, donde el trazado de las calles es bastante irregular; ya que depende de la forma del terreno; por lo que algunas calles no continúan directamente sino que se cortan abruptamente o bien se bifurcan. En estos fraccionamientos se complica el trazado del microrroteo, ya que se tienen que hacer recorridos en reversa, con las consecuentes molestias viales y pérdida de tiempo.

2.2.5.- EL BARRIDO DE LAS CALLES

En el municipio de Apodaca solamente se utiliza el aseo de calles y aceras por medio del barrido manual. Esta operación se lleva a cabo diariamente por dos barrenderos, los cuales son contratados eventualmente, como ayuda para algunos ancianos sin empleo. La contratación se lleva a cabo directamente en la Presidencia Municipal.

Los barrenderos son equipados con un "carro-tibor" con capacidad de 200 litros, una escoba de varas y fibra, un recogedor metálico y una pala cuadrada.

El barrido se realiza diariamente en el primer cuadro de la Cabecera Municipal y en las calles de Zaragoza y de Morelos, que son las dos principales.

El horario de barrido se inicia diariamente, a las 6:00 A.M. y finaliza a las 14:00 horas. El producto del barrido es depositado directamente en el camión recolector en las mañanas, cuando coincide con la realización de la

Ruta Comercial. Al final de la jornada, el producto del barrido restante se deposita en la plaza principal, y es recolectado por el camión otro día.

Cada barrendero limpia aproximadamente 2,500 m de longitud de calle cada día (incluyendo ambas aceras). Uno recorre la calle de Morelos y el otro la calle de Zaragoza, desde la entrada de la cabecera, hasta la plaza principal; barren alrededor de ésta y continúan respectivamente hasta finalizar la calle.

Auxilian también dos personas equipadas con carretilla, escoba y pala, las cuales asean las calles que corren en forma perpendicular a las calles de Morelos y de Zaragoza; además, realizan recorridos en calles cercanas al primer cuadro de la Cabecera Municipal.

Se calcula que entre los tres equipos de barrido colectan 300 kg/día, con un alto porcentaje de tierra, lo cual aumenta considerablemente el peso. La basura recogida está formada por papeles de envolturas, plásticos, vasos desechables, colillas de cigarro y tierra. (Datos proporcionados personalmente por el personal de barrido, pues no existen registros).

El personal de aseo de las calles no cuenta con uniformes de protección para evitar accidentes. Sólo utilizan un uniforme color café claro, proporcionado comúnmente a todos los empleados de la Secretaría de Servicios Públicos.

El aseo de los parques, los jardines y los panteones, entre otros; está a cargo del Departamento de Limpia, y se realiza en 8 plazas y jardines principales, 2 panteones públicos, una guardería del DIF y la Casa Club del Anciano. La limpieza de estas plazas y demás se realiza con 8 personas.

El Departamento de Limpia, como parte del programa de mejoramiento del municipio, mantiene un continuo barrido de las calles principales, en las diferentes colonias. Este programa se realiza diariamente en distintos puntos de la ciudad y mantiene un número variable de personal, dependiendo de la disponibilidad; ya que además atiende la limpieza y recolección en las carreteras y en los caminos vecinales; la eliminación de malezas y, de ser necesario, brinda apoyo a los programas de reforestación dirigidos por la

Secretaría de Ecología; esto entre otros trabajos que realizan, por lo que la frecuencia de barrido en cada área se reduce a una o dos veces por mes.

2.2.6.- TRANSPORTE DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

Al final de cada ruta, los residuos sólidos recolectados suelen ser llevados en los mismos camiones a dos destinos:

a).- El 93.38% son transportados al Relleno Sanitario de SIMEPRODE ubicado en el municipio de Salinas Victoria, N.L., y;

b).- El resto (6.62%) es transportado a la estación de transferencia de Guadalupe.

En el cuadro VIII se muestra el tipo de recolección utilizada y el destino final de los residuos sólidos municipales de Apodaca

Cuadro VIII.- Destino final de los residuos sólidos recolectados en Apodaca, N.L. desde junio de 1995 a mayo de 1996.

DESTINO	SIMEPRODE GUADALUPE	SIMEPRODE SALINAS	TOTAL
RECOLECCIÓN DOMESTICA	0.00	2193.31 ton 80.52 %	2193.71 ton 80.52 %
CONTENEDORES	180.22 ton 6.62 %	79.39 ton 2.91 %	259.61 ton 9.53 %
CARRETONEROS	0.00	145.68 ton 5.35 %	145.68 ton 5.35 %
RECOLECCIÓN URBANA	0.00	125.44 ton 4.60 %	125.44 ton 4.60 %
TOTAL	180.22 ton 6.62 %	2543.82 ton 93.38 %	2724.04 ton 100.00 %

2.2.7.- DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS **MUNICIPALES**

Los residuos sólidos municipales, después de su recolección; son llevados: en un 6.62%, a la estación de transferencia ubicada en el municipio de Guadalupe y el restante 93.38%, es transportado hacia el relleno sanitario ubicado en el municipio de Salinas Victoria (Ver Cuadro VIII).

En la estación de transferencia de Guadalupe, los residuos sólidos no reciben ningún tratamiento de compresión, ni se les hace alguna separación para reciclaje; aquí los residuos solamente se transfieren a otros camiones de mayor tamaño o se almacenan temporalmente durante lapsos pasan de unas horas. En general, el sistema funciona en forma continua, de tal manera que los camiones recolectores vacían el contenido en las cajas de los camiones hasta que éstas se encuentran llenas, para ser remolcadas por medio de un tracto-camión, hasta el relleno sanitario ubicado en el municipio de Salinas Victoria, en el kilometro 10.5 de la carretera Monterrey-Colombia.

El relleno sanitario de Salinas Victoria, en general, presenta las siguientes características:

Ocupa una superficie aproximada total de 213 hectáreas.

El vertido se realiza por un método combinado, que inicia con el sistema de zanja o trinchera y que continúa con el de Área. Las celdas tienen dimensiones aproximadas de 350 metros de largo por 50 metros de anchura y 7 metros de profundidad. La superficie total por trinchera, considerando las áreas de acceso y las separaciones entre ellas, es de 1.5 hectáreas. El relleno se realiza por celdas inclinadas paralelas al talud del relleno, en avance longitudinal, con dos niveles: uno hasta +2 metros y el otro hasta +3 metros, alcanzando un espesor final de 10 metros, y un volumen final de 175,000 a 180,000 metros cúbicos por cada trinchera. Se puede estimar que el tiempo medio de llenado de cada trinchera es algo inferior a 4 meses.

En este relleno sanitario se tiene una densidad superior a los 650 kilogramos por metro cúbico, la cual aumenta debido a las cargas inducidas por las capas superiores en las celdas; al producirse la pérdida de gases de fermentación y de agua. Esta densidad tiende a aproximarse a los 750 kilogramos por metro cúbico y en los años por venir podría incrementarse.

Los camiones procedentes de las estaciones de transferencia y de otros vehículos recolectores que acceden al vertedero depositan los desechos en el frente de trabajo, para que las máquinas cargadoras los extiendan y compacten, dando forma a la celda. Cada celda se cubre con una capa de tierra arcillosa procedente de la excavación de la misma trinchera. La base de estas trincheras ha sido dotada con una red de drenaje. Las chimeneas de escape de gases de fermentación se instalan al irse formando la celda.

La vida útil del relleno sanitario fue estimada en 25 años, considerando las proyecciones de incremento de desechos diarios para la Zona Metropolitana de Monterrey.

El Sistema Metropolitano de Procesamiento de Desechos (SIMEPRODE) fue puesto en marcha en septiembre de 1990, con un costo total de 55 mil millones de pesos, el 50% fue aportado por el Banco mundial, el 15% por la Federación y el Estado de Nuevo León participó con 35%.

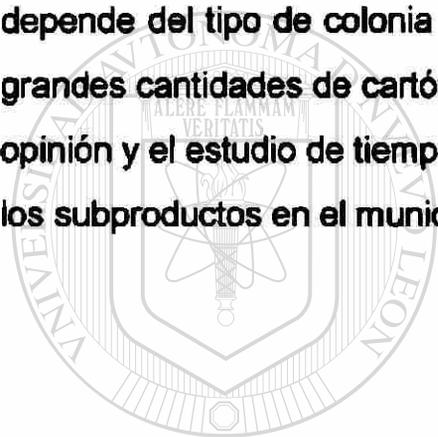
La cantidad promedio de residuos sólidos municipales que llega al relleno sanitario es de 2,500 ton/día, con picos máximos de 3,000 ton/día, en los días de mayor afluencia (Datos proporcionados por personal de SIMEPRODE, 1996).

2.2.8.- RECICLAJE DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

En el municipio de Apodaca, el reciclaje se practica informalmente por los vecinos de algunas colonias. Existe solamente la recuperación de productos mínimos, como vidrio, cartón, periódicos, latas de aluminio y algunos objetos

metálicos, los cuales son separados y vendidos en los centros de acopio que existen. El más alto nivel de reciclaje es el realizado por el personal que trabaja en los camiones de recolección del municipio y los carretoneros que brindan el servicio en algunas colonias. Estos juntan objetos y materiales sobre la marcha de la recolección; los cuales venden al final de cada jornada, para obtener una ganancia extra; sin embargo, por lo informal de la pepena, queda de lado gran cantidad de materiales que podría reusarse o convertirse en materia prima.

La separación de subproductos en los camiones de recolección del municipio, presenta alguna variedad dentro de su cantidad; ya que esto depende del tipo de colonia que se visita, y también de los negocios que tiran grandes cantidades de cartón; por lo que se estima, con base en el sondeo de opinión y el estudio de tiempos y movimientos, que el porcentaje de reciclaje de los subproductos en el municipio, en sus distintos materiales, no excede el 2%.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

2.3.- INFORMACIÓN FINANCIERA

2.3.1.- COSTOS DE RECOLECCIÓN Y MANTENIMIENTO ACTUALES

Se desarrolló un modelo de costos en el que se aplica la mayoría de los conceptos que enfrentaría una empresa para prestar el servicio de aseo en el municipio.

Para definir los costos de la inversión de los equipos con los que opera, se tomaron en cuenta los siguientes factores:

- a).- El valor del mercado actual de los equipos, sin incluir el IVA
- b).- La vida útil remanente esperada de cada equipo, de acuerdo a sus condiciones actuales.
- c).- La tasa esperada de los pasivos, para financiar las inversiones.

Para definir el costo del personal utilizado en la operación, se tomó en cuenta:

- a).- La estimación de sueldo o salario para cada puesto.
- b).- Las prestaciones de ley comunes en las empresas, en porciento al sueldo diario base. Los sindicatos burócratas tienen prestaciones por encima de la ley:

Seguro Social o equivalente = 22.2%

Impuesto sobre nómina = 2%

Impuesto para Educación = 1%

Sistema de ahorro para el retiro (SAR) = 2%

INFONAVIT o equivalente = 5%

Prima vacacional = 50% de 1 semana

Aguinaldo; =15 días para los sindicalizados, 30 días para otros empleados

Días de descanso obligatorio = 6 días.

Vacaciones no trabajadas; = 7 días.

c).- El sueldo integrado en base a 30.4 días trabajados por mes.

Para determinar los costos o consumos variables para cada equipo se consideró.

a).- Los principales consumos: combustibles, aceites, llantas y mantenimiento.

b).- Los consumos de horarios en base a los manuales de operación de los equipos y a la experiencia de una compañía privada relacionada con este ramo.

c).- Un numero de horas a trabajar por mes, dado que los equipos de supervisión y apoyo trabajaran menos horas efectivas por mes.

Los costos fijos incluyen:

a).- Las primas de seguros de los vehículos, las cuales se basan en una prima anual como porcentaje del valor de cada equipo.

b).- Otros costos como: papelería, gastos de oficina, pago de los servicios, costo de teléfono y otros costos administrativos, entre ellos: contraloría, nómina, compras, etc.

Otros costos a considerar serían los pagos que se hacen en el relleno sanitario de SIMEPRODE en Salinas y en la Estación de transferencia de Guadalupe.

El costo estimado por tonelada recolectada es de \$ 277.99, de los cuales \$ 208.11 son erogables.

RECOLECCIÓN COSTOS MENSUALES		
	\$ PESOS	\$/Ton
Erogables		
Sueldos y salarios	171,574	63.55
Consumos	237,540	87.98
Otros fijos	61,430	22.75
Otros pagos (SIMEPRODE)	91,350	33.83
Subtotal erogables	561,894	208.11
Inversión	188,672	69.88
Total Toneladas recolectadas/mes (90 ton/día X 30 días) 2,700 ton	750,566	277.99
COSTO UNITARIO/Ton		277.99

INVERSIÓN	No.	Precio* unitario	Monto	Vida Útil **	Tasa Anual	Costo mensual
Vehículos	27					
Carga Trasera Mod '93	6	180,000	1'080,000	5	0.6	59,693
Carga trasera Mod '81	1	96,000	96,000	3	0.6	6,350
Tubulares c/compactador Mod '82	1	92,000	92,000	3	0.6	6,086
Tubulares c/compactador Mod '79	1	88,000	88,000	3	0.6	5,821
Tubulares c/compactador Mod '78	1	81,000	81,000	3	0.6	5,358
Volteo Mod '75	1	62,000	62,000	3	0.6	4,101
Volteos Mod '91	10	110,000	1'100,000	3	0.6	72,765
Pick-up remolque de contenedores	3	65,000	195,000	3	0.6	12,899
Pick-up supervisión	3	45,000	135,000	3	0.6	8,930
Contenedores	55	1,000	55,000	2	0.6	4,513
FACILIDADES DE APOYO						
Equipamiento taller mantto 30%	Lote		9,000	5	0.6	497
Equipamiento oficinas	Lote		30,000	5	0.6	1,658
TOTAL			2'970,150			188,672

* Las inversiones de los vehículos de recolección son tomados a valor comercial

** Remanente

Todos los costos están en pesos M.N.

PERSONAL	No.	Sueldo Diario	Presta- ciones %	Sueldo integrado	Costo Mensual
Operación	115				
Operadores	29	33.00	50.0	1,505	43,639
Ayudantes	74	27.00	50.0	1,321	91,109
Jardineros	8	27.00	50.0	1,231	9,850
Intendencia	2	25.00	50.0	1,140	2,280
Barrenderos	2	25.00	50.0	1,140	2,280
ADMINISTRACIÓN	5				
Director	1	200.00	50.0	9,120	9,120
Jefe	1	131.00	50.0	6,000	6,000
Administrador	1	100.00	50.0	4,560	4,560
Secretaria	2	30.00	50.0	1,368	2,736
TOTAL					171,574

OTROS PAGOS (SIMEPRODE)			
	COSTO/TON	TONELADAS/MES	PAGO MENSUAL (Pesos)
SIMEPRODE SALINAS	32.50	2,520	81,900.00
SIMEPRODE GUADALUPE	52.50	180	9,450.00
TOTAL		2,700	91,350.00

VALORES EN NUEVOS PESOS

COSTOS VARIABLES	Consumo \$/Hr	Horas/Mes	No.	Costo Mensual
COMBUSTIBLES				
Carga Trasera	17.73	210	7	26,063
Tubulares con compactación	17.20	210	3	10,836
Volteos	22.49	210	11	51,952
Pick-up Remolque de contenedores	26.65	210	3	16,790
Pick-up Supervisión	23.92	160	3	11,482
				117,122
ACEITES				
Carga Trasera	2.60	210	7	3,822
Tubulares con compactación	2.80	210	3	1,764
Volteos	7.59	210	11	17,533
Pick-up Remolque de contenedores	5.88	210	3	3,704
Pick-up Supervisión	3.44	160	3	1,651
				28,475
LLANTAS				
Carga Trasera	7.09	210	7	10,415
Tubulares con compactación	7.09	210	3	4,464
Volteos	3.02	210	11	6,967
Pick-up Remolque de contenedores	1.56	210	3	983
Pick-up Supervisión	1.10	160	3	528
				23,356
MANTENIMIENTO				
Carga Trasera	14.90	210	7	21,903
Tubulares con compactación	14.90	210	3	9,387
Volteos	12.96	210	11	29,938
Pick-up Remolque de contenedores	6.63	210	3	4,177
Pick-up Supervisión	6.63	160	3	3,182
				68,587
TOTAL				237,540

OTROS COSTOS FIJOS	Precio	Tasa Anual	No.	Costo Mensual
SEGUROS, PLACAS Y TENENCIAS				
Carga Trasera Mod '93	180,000	4.7	6	4,230
Carga trasera Mod '81	96,000	4.7	1	376
Tubulares c/compactador Mod '82	92,000	4.7	1	360
Tubulares c/compactador Mod '79	88,000	4.7	1	347
Tubulares c/compactador Mod '78	81,000	4.7	1	320
Volteo Mod '75	62,000	4.7	1	246
Volteos Mod '91	110,000	4.7	10	4,308
Pick-up remolque de contenedores	65,000	4.7	3	764
Pick-up supervisión	45,000	4.7	3	529
Papelería				3,200
Mantenimiento Oficinas				2,250
Servicios				6,500
Cargo de Administración General				35,000
Teléfono				3,000
TOTAL				61,430

RECOLECCIÓN COSTOS MENSUALES		
	\$ pesos	\$/ton
Inversión	188,672	69.88
Sueldos y salarios	171,574	63.55
Consumos	237,540	87.98
Otros fijos	61,430	22.75
Otros pagos (SIMEPRODE)	91,350	33.83
TOTAL	750,566	277.99
Toneladas recolectadas/mes (90 ton/día X 30 días)	2,700	
COSTO UNITARIO / Ton		277.99

2.3.2.- FUENTES DE INGRESO

La fuente principal de ingresos del Departamento de Limpia del Municipio de Apodaca, proviene de la partida aprobada por la Presidencia Municipal, para la Secretaría de Servicios Públicos; la cual será repartida en forma conveniente por el director de dicha Secretaría, para beneficiar las áreas de mayor demanda a su cargo.

La dependencia de la Secretaría de Servicios Públicos y por lo tanto de sus departamentos de Presidencia Municipal, está señalada en la Ley Orgánica de la Administración Pública del Estado de Nuevo León y en el Reglamento de la Administración Pública del Municipio de Apodaca en su Capítulo III (De las dependencias de la Administración Pública).

2.3.3.- SITUACIÓN FINANCIERA

La situación financiera actual del Departamento de Limpia como la de todas las dependencias del Municipio, es la de trabajar con recursos mínimos, tratando de conservar al máximo los equipos y de usar el 100% de su capacidad, utilizando el mínimo personal necesario.

Los recursos con los que cuenta el Departamento de Limpia son insuficientes, ya que actualmente esta dependencia demanda más equipo, para ofrecer un mejor servicio de recolección y limpia ; aunque hay que aclarar que esto se hace sin realizar los estudios técnicos que lo justifiquen.

2.4.- FUNCIONAMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN

2.4.1.- ESTRUCTURA ORGÁNICA

En el municipio de Apodaca, el Departamento de Limpia y Recolección depende directamente de la Secretaria de Servicios Primarios, al igual que otros 6 departamentos, como se puede observar en el Organigrama Administrativo (Figura 4).

El Departamento de Limpia está dirigido por un jefe de limpia, el cual tiene trato directo con todos los empleados, choferes, ayudantes y demás personal.

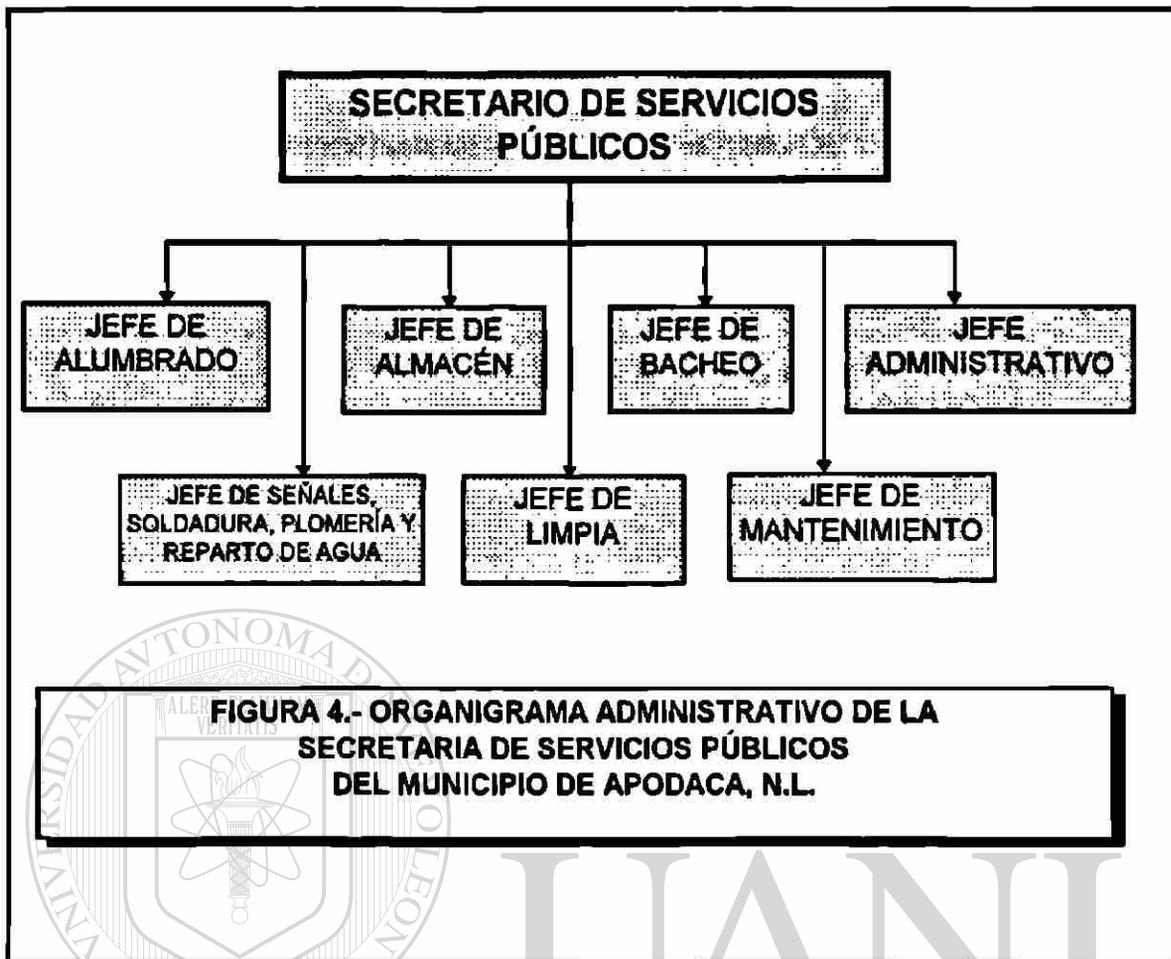
El jefe coordina la ubicación del personal, sobre todo la de los ayudantes, ya que los choferes tienen asignado un mismo camión recolector y las mismas rutas invariablemente. En este caso, el jefe indica y corrige los cambios necesarios en cada ruta, según se presentan las circunstancias.

El Departamento de Limpia de Apodaca actualmente cuenta con 115 empleados, los cuales se agrupan en tres categorías principales, coordinados por un jefe de Limpia:

29 choferes,

74 ayudantes y

12 personas entre jardineros, barrenderos e intendentes.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS
2.4.2.- DELEGACIÓN DE RESPONSABILIDADES

La responsabilidad del Departamento de Recolección y Limpia recae directamente en el jefe, el cual delega únicamente las respectivas obligaciones a los subordinados. Todo el personal del Departamento depende directamente del jefe. Aunque en el caso de los camiones, los choferes coordinan a los ayudantes para el mejor desempeño de las actividades.

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE LIMPIA

Funciones ejercidas:

- a).- Dirige al personal del sistema de limpia y recolección;
- b).- Supervisa diariamente la asistencia del personal;
- c).- Supervisa las labores de recolección y barrido;
- d).- Se encarga de organizar cuadrillas de barrido manual cuando es necesario;
- e).- Coordina el mantenimiento de los equipos;
- f).- Supervisa personalmente las quejas recibidas sobre fallas en el sistema de recolección y limpia;
- g).- Entre otras

CHOFERES

- a).- Operación y vigilancia del funcionamiento de la unidad de recolección;
- b).- Seguimiento de las rutas de recolección que le son asignadas;
- c).- Coordinación de los ayudantes en la recolección domiciliaria.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

AYUDANTES DE RECOLECCIÓN

Realizar la operación de traer, vaciar y devolver a su sitio de origen los recipientes donde se almacena la basura en los domicilios.

AYUDANTES GENERALES

Son organizados en grupos para diferentes actividades como son la recolección de basura y escombros en bordes de caminos y carreteras, corte de maleza, siembra de árboles, poda de árboles, etc.

2.4.3.- OBSERVACIONES SOBRE EL DESEMPEÑO DE LAS ACTIVIDADES.

a).- El Departamento de Limpia funciona sin sistemas técnicos, administrativos y financieros adecuados, ya que depende directamente de la Secretaría de Servicios Primarios;

b).- Se sigue el criterio de que lo único que se necesita para manejar el departamento es una mano dura para hacer trabajar al personal, descuidando a veces algunos aspectos importantes en su manejo, debido a las presiones de tipo político, social, o sindical a las cuales está sometido;

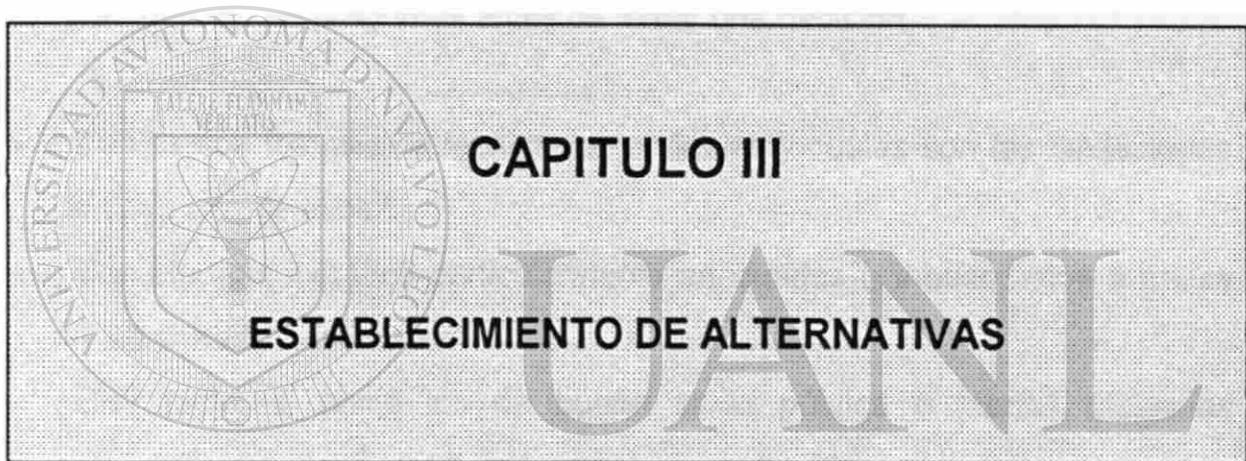
c).- El personal que ejerce los altos mandos ha sido capacitado en este trabajo sobre la marcha, sin el desarrollo técnico adecuado, que pudiera en un momento dado ser confiablemente transferido a otros mandos, ya que carece en lo más mínimo de planos, estadísticas, estudios e inventario de equipo, refacciones, etc.;

d).- Existe dependencia total de las acciones de compra, contrataciones y cobros, de la Administración General de Servicios Públicos, que a su vez depende para esto de la Presidencia Municipal, lo que hace que las operaciones mayores se hagan lentas y burocráticas;

e).- Se observa la presencia de un fuerte sindicato, que bajo cualquier indicio de reestructuración en las rutas, puede quebrantar la seguridad en la recolección mediante alguna amenaza de huelga que es de temerse por las implicaciones que esta acción pudiese acarrear;

f).- El taller de mantenimiento no pertenece al Departamento de Limpia, por lo que para cualquier servicio de mantenimiento o reparación mayor, se necesita transferir el equipo a talleres externos con la consiguiente pérdida de tiempo;

- g).- El equipo de recolección con que cuenta el departamento es inadecuado en más del 50%, ya que se trata de camiones que no tienen sistemas de compresión de la basura, lo que reduce la cantidad de residuos que se puedan captar en un viaje;
- h).- Debido a que muchas unidades de recolección son camiones de volteo con sistema de carga lateral, se necesitan 3 ayudantes, lo que aumenta el costo del servicio que se presta;
- i).- El Departamento de Limpia carece de oficinas propias y depende para todas sus funciones de las oficinas de la Secretaría de Servicios Públicos, lo que en algún momento resta eficiencia al sistema de aseo; ya que en esta oficina se realizan varias funciones al mismo tiempo;
- j).- No se tiene un equipo de planeación e investigación, que planee las necesidades futuras y a la vez establezca programas a corto y a mediano plazo, en las actividades que esta área realiza;
- k).- Ineficiencias en la prestación del servicio de recolección, por los intereses creados por los vecinos de las colonias, al otorgar "propinas" a los choferes para la prestación del servicio, esto provoca que los usuarios que no cooperan, no reciben el servicio adecuadamente;
- l).- Se presenta el "arraigo" de los choferes y ayudantes en ciertas rutas consideradas "buenas", ya que en éstas las propinas son altas. Por comunicación personal con los operarios, mencionaron que en días "buenos" cada uno de ellos obtiene entre \$100 y \$150 pesos, lo que multiplica por varias veces su salario;
- m).- Lo anterior crea conflictos para el jefe de limpia, al no poder reestructurar rutas ni mucho menos cambiar de ruta a los operadores, bajo la amenaza de que éstos acudan al sindicato.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

3.1.- INTRODUCCIÓN

Para llevar a cabo la selección de métodos de recolección y/o tratamiento de los residuos sólidos de la comunidad de Apodaca; fue necesario analizar y conocer la cantidad y las características de los residuos que aquí se generan, todo esto para llegar a diseñar y operar satisfactoriamente las instalaciones de eliminación y/o reducción que sean necesarias.

La selección de los mejores métodos y sistemas de tratamiento de los residuos para este municipio es de gran importancia ya que implica muchos factores, los cuales deberán de ser considerados cuidadosamente y contestar un gran número de preguntas antes de tomar una decisión.

- ¿Cuáles son los medios técnicamente viables y cuales son las limitaciones de cada uno de ellos?.
- ¿Son algunos métodos particularmente adecuados o inadecuados a causa de las condiciones locales?.
- ¿Qué factores, como los de buena salud pública o menos molestias potenciales favorecen a un método más que a otro?.
- ¿Se puede afectar al medio ambiente por averías mecánicas u otras circunstancias, los procedimientos de tratamiento y qué consecuencias pueden tener éstos para la ciudad y sus habitantes?.
- ¿Cuáles son los costos de los distintos métodos de tratamiento? ¿Cómo varían y con qué factores?.
- ¿Qué influencia tienen los procedimientos de recolección sobre los costos de tratamiento?.
- ¿Qué influencia tendrá el método de tratamiento sobre los sistemas de recolección?.
- ¿Qué métodos se pueden adoptar económicamente a las condiciones cambiantes de la ciudad?.

- ¿Se pagará parte de los costos de mantenimiento recuperado o aprovechamiento de materiales?
- ¿Qué elementos de cada método encontrarán la posibilidad de una buena o mala acogida, por parte de la opinión pública?

En este estudio acerca de las opciones existentes para el tratamiento y disposición de los residuos sólidos en el municipio de Apodaca se plantearon tres alternativas, las cuales serán descritas a continuación; pero antes, daremos un breve repaso al panorama del manejo de los residuos sólidos en el ámbito nacional e internacional.

3.2.- PANORAMA DEL MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL ÁMBITO NACIONAL E INTERNACIONAL

Con el fin de obtener mayor información acerca de lo que se está haciendo con relación al manejo y tratamiento de los residuos sólidos en el nivel internacional y nacional, se realizó una investigación en los diferentes medios disponibles, detectándose que en el nivel internacional, los Estados Unidos y Canadá liderean de alguna manera este rubro; Los Estados Unidos son considerados el primer generador de residuos "per-cápita", y Canadá es el líder en el uso de rellenos sanitarios. Es de vital importancia analizar las condiciones en que estos dos países manejan los residuos sólidos, ya que actualmente existe un gran número de empresas ubicadas en nuestro país que provienen de estos países, y prestan sus servicios para la solución de problemas similares. Se muestra en los cuadros IX, X, XI y XII algunos de los datos más importantes relacionados con el manejo de los residuos sólidos en Estados Unidos, Canadá, la Ciudad de México y la Zona Metropolitanas de Monterrey; por último se señalan algunos datos sobresalientes del manejo de los residuos sólidos en diferentes ciudades del país.

Cuadro IX.- ESTADOS UNIDOS

GENERACIÓN	COMPOSTEO	VERTIDO CONTROLADO	INCINERACIÓN	RECICLAJE
1.5 kg/hab-día Primer sitio de generación mundial González, 1992 ⁷	Solo existen dos plantas de composteo	Los rellenos son el camino más común 85%. Problemas: <ul style="list-style-type: none"> • El 89% de los sitios cerraran en 15 años • Estrictos estándares para tratamiento de los problemas ambientales • dificultad para crear nuevos sitios de disposición 	Solo el 5% de los residuos son tratados de esta manera. Se esta considerando a raíz del rechazo a los rellenos, y por necesidades de energía.	El reciclaje significa el 10%. Se estima que no ha fructificado por los altos costos de recuperación y los bajos presupuestos municipales.

Cuadro X.- CANADÁ

GENERACIÓN	RECOLECCIÓN	VERTIDO CONTROLADO	INCINERACIÓN	RECICLAJE
1.2 kg/hab-día Segundo sitio de generación mundial González, 1992 ⁷	Recolección de 1 a 3 veces por semana Un día para desechos voluminosos, incluyendo jardín Algunos municipios captan subproductos este día.	Por largo tiempo se ha confiado en esta alternativa. Sitios bien controlados. Costos elevados	Algunas ciudades de la porción central, queman sus residuos para generar energía (sistemas de calentamiento)	Algunas ciudades durante la recolección han comenzado a separar subproductos (periódico, papel, vidrio, metales). Una política conocida como las 4 R's ha sido establecida

Cuadro XI.- CD. DE MÉXICO

GENERACIÓN	RECOLECCIÓN	VERTIDO CONTROLADO	INCINERACIÓN	RECICLAJE
0.75 kg/hab-día 15,000 ton/día Deffis, 1994 ³	1700 rutas de recolección 3500 camiones 1500 obsoletos 14 estaciones de transferencia 18,000 empleados	2 rellenos sanitarios (Bordo poniente y Prados de la montaña) 1 tiradero (Santa Catarina)	No se realiza	Planta industrializadora de residuos sólidos de San Juan de Aragón. capacidad 750 ton/día, 500 ton/día de composta. 3 organizaciones de pepenadores 70,000 personas viven de la basura

Cuadro XII.- ZONA METROPOLITANA DE MONTERREY

GENERACIÓN	RECOLECCIÓN	VERTIDO CONTROLADO	INCINERACIÓN	RECICLAJE
0.669 kg/hab-día 2500-3000 ton/día Cárdenas 1994 ²	Frecuencia de 1 a 3 veces por semana Recolección privada en comercios de Monterrey	Un relleno sanitario SIMEPRODE Vida útil 15 años Tres estaciones de transferencia (San Bernabé, Guadalupe y Santa Catarina).	Solo se realiza para desechos hospitalarios.	Informal, no sobrepasa el 2% del total de subproductos que podrían ser reciclados

Guadalajara: 3,400 ton/día, 70% son residuos urbanos, Existen dos tiraderos el de Zapopan y el de Tonalá que recibe el 66% del total de los siete municipios que conforman la Zona Metropolitana. (Rocha, 1996)¹³.

Mérida, Yucatán: 0.428 kg/hab-día, Peso volumétrico de origen de 183 kg/m³. actualmente se generan aproximadamente 650 ton/día, el 40% de la población no cuenta con sistemas de recolección, existe un tiradero municipal, (Rocha, 1996)¹³.

Saltillo, Coahuila: 0.490 kg/hab-día, 0.383 y 0.547 kg/hab-día para el nivel socioeconómico bajo y medio, respectivamente. El peso volumétrico promedio es de 245.5 kg/ m³, (Hernández, 1991)⁶.

Guanajuato, Gto.: Se generan 900 ton/día, en los últimos años se ha realizado un programa de separación denominado "basura que no es basura". La recolección se realiza con 86 rutas y 68 unidades que pertenecen al municipio (Rocha, 1996)¹³.

Tijuana, B.C.: Se generan en promedio 1,400 ton/día, la recolección se lleva a cabo con 154 unidades, el personal esta compuesto por 550 empleados, Se tiene un relleno sanitario, el cual tiene vida útil solo hasta el año 2002, el 60% de los residuos es recolectado por el municipio, que casi es toda la basura doméstica, el resto se ha dispuesto que sea recolectada por particulares mediante el convenio privado entre compañía y particular. Este servicio se presta mayormente utilizando contenedores metálicos de 2.5 metros cúbicos (Lara, 1992)¹¹.

Puebla, Puebla: Se generan 850 ton/día. Actualmente el servicio de recolección y limpia municipal esta licitada al grupo Apixa. Cuenta con el relleno sanitario municipal "Chiltepeque", el cual cobra un tarifa de \$17.79 pesos por tonelada dispuesta. La inversión ha sido redituable en poco tiempo, (Rocha, 1996)¹³.

3.3.- ALTERNATIVAS EXISTENTES

3.3.1.- RECICLAJE

El reciclar significa que todos los desechos y desperdicios que generan las personas, se vuelvan a integrar a un ciclo natural, industrial o comercial, mediante un proceso adecuado y limpio.

El objetivo principal del reciclaje es recuperar los subproductos que puedan volver a ser utilizados por la industria, con el fin de reducir la explotación de materias primas y disminuir los estragos causados al medio ambiente (Deffis, 1994)³.

Para llevar a la práctica este método se necesita una amplia cultura en las personas que componen la comunidad, así mismo una gran participación de éstas para la separación de los subproductos.

Del Val (1993)⁴, señala que el problema más grave y además común a todas las plantas de separación de subproductos, es la dificultad de separar algo tan heterogéneo, mezclado y compactado como las basuras que llegan en los camiones compactadores. Este autor menciona que mejor que separar, es no mezclar como una primera clave para la recuperación.

Es sin duda la recolección de residuos por separado la base del éxito de este tipo de sistemas; sin embargo, es inconveniente sobre todo para las amas de casa; no obstante, la recolección por separado es necesaria por cuestiones operativas, sanitarias y de recuperación; de hecho, algunos métodos de tratamiento sólo son prácticos si algunos de sus componentes están completamente o casi separados de otros (P.F.P.A., 1993)¹².

3.3.1.1.- SUBPRODUCTOS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS

Los subproductos que se pueden obtener de los residuos sólidos pueden ser separados en dos grupos principales: Orgánicos e inorgánicos. Los primeros están compuestos por desperdicios de la comida y la cocina, aserrín, ceniza, paja, plumas, pelo, harina de hueso, etc. y los segundos son plásticos, trapo, tetrapak, vidrio, cartón, papel, periódico, etc. (Deffis, 1994)³.

Atendiendo al posible aprovechamiento o destino final, los residuos sólidos inorgánicos pueden clasificarse en: Recuperables y no recuperables nocivos. Los primeros, una vez recuperados, pueden ser vendidos a diferentes industrias y son: papel, cartón, trapo, hueso, metales y otros. Los no recuperables son los desperdicios provenientes de hospitales o de control sanitario, también aquí pueden incluirse restos de construcción, como piedras, tierra, etc., que solo pueden ser usados como material de relleno.

3.3.1.2.- MATERIALES RECUPERABLES

Los materiales recuperables son los que más interesan en este estudio.[®]
Hablemos de algunos::

Papel.- Es un material orgánico cuya materia prima proviene de los árboles. El papel es clasificado en 2 grupos, dependiendo del grado de limpieza: papel comercial y doméstico. El papel comercial es el recolectado en oficinas y comercios que en general es de buena calidad y se encuentra relativamente limpio, excepto por algunos tintes. El papel doméstico es recolectado en forma domiciliaria, se encuentra mezclado con desechos orgánicos. Ambos tipos de papel se utilizan como materia prima para fabricar cartón gris, cartoncillo, cajas de zapatos, tapas de huevos, láminas acanaladas, etc.

Cartón.- El cartón de empaque, debido al tamaño de su fibra puede reciclarse para la elaboración de papel. También el proveniente de sacos de cemento y bolsas puede usarse para fabricar cartón Kraft (Papel oscuro utilizado en bolsas de papel para envolver).

Vidrio.- Este es uno de los productos ideales para el reciclado ya que se puede volver a fundir muchas veces sin perder sus características. El vidrio debe de ser seleccionado según el color..

Metales.- Los metales recuperables en mayor cantidad son el fierro, el aluminio, el plomo, el cobre y el bronce. El reciclaje de estos productos puede tener fines variables. Actualmente, el aluminio es el que mejor precio tiene; pero la demanda de fierro, cobre y bronce es constante.

Plásticos.- Su diferenciación es la más complicada, además de que algunos de éstos, actualmente no pueden ser reciclados. También algunos no son de un solo componente; por lo que en muchos casos se contempla mejor el utilizarlos como fuentes de energía en la incineración.

El potencial de reciclamiento de los productos plásticos es variable, dependiendo del tipo del cual se trate, por ejemplo: El HPDE solo tiene un 66% de plástico reciclable, el LDPE 78%, PET 98%, polipropileno 40%, poliestireno 61% y PVC 20%.

Los plásticos de empaque tienen 100% de potencial de reciclaje, los de productos comestibles 20 a 40% y los durables y de construcción 10%.

Otros: En este grupo se tienen las baterías que contienen cantidades significantes de cadmio, plomo, mercurio, zinc, magnesio y níquel que puede ser reutilizado. Otro importante es el asbesto que se usa para fabricar cemento de asbesto, placas de techado, y algunos elementos de fachada

3.3.1.3.- ACTIVIDADES QUE INVOLUCRA EL RECICLAJE

Por último señalaremos que el reciclaje involucra varias actividades:

Separación: Es la clasificación, de los distintos componentes de la basura: papel, cartón, vidrio, plástico, latas, metales varios, materia orgánica, etc. Esta separación también se puede llevar a cabo mecánicamente o bien manualmente en instalaciones creadas con este fin.

Recolección: Se puede hacer de distintas maneras. Por medio del establecimiento de centros de acopio, a donde acuden las personas con sus subproductos separados y reciben algún pago por ellos. También puede hacerse la recolección con equipo adaptado especialmente para esto. Este sistema puede ser privado, o brindado por el mismo municipio.

Procesamiento y uso final: Los subproductos son enviados a algunas industrias que se dedican a reciclar, o bien a empresas que los compran para luego venderlos a quienes lo solicitan, para el caso de que no existan beneficios en las cercanías de la ciudad.

3.3.1.4.- VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL RECICLAJE

El reciclaje bien llevado presenta múltiples ventajas; pero también genera algunas desventajas, como se muestra a continuación:

VENTAJAS

- Creación de fuentes de empleo (Centro de acopio, recolección, separación, etc.).
- Concientización ecológica para la comunidad.

- Disminución en los costos de los rellenos sanitarios.
- Ahorro de energía para la fabricación de nuevos productos
- Materias primas a menor costo para los industriales.
- Disminución en costos por importación de materias primas
- Preservación de los recursos naturales
- Manejo adecuado de la basura.

DESVENTAJAS

- Que la demanda de productos reciclables no vaya en aumento en la medida en que aumenta la participación ciudadana.
- La falta de mercado cercano para todos los subproductos.
- Problemas causados por la dificultad de identificar ciertos materiales, principalmente los plásticos.

3.3.2.- INCINERACIÓN

La incineración es un método común para manejar ciertos problemas con desechos sólidos, incluyendo los desechos hospitalarios, los municipales y los industriales.

Este es el método más efectivo y radical para disponer de los desechos sólidos; pero es el más costoso. En los últimos años, se han perfeccionado los hornos y se ha logrado hacer una depuración casi perfecta de los humos que son uno de los factores más importantes para rechazar esta opción.

El proceso, en general, consiste en secar la basura dentro del horno (elevar la temperatura de la misma hasta el grado de incineración), introduciendo el aire necesario para la combustión y, por último, evacuar los residuos (Deffis, 1994)³.

El proceso es continuo: por un lado, entra la basura al horno y sale por el otro extremo totalmente incinerada. Durante esta combustión se producen gases y una parte de escorias.

El tratamiento puede tardar entre 2 y 8 horas dependiendo de las características del horno y de la composición de las basuras. La reducción se realiza a temperaturas del orden de los 1000° centígrados.

Al final, las escorias que resultan son materiales inorgánicos óptimos para rellenos, pavimentación de calles y usos similares. La producción de escorias representa entre el 5 y el 10% del volumen original de la basura y desde el punto de vista higiénico, son absolutamente inertes.

La planta incineradora puede instalarse dentro de las ciudades reduciendo notablemente los costos del transporte. En casos como éste las plantas de tratamiento y depuración de humos y vapores deben ser de extrema eficiencia.

A continuación, se presenta un cuadro publicado por Kreiner y Lacy (1991)¹⁰ basado en una serie de proyectos establecidos en Alemania, donde se consideran los costos aproximados de inversión y servicios financieros de los distintos métodos de tratamiento de desechos sólidos, incluyendo a la incineración. Se manejan como unidad de referencia 300,000 habitantes correspondientes a 150,000 toneladas de desechos generados al año.

TIPO DE INSTALACIÓN	COSTO DE INVERSIÓN (Dlts)	SERVICIOS FINANCIEROS (Dlts/año)	SERVICIOS FINANCIEROS POR TONELADA DE DESECHOS
INCINERACIÓN (a)	88'235,000	8'823,500	59.0
SEPARACIÓN (b)	5'295,000	529,500	5.9
COMPOSTAJE (c)	882,350	88,230	1.5
PRECOMPOSTAJE (tambor giratorio)	5'530,000	353,000	5.9
RELLENO SANITARIO	8'823,500	882,350	5.9

(a).- Instalación grande Frankfurt-Este, 320,000 ton/desechos/año, costos de inversión de 142,000,000 Dlls., Servicios financieros de 14'200,000 Dlls = 44 Dlls/año.

(b).- Modelo Ravensburg, 2 instalaciones de 45,000 ton c/u de desechos separados al año.

(c).- Modelo Witzenhausen, instalación central para 60,000 toneladas desechos/año.

3.3.2.1.- VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA INCINERACIÓN

VENTAJAS

- La incineración en condiciones óptimas puede reducir en un 90% el volumen de la basura y 75% en peso;
- Se requiere menor área de terreno para la disposición final;
- Los residuos (cenizas) son inertes, inodoras y de fácil manejo;
- La energía que se produce al quemar los residuos puede utilizarse con un propósito útil.

DESVENTAJAS

- El costo de una planta incineradora es muy alto.
- El equipo requiere un mantenimiento riguroso y continuo que garantice su óptima operación.
- Se necesita personal operador especializado.
- Se producen cenizas con altas concentraciones de metales pesados tales como plomo, mercurio y cadmio.
- No son bien aceptadas por la opinión pública, ya que se les considera como emisoras de humos, polvos y olores: aunque es posible manejar un incinerador en forma segura que proteja el ambiente.

- Es necesario instalar equipos anticontaminantes, para controlar y evitar en lo posible las emisiones a la atmósfera y cumplir con las normas establecidas para garantizar la calidad del aire.

3.3.3.- RELLENO SANITARIO

El relleno sanitario es un método de Ingeniería, para la disposición de los residuos sólidos en el suelo. Estos se depositan, se esparcen y son compactados a su mínimo volumen posible. Se cubren con tierra al término de las actividades diarias, para evitar problemas sanitarios y de contaminación ambiental.

Las condiciones ideales que debe reunir un sitio para ser utilizado como relleno sanitario son las siguientes:

- Ser de fácil y rápido acceso, para los camiones recolectores
- Permitir su utilización por largo plazo, preferentemente, más de 10 años.
- Contar con una topografía tal que permita un mayor volumen aprovechable por hectárea.
- Tener condiciones y características tales, que se protejan los recursos naturales.
- Estar localizado de modo que el relleno sanitario no sea rechazado por la población, debido a las molestias por la operación del mismo.
- Ofrecer tierra para cobertura, en cantidad y calidad adecuada, dentro de las cercanías del sitio.
- Tener en regla todo lo relacionado con el uso y tenencia de la tierra.

Para la selección del sitio es necesario tomar en cuenta dos aspectos muy importantes; el técnico y el referente a la tenencia de la tierra.

Los factores técnicos más importantes que se deben de contemplar son:

- Topografía
- Vías de acceso
- Vientos dominantes
- Ubicación del sitio
- Geología
- Hidrología
- Geohidrología
- Hidrología superficial
- Vida útil del sitio
- Tierra para cobertura

Después de localizar el lugar apropiado, analizando sus inconvenientes en función de los recursos técnicos y económicos disponibles, se deben de aplicar las medidas oportunas en la operación del mismo para evitar todo lo nocivo o molesto al ambiente; para esto se sigue una serie de reglas que se deben cumplir:

- Se deberá operar un frente controlado con el objeto de limitar los taludes descubiertos.
- Las capas de basuras se descargan en capas sucesivas de espesores no mayores a 2 metros de altura, que es un límite común en que la maquinaria puede operar eficientemente.
- Las capas se nivelan y compactan hasta su mínimo posible, evitando las bolsas de aire.
- Al término de los trabajos de compactación y nivelación diarios, se recubre con tierra, para evitar la proliferación de fauna nociva, malos olores, etc.
- Se deberá de tener control sobre los lixiviados, para evitar daños a las aguas subterráneas, con sitios para su captación.

- Controlar el bio-gas producido por la fermentación de la materia orgánica.
- Monitorear continuamente la calidad de las aguas del subsuelo.
- Al final, cuando el relleno esté completo, la cobertura final incluirá barro compactado y una capa de material sintético, colectores de gases y un sistema de desagüe adecuado que prevenga la infiltración del agua de lluvia.

3.3.3.1.- VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL RELLENO SANITARIO

VENTAJAS

- Cuando los terrenos disponibles son baratos, este método es el más económico para la disposición de los residuos sólidos municipales;
- En todos los casos la inversión inicial es baja;
- Este sistema hace que desaparezcan todos los residuos aparentes, puesto que se entierra la totalidad de las basuras.
- Se convierten las hondonadas en zonas recreativas, sitios para ubicación de áreas verdes, utilizando los residuos sólidos como material de base.

DESVENTAJAS

- No se recuperan subproductos aprovechables que son reserva de materias primas y energéticos, que enterrados debe considerarse como una agresión al medio ambiente y un despilfarro;
- Existe la dificultad para encontrar un terreno aceptable desde los puntos de vista económico, social (opinión pública), especialmente próximos a urbanizaciones;
- Si no se vigila rigurosamente, el terreno puede degenerar en un vertedero incontrolado;

- Se producen desprendimientos de gases tóxicos como amoniaco, metano y ácido sulfhídrico, principalmente, además en caso de que la temperatura se eleve pueden producirse incendios espontáneos.;
- Quedan enterrados restos no fermentables y algunas fuentes de contaminación como metales pesados que están contenidas en los desechos domésticos como baterías, aparatos electrónicos, vidrios y cerámicas, plásticos, y fuentes de cadmio como son las baterías, pigmentos y tintas..

3.4.- CONSIDERACIONES PARA LA SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS PARA SER EVALUADAS EN LA ZONA DE ESTUDIO

A partir del análisis de la información recabada y de acuerdo con las alternativas empleadas actualmente para el tratamiento y la disposición de los residuos sólidos urbanos en diferentes lugares, se realizó un análisis de estas opciones utilizando algunas consideraciones que son las más importantes a la hora de poner en práctica alguno de dichos métodos.

Con el fin de cubrir los aspectos más importantes para realizar la selección más viable, se utilizaron las siguientes consideraciones:

- Fueron divididos los aspectos a evaluar en dos grupos, el primero sobre las cuestiones a favor y en contra de la elección.
- Se otorgó una ponderación de: Alto (3,-3), Medio (2,-2) y Bajo (1,-1), respectivamente.
- Se efectuaron subtotales para cada grupo y al final una suma de estos valores.
- Se escogieron las alternativas con mayor puntuación, para ser analizadas particularmente en el área de estudio.

En los cuadros siguientes se muestran las evaluaciones realizadas:

Cuadro XIII.- ASPECTOS A FAVOR DE LA ALTERNATIVA

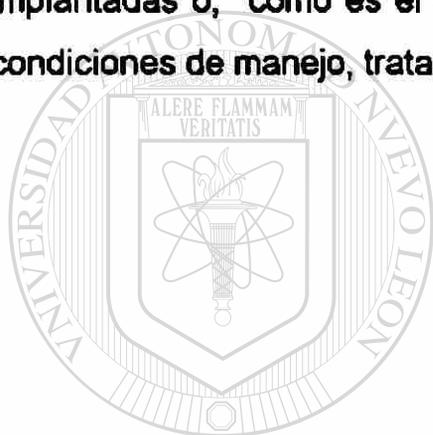
ALTERNATIVA / ASPECTO ANALIZADO	RELLENO SANITARIO	INCINERACIÓN	RECICLAJE
INTERÉS DE ESTA ALTERNATIVA POR PARTE DE LA COMUNIDAD	MEDIO (2)	BAJO (1)	MEDIO (2)
DISMINUCIÓN DEL IMPACTO AL MEDIO AMBIENTE	MEDIO (2)	MEDIO (2)	ALTO (3)
CONCIENCIACIÓN CIUDADANA	BAJO (1)	BAJO (1)	ALTO (3)
TENDENCIA ACTUAL A FAVOR DE LA ALTERNATIVA	BAJO (1)	BAJO (1)	ALTO (3)
SUBTOTAL	6	5	11

Cuadro XIV.- ASPECTOS EN CONTRA DE LA ALTERNATIVA

ALTERNATIVA / ASPECTO ANALIZADO	RELLENO SANITARIO	INCINERACIÓN	RECICLAJE
COSTOS DE IMPLANTACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	MEDIO (-2)	ALTO (-3)	MEDIO (-2)
PERSONAL ESPECIALIZADO PARA LA IMPLANTACIÓN Y OPERACIÓN OPTIMA DEL SISTEMA	MEDIO (-2)	ALTO (-3)	MEDIO (-2)
REQUERIMIENTOS DE TECNOLOGÍA	BAJO (-1)	ALTO (-1)	BAJO (-1)
NECESIDAD DE INVOLUCRAMIENTO DE LOS SECTORES DE LA SOCIEDAD	BAJO (-1)	MEDIO (-2)	ALTO (-3)
SUBTOTAL	-6	-11	-8
TOTAL	0	-6	3

El análisis arroja que las opciones con mayor posibilidad son: utilizar, como hasta ahora, el relleno sanitario o cambiar al sistema donde se involucre el reciclaje, opción que está teniendo grandes avances en el ámbito internacional, por la necesidad de cuidar los recursos naturales y evitar al máximo la contaminación.

Más adelante se analizarán en detalle, para el municipio de Apodaca, las opciones de reciclaje o la de continuar utilizando del relleno sanitario; como hasta ahora. Ambas alternativas se estudiaron por separado, para ser implantadas o, como es el caso del relleno sanitario, para la revisión de las condiciones de manejo, tratamiento, recolección y disposición final.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

4.1.- INTRODUCCIÓN

Con el propósito de contar con la mayor cantidad de datos referentes a la zona de estudio se llevó a cabo una investigación en campo, con la cual, se pretende, obtener las variables que deben ser considerados para el establecimiento de programas de reducción, eliminación o establecimiento de un uso productivo de los residuos sólidos domésticos. Las variables más importantes que se obtuvieron son: la cantidad y composición de la basura, la cultura de la población, la densidad de población, la forma de almacenamiento, el sistema de recolección utilizado (tiempos y movimientos), el tratamiento que se le da a estos residuos y por último los procedimientos de disposición final alternativos.

Algunos de estos datos, como son los parámetros de población e información sobre el manejo actual de los residuos en la zona, fueron detallados en capítulos anteriores, sin embargo, debido a la interrelación entre estos, serán manejados dentro de la investigación de campo y los resultados de la misma.

Para el estudio de la cantidad y composición de los residuos sólidos se utilizaron los métodos establecidos en las Normas Mexicanas vigentes en materia de residuos sólidos municipales

Además se realizó un estudio de tiempos y movimientos de las unidades de recolección, utilizando formatos y metodología recomendada por la una compañía local dedicada al manejo de los residuos sólidos y en publicaciones especializadas en residuos sólidos (Como la Secretaría de Salud y Asistencia, Subsecretaría de mejoramiento al ambiente, 1982)¹⁵.

Por último se realizó un sondeo de opinión para conocer la cultura, actitudes y grado de participación que se puede esperar por parte de la comunidad, en caso de un programa de reciclaje.

4.2.- CUANTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS

Se realizó una investigación de campo con el fin de obtener datos representativos para el municipio de Apodaca, ya que el departamento de limpia carece de este tipo de estudios. Hasta ahora, solo se habían hecho determinaciones de la generación "per-cápita" de los habitantes del municipio en forma directa, con el tonelaje diario obtenido por la recolección y dividiéndolo entre el número estimado de habitantes; pero, no se conoce cual es la generación "per-cápita" que se obtiene para cada nivel socioeconómico.

También para obtener datos sobre el peso volumétrico y los subproductos de la basura ahí generada. Para la determinación de la cantidad y composición de los residuos, se tomaron en consideración las técnicas establecidas por las Normas Mexicanas vigentes en materia de residuos sólidos municipales.

4.2.1.- SELECCIÓN DE LA PREMUESTRA

1.- Para la realización del estudio de campo, se hizo la selección de las casas-habitación de acuerdo con la Norma Mexicana AA-61-1985:

- Se obtuvo la selección de riesgo " α " del muestreo, en base a los siguientes factores:

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

Para los fines de diagnóstico de este trabajo, se escogió un riesgo de 0.20, por lo tanto, el tamaño de la muestra adoptado fue de 50 unidades, para cada estrato socioeconómico como lo marca la Norma Mexicana (AA-61-1985).

4.2.2.- UNIVERSO DE TRABAJO

Posteriormente, se determinó y ubicó el universo de trabajo (de 300 a 500 casas), en un plano catastral actualizado de la localidad, en la zona o colonia correspondiente a los estratos por muestrear (Ver Anexo 2).

Se contaron y numeraron progresivamente, los elementos del universo de trabajo, para conocer su tamaño. Con base en el número de elementos establecidos en la muestra y el universo de trabajo, fueron seleccionados aleatoriamente, los elementos de dicho universo que forman parte de la muestra; para esto, se empleó una tabla de números aleatorios.

Fueron escogidas un total de 50 casas-habitación para cada nivel socioeconómico, las cuales serían invitadas a participar en el muestreo. Se seleccionó un número mayor de elementos como protección.

4.2.3.- DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

De acuerdo con la Norma Mexicana (AA-61-1985), sobre la generación "per-cápita" de residuos sólidos domésticos, se llevó a cabo el procedimiento de campo de la siguiente manera:

1.- Como primer paso se llevó a cabo el establecimiento y delimitación de los niveles socioeconómicos de la población del municipio. Se separaron los niveles medio y bajo.

Posteriormente se escogieron 2 colonias representativas de los dos estratos socioeconómicos. Fueron seleccionadas las colonias Pueblo Nuevo 5o. sector y Los Fresnos 1er. sector, para los estratos bajo y medio, respectivamente.

ESTRATO SOCIOECONÓMICO BAJO

POBLADO PUEBLO NUEVO, V sector

CALLE Río Papaloapan
 Río Coatzacoalcos
 Río San Fernando
 Río Usumacinta y
 Río Pastoza

ESTRATO SOCIOECONÓMICO MEDIO

FRACCIONAMIENTO LOS FRESNOS, I sector

CALLE Del Mandarino
 Del Pomelo
 Del Limón
 Del Naranja

De los Fresnos

Del Nogal

Del Olivo

(Ver Planos Anexo 2)

2.- Del día 24 al 26 de Marzo de 1995 se visitaron las casas-habitación, explicando a sus habitantes el fin y los beneficios del estudio, la duración del muestreo y cuál sería la participación de ellos. Así mismo, les fueron tomados algunos datos, necesarios para el cálculo de la generación "per-cápita". Los datos fueron anotados en la cédula correspondiente (Ver Anexo 3).

Por último, en algún lugar visible de la casa se colocó una tarjeta de identificación, que incluía el número de muestra correspondiente.

3.- Secuencia de actividades diarias en el muestreo

Se realizó el muestreo conforme a la Norma Mexicana (AA-61-1985). en un periodo de 8 días del 25 de marzo al 02 de abril de 1995.

a).- Diariamente, a las 8:30 A.M., se comenzaba con la recolección de las bolsas con las muestras de residuos generados por cada casa habitación seleccionada y se entregaba la nueva bolsa de plástico. Se iniciaba el recorrido en el fraccionamiento Los Fresnos, y al terminar se llevaban las bolsas al centro de acopio en los patios de Servicios Públicos Municipales de Apodaca.

b).- A las 10:30 A.M. aproximadamente, se procedía a recoger las bolsas de la colonia Pueblo Nuevo, siguiendo la misma rutina de recolección y entrega de bolsa nueva. Al término de la recolección se procedía, a llevar las muestras al centro de acopio.

Las bolsas que contenían los residuos sólidos se pesaban durante el recorrido utilizando una báscula con capacidad mínima de 10 kg, como lo marca la Norma Mexicana (AA-61-1985). De aquí se obtuvo una serie de datos que nos servirán posteriormente para obtener la generación de basura diaria por casa-habitación y por lo tanto la generación "per-cápita" en base a su número de habitantes.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

4.2.4.- GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS

Se obtuvo la generación de los residuos sólidos domésticos mediante el método especificado por la Norma Mexicana (AA-61-1985), a partir de un muestreo estadístico aleatorio.

Con la información obtenida en este muestreo, para cada uno de los estratos socioeconómicos de la población, se llevaron a cabo los procedimientos de campo para obtener el parámetro de generación "per-cápita" y generación por casa-habitación medido en kg/hab-día y kg/casa-habitación, respectivamente.

Para obtener el valor de generación "per-cápita" de los residuos sólidos en kg./habitante-día, se dividió el peso de los residuos entre el número de habitantes por cada casa habitación.

4.2.5.- CUARTEO

El siguiente paso después de concentrar todas las muestras fue, realizar el cuarteo de los residuos sólidos conforme lo señala la Norma Mexicana (AA-15-1985), el cual especifica la forma de obtener las muestras para el análisis de subproductos y para obtener el peso volumétrico "in situ". Los datos sobre este análisis se deberán de anotar en la cédula correspondiente (Ver Anexo 3).

4.2.6.- PESO VOLUMÉTRICO "IN SITU"

Para obtener el peso volumétrico se utilizó un recipiente de 200 litros de capacidad, el cual se llenaba hasta el tope con los residuos, previo pesaje, procediendo como lo marca la Norma Mexicana (AA-22-1985). Después se pesaba nuevamente el recipiente con los residuos. Para obtener el peso neto de los residuos, se restó el valor de la tara. El peso volumétrico de los residuos sólidos se calculó mediante la fórmula:

$$P_v = P / V$$

Donde

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

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

V = Volumen del recipiente, en m^3

Se realizó el análisis para cada estrato socioeconómico por separado. Los datos se anotaron en la cédula de campo correspondiente. (Ver Anexo 3).

4.2.7.- SELECCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE SUBPRODUCTOS

Con el total de la muestra se procedió a seleccionar los subproductos de los residuos para cada uno de los estratos socioeconómicos.

Una vez seleccionados los subproductos en bolsas, éstos se pesaban, obteniéndose para cada estrato una serie de datos, los cuales se anotaron en la cédula correspondiente (Ver Anexo 3), para cálculos posteriores.

Para el cálculo del porcentaje se utilizó la siguiente expresión:

$$(\%)S = (Ps / Pt) \times 100$$

(%)S = Porcentaje del subproducto considerado

Ps = Peso del subproducto por día para cada estrato

Pt = Peso total de los residuos recolectados por día por estrato.

Después se realizó un análisis estadístico de cada uno de los subproductos, calculándose su media aritmética y su desviación estándar.

4.3.- ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS DE LAS UNIDADES DE RECOLECCIÓN

Con el fin de obtener datos acerca de los tiempos y movimientos que ocupan las unidades de recolección del municipio, para las distintas zonas, se realizó un estudio de recorridos diarios de 7 rutas de recolección, con distintos tipos de unidades y en diferentes turnos a los dos niveles socioeconómicos.

Se plantea obtener conocimientos en los tiempos y movimientos, para aplicarlos entre otras cosas en:

- Determinar la eficiencia de trabajo de cada vehículo y su tripulación;

- Contar con bases reales para programar las actividades futuras del Departamento de limpia;
- Aprovechar al máximo el tiempo disponible en los vehículos de recolección;
- Saber qué cantidad de trabajo debe exigírsele a cada tripulación;
- Determinar el rendimiento de los vehículos y el número necesario de éstos, el número de personas que componen la tripulación, etc.;
- Además, esto nos sirve para la asignación óptima de vehículos recolectores a las áreas generadoras de residuos sólidos.

4.3.1.- SECUENCIA DE ACTIVIDADES

Como primera actividad para realizar el estudio de tiempos y movimientos, se seleccionaron los recorridos que se harían. Los recorridos se hacen en las unidades de recolección, capturando una serie de datos que en general son: la hora de salida del patio de estacionamiento, el tiempo que se tarda en llegar al inicio de la ruta, el tiempo en que recorre la ruta, el tiempo que tarda desde el fin de ruta hasta la zona de disposición de los residuos, la hora de llegada al patio de estacionamiento al término de la ruta, etc., con sus respectivas lecturas del odómetro y del peso de los residuos recolectados, como se indican en el formato respectivo (ver anexo 3).

FORMATO DE DATOS.- Se utilizó un formato en el cual se colectan los datos de cada recorrido diario, con el que se conocen las actividades de cada unidad. El formato es el mismo utilizado por una compañía local dedicada al tratamiento y recolección de residuos sólidos, que nos fue facilitado.

EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS.- La evaluación de los datos se hizo llevando a cabo las operaciones matemáticas que marca el formato.

Los datos que se obtienen directamente del formato son:

- Tiempo promedio para el recorrido de la ruta (TR)
- Tiempo promedio de viaje redondo al sitio de disposición final (Rr)
- Número de vueltas promedio al sitio de disposición (N)
- Peso promedio de los desechos sólidos transportados (W)
- Promedio del kilometraje de la ruta (LR)
- Promedio del kilometraje recorrido fuera de la ruta (L)
- Número promedio de servicios sobre la ruta (n)

Con los datos anteriores se calcula:

- El tiempo promedio por servicio $T_s = Tr / n$
- El peso de la basura por servicio $P_{ms} = (N) \cdot (W) / (n)$
- El tiempo promedio de recolección por ruta $T_{tp} = TR + (Rr \cdot n)$
- El número promedio de servicios por km de calle recorrido $N_{ps} = n / LR$
- El número promedio de servicios por viaje $N_{psv} = n / N$

Datos adicionales obtenidos

- La generación municipal "per-cápita" promedio

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

4.4.- REALIZACIÓN DE UN SONDEO DE OPINIÓN

Con el fin de obtener una mayor cantidad de información acerca de las preferencias y necesidades de la población del municipio de Apodaca, se realizó un sondeo de opinión que servirá de base para futuras consideraciones acerca de los métodos que se deben de procurar en la recolección, para programas de reciclaje y en general para conocer las preferencias del público en horarios y en el tipo de servicio que la población demanda.

4.4.1.- SECUENCIA DE ACTIVIDADES

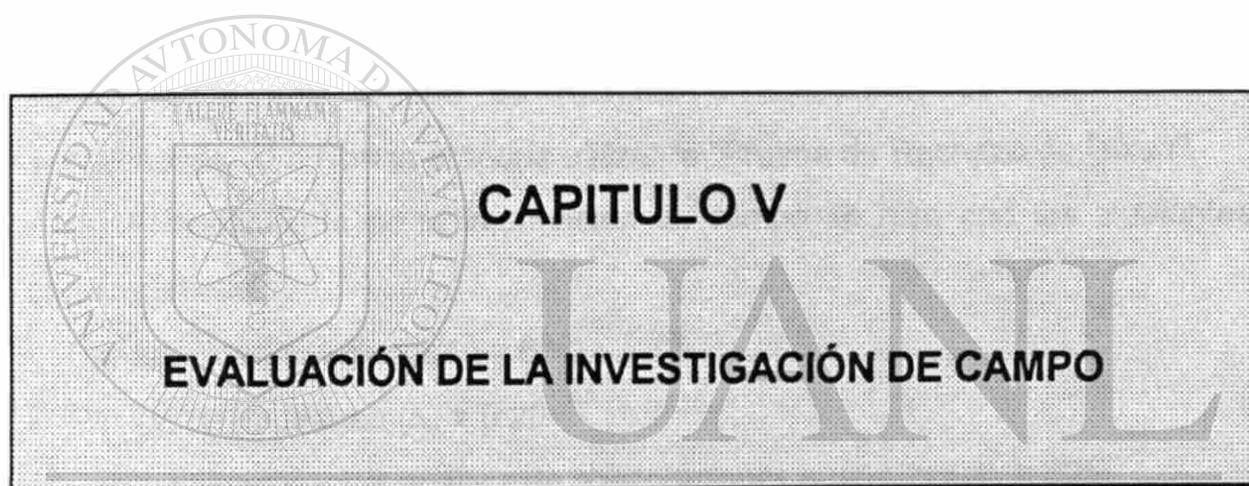
1.- Tamaño de la muestra.- Para determinar cuál es el tamaño más adecuada de la muestra se utilizó el modelo propuesto por Aaker-Day (1990)¹, Que considera para una población similar a la del municipio de Apodaca (219,140 habitantes), que una muestra de 200 a 500 entrevistas es representativa.

2.- SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE LA MUESTRA.- Para determinar a quién se entrevistará, se utilizó el muestreo por cuotas, esto es, un muestreo de juicio, basado principalmente en datos demográficos como: localización, educación, nivel de ingresos, etc.. Tomando en consideración el total de fraccionamientos o colonias se obtuvo el % de casas que pertenecen al nivel bajo o medio, y se reparten las encuestas 50% para cada nivel socioeconómico.

3.- CONTENIDO DEL CUESTIONARIO.- Se elaboró un cuestionario con una serie de puntos a evaluar como son: (ver anexo 5).

- Información general de los entrevistados
- Jerarquización de los subproductos de la basura
- Evaluación del servicio de recolección y limpia
- Conocimiento de la población acerca del problema que significa la contaminación por basura
- Conocimiento de la población acerca de las alternativas que existen para el tratamiento y disposición de la basura
- Grado de participación esperada en caso de un programa de reciclaje.

4.- EVALUACIÓN DE RESULTADOS.- casi el total de las preguntas fueron formuladas de modo que se puedan evaluar a través de cálculos de porcentaje, con excepción de la información general.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

5.1.- GENERACIÓN "PER-CÁPITA" DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS

A partir de la serie de datos obtenidos acerca del peso de los residuos, se procedió al cálculo de la generación para cada casa-habitación y con este dato al dividirlo entre el número de habitantes, se obtuvo la generación "per-cápita" en kg/habitante-día.

Se generaron 2 series de datos, una para cada nivel socioeconómico: medio y bajo. De esta serie original se obtiene el promedio de los 7 días para cada casa. Después para cada una de las series se ordenan los valores en forma ascendente. Esto se hace conforme lo marca la Norma Mexicana (AA-61-1985), como una prueba de rechazo o aceptación de observaciones sospechosas, La Norma propone utilizar la "Prueba de Rechazo de Dixon".

El tratamiento de la información de campo se hizo con las siguientes características:

- Confiabilidad del muestreo = 80%
- Riesgo del muestreo (α) = 0.20
- Confiabilidad para el análisis de observaciones sospechosas = 80%
- Tamaño de la muestra = 60 elementos y 53 elementos respectivamente para el nivel socioeconómico bajo y medio.
- Estratos socioeconómicos existentes en el municipio = Bajo y Medio

En este caso se concluye que en el análisis realizado no se rechaza ninguna de las observaciones para ninguno de los dos niveles socioeconómicos.

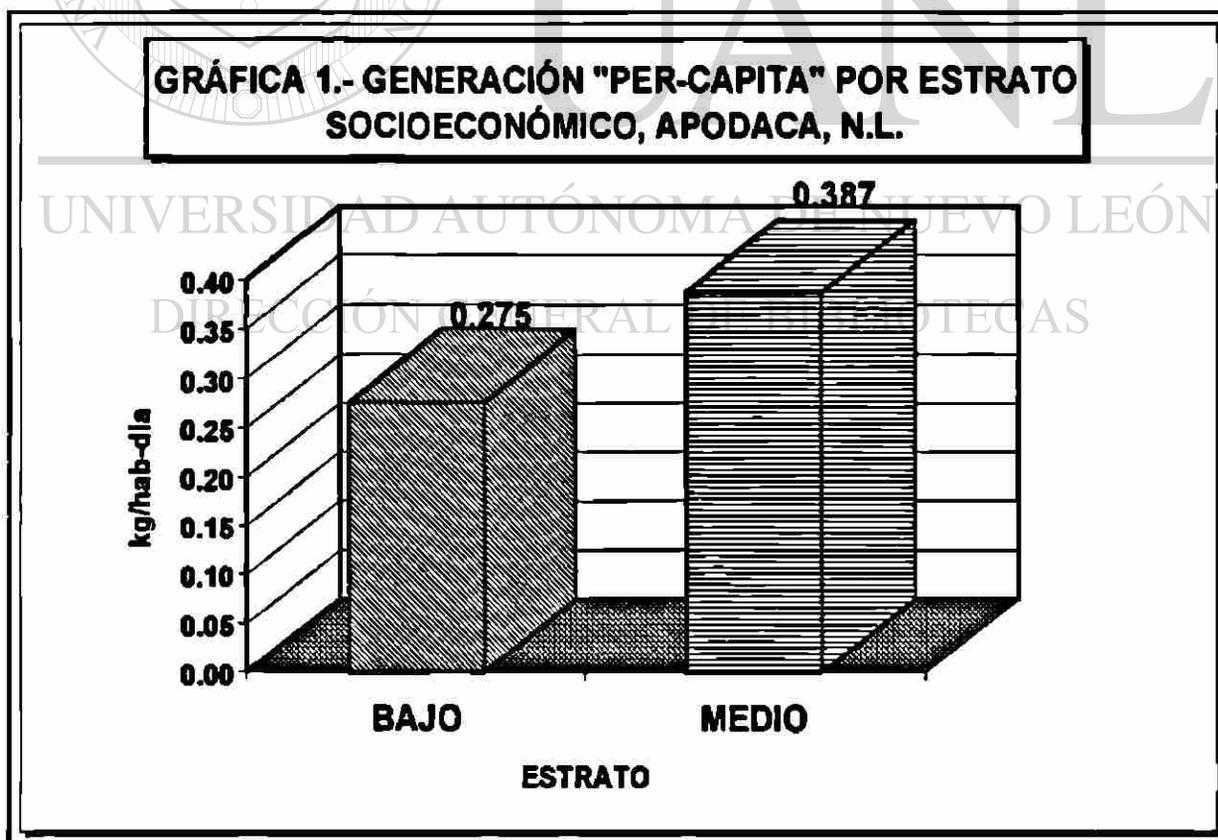
Utilizando un paquete computacional, se procedió a obtener la media de la generación diaria y la desviación estándar para cada una de las series de datos.

Con los elementos que se obtuvieron después del análisis de rechazo se realizó un estudio estadístico para datos no-agrupados, a fin de determinar los

principales estadísticos de la muestra como son la media y la desviación estándar. Se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 1.- Generación de residuos sólidos en kg/habitante-día en el municipio de Apodaca, N.L.

ESTRATO	GEN. MAX.	GEN. MIN.	RANGO	S	GENERACIÓN PROMEDIO kg/hab-día
BAJO	0.729	0.104	0.625	0.133	0.275
MEDIO	0.733	0.199	0.534	0.124	0.387
PROMEDIO GENERAL 0.331					



5.2.- VERIFICACIÓN DEL TAMAÑO DE LA PREMUESTRA

Habiendo realizado el análisis estadístico, el paso siguiente es la verificación del tamaño de la muestra para cada uno de los niveles socioeconómicos, con el objeto de calcular el tamaño real de la muestra obtenida en campo. Esto se hizo con base en la desviación estándar de la muestra y empleando la distribución "t" de Student (N.M.-AA-61-1985).

La expresión utilizada para determinar el tamaño real de la muestra es la siguiente:

$$n_1 = \frac{[(t)(S)]^2}{E^2}$$

n_1 = Tamaño real de la muestra

E = Error muestral en kg / hab-día

S = Desviación estándar

t = Percentil de la distribución "t" de Student

Sustituyendo los datos para la colonia Pueblo Nuevo, 5o. Sector.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DATOS

$$S = 0.133$$

$$E = 0.055$$

$$t = 2.6622 \quad t(1-\alpha/2) = t(0.99) = 2.66, \text{ (ver tabla anexo 2).}$$

$$n = \frac{[(2.66)(0.133)]^2}{(0.055)^2}$$

$$n = 41.37$$

El tamaño de la muestra inicial se acepta ya que:

$$n_1 \text{ (muestra)} > n \text{ (muestra)}$$

Puesto que:

$$n = 41 \text{ Elementos,}$$

$$n_1 - 1 = 59 \text{ Elementos}$$

$$n < n_1 \text{ por lo tanto } n_2 < 0$$

Ahora, Sustituyendo los datos para la colonia Los Fresnos, 1er. sector.

DATOS:

$$S = 0.124$$

$$E = 0.055$$

$$t = 2.6754 \quad t(1-\alpha/2) = t(0.99) = 2.6754, \text{ (ver tabla anexo 2).}$$

$$n = \frac{[(2.68)(0.124)]^2}{(0.055)^2}$$

$$n = 36.37$$

El tamaño de la muestra inicial se acepta ya que:

$$n = 36 \text{ Elementos}$$

$$n_1 - 1 = 52 \text{ Elementos}$$

$$n < n_1 \text{ por lo tanto } n_2 < 0$$

Por lo tanto se concluye que el valor de la muestra en ambos casos, es menor al valor real, además la información obtenida tiene un nivel de confianza superior al 99%.

5.3.- PRUEBA DE LA RAZÓN DE VARIANCIA (F)

Mediante la prueba de la razón de variancia; se determinó el aceptar o rechazar la siguiente hipótesis elaborada para el estudio:

Hipótesis Nula (Ho): *"La media poblacional estimada para un determinado estrato socioeconómico, es igual a las medias poblacionales estimadas de los demás estratos en que se subdividió la población muestreada".*

También se utilizó la:

Hipótesis Alterna (Ha): *" La media poblacional estimada para un determinado estrato socioeconómico, no es igual a las medias poblacionales estimadas de los demás estratos en que se subdividió la población muestreada".*

La prueba concluye que en un momento dado se puede emplear un valor promedio de la generación de residuos "per-cápita" diario, para los dos niveles socioeconómicos muestreados, bajo y medio.

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

$$F = (S1)^2 / (S2)^2$$

$(S1)^2$ = Es la varianza del estrato socioeconómico bajo

$(S2)^2$ = Es la varianza del estrato socioeconómico medio

$$(S1)^2 = 0.018$$

$$(S2)^2 = 0.015$$

Se calcula la combinación entre las 2 zonas de estudio:

COMBINACIÓN: NIVEL BAJO CON NIVEL MEDIO

$$F = 0.018 / 0.015$$

$$F = 1.2$$

Cuando las dos varianzas poblacionales estimadas sean iguales, la razón (F) debe ser igual a uno. Como no se cumple esto, entonces se procede a determinar si la diferencia es debida al azar o no, para lo cual se realiza lo siguiente:

Se efectúan los cálculos para aceptar o rechazar la hipótesis nula.

$$H_0 = \mu_B = \mu_M$$

Se rechaza H_0 si $F > 6.88$. F se obtiene del análisis de varianza en un solo sentido y 6.88 es el valor de $F_{0.01,1,112}$. (Ver Tabla de Fisher, Anexo 3).

Sumas de los cuadrados

$T_b = 16.465$ Suma de todos los valores obtenidos para el estrato Bajo

$T_m = 20.165$ Suma de todos los valores obtenidos para el estrato Medio

$T = 36.63$ Suma total de los valores anteriores

$$E X^2 = 5.5704$$

$$E X^2 = 8.4815$$

$$EE X^2 = (5.57) + (8.48) = 14.05$$

Sustituyendo los valores junto con $K=2$ y $n=56.5$ (Promedio de elementos) en las siguientes fórmulas:

$$SST = EE X^2 - 1 / Kn (t^2)$$

X = Elementos de la muestras

K = Número de muestras

n = Número de elementos de cada muestra

T = Gran total de los nK observaciones

SST = Suma de cuadrados totales

SSB = Suma de cuadrados entre tratamientos

SSW = Suma de cuadrados del error

$$SST = 14.05 - (1/113) (36.63)^2$$

$$SST = 2.98$$

$$SSB = 1/n (E T^2 - SST)$$

$$SSB = 1/56.5 [(16.47)^2 + (20.17)^2] - 2.98 = 9.02$$

De tal modo que :

$$SSW = SST - SSB$$

$$SSW = 2.98 - 9.02 = -6.04$$

Luego entonces:

$$MS = SSB / K-1$$

$$MS = 9.02 / 2 = 4.51$$

$$MSE = SSW / n-K$$

$$MSE = -6.04 / 54.5 = -0.11$$

Por lo tanto:

$$F = MS / MSE$$

$$F = 4.51 / -0.11 = -4.4$$

En la siguiente tabla se ilustran los resultados de las operaciones realizadas:

FUENTE DE VARIABILIDAD	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F
ENTRE GRUPOS	1	9.02	4.51	-4.4
ERROR DENTRO DE LOS GRUPOS	112	-6.04	-0.11	
TOTAL	113	2.98		

De acuerdo con los resultados $F = -4.4$ es menor que 6.88, por lo tanto se deberá de acepta la Hipótesis nula y se concluye que podrá tomarse un valor único de generación "*per-cápita*" para los dos estratos socioeconómicos.

5.4.- PRUEBA DE χ^2 (ji cuadrada) PARA LA GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS

Se realizó la prueba de χ^2 (ji cuadrada) para cada una de las series de datos de generación promedio por casa-habitación y la generación "per-cápita" de los dos niveles socioeconómicos. Los valores obtenidos se muestran en las tablas 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8, y se representan en las respectivas gráficas.

Tabla 2.- Generación Promedio (en kg) por casa-habitación de residuos sólidos por estrato socioeconómico.

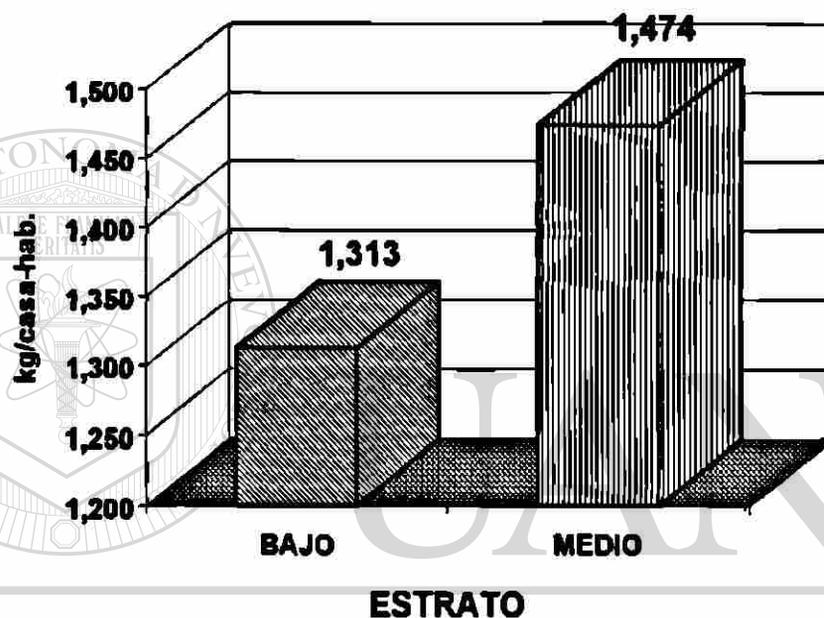
ESTRATO SOCIOECONÓMICO	GENERACIÓN OBSERVADA	GENERACIÓN ESPERADA	$\frac{(Fo-Fe)^2}{Fe}$
BAJO	1.313	1.394	0.0047065
MEDIO	1.474	1.394	0.0045911
TOTAL			$\chi^2 = 0.00929$

HIPÓTESIS NULA (H_0): La generación de residuos sólidos es representativa cuando no varía en el estrato muestreado

HIPÓTESIS ALTERNA (H_a): La generación de residuos sólidos no es representativa cuando varía en el estrato muestreado.

Con un nivel de confianza del 99.5% y un grado de libertad, en la tabla χ^2 se obtiene 0.04393 y el valor total para los dos estratos es 0.00929; por lo tanto, se acepta la hipótesis nula, puesto que 0.00929 es menor que 0.04393.

GRÁFICA 2.- GENERACIÓN PROMEDIO POR CASA/HABITACIÓN POR ESTRATO SOCIOECONÓMICO



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

TABLA 3.- Independencia de la generación promedio de los residuos sólidos con los días de la semana y por estrato socioeconómico, en kg/casa-habitación.

DÍA	NIVEL BAJO	NIVEL MEDIO
Domingo	1.536	1.418
Lunes	1.423	1.557
Martes	1.220	1.378
Miércoles	1.192	1.475
Jueves	1.349	1.468
Viernes	0.212	0.363
Sábado	0.258	1.660

GRÁFICA 3.- GENERACIÓN PROMEDIO POR CASA-HABITACION EN LOS DÍAS DE LA SEMANA, APODACA N.L.

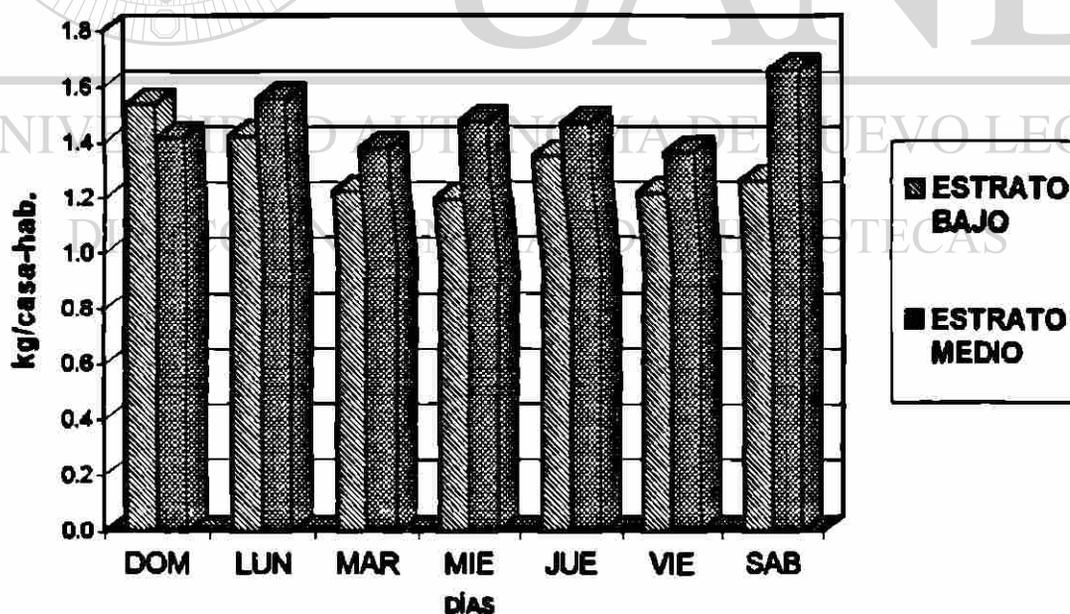


TABLA 4.- Generación promedio de residuos sólidos por casa-habitación/día, colonia Pueblo Nuevo, 5o. sector, en Apodaca, N.L.

DÍA	GENERACIÓN OBSERVADA	GENERACIÓN ESPERADA	$\frac{(F_o - F_e)^2}{F_e}$
Domingo	1.536	1.313	0.037874
Lunes	1.423	1.313	0.009215
Martes	1.220	1.313	0.006587
Miércoles	1.192	1.313	0.011150
Jueves	1.349	1.313	0.000987
Viernes	1.212	1.313	0.007769
Sábado	1.258	1.313	0.002303
			$X^2 = 0.07588$

HIPÓTESIS NULA (H_0): La generación de los residuos sólidos es representativa cuando no varía durante los días de la semana

HIPÓTESIS ALTERNA (H_a): La generación de residuos sólidos no es representativa cuando esta varía en los días de la semana.

Analizando la tabla de la X^2 para un nivel de significancia de 1% y seis grados de libertad, el valor obtenido es 0.676 y el total de la X^2 para esta colonia es de 0.075 valor inferior al índice; por lo cual, se acepta la hipótesis nula.

TABLA 5.- Generación promedio de residuos sólidos por casa-habitación/día, colonia Los Fresnos, 1er. sector, en Apodaca, N.L.

DÍA	GENERACIÓN OBSERVADA	GENERACIÓN ESPERADA	$\frac{(F_o - F_e)^2}{F_e}$
Domingo	1.418	1.474	0.0021275
Lunes	1.557	1.474	0.0046736
Martes	1.378	1.474	0.0062523
Miércoles	1.475	1.474	0.0000006
Jueves	1.468	1.474	0.0000244
Viernes	1.363	1.474	0.0083588
Sábado	1.660	1.474	0.0234708
			$X^2 = 0.044908$

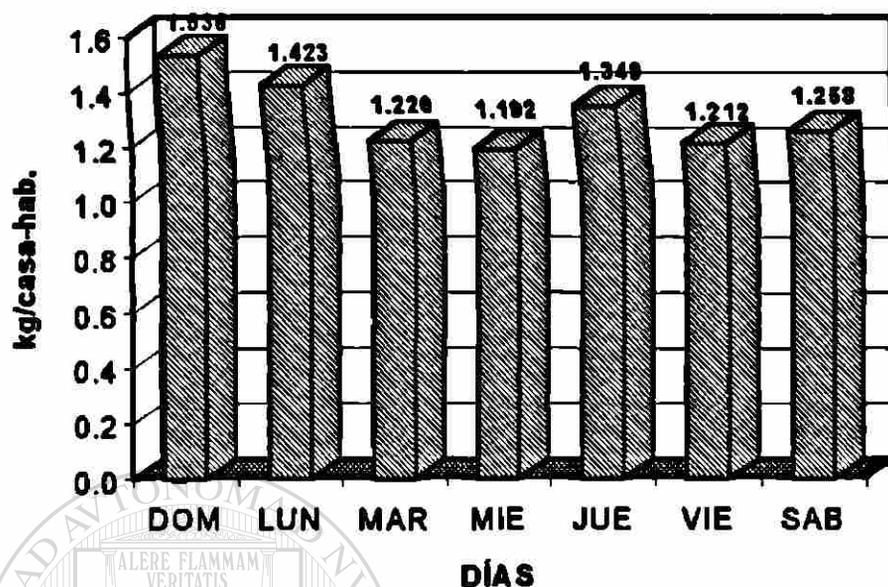
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

HIPÓTESIS NULA (H_0): La generación de los residuos sólidos es representativa cuando no varía durante los días de la semana

HIPÓTESIS ALTERNA (H_a): La generación de residuos sólidos no es representativa cuando esta varía en los días de la semana.

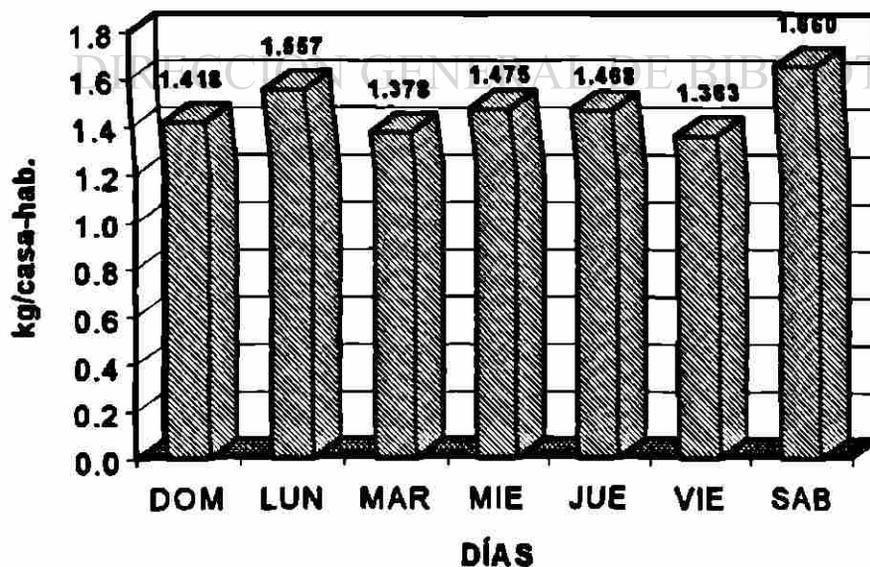
Analizando la tabla de la X^2 para un nivel de significancia de 1% y seis grados de libertad, el valor obtenido es 0.676 y el total de la X^2 para esta colonia es de 0.0449 valor inferior al índice; por lo cual, se acepta la hipótesis nula.

GRÁFICA 4.- GENERACIÓN PROMEDIO POR CASA-HABITACION, ESTRATO SOCIOECONÓMICO BAJO, APODACA N.L.



COL. PUEBLO NUEVO, V Sector

GRÁFICA 5.- GENERACIÓN PROMEDIO POR CASA-HABITACION, ESTRATO SOCIOECONÓMICO MEDIO, APODACA, N.L.



COL. LOS FRESNOS, 1er. Sector

TABLA 6.- Independencia de la generación de los residuos sólidos con los días de la semana y por estrato socioeconómico, en kg/habitante-día.

DÍA	NIVEL BAJO	NIVEL MEDIO	PROMEDIOS
Domingo	0.328	0.368	0.348
Lunes	0.298	0.415	0.357
Martes	0.241	0.364	0.303
Miércoles	0.250	0.406	0.328
Jueves	0.291	0.385	0.338
Viernes	0.259	0.353	0.306
Sábado	0.261	0.418	0.340
PROMEDIOS	0.275	0.387	0.331

GRÁFICA 6.- GENERACIÓN DIARIA "PER-CAPITA"
POR ESTRATO SOCIOECONÓMICO,
APODACA N.L.

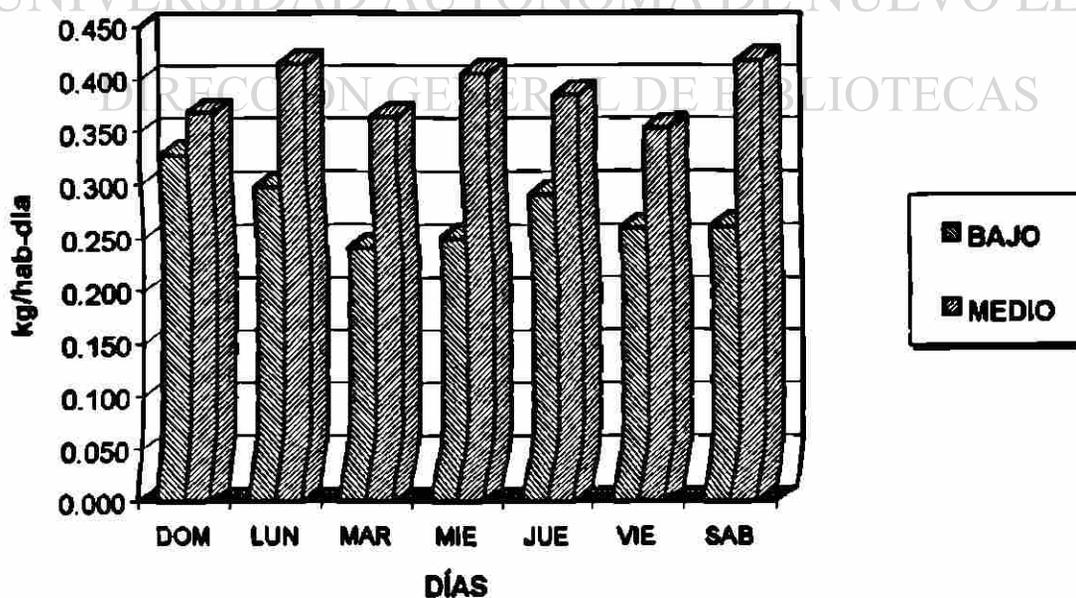


TABLA 7.- Generación "per-cápita" de residuos sólidos en kg./habitante-día, en la Colonia Pueblo Nuevo, 5o. sector, en Apodaca, N.L.

DÍA	GENERACIÓN OBSERVADA	GENERACIÓN ESPERADA	$\frac{(F_o - F_e)^2}{F_e}$
Domingo	0.328	0.275	0.0099391
Lunes	0.298	0.275	0.0018644
Martes	0.241	0.275	0.0043784
Miércoles	0.250	0.275	0.0023313
Jueves	0.291	0.275	0.0008864
Viernes	0.259	0.275	0.0009357
Sábado	0.261	0.275	0.0076190
			$\chi^2 = 0.02109$

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

HIPÓTESIS NULA (H_0): La generación de los residuos sólidos es representativa cuando no varía durante los días de la semana

HIPÓTESIS ALTERNA (H_a): La generación de residuos sólidos no es representativa cuando esta varía en los días de la semana.

Analizando la tabla de la χ^2 para un nivel de significancia de 0.05% y 6 grados de libertad, el valor obtenido es 0.676 y el total de la χ^2 para esta colonia es de 0.021, valor inferior al índice, por lo cual se acepta la hipótesis nula.

TABLA 8.- Generación "per-cápita" de residuos sólidos en kg./habitante-día, en la Colonia Los Fresnos 1er. sector, en Apodaca, N.L.

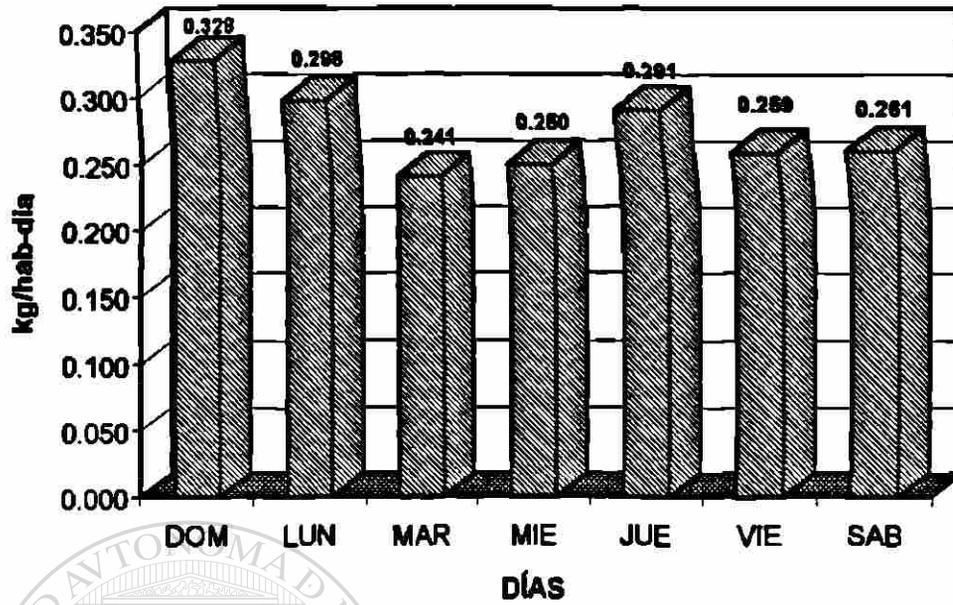
DÍA	GENERACIÓN OBSERVADA	GENERACIÓN ESPERADA	$\frac{(F_o - F_e)^2}{F_e}$
Domingo	0.368	0.387	0.0009498
Lunes	0.415	0.387	0.0020859
Martes	0.364	0.387	0.0014125
Miércoles	0.406	0.387	0.0009737
Jueves	0.385	0.387	0.0000076
Viernes	0.353	0.387	0.0030008
Sábado	0.418	0.387	0.0024078
			$X^2 = 0.01083$

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
 HIPÓTESIS NULA (H_0): La generación de los residuos sólidos es representativa cuando no varía durante los días de la semana

HIPÓTESIS ALTERNA (H_a): La generación de residuos sólidos no es representativa cuando esta varía en los días de la semana.

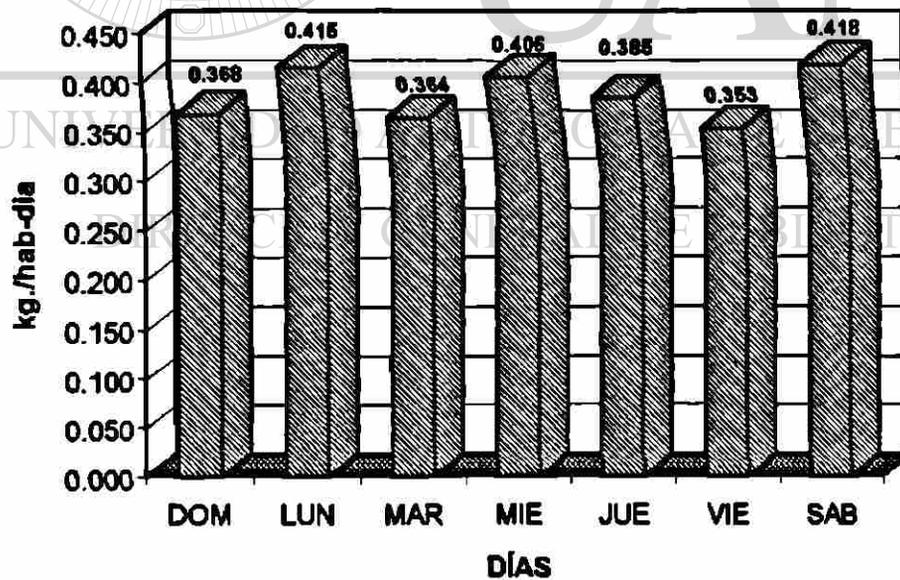
Analizando la tabla de la X^2 para un nivel de significancia de 0.05% y 6 grados de libertad, el valor obtenido es 0.676 y el total de la X^2 para esta colonia es de 0.011, valor inferior al índice, por lo cual se acepta la hipótesis nula.

GRÁFICA 7.- GENERACIÓN "PER-CAPITA", ESTRATO SOCIOECONÓMICO BAJO, APODACA, N.L.



COL. PUEBLO NUEVO, V SECTOR

GRÁFICA 8.- GENERACIÓN "PER-CAPITA", ESTRATO SOCIOECONÓMICO MEDIO, APODACA N.L.



COL. LOS FRESNOS, 1er. sector

5.5.- PESO VOLUMÉTRICO "IN SITU"

Se obtuvieron los datos del peso volumétrico "in situ" para los dos niveles socioeconómicos, durante los 7 días del muestreo y se calcularon los promedios.

Tabla 9.- Pesos volumétricos promedio en kg/m^3 , de los residuos sólidos, por nivel socioeconómico

ESTRATO SOCIOECONÓMICO	PESO VOL. OBSERVADO
BAJO	143.20
MEDIO	128.30
PROMEDIO	135.75

GRÁFICA 9.- PESO VOLUMÉTRICO "IN SITU" PROMEDIO POR ESTRATO SOCIOECONÓMICO, APODACA, N.L.

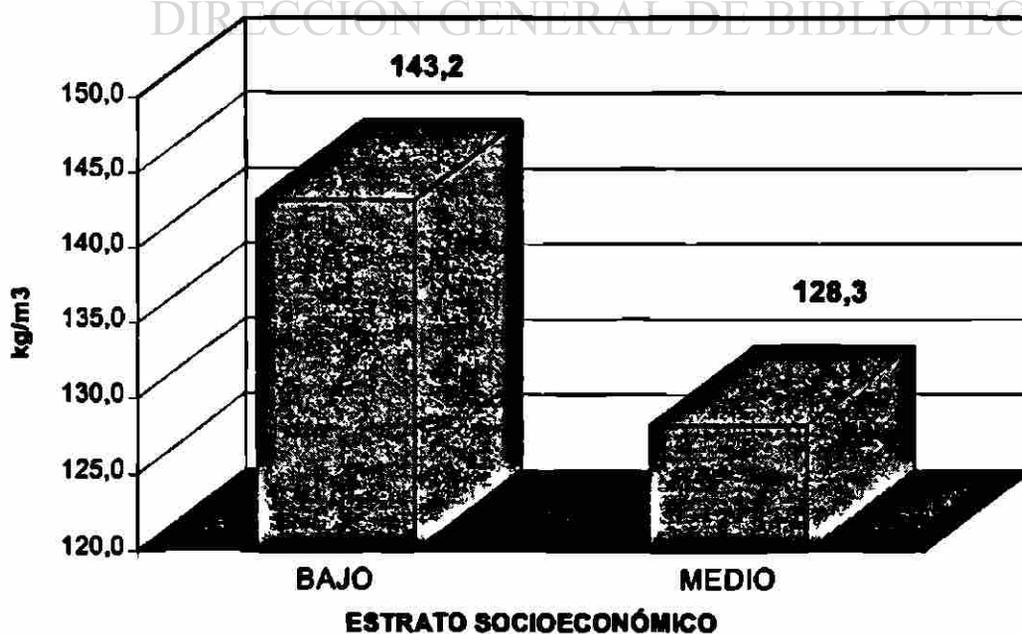


Tabla 10.- Pesos volumétricos en kg/m^3 de residuos sólidos por día. En la Colonia Pueblo Nuevo, 5o. sector, Apodaca, N.L.

DÍA	PESO VOLUMÉTRICO OBSERVADO
Domingo	130.0
Lunes	160.0
Martes	151.0
Miércoles	145.0
Jueves	127.5
Viernes	146.0
Sábado	143.0
PROMEDIO	143.2

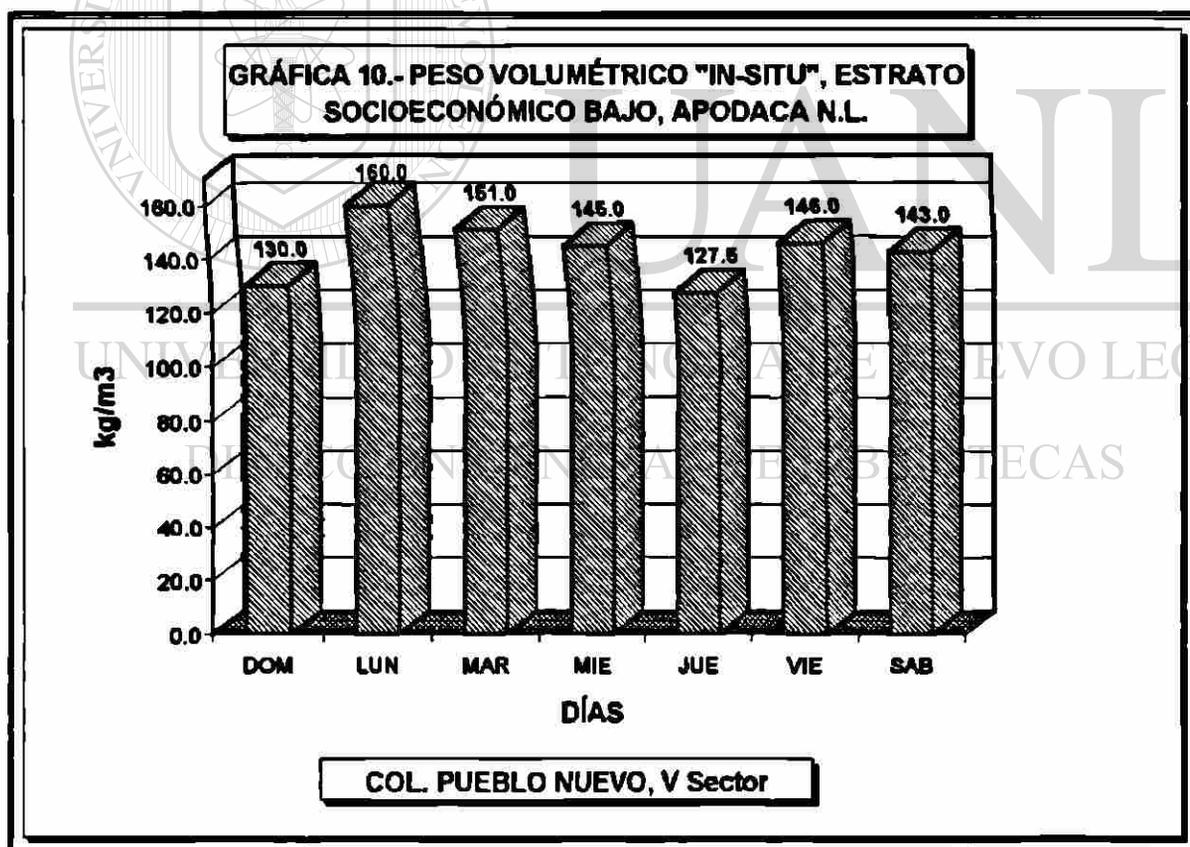
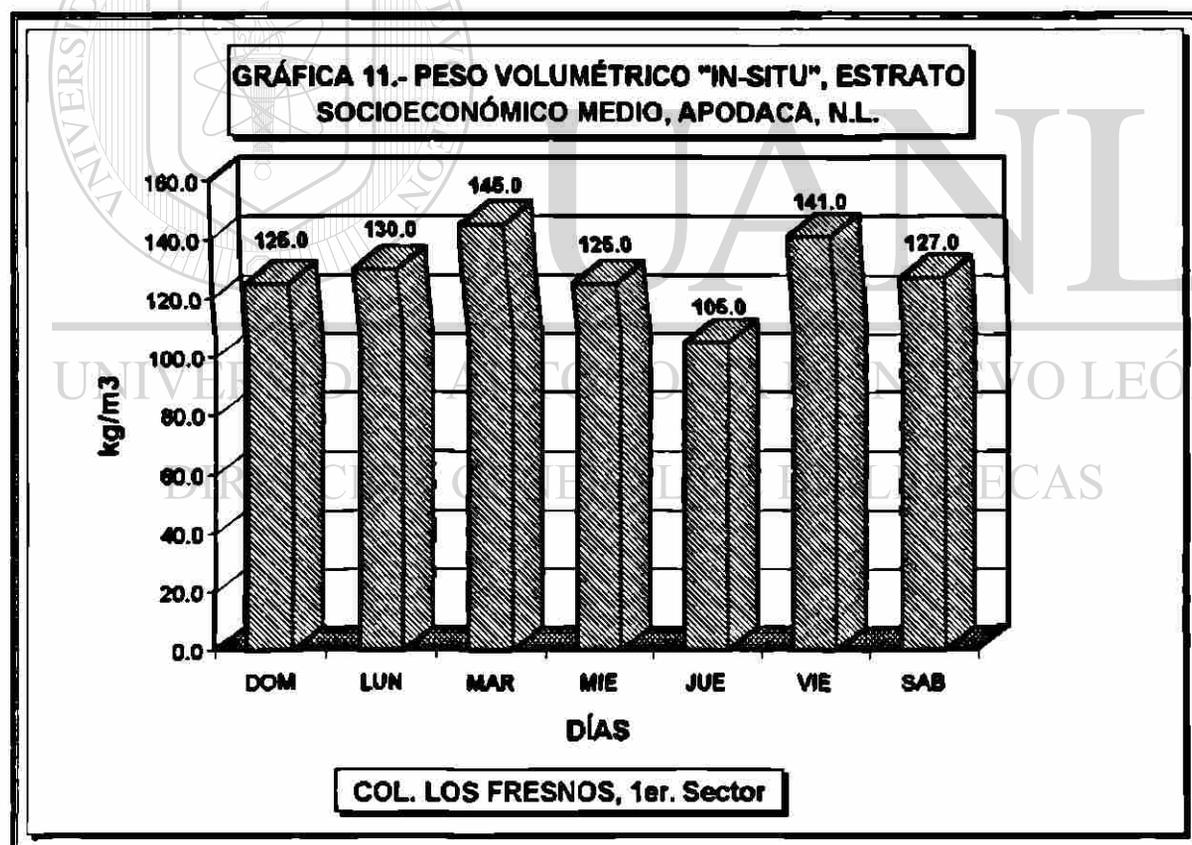


Tabla 11. Pesos volumétricos en kg/m^3 de residuos sólidos por día. En la Colonia Los Fresnos 1er. sector. Apodaca, N.L.

DÍA	PESO VOLUMÉTRICO OBSERVADO
Domingo	125.0
Lunes	130.0
Martes	145.0
Miércoles	125.0
Jueves	105.0
Viernes	141.0
Sábado	127.0
PROMEDIO	128.3



5.6.- SELECCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LOS SUBPRODUCTOS

La selección y cuantificación de los subproductos es un aspecto importante en el análisis de los residuos sólidos, ya que nos proporciona las bases necesarias para estimar la posibilidad de establecer cualquier tipo de tratamiento de dichos residuos; tales como la incineración, las plantas de reciclaje y composta, y los rellenos sanitarios, según las cantidades que resulten de cada proceso.

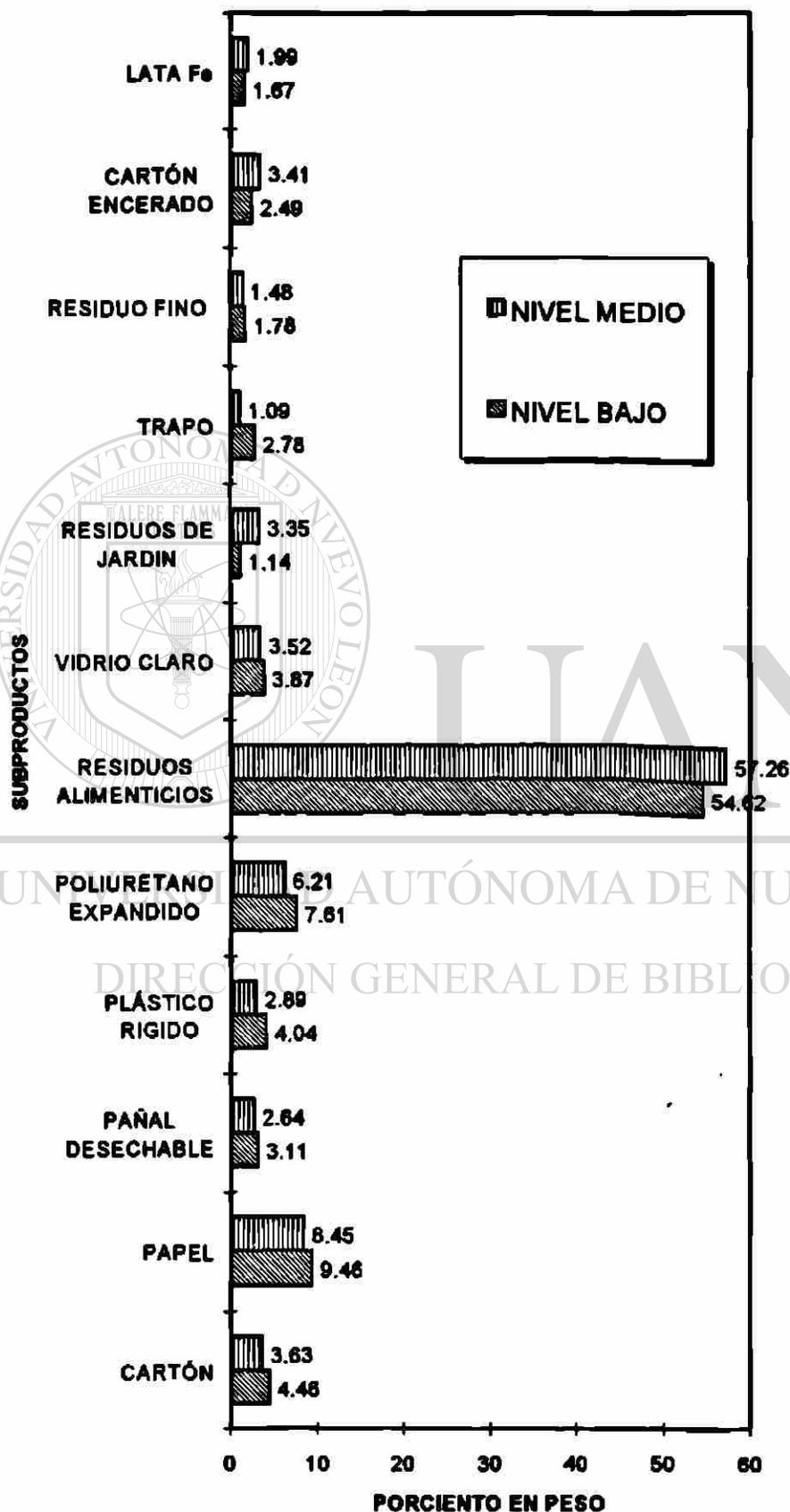
Con la colaboración del personal del Departamento de limpia del municipio de Apodaca, se realizó la selección manual de todos los subproductos, para cada estrato socioeconómico, cuyos valores diarios fueron capturados en las cédulas de campo correspondientes (Anexo 3).

Se obtuvo la media aritmética, porcentaje en promedio y la desviación estándar para cada estrato como se muestra en la tabla 12, así también, se elaboraron sus respectivas gráficas (Ver gráfica 12-A y 12-B), ambas representaciones se muestran a continuación:

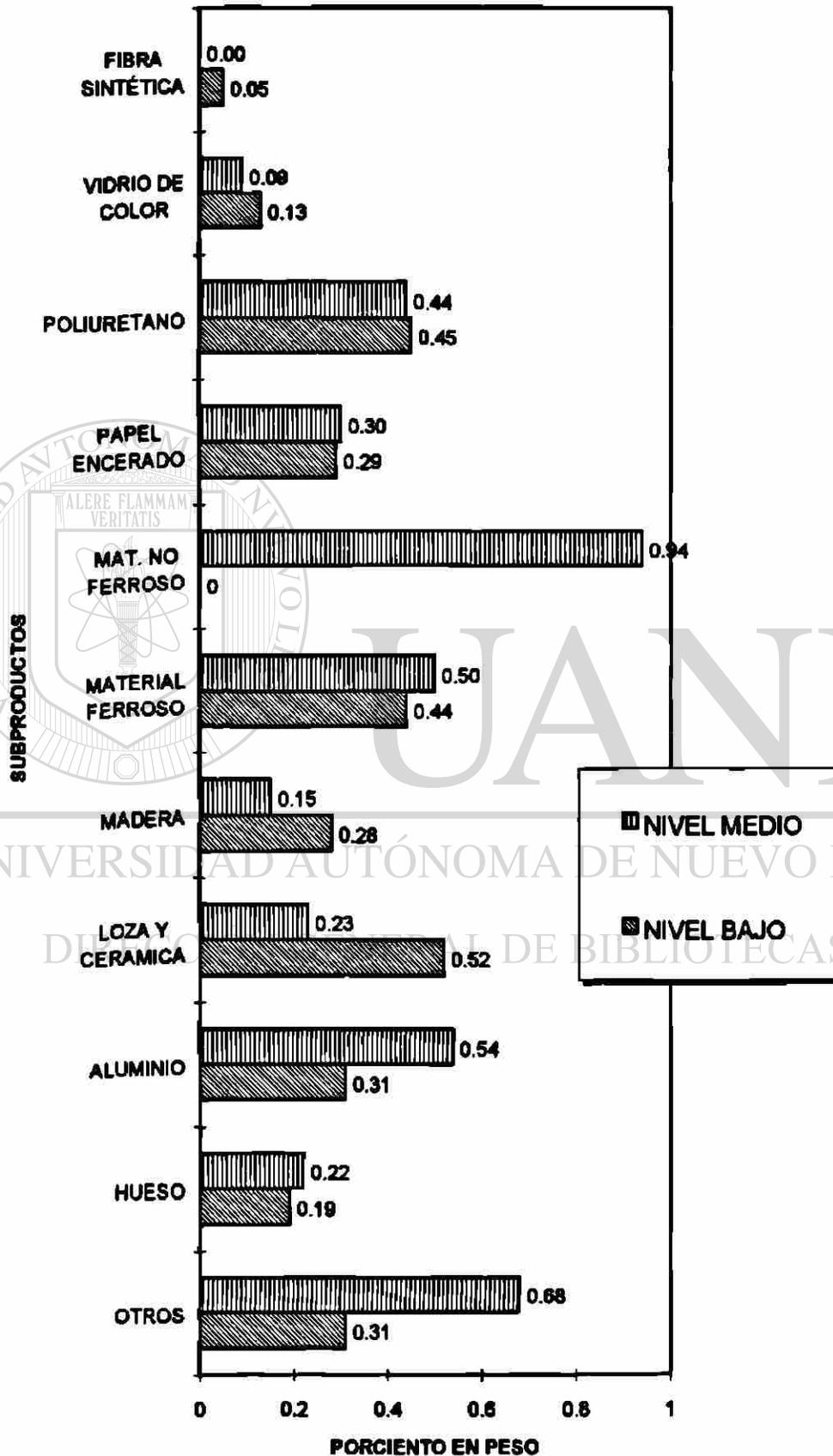
TABLA 12.- Independencia de los valores promedio de generación de subproductos por nivel socioeconómico en porcentaje.

SUBPRODUCTOS	ESTRATO BAJO (%)	ESTRATO MEDIO (%)	PROMEDIO (%)
CARTÓN	4.46	3.63	4.05
RESIDUO FINO	1.78	1.48	1.63
ENVASE CARTÓN ENCERADO	2.49	3.41	2.95
FIBRAS SINTÉTICAS	0.05	0.00	0.03
HUESO	0.19	0.22	0.21
ALUMINIO	0.31	0.54	0.42
LATA Fe	1.67	1.99	1.83
LOZA Y CERÁMICA	0.52	0.23	0.38
MADERA	0.28	0.15	0.21
MATERIAL FERROSO	0.44	0.50	0.47
MATERIAL NO FERROSO (CARBÓN)	0.00	0.94	0.47
PAPEL	9.46	8.45	8.95
PAPEL ENCERADO	0.29	0.30	0.30
PAÑAL DESECHABLE	3.11	2.64	2.87
PLÁSTICO RÍGIDO	4.04	2.89	3.46
POLIURETANO	0.45	0.44	0.45
POLIESTIRENO EXPANDIDO	7.61	6.21	6.91
RESIDUOS ALIMENTICIOS	54.62	57.26	55.94
RESIDUOS DE JARDINERÍA	1.14	3.35	2.25
TRAPO	2.78	1.09	1.94
VIDRIO COLOR	0.13	0.09	0.11
VIDRIO CLARO	3.87	3.52	3.70
OTROS	0.31	0.68	0.50
TOTAL	100.00	100.00	100.00

**GRÁFICA 12-A.- GENERACIÓN DE SUBPRODUCTOS
EN EL MUNICIPIO DE APODACA, N.L.**



**GRÁFICA 12-B.- GENERACIÓN DE SUBPRODUCTOS
EN EL MUNICIPIO DE APODACA, N.L.**



5.7.- RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA PRUEBA DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS

Se realizó la prueba de tiempos y movimientos en algunas de las unidades de recolección del municipio de Apodaca. El estudio se llevó a cabo en 7 rutas representativas, donde existen variantes importantes en los tiempos y distancias, al realizar la recolección.

Fueron seleccionadas las rutas: "Hacienda Santa Rosa", "Cabecera Municipal", "Noria Norte", "Noria Sur", "Los robles", "Hacienda Huinalá" y "Pueblo Nuevo 4o. sector". Para la selección de estas rutas se tomaron en cuenta algunos factores como son:

- Nivel socioeconómico de la población servida
- Ubicación relativa con respecto al patio de estacionamiento de camiones
- Tipo de unidad utilizada, y
- Aspectos viales.

A continuación se muestra un cronometraje condensado de los datos recabados durante el recorrido de cada ruta:

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

CRONOMETRAJE DE RUTA 12/mayo/1996			
• Ruta	Santa Rosa	• Numero	58
• Marca y Modelo	Dina, 1993	• Frecuencia	2/7
• Combustible	Diesel	• Turno (horas)	Matutino 6:00-14:00
• Tipo de unidad: Carga trasera, con compactación, Capacidad 7.0 ton			
• Tripulación: 1 Chofer y 2 Ayudantes			
• Colonias que cubre: Hacienda Santa Rosa, Hacienda Agua fría, Cosmópolis, Valle del Mezquital, Hacienda. del Mezquital.			
Tiempos		TIEMPO (min)	Recorrido (km)
Salida del estacionamiento de camiones		6:16	
Tiempo de viaje al inicio de ruta		12	6.5
Tiempo en ruta		276	6.2
Tiempo de viaje: fin de ruta al relleno sanitario		19	10.5
Tiempo de descarga en relleno sanitario		8	5.1
Tiempo de viaje: relleno sanitario al estacionamiento		31	17.1
Llegada al estacionamiento		12:20	
Peso de los residuos recolectados		3.6 ton	
Total de casas servidas		174	
Total de comercios servidos		13	
Escuelas servidas		3	
Recorrido: Calles: Moisés Sáenz, Niños Héroes, Guajardo, Absalón Lozano, Juárez, Treviño, Lozano, García, Guajardo, L. Blanco, Villa, F. Ángeles, Villa, Obregón, Blanco, Guajardo, Blanco, Lozano.			
Recolección: 22.98% costales, 20.36% barricas 200 lts, 18.54% bolsas de plástico el resto son recipientes de plástico de 20 lts, cajas de cartón, baños, medias barricas, etc.			
Observaciones: El camión presenta buenas condiciones, no se perdió mucho tiempo, solamente un descanso de 18 minutos, la poca cantidad de casas servidas se debe a que en algunas calles se tiene que pasar para recolectar en una sola casa, en la mayor parte de las casas hay que esperar a que saquen la basura o los ayudantes tienen que entrar a los patios por ella.			

CRONOMETRAJE DE RUTA 13/mayo/1996			
• Ruta	Los Robles	• Numero	53
• Marca y Modelo	M. Benz, 91	• Frecuencia	2/7
• Combustible	Diesel	• Turno (horas)	Matutino 8:00-17:00
• Tipo de unidad: Carga lateral, Volteo, Capacidad 5.0 ton			
• Tripulación: 1 Chofer y 3 Ayudantes			
• Colonias que cubre: Los Robles, Hacienda Los Encinos, Nueva Democracia y Jardines de Apodaca			
Tiempos		TIEMPO (min)	Recorrido (km)
Salida del estacionamiento de camiones		8:12	
Tiempo de viaje al inicio de ruta		20	13.6
Tiempo en ruta		265	4.8
Tiempo de viaje: fin de ruta al relleno sanitario		28	20.6
Tiempo de descarga en relleno sanitario		10	5.4
Tiempo de viaje: relleno sanitario al estacionamiento		28	17.0
Llegada al estacionamiento		16:47	
Peso de los residuos recolectados		3.45 ton	
Total de casas servidas		1,340	
Total de comercios servidos		26	
Escuelas servidas		3	
Recorrido: Calles: Képler, Diésel, Stradivarius, Torricelli, Arquímedes, Copérnico, Braille, De la esperanza, Del triunfo pte., Lizi, Verdi, Bach, Wagner, Verdi, Mendelehon, Strauss, Chopín, Strauss, Verdi, Debussy, Cárdenas, Beethoeven, Verdi, De la esperanza, J. Rosas, A. Lara, M. Grever, Pardavé, J. Carrillo, Palmerín, Oteo, Alcaráz, Curiél, Del Triunfo Ote.			
Recolección: 15% barricas de 200 lts, 65% bolsas de plástico, 5% botes de lámina (baños), el resto cajas, sacos y otros.			
Observaciones: El tiempo de trabajo es bajo, se pierde mucho tiempo en acomodo de subproductos, el camión se encuentra en buenas condiciones, el 15% de los vecinos de esta colonia utiliza barricas de 200 lts. con la dificultad para elevarlas hasta la caja del camión, el tipo de unidad es inadecuado para la recolección domiciliaria casa por casa.			

CRONOMETRAJE DE RUTA 14/mayo/1996

• Ruta	Noria Norte	• Numero	161
• Marca y Modelo	Dina, 1993	• Frecuencia	2/7
• Combustible	Diesel	• Turno (horas)	Matutino 8:00-17:00
• Tipo de unidad: Carga trasera, con compactación, Capacidad 7.0 ton			
• Tripulación: 1 Chofer y 2 Ayudantes			
• Colonias que cubre: Noria Norte 65%, Noria Sur, 75%, Los Álamos y Valle de los Álamos			
Tiempos		TIEMPO (min)	Recorrido (km)
Salida del estacionamiento de camiones		8:12	
Tiempo de viaje al inicio de ruta		31	7.95
Tiempo en ruta		237	2.65
Tiempo de viaje: fin de ruta al relleno sanitario		42	25.0
Tiempo de descarga en relleno sanitario		19	5.3
Tiempo de viaje: relleno sanitario al estacionamiento		27	17.0
Llegada al estacionamiento		16:04	
Peso de los residuos recolectados		4.5 ton	
Total de casas servidas		438	
Total de comercios servidos		21	
Escuelas servidas		2	
Recorrido: Calles: Monterrey, Acatlán, Arandas, Etzatlán, Guadalajara, Ejutla, Tecalitlán, Cocula, Arandas, Arenal, Edo. de Jalisco, Tonila, Atengo.			
Recolección: 20.8% barricas 200 lts, 35.54% bolsas de plástico, 15.1% baños, el resto son recipientes de plástico de 20 lts, cajas de cartón, etc.			
Observaciones: El camión presenta regulares condiciones, El rendimiento es muy bueno a pesar que se pierde mucho tiempo en asuntos fuera de ruta como son particulares de la tripulación acomodo de subproductos, venta y descansos.			

CRONOMETRAJE DE RUTA 15/mayo/1996			
• Ruta	Pueblo Nuevo 4o. sector	• Numero	57
• Marca y Modelo	M. Benz, 1991	• Frecuencia	1/7
• Combustible	Diesel	• Turno (horas)	Vespertino 14:00-22:00
• Tipo de unidad: Carga lateral, Volteo, Capacidad 5.0 ton			
• Tripulación: 1 Chofer y 3 Ayudantes			
• Colonias que cubre: Pueblo Nuevo 4o. sector, Empresa Transportes Cuauhtémoc, S.A. de C.V.			
Tiempos		TIEMPO (min)	Recorrido (km)
Salida del estacionamiento de camiones		14:09	
Tiempo de viaje al inicio de ruta		5	4.1
Tiempo en ruta		230	1.6
Tiempo de viaje: fin de ruta al relleno sanitario		41	20.6
Tiempo de descarga en relleno sanitario		14	5.5
Tiempo de viaje: relleno sanitario al estacionamiento		26	17.2
Llegada al estacionamiento		20:37	
Peso de los residuos recolectados		3.14 ton	
Total de casas servidas		224	
Total de comercios servidos		9	
Empresa servida Transportes Cuauhtémoc		1	
Recorrido: Empresa Transportes Cuauhtémoc, Tránsito 13 minutos a Pueblo Nuevo ruta en calles Privada Acuarico, San Francisco, Río Napo, Río Lempa, Acuarico, San Francisco, Río Marañón.			
Recolección: 23.34% barricas 200 lts, 46.4% bolsas de plástico, 20% botes de plástico de 20 lts, el resto son cajas de cartón, baños, medias barricas, etc. Los porcentajes no incluyen 80 barricas recogidas en la empresa Transportes Cuauhtémoc.			
Observaciones: Esta unidad presenta buenas condiciones mecánicas, normalmente realiza 2 viajes diarios al relleno sanitario excepto los miércoles que visita a la Empresa transportes Monterrey donde recolecta 80 barricas que contienen desechos de taller mecánico con estopas, cajas y botes con aceite. En esta empresa se ocupan alrededor de 3 horas incluyendo el tiempo para la venta de subproductos de fierro que se recolectan en la basura de esta empresa, el recorrido que se realiza es de 500 m pero el peso de las barricas algunas veces es excesivo. En ruta doméstica en Pueblo nuevo, las calles se encuentran en pésimo estado, no están pavimentadas.			

CRONOMETRAJE DE RUTA 21/mayo/1996			
• Ruta	Noria Sur y Noria Norte	• Numero	56
• Marca y Modelo	M. Benz, 1991	• Frecuencia	277
• Combustible	Diesel	• Turno (Horas)	Matutino 8:00-17:00
• Tipo de unidad: Carga lateral, Volteo, Capacidad 5.0 ton			
• Tripulación: 1 Chofer y 3 Ayudantes			
• Colonias que cubre: Noria Sur 25%, Noria Norte 35%, Mixcoac, Nueva Mixcoac, Miguel Hidalgo, Presidencia Municipal, Sebastián Elizondo 1o. y 2o. sector, La Encarnación, La Migaja, Hacienda San Miguel, Las Golondrinas.			
Tiempos		TIEMPO (min)	Recorrido (km)
Salida del estacionamiento de camiones		8:06	
Tiempo de viaje al inicio de ruta		17	9.0
Tiempo en ruta		275	3.4
Tiempo de viaje: fin de ruta al relleno sanitario		33	25.5
Tiempo de descarga en relleno sanitario		11	5.4
Tiempo de viaje: relleno sanitario al estacionamiento		27	17.0
Llegada al estacionamiento		16:15	
Peso de los residuos recolectados		6.21 ton	
Total de casas servidas		664	
Total de comercios servidos		31	
Escuelas servidas		3	
Recorrido: Calles: (Noria sur) Hermosillo, Sendero Huinalá, Tuxcacuesco, Tuxcueca, Masamitla, Tizapán el alto, Edo. de Jalisco, Talpa de Allende, Tomatlán. (Noria norte), Chápala, Privada Tapalpa, Tapalpa, Sayula, privada Sayula, Edo. de Jalisco, Huejúca.			
Recolección: 69.3% bolsas de plástico, 15.4% botes de plástico de 20 lts, 17.9% barricas de 200 lts. el resto son cajas de cartón, baños, medias barricas, etc.			
Observaciones: Esta unidad presenta buenas condiciones mecánicas, normalmente realiza 2 viajes diarios al relleno sanitario excepto los jueves y los sábados, El rendimiento de la tripulación es bueno, esta unidad pierde mucho tiempo al realizar 2 vueltas al relleno sanitario ubicado en Salinas, aproximadamente 1 hora en tiempo y 54 km en exceso, siendo que la estación de transferencia de Guadalupe se ubica a 10 kilómetros de la ruta.			

CRONOMETRAJE DE RUTA 22/mayo/1996

• Ruta	Poblado Huinalá	• Numero	57
• Marca y Modelo	M. Benz, 1993	• Frecuencia	1/7
• Combustible	Diesel	• Turno (horas)	Matutino 6:00-14:00

• Tipo de unidad: Carga lateral, Volteo, Capacidad 5.0 ton

• Tripulación: 1 Chofer y 2 Ayudantes (faltó uno)

• Colonias que cubre: Frecuencia 1/7: Poblado Huinalá, Fracc. San Andrés

• Frecuencia 2/7: Lomas del Pedregal, Jerónimo Treviño, A. Escamilla, Valle del Pedregal

Tiempos	TIEMPO (min)	Recorrido (km)
Salida del estacionamiento de camiones	6:12	
Tiempo de viaje al inicio de ruta	23	8.0
Tiempo en ruta	125	10.0
Tiempo de viaje: fin de ruta al relleno sanitario	42	23.2
Tiempo de descarga en relleno sanitario	7	5.1
Tiempo de viaje: relleno sanitario al estacionamiento	27	17.2
Llegada al estacionamiento	13:24	
Peso de los residuos recolectados	2.71 ton	
Total de casas servidas	207	
Total de comercios servidos	24	
Escuelas servidas	1	

Recorrido: Col. Lomas del Pedregal Calles: Marruecos, Saudita, Belice, Huinalá porción oriente: Constitución, Las palomas, Vallarta.

Poblado Huinalá centro: Calles: Escobedo, Padre Mier, F.U. Gómez, 1o. de Mayo, Privada Escobedo, Juárez, Garza, P. Mier, Zuazua, Priv. Juárez, Arroyo Cantúes, Guerra, Reforma, M. Alemán, Morelos, Arteaga, Treviño, P. Díaz,

Recolección: 30.2% barricas 200 lts, 35.5% bolsas de plástico, 10.7% botes de plástico de 20 lts, 8.1% baños, el resto son cajas de cartón, medias barricas, etc.

Observaciones: Esta unidad presenta buenas condiciones mecánicas, Un 20% de las calles en Huinalá centro no están pavimentadas, además el trazado de calles es muy complicado, el recorrido se hace largo por tener que pasar varias veces la misma calle, y en algunas solamente se atiende una o dos casas. La mayoría de las familias utiliza barricas de 200 lts lo que dificulta la recolección, por el tipo inadecuado del camión. En algunas de las casas, los ayudantes necesitan entrar a los patios para traer el recipiente, vaciar la basura en el camión y volver a colocarlos en el mismo sitio.

CRONOMETRAJE DE RUTA 23/mayo/1996			
• Ruta	Cabecera Municipal	• Numero	47
• Marca y Modelo	M. Benz, 1993	• Frecuencia	2/7
• Combustible	Diesel	• Turno (horas)	Matutino 8:00-17:00
• Tipo de unidad: Carga Trasera, con compactación, Capacidad 7.0 ton			
• Tripulación: 1 Chofer y 2 Ayudantes			
• Colonias que cubre: Ruta Comercial (Frec.=6/7), Cabecera Municipal sector poniente, Fracc. Santa Rosa 1o. y 2o. sector, Burócratas, Casas Reales y E. Kenworth..			
Tiempos		TIEMPO (min)	Recorrido (km)
Salida del estacionamiento de camiones		8.10	
Tiempo de viaje al inicio de ruta		5	1.2
Tiempo en ruta		368	13.5
Tiempo de viaje: fin de ruta al relleno sanitario		25	17.3
Tiempo de descarga en relleno sanitario		16	5.1
Tiempo de viaje: relleno sanitario al estacionamiento		20	17.3
Llegada al estacionamiento		16:22	
Peso de los residuos recolectados		5.38 ton	
Total de casas servidas		315	
Total de comercios servidos		63	
Escuelas e Instituciones servidas		5	
Recorrido: Ruta Comercial: Calles Morelos y Zaragoza desde el Boulevard Salinas hasta la Calle Reforma, Palacio Municipal, Dos plazas principales, incluyendo calles transversales entre estas. Ruta doméstica: Calles Escobedo, Porfirio Díaz, Naranjo, Guerrero, Ocampo, Madero, Iturbide, Juárez.			
Recolección: 50.2% barricas 200 lts, 10.5% botes de plástico de 20 lts, 6% baños, el resto son costales, bolsas de plástico, cajas de cartón, medias barricas, etc.			
Observaciones: Esta unidad presenta buenas condiciones mecánicas, Se pierde mucho tiempo en algunos negocios, ya que el camión entra hasta el patio a recoger las barricas de basura. En muchas casas se utiliza el método de llevar y traer los recipientes por lo que se pierde mucho tiempo. La unidad se considera apta para esta área por la gran cantidad de barricas que se utilizan para depositar la basura. Las calles son de un solo sentido, en algunas ocasiones el camión hace recorridos en reversa y en sentido contrario.			

El estudio de tiempos y movimientos realizado en el municipio de Apodaca, proporcionó la siguiente información:

1.- Tiempo promedio de Ruta (TR)

TR = 253.7 min en promedio = 4 horas 14 minutos

2.- Tiempo promedio de viaje redondo al relleno sanitario desde fin de ruta, terminando en el estacionamiento de vehiculos:

Rr = 87.7 min = 1 hora 27 minutos

Este tiempo incluye el utilizado en la descarga de residuos en el relleno sanitario

3.- Numero de viajes promedio al sitio de disposición final:

N = 1.14 viajes / día

4.- Peso promedio de los residuos sólidos por viaje:

W = 3627.75 kg

5.- Promedio de kilometraje en ruta:

LR = 6.02 km

6.- Promedio de kilometraje fuera de ruta

L = 58.59 km

7.- Numero promedio de servicios sobre cada ruta:

n = 510

Ahora, con la información obtenida anteriormente se procedió a calcular lo siguiente:

1.- Tiempo promedio por servicio:

$$Tps = TR / n = (253.7 \text{ min/día}) / (510 \text{ servicios/día})$$

$$Tps = 0.497 \text{ min/servicio} = 29 \text{ segundos/servicio}$$

2.- Peso de la basura por servicio:

$$Pbs = NW / n = (1.14 \text{ viajes/día})(3627 \text{ kg}) / 510 \text{ servicios/día} =$$

$$Pbs = 8.11 \text{ kg/servicio/viaje}$$

3.- Tiempo total promedio de recolección por ruta:

$$Ttp = TR + (Rr)(N) = 253.7 \text{ min} + (87.7 \text{ min})(1.14 \text{ viajes/día}) =$$

$$Ttp = 353.68 \text{ minutos/viaje/día}$$

4.- Numero promedio de servicios por kilometro de calle:

$$Nsk = n / LR = 510 \text{ servicios/día} / 6.02 \text{ km/ruta} =$$

$$Nsk = 84.71 \text{ servicios/km de ruta} = 85 \text{ servicios/km de ruta}$$

5.- Numero promedio de servicios por viaje:

$$Nsv = n / N = 510 \text{ servicios/día} / 1.14 \text{ viajes/día} =$$

$$Nsv = 447 \text{ servicios / viaje}$$

6.- Ruta Comercial, Cabecera Municipal, Servicios comerciales / hora

$$38 \text{ servicios} / 1.81 \text{ horas} = 20.99 \text{ servicios comerciales / hora}$$

7.- Ruta Doméstica: Promedio de servicios por hora = 162.4

$$\text{Cabecera Municipal} = 344 \text{ servicios / hora}$$

$$\text{Los Robles} = 310 \text{ servicios / hora}$$

Santa Rosa = 41.3 servicios / hora

Noria Norte = 116.7 servicios / hora

Pueblo Nuevo = 61.0 servicios / hora

Noria Sur y Noria Norte = 152.29 servicios / hora

Poblado Huinalá = 111.36 servicios / hora.

8.- Generación de residuos sólidos municipal "per-cápita" en promedio ponderado.

$G = W / \{ (S) (Hc) (7/f) \}$, donde

Hc = promedio municipal de habitantes por casa = 4.6

RUTA	kg de residuos recogidos en ruta (W)	No.de Servicios otorgados en ruta (S)	Frecuencia de recolección (f) veces/semana	Generación per-cápita promedio kg/habitante
Cabecera Mpal.	5,380	385	2	0.868
Los Robles	3,450	1,369	2	0.157
Santa Rosa	3,600	190	2	1.177
Noria Norte	4,532	461	2	0.611
Pueblo Nuevo	3,140	234	1	0.417
Noria Sur-N. Norte	6,210	698	2	0.553
Poblado Huinalá	2,710	232	1	0.363
		3,569		0.455

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

9.- Rendimiento promedio en kg/hombre o camión/hora:

kg recogidos/tiempo en ruta/número de individuos en recolección

RUTA	Rendimiento kg/hombre/hora	Rendimiento kg/camión/hora
Santa Rosa	321.43	642.86
Los Robles	271.28	813.84
Noria Norte	573.67	1147.34
Noria Sur - Noria Norte	451.64	1354.91
Pueblo Nuevo	273.04	819.13
Poblado Huinalá	650.40	1300.8
Cabecera Municipal	438.59	877.17
Promedio	425.72	993.72

5.8.- RESULTADOS DEL SONDEO DE OPINIÓN

INFORMACIÓN DE LAS FAMILIAS ENCUESTADAS

Numero de familias encuestadas = 206

Promedio de miembros por familia = $4.398 = 4.4$

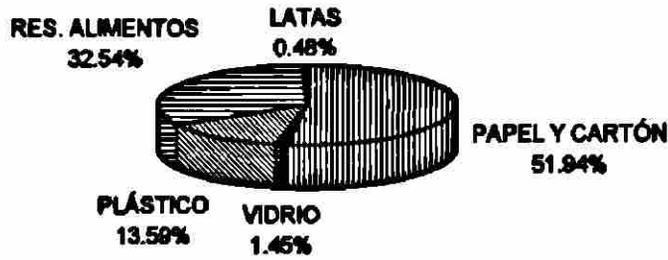
OCUPACIÓN DE LOS ENCUESTADOS

OCUPACIÓN	TOTAL	HOMBRES	MUJERES
• Estudiantes	330	152	178
• Labores del hogar	219	0	219
• Empleados (as)	193	141	52
• Niños o ancianos	52	31	21
• Obreros (as)	42	33	9
• Comerciantes	13	11	2
• Profesionistas	7	4	3
• Mecánicos	7	7	0
• Desempleados	6	5	1
• Secretarias	2	0	2
• Otros	35	21	14
Total	906	405	501

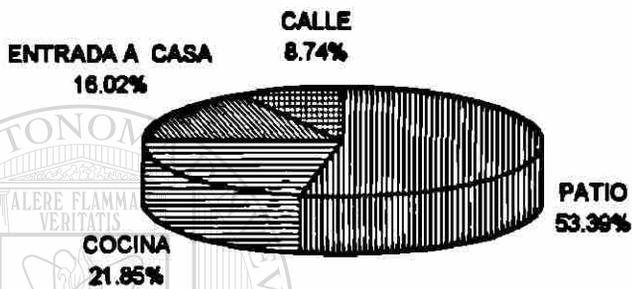
RESULTADOS DE LA ENCUESTA

Los resultados del sondeo de opinión se muestran a continuación:

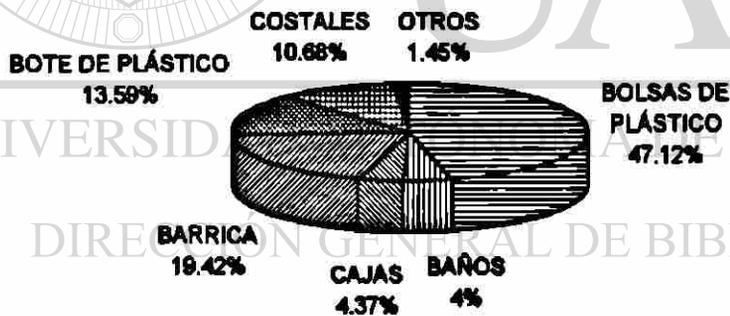
1.- ¿QUE TIPO DE BASURA ES LA QUE MÁS SE GENERA EN SU HOGAR?



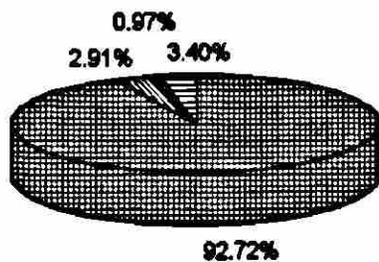
2.- ¿DÓNDE ALMACENA SU BASURA?



3.- ¿EN QUÉ ALMACENA SU BASURA?

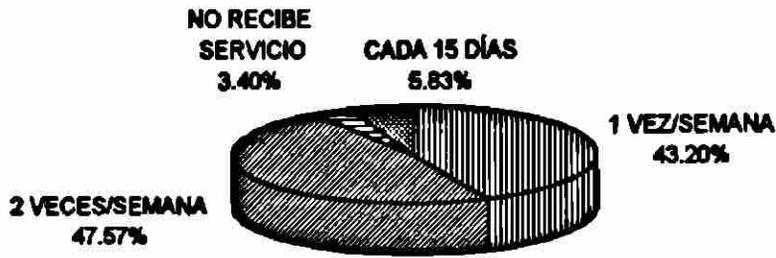


4.- ¿QUIÉN RECOGE LA BASURA GENERADA EN SU HOGAR?

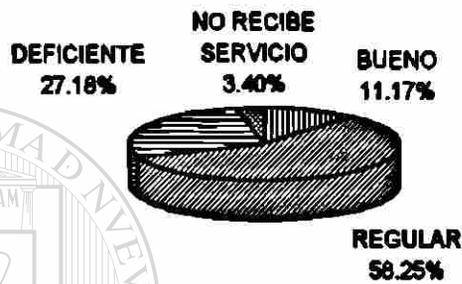


- CAMIÓN DEL MUNICIPIO
- CARRETONEROS
- CONTENEDORES
- NO TIENEN SERVICIO

5.- ¿CADA CUANTO PASAN A RECOGER LA BASURA?



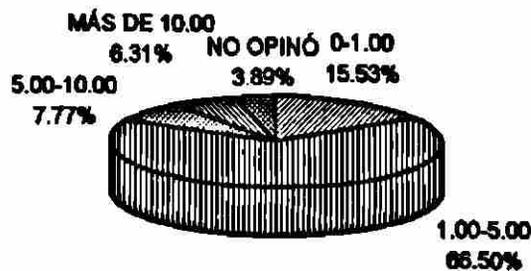
6.- ¿CÓMO CONSIDERA EL SERVICIO DE RECOLECCIÓN?



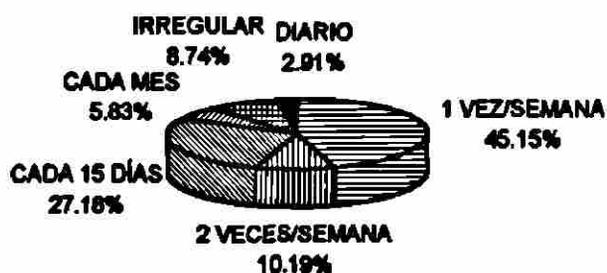
7.- ¿HACE ALGUNA APORTACIÓN POR EL SERVICIO DE RECOLECCIÓN?



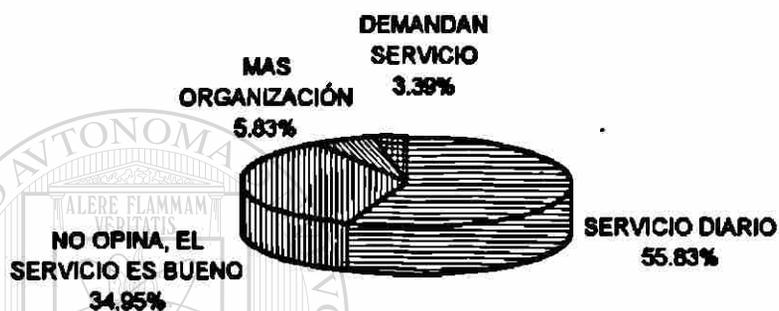
7A.- ¿CUÁNTO APORTA?



7B.- ¿CADA CUANTO APORTA?

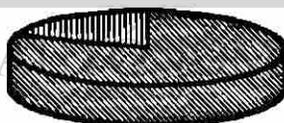


8.- ¿QUÉ PROPONE PARA MEJORAR EL SERVICIO DE RECOLECCIÓN?



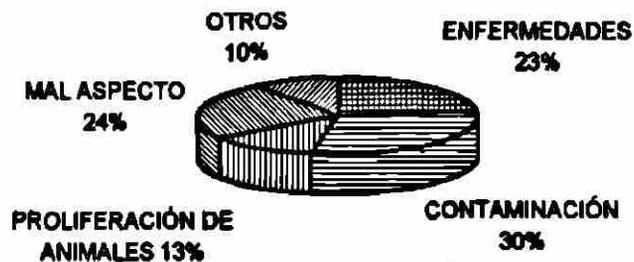
9.- ¿CONOCE LOS PROBLEMAS QUE OCASIONA EL MANEJO INADECUADO DE LA BASURA?

NO
19.90%

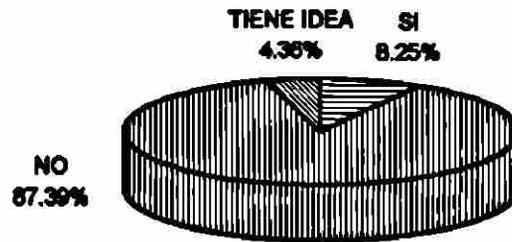


SI
80.10%

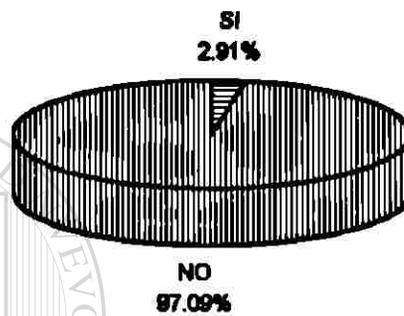
9A.- ¿CUÁLES CONOCE?



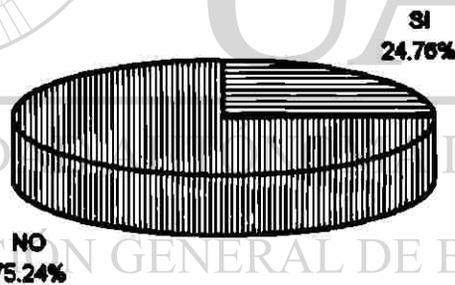
10.- ¿SABE USTED DONDE SE DISPONE LA BASURA QUE SE RECOGE EN SU HOGAR?



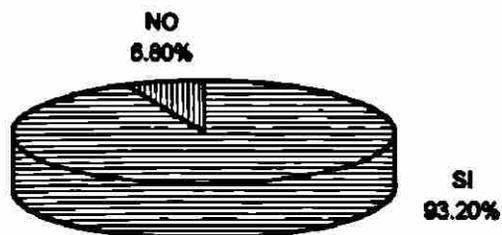
11.- ¿SABE USTED LO QUE ES UN RELLENO SANITARIO?



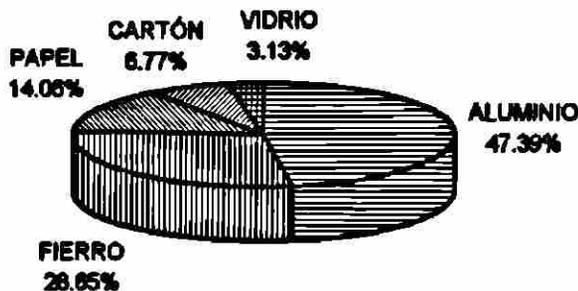
12.- ¿CONOCE EN QUE CONSISTE EL RECICLAJE DE LA BASURA?



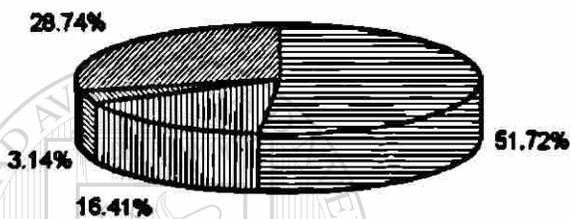
13.- ¿CONOCE ALGÚN PRODUCTO QUE ACTUÁLMENTE SEA COMPRADO EN SU LOCALIDAD?



13A.- PARA LAS PERSONAS QUE RESPONDIERON QUE SI ¿CUÁLES?

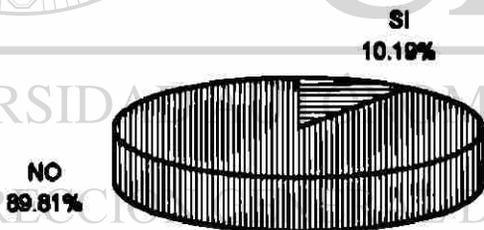


13B.- ¿SABE DÓNDE LOS COMPRAN?

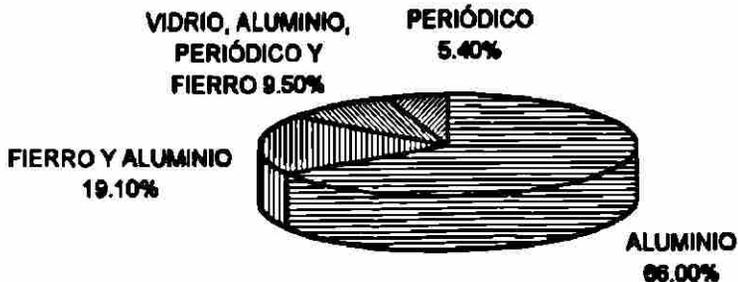


- NO SABE
- EN NEGOCIOS EN SU COLONIA
- PASAN COMPRÁNDOLOS
- EN EL ESTACIONAMIENTO DEL CENTRO COMERCIAL SORIANA

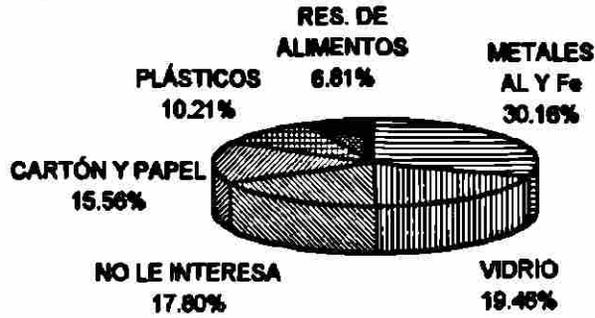
14.- ¿VENDE ALGO DE LOS SUBPRODUCTOS QUE GENERA EN SU HOGAR ?



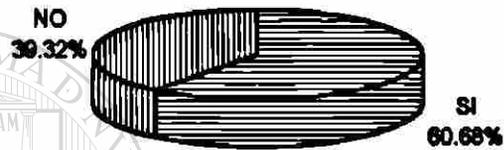
14A.- ¿QUÉ VENDEN?



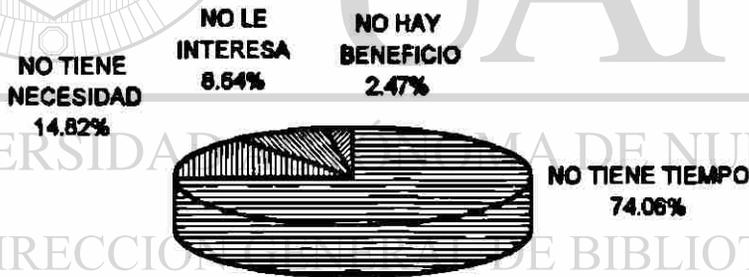
15.- ¿QUÉ PRODUCTOS DE LA BASURA LE SERIA MAS FÁCIL SEPARAR Y ALMACENAR PARA DESPUÉS VENDERLOS?



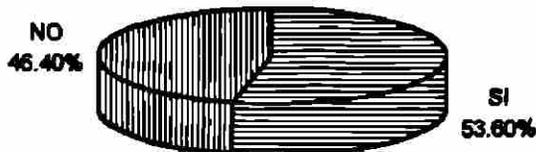
16.- ¿ESTARÍA USTED DISPUESTO A LIMPIAR EL VIDRIO, PLÁSTICOS Y LATAS, PARA DESPUÉS VENDERLOS?



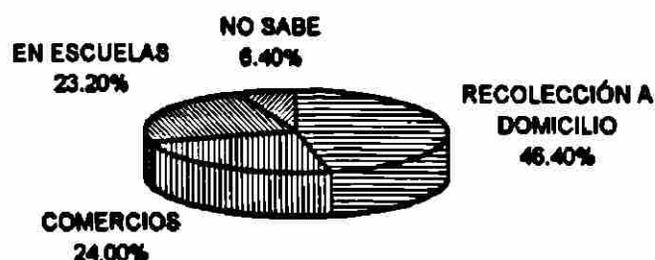
16A.- PARA LOS QUE RESPONDIERON QUE NO ¿PORQUÉ?



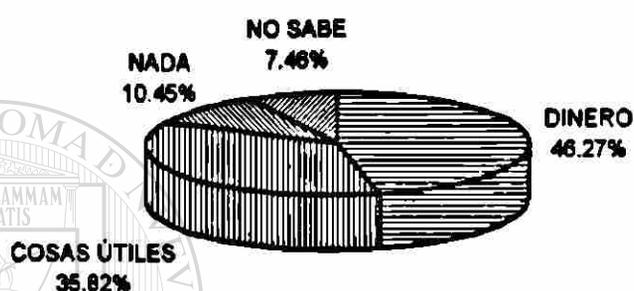
16B.- PARA LOS QUE RESPONDIERON QUE SI ¿ESTARÍA DISPUESTO A LLEVAR LOS SUBPRODUCTOS A LUGARES ESPECÍFICOS?



17.- ¿DÓNDE CONSIDERA EL LUGAR MAS ADECUADO PARA ENTREGAR LOS SUBPRODUCTOS?



18.- ¿A CAMBIO DE QUÉ, ENTREGARÍA LOS SUBPRODUCTOS?



5.9.- RESUMEN DE LA INFORMACIÓN

OBTENIDA EN CAMPO

Analizando los resultados obtenidos, se detectaron los siguientes patrones de comportamiento en cuanto a la producción de los residuos sólidos por cada estrato socioeconómico en el municipio de Apodaca, Nuevo León:

- La información obtenida en los muestreos de los niveles socioeconómicos medio y bajo presentan un nivel de confianza superior al 90%;
- Con la prueba de variancia (F) se detectó que se podrá tomar un valor único de generación "*per-cápita*" para los dos estratos muestreados;
- En la prueba X^2 aplicada a los valores de generación por casa-habitación y generación "*per-cápita*", los valores señalan ser representativos, ya que no presentan variación en el tiempo de muestreo;

- En cuanto al análisis del peso volumétrico "in situ" se observó buena representatividad de los datos para los dos niveles socioeconómicos muestreados y entre sus promedios;
- Más del 50% de los subproductos pertenece a residuos alimenticios;
- En segundo término en por ciento, se tiene papel y poliestireno expandido fluctuando entre 5 y 10%. Aquí debe de observarse que éstos tienen poco peso pero representan un alto volumen;
- El comportamiento de la generación de los distintos subproductos es muy similar para los dos estratos socioeconómicos muestreados.

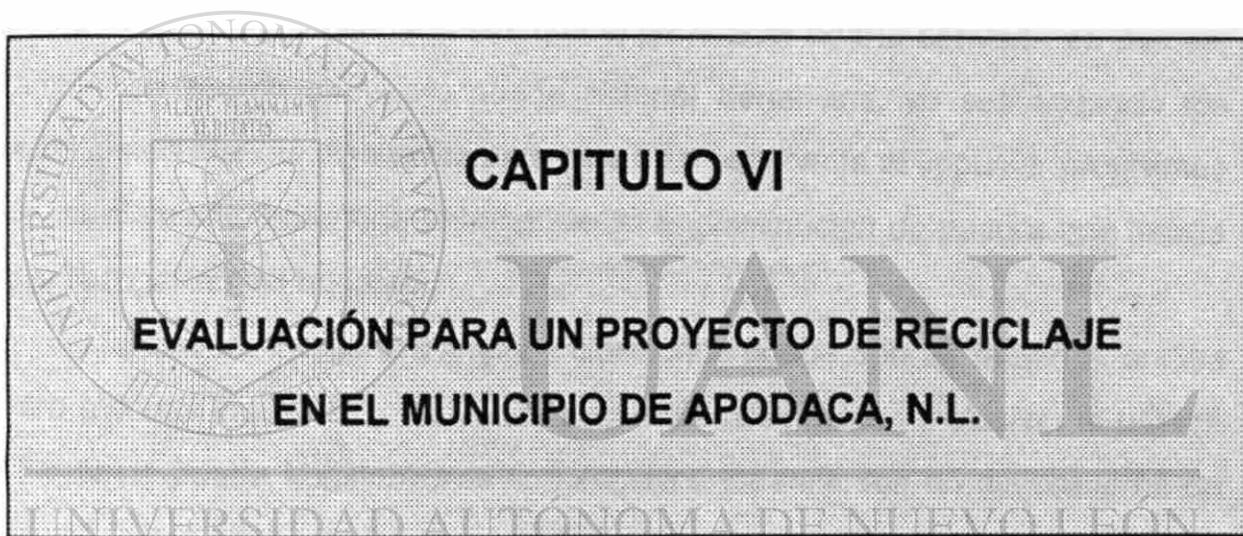
Estudio de tiempos y movimientos:

- El estudio de tiempos y movimientos muestra que el tiempo por servicio es de 29 segundos por casa o negocio.
- El peso de la basura por servicio es de 8.11 kg en promedio, incluyendo empresas, escuelas y negocios;
- El tiempo total promedio de recolección por ruta es de 5 horas 53 minutos;
- El número promedio de servicios por kilómetro de calle son 85;
- El número promedio de servicios por viaje es de 447;
- La ruta comercial logra 20.99 servicios por hora;
- La generación municipal "per-cápita" promedio es de 0.455 kg/habitante;
- El rendimiento promedio en kg/hombre-hora es de 425.72.

En cuanto al sondeo de opinión:

- Se necesita una fuerte campaña de concientización de la ciudadanía, ya que en su mayoría aunque no desconocen el problema de la basura, se niegan a participar en programas de reciclaje, por desconfianza y a que desconocen de qué se trata y los beneficios que estos les acarrearían.
- Las campañas de concientización deben de estar enfocadas a la población estudiantil y a las amas de casa que en la población encuestada significan más del 60% en su conjunto.

- La gente opina que el papel y cartón son los residuos que más se generan en sus hogares.
- El almacenamiento de los residuos se practica predominantemente en los patios de las casas y en la misma cocina;
- Las bolsas de plástico son los principales recipientes usados para depositar la basura, aunque cabe destacar el alto porcentaje en que las barricas de 200 lts son utilizadas para esto;
- El servicio de recolección municipal recoge más del 90% de los residuos generados en las casa;
- La frecuencia de recolección es predominantemente de dos y una vez por semana;
- Un 3.4% de la población encuestada carece del servicio de recolección;
- La mayoría de las personas conocen que la basura ocasiona problemas como contaminación, enfermedades y mal aspecto;
- El 87% no sabe que se hace con la basura que se colecta en su municipio;
- Solamente el 2.9% de la población conoce que es un relleno sanitario;
- El 24% de la gente entrevistada conoce que es el reciclaje;
- Más del 90% de la gente reconoce que existe mercado de subproductos y el 10% realiza la separación, principalmente de aluminio, fierro, y mínimamente vidrio y periódico;
- Los metales principalmente fierro y aluminio son considerados junto con el vidrio los materiales más fáciles de separar;
- El 60.68% de la población encuestada estaría dispuesta a lavar y almacenar los subproductos, para obtener después algún beneficio;
- Los que no están dispuestos alegan falta de tiempo y que no tienen necesidad;
- El 53.6% de la gente está dispuesta a llevar los subproductos a lugares específicos, algunos otros prefieren que la compra se haga en sus domicilios.



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

6.1.- INTRODUCCIÓN

El reciclaje de los subproductos que se encuentran en los residuos sólidos, no es una idea que se ofrece al municipio de Apodaca, para la total solución a los problemas de la basura, solo se plantea esta posibilidad a fin de impulsar decididamente la política de aprovechamiento de residuos sólidos de acuerdo con los tiempos que vivimos. En estos últimos años se ha mostrado una fuerte inquietud a nivel nacional de impulsar programas que pongan un alto a la basura, por lo que se plantea el ¿que hacer con los residuos sólidos y sus componentes?

que a la larga significan recursos que el generador podría convertir en bienes, también el mismo municipio podría obtener beneficios, ya sea tratando los residuos en plantas diseñadas para este fin o solamente al impulsar programas de reciclamiento obtendría el beneficio de la disminución de basura que habría que recoger en los hogares.

La basura inorgánica limpia y clasificada puede aportar materias primas para algunas industrias y convertirlas en materiales útiles. Inclusive, la basura inorgánica puede transformarse con sencillos tratamientos en mejoradores de suelos, como abono en la producción alimentaria.

Hasta aquí los beneficios para la comunidad son en muchos aspectos favorables pero no debemos olvidar, que para que este tipo de proyectos funcionen necesitan de la firme actitud de cooperación entre municipio que impulsa los planes con programas de difusión continuos y los vecinos que cumplen cabalmente con los programas asignados, sin estos últimos el plan tiende al fracaso total.

Es importante recalcar que el rendimiento de estos proyectos no debe de ser juzgado solo por simple balance de costos y beneficios obtenidos de la venta de subproductos; sino que la mayor justificación debe de contemplarse en el aspecto social, ya que estos proyectos añaden como valor agregado, la conservación de los recursos naturales, reducción substancial de la

contaminación, además de reducir las dificultades y costos de eliminación de los residuos sólidos y por supuesto una contribución económica extra a los individuos o comunidades participantes.

Existen varias vías desarrolladas para la recuperación de subproductos de los residuos sólidos, pero en este caso nos ocuparemos solamente de la recuperación a partir de la basura doméstica, de la cual solo existen algunos libros y folletos, los cuales señalan que no existen programas definidos para la recuperación, sino que cada quien plantea desarrollos empíricos y lógicos, además que mencionan la necesidad de crear programas definidos para cada comunidad, ya que cada una de estas representa un universo distinto a otros con sus variantes y problemas únicos.

Para los fines de este estudio se propone un plan de utilización productiva similar al propuesto por Armando Deffis (1994)³, en su libro "La basura es la solución".

6.2.- PLAN DE UTILIZACIÓN PRODUCTIVA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS

El plan de utilización productiva de los residuos sólidos domésticos del municipio de Apodaca, para más facilidad se separó en dos partes que son:

a).- Estudio de recuperación potencial de los subproductos, incluye:

- Subproductos recuperables de los residuos sólidos domésticos;
- Demanda de los subproductos;
- Compradores intermediarios y finales en la zona;
- Problema político - económico de los residuos sólidos domésticos, y
- Repercusión de la alternativa de reciclaje en el municipio.

b),.- Puesta en práctica del plan;

- Etapa de implantación (Etapa inicial);
- Difusión y comunicación del plan;
- Manual de operación;
- Involucramiento de los sectores participantes (Etapa secundaria);
- Implantación para todo el municipio.

Por último se realizó una Modelación de las tendencias y Resultados esperados

6.2.1.- ESTUDIO DE RECUPERACIÓN POTENCIAL DE SUBPRODUCTOS

6.2.1.1.- SUBPRODUCTOS RECUPERABLES DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS.

Del total de la basura doméstica que se genera en el municipio de Apodaca, se observa que los restos orgánicos representan más del 50%, los cuales además de propiciar medios adecuados para la generación de fauna nociva para la salud humana, son difíciles de reciclar y hasta la fecha, la composta no ha sido la solución más viable, debido a que no se ha logrado un mecanismo atractivo para que los que pueden utilizarla reconozcan sus verdaderas características.

En este estudio se hará énfasis en algunos subproductos inorgánicos que son fácilmente mercadeables y reciclables, como son:

- Papel y Cartón,
- Vidrio claro,
- Vidrio de color,
- Latas de aluminio y
- Materiales ferrosos.

El resto de los residuos domésticos se compone de una gran variedad de productos, entre los que destacan los plásticos participando con un 10.82%, pero estos han sido excluido de este trabajo, por el hecho que representan grandes complicaciones para ser reciclados, ya que no siempre se trata de un solo componente además el problema que representaría la separación de los plásticos en sus variedades, para lo cual se necesita obtener una buena capacitación.

Para la elección de los subproductos que serán analizados cuantitativamente, también se tomó en cuenta la elección realizada por parte de los entrevistados en el sondeo de opinión, donde se eligieron en base a la facilidad de separación y almacenamiento los siguientes subproductos:

- Metales especialmente aluminio y fierro 30.16%
- Vidrio 19.46%,
- Papel y cartón 15.56%,
- Plásticos 10.21% y
- Residuos de alimentos 6.81%.

6.2.1.2.- RECUPERACIÓN POTENCIAL DE SUBPRODUCTOS

A continuación se realizó un análisis de la recuperación de subproductos que se puede lograr en el municipio de Apodaca. Con esto se pretende señalar el desperdicio que se esta realizando, no solamente desde el punto de vista económico, sino de recursos. Con esta información se desea visualizar el potencial económico que estos subproductos significan, aunque deba de considerarse también los gastos implicados en el caso de un sistema de recuperación de estos subproductos.

Para llevar a cabo el análisis se utilizaron los siguientes datos:

(G) = Generación "per-cápita"

• Nivel socioeconómico bajo	0.275 kg/hab-día
• Nivel socioeconómico medio	0.387 kg/hab-día

(P) = Población del municipio: 219,140 habitantes (INEGI, 1996).

(%P) = 50% de la población pertenece al nivel socioeconómico bajo y medio, respectivamente

(%S) = Subproductos reciclables en porciento por estrato socioeconómico

SUBPRODUCTO	NIVEL S.E. BAJO	NIVEL S.E. MEDIO
• Papel	9.46	8.45
• Cartón	4.46	3.63
• Vidrio claro	3.87	3.52
• Vidrio de color	0.13	0.09
• Aluminio	0.31	0.54
• Material ferroso	2.11	2.49

(\$) = Precios promedio de los subproductos:

SUBPRODUCTO	PRECIO \$ PESOS
• Papel	0.20
• Cartón	0.35
• Vidrio claro	0.12
• Vidrio color	0.05
• Aluminio	8.20
• Material ferroso	0.68

(%R) = El Porciento de recuperación real, para los residuos inorgánicos como papel y cartón se considera que un 70% del total generado puede utilizarse para la venta, mientras que el vidrio, aluminio y fierro puede recuperarse en un 100% (Deffis, 1994)³.

(t) = El tiempo de generación para este trabajo fue de un mes

CÁLCULOS

La secuencia de cálculo de los datos anteriores fue la siguiente:

$$\text{Potencial Económico} = (G) \times (P) \times (\%P) \times (\%S) \times (\$) \times (\%R) \times (t)$$

Potencial económico de subproductos en el municipio de Apodaca, N.L.

ESTRATO / SUBPRODUCTO	NIVEL BAJO \$/ MES	NIVEL MEDIO \$/ MES	TOTAL \$/ MES
Papel	11,971.95	15,049.03	27,020.98
Cartón	9,877.49	11,313.49	21,190.98
Vidrio claro	2,938.57	3,761.37	6,699.94
Vidrio de color	41.13	40.07	81.20
Aluminio	22,978.48	56,328.93	79,307.41
Material ferroso	12,969.91	21,539.33	34,509.24
TOTAL			\$168,809.75

6.2.1.3.- DEMANDA DE SUBPRODUCTOS

Actualmente se pueden contar por cientos las industrias que ya utilizan los subproductos clasificados para la fabricación de nuevos productos. Los materiales que son reutilizados en mayor proporción son el papel, cartón, vidrio, metales varios y algunos plásticos.

En la Zona Metropolitana de Monterrey, industrial por excelencia, la comercialización de subproductos va en aumento día con día. Existen una compañía que ya recibe los subproductos limpios y ordenados en centros comerciales a cambio de vales que se utilizan allí mismo para adquirir otro productos.

También existen gran cantidad de centros de acopio menores quienes adquieren los subproductos a buenos precios, para después ellos comercializarlos a los industriales que lo requieran.

En el municipio de Apodaca los centros de acopio son pocos pero estos observan buena la expectativa para los próximos años, ya que la ciudadanía cada vez entiende más claramente que la basura significa dinero extra y si hay quien separa y almacena sus productos para venderlos después, la tendencia de los centros de acopio es a crecer, a modo de cubrir la demanda (Ver anexo 4).

La gran ventaja de realizar un plan de reciclaje en el municipio de Apodaca es su cercanía a los centros donde se compran los subproductos, lo que puede repercutir en mejores precios de compra, al evitar fletes costosos para llevar estos subproductos a los industriales.

Algunas industrias que requieren de papel periódico y cartón muestran gran interés en adquirir estos subproductos, ya que con esto se evitan importar grandes cantidades de desperdicios que son costosos. Así mismo, se observa este fenómeno con los compradores de vidrio quienes tienen redes nacionales de adquisición de este subproducto. Respecto a los plásticos y metales, también se consideran dentro de los factibles de reutilizarse ya que reducen la cantidad de importaciones y disminuye los costos de producción de los nuevos productos.

El esfuerzo que los participantes en este proyecto de separación de subproductos realicen, está garantizado, por las necesidades crecientes por parte de las empresas, además que la capacidad de los centros de acopio ubicados en las cercanías del municipio es suficiente y se espera que estos también crezcan en la medida que así lo requieran.

6.2.1.4.- COMPRADORES INTERMEDIARIOS Y FINALES EN LA ZONA

Para recabar información acerca de los compradores potenciales que actualmente operan en el municipio y en su conjunto en la Zona Metropolitana

de Monterrey, se procedió a visitar a los compradores más conocidos, para conocer acerca de la competencia que ellos tienen, ya que como ellos mismos lo mencionan, no existe una asociación de centros de acopio, sólo mencionan la posibilidad de comenzar a asociarse; pero hasta ahora sólo son planes.

Se observó gran desconfianza por parte de algunos de ellos que como lo señalan sus competidores se encuentran al margen de la ley, no entregan facturas y solo actúan como intermediarios de grandes compradores.

A cada uno de los compradores se le preguntaron los precios, la forma de aceptar los subproductos y a quien los venden. Los precios proporcionados se encuentran en el Anexo 4, la forma de aceptar los subproductos es libre, esto repercute en el precio de compra. La mayoría no contesto acerca de a quién le venden.

En el anexo 4, se presenta una tabla que contiene los nombres de algunos centros de acopio que están en servicio en el municipio de Apodaca.

Con este tipo de proyectos el número de centros de acopio tenderá seguramente a crecer, por lo que el municipio deberá de tener mucho cuidado para evitar la economía subterránea que esto crea, garantizando el respeto a la normatividad administrativa, fiscal y legal que procede en estos casos, realizando revisiones periódicas de los establecimientos.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

6.2.1.5.- PROBLEMA POLÍTICO-ECONÓMICO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

Una de la múltiples dificultades que encierra el plan de reciclar los subproductos de los residuos sólidos domésticos, es el relacionado con el personal de la recolección, quienes realizan la pepena de subproductos en los camiones del municipio al momento de la recolección. Separan papel periódico, el cartón, los metales varios, el vidrio y algunos otros objetos que consideran valiosos. Esto les brinda a los recolectores la oportunidad de adquirir alguna ganancia extra por este concepto. Al crear un programa de

reciclaje, la mayoría de los subproductos se reducirían hasta casi agotarse, lo que repercutiría en la economía de los trabajadores, quienes seguramente protestarían. Una de las ventajas de realizar este plan de reciclaje es que el cambio sería paulatino por lo que el municipio podría responder a esto en un largo tiempo con incentivos como pueden ser:

- Aumento en los sueldos
- Bonos por volumen de residuos recolectados
- Creación de centros de acopio municipales con rutas de recolección de subproductos cuyas ganancias serían compartidas con los trabajadores.
- Creación de centros de separación y composteo de residuos que aun siguen tirándose, con beneficios compartidos con los mismos empleados.

6.2.1.6.- REPERCUSIÓN DE LA ALTERNATIVA DE RECICLAJE EN EL MUNICIPIO

La adopción de la práctica de reciclaje en el municipio de Apodaca, puede llegar a ser muy beneficiosa, más se considera que estas campañas no dan resultados inmediatamente (Cárdenas, 1994)²; ya que esto implica un cambio de actitud entre todos los generadores de residuos; sin embargo, su práctica trae consigo innumerables beneficios para las comunidades que han logrado implantarlos, entre los que se mencionan:

EN LO SOCIAL

- Creación de una conciencia ecológica en la población
- Disminución del consumismo de los habitantes
- Mejoramiento de la imagen de la ciudad
- Mejoramiento de las condiciones de vida

- Creación de una ayuda económica domestica, principalmente en los estratos de más bajos recursos.

EN LO ECONÓMICO

- Creación de una industria sana;
- Disminución de los costos de limpieza, recolección y disposición final de los residuos sólidos;
- Ahorro de divisas por importaciones de materias primas para la fabricación de plásticos, objetos de aluminio y otros;
- Ahorro de energía para la fabricación de nuevos productos con los materiales recuperados

EN LO ECOLÓGICO

- Disminución de las posibilidades de contaminación de los acuíferos subterráneos;
- Preservación de los recursos naturales
- Reducción de la incidencia de enfermedades infecciosas, etc.
- Disminución substancial de la contaminación ambiental

La implantación de los programas de reciclaje también se tienen desventajas si no se controla bien el desarrollo de los planes:

- Se crea un problema con la generación de economías subterráneas, ya que algunas empresas dedicadas a los subproductos evaden enormes sumas de impuestos, ya que los vendedores menores no requieren de facturas.
- Lo expresado en el renglón político - económico de los recolectores, quienes dejan de percibir ingresos y pueden tomar represalias.

- Se necesita obligadamente la continuidad de las campañas de concientización, para que no se pierda el hábito de la selección previa, concepto que desvía recursos municipales.

6.2.2.- PUESTA EN PRÁCTICA DEL PLAN

6.2.2.1.- ETAPA DE IMPLANTACIÓN (ETAPA INICIAL)

Para poner en marcha el proyecto de reciclaje en el municipio de Apodaca, se debe contar desde el principio con la participación de las autoridades y de la ciudadanía, puesto que el plan requiere de la mayor participación posible. Las familias necesitan saber realizar la correcta separación de los residuos desde su origen, con el objeto de que los subproductos sean entregados bien clasificados y limpios para elevar el precio de éstos. También la participación de las autoridades municipales encargadas de la limpieza, será de vital importancia por tratarse del organismo que hará la difusión de los programas de reciclaje de subproductos, en todos los niveles de la población y realizará la recolección de los residuos predominantemente orgánicos que serán transportados al relleno sanitario o bien a plantas de composteo según se requiera.

Un detalle muy importante para la obtención de óptimos resultados en este tipo de proyectos es la capacitación del personal, el cual deberá prepararse con cursos en materia de reciclaje, documentación por medio de revistas y libros, y la visita personalmente a poblaciones nacionales o extranjeras donde ya se realizan este tipo de proyectos y si es posible, el involucramiento en forma directa en las etapas de trabajo diario, para conocer más acerca de los problemas que surgen en el transcurso de las actividades diarias.

Antes de iniciar formalmente la implantación del plan, se debe de realizar una prueba piloto en colonias o conjuntos habitacionales, donde se observara el comportamiento, se realizara su evaluación y se podrán modificar los pasos si así se requiere, se recomienda que el plan piloto sea realizado con una población no menor a 500 familias (Deffis, 1994)³.

Esta prueba se puede realizar por tres meses, tiempo en el cual se tendrán las conclusiones y adecuaciones requeridas para realizar el plan a otro nivel más amplio.

Se propone que la prueba piloto se realice en diferentes modalidades, a fin de observar distintos comportamientos y concluir cual de estos arroja mejores resultados. Se pueden crear las siguientes modalidades:

- a).- Separación de subproductos y que los vecinos vendan individualmente en los centros de acopio de su predilección.
- b).- Separación de subproductos y que los vecinos manejen su propio centro de acopio, para obtener beneficios comunitarios, al vender los subproductos directo al consumidor.
- c).- Separación de subproductos y que el municipio concesione la recolección a particulares, quienes pagarán a los vecinos a la hora de hacer la recolección domiciliaria, aquí el municipio sólo tendrá que efectuar la debida supervisión. ®

6.2.2.2.- DIFUSIÓN Y COMUNICACIÓN DEL PLAN

En la etapa piloto no es necesario que la difusión se haga masiva ya que solo se trata de involucrar a los participantes, pero como la recuperación de subproductos en esta zona no tiene antecedentes se deberá hacer una buena introducción a las familias en el tema por parte del personal especializado.

Se recomienda el uso de folletos explicando los pasos del reciclaje, alcances del plan, necesidades de participación, beneficios, etc., también se

deberán utilizar videos, presentaciones publicas de los especialistas enseñando como se debe de hacer la separación y almacenamiento. Por último entregar folletos que podrán ser colocados en lugares visibles explicando cada paso para evitar contratiempos.

6.2.2.3.- MANUAL DE OPERACIÓN

Para la realización del plan se deberá contar con un manual de operación que servirá como guía para clarificar las operaciones que se realicen desde la separación, recolección, funcionamiento de los centros de acopio, uso del relleno sanitario o fabricación de composta y los planes futuros de involucramiento de nuevos subproductos al plan de reciclaje. Este manual se realizará desde el principio pero deberá de ser enriquecido con las experiencias obtenidas en el plan piloto. La realización de este manual se hará por parte de los especialistas preparados para el plan de reciclaje y los administradores de este proyecto.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

6.2.2.4.- INVOLUCRAMIENTO DE LOS SECTORES PARTICIPANTES[®] (ETAPA SECUNDARIA)

En la segunda etapa de realización del plan se hará para toda la comunidad de Apodaca. Es cuando se llevara a todos los vecinos información acerca del plan de reciclaje informando de los avances logrados en la etapa piloto, con el fin de pedir la cooperación de todos para que se involucren en el plan para obtener mejores resultados.

A los ciudadanos hay que mostrarles que todos generamos basura que suele volverse un problema, que debemos resolverlo entre todos y no dejarlo

solo a las autoridades, será necesario explicar que es una responsabilidad común tratar decorosamente los residuos, ya que cuando se hace así, en términos generales mejora notablemente la convivencia social, se evita el desequilibrio ecológico y el abuso de las materias primas, así mismo que disminuye el despilfarro económico.

Para llegar a la gran mayoría de la gente se necesita realizar la comunicación y difusión del plan por los siguientes medios:

- Radio y televisión local
- Folletos e historietas que expliquen detalladamente la mecánica de separación, limpieza, almacenamiento y entrega de cada uno de los subproductos.
- Carteles impresos con la información básica que serán colocados en la cocina de cada vivienda, para recordar permanentemente las acciones de separación y los objetivos del plan.
- Reuniones con grupos para explicar físicamente cada uno de los procesos de separación y almacenaje, y explicar en que consiste su participación y los beneficios que esto les puede acarrear, así mismo se responderá a todas las dudas.
- Líneas telefónicas abiertas para responder dudas y hacer aclaraciones acerca del programa;
- Visitas domiciliarias por parte del personal capacitado, para explicar los alcances y los beneficios del plan. Esto se puede hacer con estudiantes universitarios de psicología, sociología, trabajo social y afines, que realicen su trabajo social o prácticas profesionales..

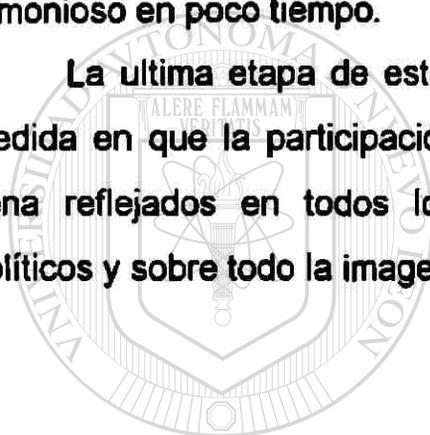
La difusión deberá de hacerse por lo menos un mes antes del inicio de actividades del plan de reciclaje.

6.2.2.5.- IMPLANTACIÓN DEL PLAN PARA TODO EL MUNICIPIO

Con las modificaciones y experiencias adquiridas durante la primera etapa, se procederá a la implantación del plan para todo el municipio de Apodaca.

En esta etapa se ha conjuntado la participación Gobierno-vecinos para obtener los máximos resultados, con un desarrollo continuo para que no decaiga el animo al realizar la parte que a cada quien le corresponde. Se deberán de hacer ajustes continuos y realizar campañas contra las personas que se sientan ajenas a este plan para que se involucren y lograr un desarrollo armonioso en poco tiempo.

La ultima etapa de este plan será la consolidación que se dará en la medida en que la participación de la población aumente y los beneficios se vana reflejados en todos los ámbitos, sociales, económicos, ecológicos, políticos y sobre todo la imagen que esto representa al exterior.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



6.3.- MODELACIÓN DE LAS TENDENCIAS

Como parte del conocimiento del desarrollo continuo de este plan de reciclaje se realizó la modelación de tendencias de recuperación de subproductos esperada para los próximos 8 años y la cantidad de residuos que tendrán que ser depositados en el relleno sanitario.

Los datos empleados para la realización de este modelo son:

(G) = Generación Promedio en kg/habitante-día = 0.331

(P) = Población del municipio = 219,140 habitantes

(T) = Tasa de crecimiento anual municipal = 2.72

(n) = Numero de años = 0, ..., 8, desde 1996 hasta el 2004

(%S) = Por ciento promedio de subproductos generados

SUBPRODUCTO	PORCIENTO PROMEDIO DE GENERACIÓN
• PAPEL	• 8.955
• CARTÓN	• 4.045
• VIDRIO COLOR	• 0.110
• VIDRIO CLARO	• 3.695
• MATERIAL FERROSO	• 2.300
• ALUMINIO	• 0.425

(RR) = Es el valor del incremento en por ciento para cada año va de 0,....., 80% , respectivamente con el valor de n = 0,....,8..

La ecuación para obtener el por ciento de subproductos recuperados es:

$$y = \{ (G) \times (P) \times (T)^n \} \times (\%S) \times (RR)$$

Para obtener el valor de los subproductos que van al relleno sanitario sin reciclaje se utiliza la ecuación:

$$y = \{ (G) \times (P) \times (T)^n \} \times (\%S)$$

6.3.1.- RESULTADOS ESPERADOS

La modelación de los resultados que se pueden esperar, llevando a la práctica una campaña de reciclaje en el municipio de Apodaca demuestra la factibilidad de esto. En las siguientes tablas se muestran los cálculos realizados:

En la tabla 13 y gráfica respectiva, se aprecia la cantidad de subproductos que podrían ser reciclados, pero desgraciadamente hemos escogido para estos el camino más fácil que es el relleno sanitario, con las consiguientes pérdidas de materias primas, dinero y desequilibrio al medio ambiente.

TABLA 13.- TOTAL DE SUBPRODUCTOS RECICLABLES (en kg)					
SUBPRODUCTOS	1995	1996	1997	1998	1999
PAPEL	6,496	6,672	6,854	7,040	7,232
CARTÓN	2,944	3,014	3,096	3,180	3,267
VIDRIO COLOR	80	82	84	86	89
VIDRIO CLARO	2,680	2,753	2,828	2,905	2,984
MAT. FERROSO	1,668	1,714	1,760	1,808	1,857
ALUMINIO	308	317	325	334	343
TOTAL (kg)	14,166	14,551	14,947	15,354	15,771

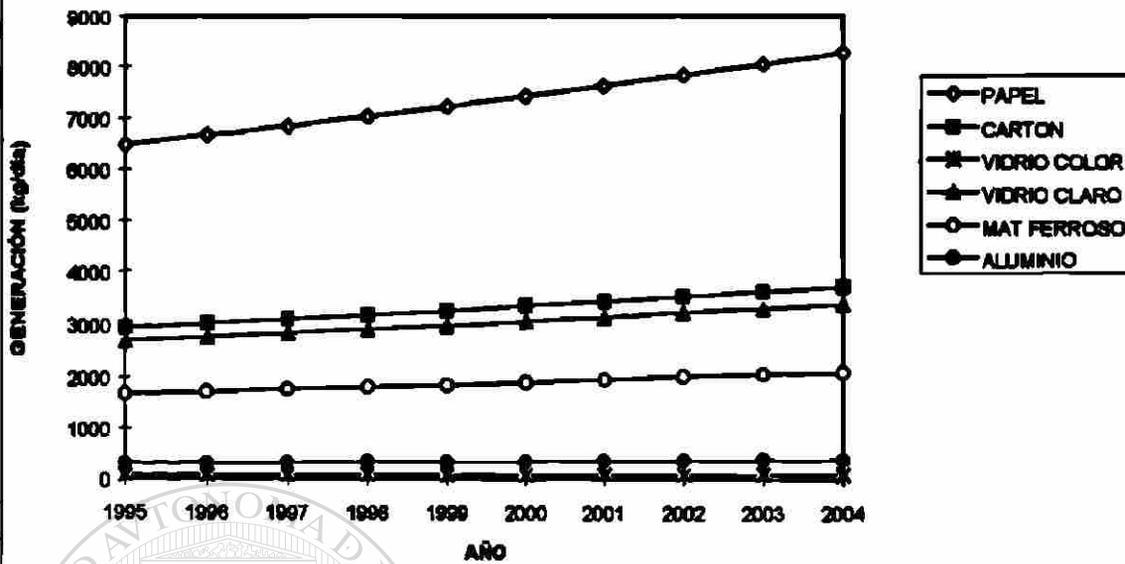
CONTINUACIÓN TABLA 13: SUBPRODUCTOS RECICLABLES (en kg)					
SUBPRODUCTOS	2000	2001	2002	2003	2004
PAPEL	7,428	7,630	7,838	8,051	8,270
CARTÓN	3,355	3,447	3,540	3,637	3,736
VIDRIO COLOR	91	94	96	99	102
VIDRIO CLARO	3,065	3,148	3,234	3,322	3,412
MAT. FERROSO	1,908	1,960	2,013	2,068	2,124
ALUMINIO	353	362	372	382	392
TOTAL (kg)	16,200	16,641	17,094	17,559	18,036

En la tabla y gráfica 14, se muestra la cantidad de kilogramos de subproductos que se pretenden reutilizar, con un plan de reciclaje a 8 años, con incremento anual del 10% a partir de 1997.

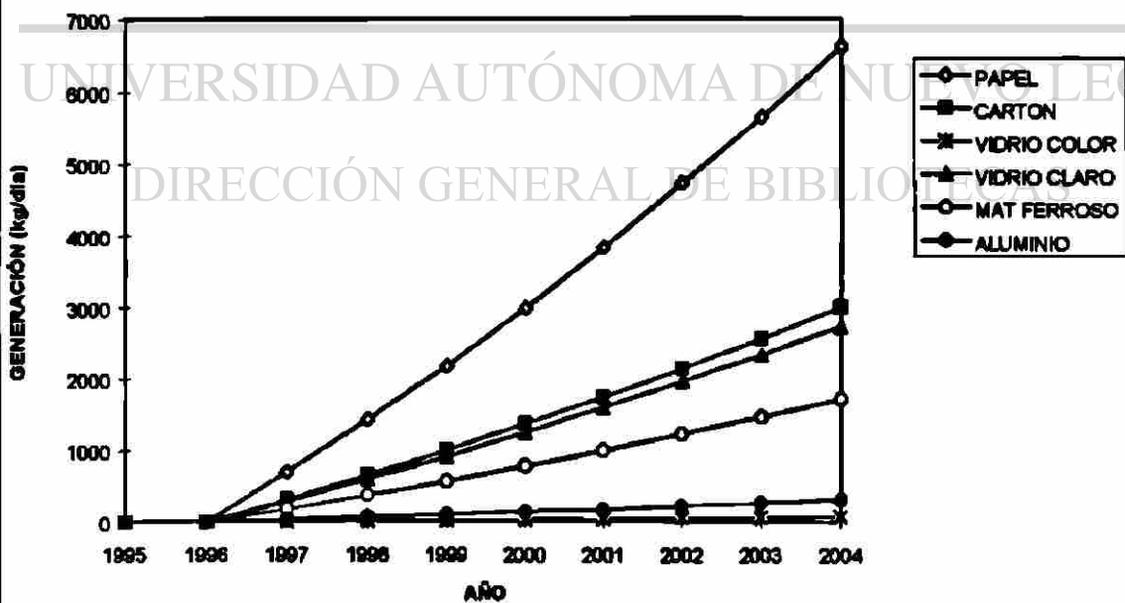
TABLA 14.- SUBPRODUCTOS RECICLABLES CON CAMPAÑA A 8 AÑOS CON 10% DE INCREMENTO ANUAL A PARTIR DE 1997					
SUBPRODUCTOS	1995	1996	1997	1998	1999
PAPEL	0	0	685	1,408	2,169
CARTÓN	0	0	310	636	980
VIDRIO COLOR	0	0	8	17	27
VIDRIO CLARO	0	0	283	581	895
MAT. FERROSO	0	0	176	362	557
ALUMINIO	0	0	33	67	103
TOTAL (kg)	0	0	1495	3071	4731

Continuación: TABLA 14					
SUBPRODUCTOS RECICLABLES CON CAMPAÑA A 8 AÑOS CON 10% DE INCREMENTO ANUAL A PARTIR DE 1997					
SUBPRODUCTOS	2000	2001	2002	2003	2004
PAPEL	2,971	3,815	1,703	5,636	6,616
CARTÓN	1,342	1,723	2,124	2,546	2,989
VIDRIO COLOR	36	47	58	69	81
VIDRIO CLARO	1,226	1,547	1,940	2,325	2,730
MAT. FERROSO	763	980	1,208	1,447	1,699
ALUMINIO	141	181	223	267	314
TOTAL (kg)	6,480	8,321	10,256	12,291	14,429

GRAFICA 13.- TOTAL DE SUBPRODUCTOS RECICLABLES DE ACUERDO CON EL CRECIMIENTO POBLACIONAL PARA EL MUNICIPIO DE APODACA, N.L.



GRAFICA 14.- SUBPRODUCTOS RECICLABLES CON CAMPAÑA A 8 AÑOS CON 10% DE INCREMENTO ANUAL A PARTIR DE 1997. MUNICIPIO DE APODACA, N.L.



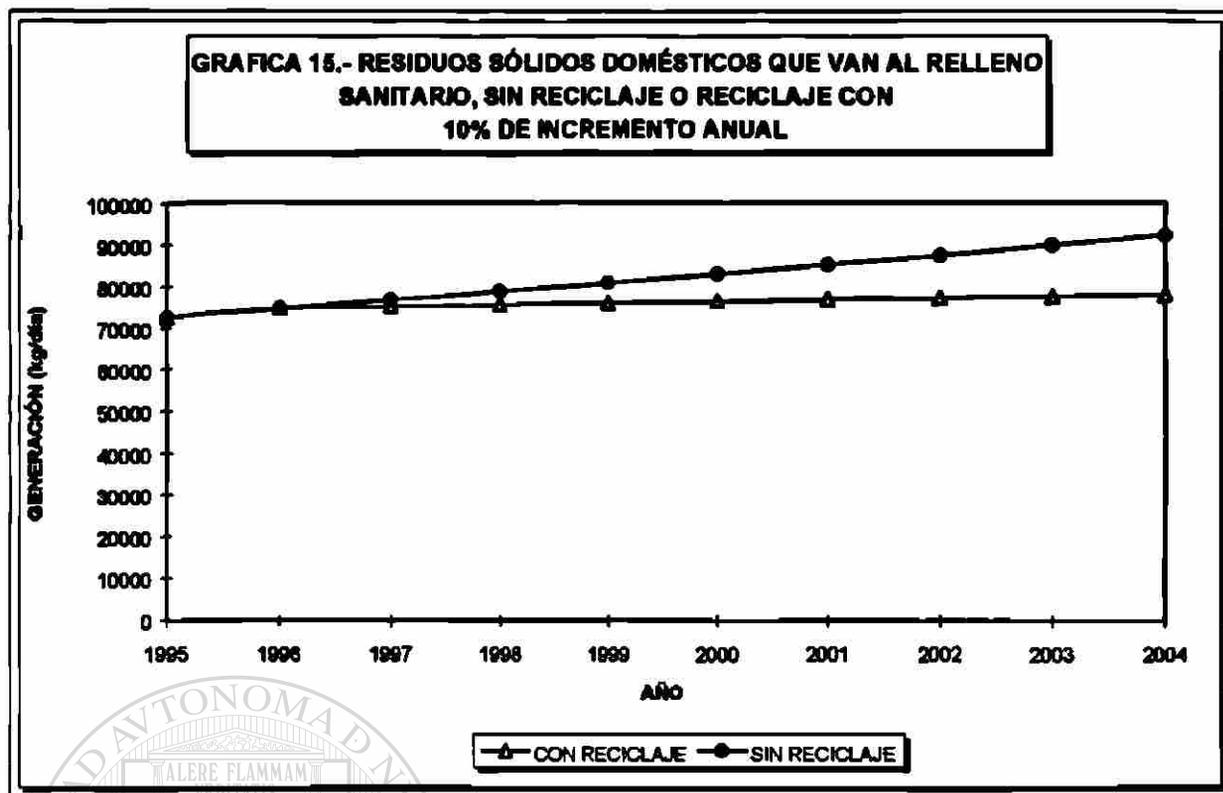
En la tabla 15 y gráfica respectiva, se observa un comportamiento casi constante en la cantidad de residuos que tendrían que ser transportados al relleno sanitario, en caso de que no se realice reciclaje de subproductos y se continúe con el sistema actual.

El reciclaje planteado es con crecimiento paulatino del 10% anual a partir de 1997, metas que al menos hasta el 70% son perfectamente alcanzables sin mayor esfuerzo que la unión de voluntades entre generadores y municipio; esto tomando en consideración que en el sondeo de opinión se observo que un 60% de la población muestra inquietud por participar en un programa de reciclaje.

Se plantea un aumento del 10% anual iniciando desde cero, siendo pesimistas de que el sondeo no muestre claramente las tendencias de la gente, en cuanto a llevar a cabo los pasos del reciclaje.

**TABLA 15.- RESIDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS QUE VAN
AL RELLENO SANITARIO SIN RECICLAJE Y CON UN
INCREMENTO DEL 10% ANUAL**

AÑO	SIN RECICLAJE	CON 10% DE INCREMENTO ANUAL	TOTAL
1995	72,535	72,535	0
1996	74,508	74,508	0
1997	76,535	75,040	1,495
1998	78,617	75,546	3,071
1999	80,755	76,024	4,731
2000	82,952	76,471	6,480
2001	85,208	76,887	8,321
2002	87,526	77,269	10,256
2003	89,906	77,615	12,291
2004	92,352	77,923	14,129



Como se puede observar las campañas de reciclaje de residuos sólidos domésticos pueden llegar a ser de gran utilidad, tanto para la comunidad que los realiza como para el mismo municipio quien podrá planear la recolección de residuos con un mayor margen de recursos, ya que no tendrá que hacer grandes desembolsos para la compra de equipo, año con año, debido a que el aumento de residuos sólidos, impulsado por el crecimiento poblacional, será mitigado y casi absorbido por las campañas de reciclaje (Ver gráfica 15).

.Para este modelo sólo se utilizaron seis subproductos que son los considerados como más demandados en el mercado, pero con el paso del tiempo se deberá aumentar el número de subproductos reciclados como son:

- **Plásticos.-** Se pueden realizar cursos y folletos para la capacitación de los generadores, para que aprendan a diferenciarlos. Los plásticos significan 10.82% de los subproductos en Apodaca.
- **Residuos orgánicos.-** Con estos se puede elaborar composta, estos significan el 58.19%, cantidad bastante considerable que disminuiría considerablemente el uso del relleno sanitario para el municipio. .



CAPITULO VII

RECOMENDACIONES PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE ASEO URBANO PARA CONTINUAR UTILIZANDO EL RELLENO SANITARIO

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

7.1.- ALMACENAMIENTO

El almacenamiento de los residuos sólidos municipales juega un importante papel en los sistemas de aseo, debido a que se trata de una fase que tiene influencia directa en los métodos de recolección, ya que al implementar buenos sistemas de almacenamiento se abatirán los costos de la recolección y a la vez se elevará la eficiencia extendiéndose su cobertura a más usuarios.

7.1.1.- PRÁCTICAS DE ALMACENAMIENTO ACTUALES

Las variantes en las prácticas de almacenamiento en el municipio de Apodaca, fueron analizadas por varios medios: Estudio de tiempos y movimientos por conteo directo, en el estudio de generación y en el sondeo de opinión, por lo que los datos obtenidos son bastante confiables, a continuación se muestra un condensado de los resultados obtenidos:

TIPO DE RECIPIENTE	SONDEO DE OPINIÓN (%)	ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS (%)	SONDEO EN EL ESTUDIO DE GENERACIÓN (%)	PROMEDIO (%)
BOLSAS DE PLÁSTICO	46.0	41.0	34.0	40.3
BOTE DE PLÁSTICO	13.6	19.0	15.4	16.0
BARRICA 200 lts	19.4	13.5	22.6	18.6
COSTALES	10.7	6.5	13.0	10.1
CAJAS DE CARTÓN	4.4	2.0	1.0	2.5
BOTE METÁLICO (BAÑO)	4.4	9.0	6.9	6.8
OTROS	1.5	9.0	7.1	5.8
	100.0	100.0	100.0	100.0

De acuerdo con la tabla anterior se observa que la mayor parte de las personas utilizan bolsas de plástico, predominando las de bajo volumen que se obtienen en las compras en supermercados, en segundo término se tiene los botes plásticos predominando los de 20 lts de capacidad, también las barricas de 200 lts son bastante utilizadas, en su mayoría son metálicas.

7.1.2.- RECOMENDACIONES SOBRE ALMACENAMIENTO

A partir del análisis llevado a cabo sobre los métodos de almacenamiento utilizados por los habitantes del municipio, se observa que existe bastante diferencia en los tipos de recipientes, así como de su volumen. Por lo tanto, se recomienda a los usuarios tratar de utilizar recipientes que faciliten las maniobras de los operarios de los camiones de recolección.

En base a la experiencia en muchos lugares, la mejor manera de almacenamiento para los residuos sólidos domiciliarios, lo constituye la utilización de un recipiente de plástico o lámina, en cuyo interior debe colocarse una bolsa de plástico, que una vez llenada deberá cerrarse para que los residuos no sean esparcidos durante su manejo.

Adicionalmente se recomienda que los recipientes cumplan los siguientes requisitos (SEDUE, 1988)¹⁴, (S.S.A., 1982)¹⁶.

- Que su volumen no exceda los 120 litros
- Resistente a la corrosión
- Que impida el acceso de insectos y roedores
- Que no sean de material inflamable
- Que sean resistentes a los cambios climáticos
- Que no tengan aristas afiladas
- Que sean impermeables
- Que sean de fácil manejo con asas
- Que sean cilíndricos con tapa hermética

A continuación, se realizó el cálculo teórico del volumen mínimo necesario para almacenar los residuos generados por los habitantes de las casas- habitación. El estimado se hizo tomando en cuenta los valores promedio de generación y el peso volumétrico "in situ", obtenidos para este municipio.

DATOS

V = Volumen de almacenamiento en litros

G = Generación de residuos sólidos en kg/hab-día = 0.331

Pv= Peso volumétrico "in situ" = 142.8 kg/m³

f = Frecuencia de recolección normal = 2/7

F = Factor de seguridad, falla 1 vez por semana = 1.5

N = Número de habitantes promedio por casa-habitación = 4.6

$$V = \frac{1000 (N) (G)}{Pv} \frac{1}{f} (F)$$

$$V = \frac{1000 (4.6) (0.331)}{142.8} \frac{1}{2/7} (1.5)$$

$$V = 55.98 \text{ litros}$$

Por lo que se puede utilizar un recipiente de 60 litros de capacidad como mínimo, considerando una frecuencia de recolección de 2 veces y falla del sistema de una vez por semana.

7.2.- RECOLECCIÓN

Se entiende por recolección a la acción de trasladar los residuos sólidos desde las mismas fuentes generadoras, hasta los vehículos destinados para su transporte hacia las estaciones de transferencia o hacia los sitios de disposición final (SEDUE, 1988)¹⁴.

Se considera que la recolección de los residuos sólidos es la componente más cara de los servicios de aseo urbano en el medio Mexicano. Según estimaciones en nuestro país el costo que demanda una tonelada de basura por este concepto oscila entre 60 y 90% del costo total de manejo y disposición final, dependiendo esto de factores tales como:

- Frecuencia y método de recolección
- Tipo de equipamiento de recolección empleado
- Cobertura de servicio
- Ubicación del sitio de disposición final de la basura
- Características topográficas y climáticas de la localidad, y
- Aspecto educativo de los habitantes servidos

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

7.2.1.- MÉTODOS DE RECOLECCIÓN UTILIZADOS

En el municipio de Apodaca existen varios métodos de recolección que entrelazan el nivel de servicio y la participación del usuario, los cuales se describen a continuación:

MÉTODO DE ACERA.- En este método, el personal operario del vehículo recolector, toma los recipientes con basura que sobre la acera han sido colocados por los usuarios; los lleva al camión, los vacía en su interior de la

tolva, y los regresa al sitio donde fueron tomados. Este método es relativamente más costoso que el de esquina.

Es el más utilizado para la recolección de residuos sólidos en Apodaca y es el más recomendable actualmente para el nuevo zoneamiento, pero solo deberá permanecer por poco tiempo, para que más adelante se implemente un sistema más económico como puede ser el método de recolección de esquina o parada fija, o bien transitar al modelo de reciclaje donde la eliminación de basura es mucho menor.

MÉTODO DE LLEVAR Y TRAER O INTRADOMICILIARIO.- Este método es semejante al anterior, con la variante de que los operarios del vehículo recolector entran en las casas por los recipientes con basura, regresándolos hasta el mismo sitio después de vaciar su contenido en el camión. Este método es más costoso que el de acera y aún más que el de esquina, Este método es utilizado parcialmente en el municipio solamente en algunas colonias como son cabecera municipal, Hacienda Santa Rosa, Poblado Huinalá, Agua fría, entre otros. Es una de las costumbres adquiridas por usuarios y tripulación de los camiones, que debe de ser erradicada para mejorar el servicio.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

MÉTODO DE CONTENEDORES.- Este método es similar al de esquina en cuanto a que los contenedores son colocados en ciertos puntos predeterminados para llevar a cabo la prestación del servicio. La localización de los contenedores, deberá ser de tal manera que el vehículo recolector tenga fácil acceso a ellos y pueda maniobrar sin problemas. Este método es el más adecuado para zonas de difícil acceso y gran generación como hoteles, empresas privadas, mercados, centros comerciales, hospitales y zonas marginadas de la localidad.

Este sistema se utiliza en algunas colonias de las más problemáticas por su falta de pavimentación como son Cieneguita, Pueblo Nuevo, y en algunas escuelas y empresas particulares que se ubican dentro del municipio.

La nueva zonificación esta planeada para continuar utilizando el método de acera, y el de contenedores para las colonias con problemas de transito en tiempo de lluvias. Se elimina el método de recolección intradomiciliario por considerarse inadecuado por las pérdidas tan considerables de tiempo para otorgar cada servicio.

La recolección de los contenedores aumenta su frecuencia a 3 veces por semana dándose prioridad a los que contienen residuos domésticos, el servicio a escuelas se hará cuando estén llenos la dirección de estas llamara para programar su recolección, así mismo se hará en las empresas, esto para evitar viajes con cargas incompletas. Las empresas tendrán que pagar por este servicio una cuota similar a la que cobra una empresa particular dedicada a la recolección de residuos sólidos..

7.3.- MACRORRUTEO

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

Básicamente el macrorruteo consiste en dos etapas: proyecto de gabinete y ajuste de campo; en el primero, se hace el cálculo teórico de las necesidades y áreas asignadas a cada unidad y en el segundo se afinan los contornos de las mismas para balancear y nivelar las cargas de trabajo entre las diferentes cuadrillas.

Para los fines de este trabajo se propone dividir el municipio en zonas que tendrán como límite de separación las colonias o fraccionamientos, cada zona será atendida por un vehículo recolector durante la semana. Actualmente la sectorización del municipio es la misma descrita anteriormente, para lo que únicamente se recomienda llevar a cabo una serie de ajustes, con el fin de balancear equitativamente las cargas de trabajo.

7.3.1.- METAS POR ALCANZAR CON LA ZONIFICACIÓN

Implementar un servicio de recolección y transporte de residuos sólidos eficiente cumpliendo con las siguientes condiciones:

- Que se atienda a toda la población en forma sanitaria y con una frecuencia adecuada;
- Que se aproveche toda la capacidad de los vehículos recolectores (no debe haber viajes con carga incompleta);
- Aprovechar toda la jornada legal de trabajo del personal;
- Que los costos sean mínimos, sin afectar el aspecto sanitario; y
- Disponer de programas de mantenimiento preventivo y equipo de reserva, para cumplir con los programas establecidos.

7.3.2.- USO EFICIENTE DE LAS UNIDADES DE RECOLECCIÓN

Con el fin de conocer la capacidad real que se necesita para prestar un servicio de recolección eficiente en el municipio de Apodaca, se realizó un análisis para determinar cual es el número óptimo de unidades que se necesitan, dependiendo esto del tipo de unidad a utilizar.

Población que puede cubrir la flotilla de camiones de carga trasera, con sistema hidráulico de compactación y capacidad para 6.5 ton.

DATOS UTILIZADOS

G = Generación municipal "per-cápita" = 0.455 kg/hab-día

N = Numero de unidades disponibles = 8 de carga trasera, 1 para reserva y 1 para cubrir la ruta comercial y empresas privadas.

Cv = Capacidad del vehículo = 6,500 kg/viaje

Hc = Promedio municipal de habitantes por casa = 4.6 habitantes

f = Frecuencia de recolección propuesta = Dos veces por semana (2/7)

C = Cobertura esperada = 100% = 1

Fr = factor de reserva = 1.1 depende de las condiciones de las unidades

n = Numero de viajes/día = 2

dh = Días hábiles que se trabajan = 6

r = Rendimiento esperado = 425 kg/hombre-hora

h = jornada = 11 horas/día

Población servida = (N) (n) (Cv) (dh) / (G) (Fr) (C)(7) =

P = (8) (2) (6500) (6) / (0.455) (1.1) (1) (7)

P = 178,108 habitantes se pueden servir con 8 camiones de carga trasera

Usuarios = 178,108 habitantes / 4.6 hab/casa = 38,719 casas

38,719 casas / 8 camiones carga trasera = 4840 casas/semana/camión.

1613 casas servidas por día de lunes a sábado, con frecuencia de recolección de dos veces por semana (2/7).

Numero de hombres por camión = (n) (Cv) / (r)(h)

NR = (2) (6500) / (425) (11)

NR = 3 elementos que formaran la tripulación/camión, más un chofer

Ahora calcularemos el número de unidades de carga lateral-volteo que se necesitan para otorgar el servicio de recolección al resto de la población.

DATOS UTILIZADOS

G = Generación municipal "per-cápita" = 0.455 kg/hab-día

P = Población por servir = 47,081, que habitan en 10.235 casas

Cv = Capacidad del vehículo = 4,500 kg/viaje

Hc = Promedio municipal de habitantes por casa = 4.6 habitantes

f = Frecuencia de recolección propuesta = Dos veces por semana (2/7)

C = Cobertura esperada = 100% = 1

Fr = Factor de reserva = 1.1. depende de las condiciones de las unidades

n = Número de viajes/día = 2

dh = Días hábiles que se trabajan = 6

r = Rendimiento esperado = 425 kg/hombre-hora

h = Jornada = 11 horas/día

Número de unidades = (G) (P) (Fr)(C)(f) / (n) (Cv) (dh)

N = (0.455) (47,081) (1.1) (1) (2) / (2) (4,500) (6)

N = 3.05 = 3 unidades carga lateral-volteo

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

La flotilla actual de unidades de carga lateral-volteo es de 10, por lo que quedarían 7 camiones para reserva y servicios especiales.

Usuarios = 47,081 habitantes / 4.6 hab/casa = 10,235 casas

8,920 casas / 3 camiones carga lateral = 3412 casas/semana/camión.

496 casas servidas por día de lunes a sábado, con frecuencia de recolección de dos veces por semana (2/7).

Número de hombres por camión = (n) (Cv) / (r)(h)

$$NR = (2) (4,500) / (425) (11)$$

NR = 2 hombres, aunque; por experiencia se observó que estas unidades requieren por lo menos 1 chofer, y 3 ayudantes.

7.3.3.- ZONIFICACIÓN ACTUAL

En el siguiente cuadro se observa el conteo directo de las casas habitación que se ubican dentro del sector al cual cada unidad brinda servicio (Ver plano anexo 1).

Cuadro XV.- Conteo de casas habitación que se ubican dentro de los límites de la ruta que cubre cada unidad de recolección.

CAMIÓN	TIPO	f	NO. DE CASAS EN LA ZONA	COCIENTE DE COBERTURA	COLONIAS QUE CUBRE {El nombre de la colonia que representa cada número se encuentra en el anexo 1}
47	CT	2/7	1215	0.25	6(61%), 8, 5, 76
48	CL	2/7	2320	0.68	45, 92
49	CL	2/7	2620	0.77	74, 106, 109, 101
50	CL	2/7	1650	0.48	82, 83, 21(63%)
51	CL	2/7	1110	0.33	6(39%), 50, 30, 81, 73
52	CL	1/7	1880	0.55	72 (2o. y 3er sector)
53	CL	2/7	2540	0.74	75, 94, 39, 51
54	CL	2/7	2130	0.62	62, 63, 98, 99, 100, 53(27%)
55M	CL	2/7	1550	0.45	53(73%)
55V	CL	1/7	2120	0.62	72 (1o. y 5o. sector)
56	CL	2/7	2780	0.81	47, 104, 52, 33, 79, 80, 57(25), 56(65%)
57M	CL	2/7	2845	0.83	59, 65, 41, 2, 40, 105, 110
57V	CL	1/7	1800	0.58	72 (4o. sector)
58M	CT	2/7	2670	0.78	34, 90, 32, 87, 11, 1
58V	CT	2/7	2955	0.55	93, 60, 95, 46, 28
59	CT	2/7	1334	0.61	67, 23, 24, 25
60	CT	1/7	2825	0.58	84, 85, 37, 38, 36, 86, 89
61	CT	2/7	1950	0.40	21(37%), 17, 15, 16, 66, 18, 19
62M	CT	2/7	1705	0.35	3, 31, 88, 55, 22, 20, 13, 7
62V	CT	2/7	2540	0.52	26, 27, 68, 69, 29, 97
160	CT	2/7	1260	0.26	58, 4, 48, 49
161	CT	2/7	2305	0.48	42, 56(35%), 57(75%), 108
162	CT	2/7	RELEVO	—	—
163	CT	2/7	2850	0.59	54, 70
			48,954	0.55	

El cociente se realizó dividiendo el número de casas en cada zona entre el número de casas considerado como óptimo para cada tipo de unidad, 4,840 para carga trasera y 3412 para carga lateral-volteo. Este cociente nos indica si la ruta se encuentra excedida o con déficit en su capacidad de cobertura.

Se observa que ambos tipos de camiones están por debajo de las necesidades, que deberían de cumplir, realizando dos viajes con una frecuencia de dos veces por semana. Por lo tanto, las rutas se tendrán que ajustar para equilibrar las cantidades de residuos que deben recolectar cada unidad, según su capacidad.

7.3.4.- ZONIFICACIÓN PROPUESTA

Ahora que conocemos en forma individual el comportamiento de cada ruta, se ajustarán dentro de los límites obtenidos, dependiendo del tipo de unidad de cual se trate y del número de camiones necesarios.

7.3.4.1.- ZONAS A SERVIR Y COBERTURA DEL SERVICIO

A cada camión de carga trasera y carga lateral se le asignaron 4840 casas y 3412 casas, respectivamente, a las cuales tendrá que brindar servicio en el transcurso de una semana.

El servicio se prestará en iguales condiciones para el nivel socioeconómico bajo como para el nivel medio.

La frecuencia de recolección doméstica será para todos los usuarios de dos veces por semana. La ruta comercial se hará seis veces por semana. La ruta empresarial tendrá una frecuencia de dos veces o como sea solicitado por el cliente.

La recolección en lugares de esparcimiento como el Ojo de agua tendrá servicio por medio de camiones volteo y se recogerá la basura una vez por semana, preferiblemente los lunes.

El servicio de contenedores se seguirá brindando a las empresas de costumbre y escuelas de la localidad que así lo requieran. Las colonias que utilizan actualmente este servicio se les seguirá brindando con el fin de que la gente no se olvide de su existencia, para que sean utilizados en el tiempo de lluvias cuando las unidades de recolección no puedan pasar, estos tendrán prioridad para ser recogidos, la frecuencia mínima será de 2 veces por semana, tiempo suficiente para evitar la proliferación de moscas.

7.3.4.2.- MÉTODO DE RECOLECCIÓN

Se utilizarán dos métodos de recolección:

Para residuos sólidos domésticos se empleará el método de acera. y

Para empresas, escuelas y algunas colonias de la periferia, se utilizará el método de contenedores.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

7.3.4.3.- PRÁCTICAS DE ALMACENAMIENTO

El almacenamiento de los residuos sólidos domésticos se recomendará a los vecinos que lo realicen en bolsas de plástico preferentemente, aunque también se puede utilizar botes de plástico o metal que no excedan de 60 litros de capacidad como se calculó en el punto 7.1.2 en este mismo capítulo.

Se deberá de eliminar el uso de barricas de 200 lts o de recipientes cuyo peso sea excesivo y retrase los trabajos de recolección.

El Departamento de aseo público deberá realizar campañas de concientización sobre estas prácticas, para reforzar el uso de recipientes que faciliten más el servicio de recolección.

7.3.4.4.- HORARIO DE RECOLECCIÓN Y TURNOS

El horario de recolección diaria será de las 8:00 a las 17:00 horas, de lunes a sábado, para el servicio doméstico y empresarial. La ruta comercial que cubre el primer cuadro de la cabecera municipal iniciará una hora antes su jornada de 7:00 a 9:00, para evitar problemas viales. El resto del día lo dedicará a rutas empresariales. Sólo se realizará un turno diario

7.3.4.5.- TAREA DIARIA

Las rutas serán diseñadas para que sean atendidas en condiciones normales, dentro de la jornada de trabajo, si algún día hay menos basura y si el personal se apresura más y termina antes su recorrido, se retirará más temprano; pero, a la inversa si se retrasa, terminará más tarde su faena.

Este sistema de "Tarea" exige un diseño más exacto de las rutas; pero este tiene la ventaja sobre el método de "jornada", que el público sabe cuándo se le recogerá la basura. Este sistema es utilizado casi universalmente, por sus muchas ventajas (Gálvez, 1981)⁵.

7.3.4.6.- EQUIPO DE RECOLECCIÓN

De acuerdo con los cálculos realizados sobre las necesidades de capacidad de recolección, el municipio de encuentra notablemente excedido en el número de unidades que se necesitan para brindar un buen servicio, para poner a funcionar la recolección al 100%, Solamente se requiere de 8 camiones de carga trasera y 3 camiones de carga lateral. Un camión de carga trasera se asignara a ruta comercial y de servicios especiales a empresas, el resto de las unidades son de relevo, siete de carga lateral y una de carga trasera.

En el siguiente cuadro se observa la asignación de colonias a las cuales cada unidad de recolección tendrá que brindar servicio en una semana, la zonificación propuesta se puede observar en el plano anexo 1A:

Cuadro XVI.- Conteo de casas que se ubican dentro de los límites de las rutas para el zoneamiento propuesto.

UNIDAD	CASAS EN LA ZONA	COCIENTE	COLONIAS QUE CUBRE/SEMANA (Cada número representa una colonia o fraccionamiento, ver anexo 1)
CT1	4865	1.01	6, 4, 5, 76, 8, 48, 49, 30, 58, 81, 73, 90, 50
CT2	4720	0.98	66, 15, 16, 17, 21, 82, 83, 60, 93, 39, 94, 51
CT3	4820	0.99	92, 45, 53, 95
CT4	4910	1.01	34, 46, 3, 31, 20, 22, 88, 55, 7, 32, 87, 1, 11, 28
CT5	4880	1.01	84, 85, 89, 37, 38, 38, 86, 101, 42, 108, 57
CT6	4835	0.99	72 (4o y 5o), 59, 110, 65, 40, 33, 79, 80
CT7	4770	0.98	72 (1er, 2o y 3er sector), 2, 41, 105
CT8	4690	0.97	47, 104, 52, 56, 74, 106, 109
CL1	3480	1.02	68, 69, 29, 54, 63, 99, 100, 62
CL2	3384	0.99	13, 25, 26, 27, 23, 24, 97, 67, 18, 19
CL3	3600	1.06	75, 70
	48,954	1.000	

Los cocientes se realizaron dependiendo del tipo de unidad 4840 casas/semana para carga trasera y 3412 casas/semana para unidades de carga lateral-volteo.

El promedio de cocientes de cobertura ha mejorado notablemente de 0.57 que se tenía para las unidades de carga lateral, con esta zonificación es de 1.02; y las unidades de carga trasera muestran un cociente de cobertura de 0.99 contra 0.40 anterior.

7.3.4.7.- VIAJES POR DÍA AL SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL

En este macroruteo se establece una mejor cobertura de las casas con que cuenta el municipio, un aumento de la frecuencia a dos veces por semana y el uso efectivo de las unidades de recolección; ya que se aumenta a dos, el número de viajes/día al sitio de disposición final.

La realización de dos viajes por día esta sustentado en el estudio de tiempos y movimientos, donde se obtuvo que cada unidad normalmente necesita de 5 horas y 31 minutos para hacer un recorrido completo, desde el patio de encierro de camiones, más el transito a ruta, más el tiempo en ruta, más el traslado de fin de ruta al lugar de relleno sanitario, más el tiempo de descarga y el transito del relleno al patio de estacionamiento; por lo que las unidades que trabajan en turnos de 11 horas desperdician en asuntos fuera de ruta, 5 horas 29 minutos, cada día. Los principales factores de la pérdida de tiempo son: los descansos excesivos, la separación de subproductos, la venta de los mismos y los asuntos particulares que se atienden en tiempo de ruta.

La prueba más contundente de que sí se pueden realizar dos viajes/día la presentan las rutas Pueblo Nuevo 4o. sector, turno vespertino de 14:00 a 22:00 horas y la ruta Noria Norte, turno matutino largo de 8:00 a 17:00 horas; ambas unidades son de carga lateral-volteo, en el caso de la ruta Noria Norte,

es de las que se ubican más lejos del relleno sanitario y aun así tiene buenos tiempos de recolección.

7.3.4.8.- TAMAÑO DE LA CUADRILLA

De acuerdo con el cálculo teórico realizado en cuanto al número óptimo de personas que componen a la tripulación de cada camión de recolección, se obtuvo que las unidades de carga trasera necesitan 3 personas, y chofer y dos ayudantes y las unidades de carga lateral-volteo necesitan 2 personas; pero basados en las observaciones hechas en los estudios de tiempos y movimientos, se duplica esta cantidad, ya que uno de ellos va adentro del camión acomodando los residuos, mientras que los otros dos recogen los recipientes a ambos lados de la calle.

7.3.4.9.- DISEÑO DE MICRO-RUTAS

Una vez que se ha dividido al municipio en sectores o áreas y que se han asignado las unidades de recolección, se deberá realizar un diseño dentro de cada zona para repartirse en porciones similares que puedan ser servidas en un cierto tiempo; que, por lo regular, se ajusta al tiempo de jornada diaria. Para este proceso de dibujar un buen diseño de ruta se recomienda que se utilice un plano a escala 1:5,000, marcando en él con línea continua, los lugares donde se recoge basura y con línea discontinua los desplazamientos sin recolección. Se deberán hacer varios intentos, hasta lograr que la longitud de líneas discontinuas sea mínima. Un buen diseño de ruta permitirá economía en los tiempos y en los costos de operación, lo que se traducirá en una mayor eficiencia del servicio prestado.

7.3.5.- VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE REESTRUCTURAR EL MACRORRUTEO EN APODACA

VENTAJAS

- Con la reestructuración de las rutas de recolección se aumentó al 100% el servicio a casas-habitación
- Se uniformizará la frecuencia de recolección a dos veces por semana, para todo el municipio
- Se otorgará la carga de recolección óptima a cada camión, esto dependiendo del tipo de unidad, balanceando adecuadamente las rutas
- Se utilizará al máximo la capacidad de la flotilla de recolección
- Se eliminará la recolección a empresas privadas por parte de las unidades de uso doméstico. Esta será asignada a las rutas especiales o a las rutas de contenedores
- Se aumentará la eficiencia de recolección, tanto para los equipos como para el personal, aprovechando la capacidad de los camiones y la jornada legal de trabajo del personal
- Se dispondrá de suficientes unidades de relevo para los programas de mantenimiento preventivo y para la rotación de equipo
- Se dispondrá del equipo suficiente para realizar rutas de recolección comercial y especial a empresas
- Se reducirá el personal necesario en más de un 50%, para asignarlo a otras áreas
- Se reducirá el uso de camiones de recolección del tipo carga lateral a 27.3%, unidades consideradas inadecuadas para prestar el servicio, sobre todo cuando las personas utilizan barricas de 200 lts
- Disminuirán los costos de recolección en más del 50%. De \$2,314.76/hora que se gastan actualmente, con el macrorroteo óptimo de limitarán los gastos a \$1,132.43/hora por movimiento de toda la flotilla..

DESVENTAJAS

- Aumentará la carga de trabajo de las unidades de un solo viaje que se realiza actualmente a 2 viajes por día
- Se reducirán las plazas de empleo de personal, lo que puede acarrear problemas sindicales.
- Al eliminarse la práctica de segregación de subproductos se tendrá que apoyar al personal con mejores prestaciones.

7.3.6.- COSTOS HORARIOS ACTUALES POR CADA UNIDAD DE RECOLECCIÓN

Debido a la importancia que tiene el establecer los costos de cada etapa del proceso de aseo urbano, se realizó un análisis de los costos que implica la recolección para cada unidad/hora, En el cuadro siguiente se observa el costo actual que cada unidad tiene por hora.

Cuadro XVII.- Costos horarios actuales para cada tipo de unidad de recolección.

UNIDAD TIPO	MARCA Y MODELO	HORAS / MES	INVERSIÓN	COSTOS PERSONAL	COSTOS VARIABLES	COSTOS ADMÓN.	TOTAL \$/HORA
4-CT	DINA '93	240	39.62	16.53	42.32	8.73	107.20
2-CT	DINA '93	384	24.76	20.66	42.32	8.73	96.47
1-CT	FORD '78	240	20.57	16.53	41.99	8.73	87.22
1-CT	FORD '79	240	22.31	16.53	41.99	8.73	89.56
1-CT	FORD '81	240	24.18	16.53	42.32	8.73	91.76
1-CT	FORD '82	240	23.17	16.53	41.99	8.73	90.42
8-CL	MBENZ '91	240	27.70	21.66	46.06	8.73	104.15
2-CL	MBENZ '91	384	17.31	27.08	46.85	8.73	99.77

CT = Carga trasera, con compactación, CL = Carga lateral-volteo

La unidad Ford'81 es relevo de emergencia, no se incluye en los costos.

El número anterior al tipo de unidad, es el número de camiones con los que cuenta actualmente el Departamento de recolección de Apodaca.

El costo total actual por mover toda la flotilla de recolección con 23 rutas y cuatro camiones en dos turnos cuesta aproximadamente \$2,314.76 pesos / hora.

7.3.7.- COSTOS DE RECOLECCIÓN PARA LA ZONIFICACIÓN PROPUESTA

Con la zonificación propuesta los costos horarios serán los siguientes:

Cuadro XVIII.- Costos horarios para cada tipo de unidad de recolección con el zoneamiento propuesto.

UNIDAD TIPO	MARCA Y MODELO	HORAS / MES	INVERSIÓN	PERSONAL	COSTOS VARIABLES	COSTOS ADMÓN.	TOTAL \$/HORA
6-CT	DINA '93	240	39.62	16.53	42.32	8.73	107.20
1-CT	FORD '78	240	20.57	16.53	41.99	8.73	87.22
1-CT	FORD '79	240	22.31	16.53	41.99	8.73	89.56
3-CL	MBENZ '91	240	27.70	21.66	46.06	8.73	104.15
UNIDADES DE RESERVA							
1-CT	FORD '81	240	24.18	16.53	42.32	8.73	91.76
1-CT	FORD '82	240	23.17	16.53	41.99	8.73	90.42
7-CL	MBENZ '91	240	27.7	21.66	46.06	8.73	104.15

CT = Carga trasera, con compactación, CL = Carga lateral-volteo

El costo por hora para el nuevo zoneamiento es de \$1,132.43 / hora, para toda la flotilla en movimiento, sin incluir ruta comercial y servicios especiales.

Como se puede observar, el costo por ampliar la frecuencia y la cobertura es solo cuestión de poner a trabajar óptimamente los equipos y al personal, con lo que el municipio tendría un ahorro de \$1,181.73 pesos / hora. Esto significa un 51.07% menos en los costos totales por el movimiento diario de la flotilla; por lo que se debe de tomar en consideración una revisión a las condiciones actuales en la prestación del servicio de recolección.

7.4.- CALCULO DE CAPACIDAD DE LOS CONTENEDORES

En las colonias marginales del municipio de Apodaca se recomienda el uso de contenedores. A manera de ejemplo se realizó el cálculo del volumen necesario de los contenedores que deberán de colocarse en dichas colonias para prestar un servicio adecuado a las necesidades de éstas.

Se tomó como base una manzana del Poblado Pueblo Nuevo, la cual tiene en servicio 40 casas, un promedio de generación de 0.275 kg/Hab-día, 5.1 habitantes/casa-habitación y 143.2 kg/m³ de peso volumétrico "in situ" (Estrato socioeconómico bajo).

DATOS:

V = Volumen del contenedor en m³

G = Generación de residuos sólidos producidos diariamente por cada manzana.

G = (40 casas) (0.275 kg/hab-día) (5.1 hab/casa) = 56.10 kg/día

Suponiendo un área de influencia por contenedor de 8 manzanas.

G = 448.8 kg/día

f = frecuencia de recolección = 3/7

F = considerando una falla en el servicio por semana = 1.5

$$V = (G/P_v) (1/f) (F)$$

$$V = (448.8 \text{ kg/día} / 143.2 \text{ kg/m}^3) (7/3) (1.5) = 10.97 \text{ m}^3$$

Aproximadamente 11 m^3 , por lo cual se recomienda el uso de dos contenedores de 6 m^3 , los que tendrán que ser recolectados con el equipo tipo "Roll-off" existente, estas unidades presentan la desventaja que se necesita un mayor número de camiones para brindar el servicio, ya que la unidad después de recoger el contenedor lleno, tendrá que llevarlo hasta el sitio de disposición final o estación de transferencia, descargar y después volver por otro.

7.5.- FACTIBILIDAD DEL TRANSPORTE DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

Como parte de la sectorización analizada, se estudio la localización de cada sector, a fin de observar la ubicación que guardan con respecto a los sitios de disposición de los residuos sólidos con los que cuenta el municipio en sus cercanías.

El crecimiento del área urbana del municipio de Apodaca, se encuentra disperso en zonas influenciadas por el avance de otros municipios como son San Nicolás de los Garza y Guadalupe, los otros sectores de alto crecimiento se encuentran en la Cabecera Municipal y en el Poblado Pueblo Nuevo (Ver plano Anexo 1).

En algunas zonas se detectó que existen hasta 29 km de separación con respecto al relleno sanitario ubicado en el Municipio de Salinas, Victoria; lo que lleva a la necesidad de analizar la otra opción que existe que es la Estación de Transferencia ubicada en el municipio de Guadalupe.

El objetivo principal de elaborar un análisis de factibilidad del uso de ambas alternativas es minimizar los costos y distancias del transporte, con el fin de hacer una sectorización que sea eficiente al otorgar mayor tiempo para la

realización de las tareas de recolección y que se pierda el menor tiempo en los traslados de alta duración.

Para elaborar el análisis de factibilidad se utilizó la capacidad promedio de las unidades de recolección, el costo horario promedio por camión/viaje, las distancias entre el origen y destino de los residuos y la velocidad promedio de traslado (datos obtenidos en el estudio de tiempos y movimientos). Los costos unitarios desde cualquiera de los orígenes a los destinos se calculó dividiendo la distancia recorrida entre la velocidad promedio y multiplicándola por el costo horario, este costo se adiciona al valor obtenido de multiplicar el promedio de toneladas por viaje con el costo por tonelada dispuesta en cualquiera de los dos destinos.

Cuadro XIX.- Costos que implica disponer de la basura en cualquiera de los dos destinos finales, desde distintos puntos del municipio:

ORIGEN	TIEMPO A RELLENO SANITARIO (minutos)	TIEMPO A ESTACIÓN DE TRANSF. (minutos).	COSTO/ VIAJE A R. SANITARIO (Pesos)	COSTO/ VIAJE A EST. DE TRANSF. (Pesos)	COSTO TOTAL RELLENO SANITARIO	COSTO TOTAL ESTACIÓN DE TRANSF.
NORIA NORTE	94	23	157.36	38.50	336.11	324.5
LOS ROBLES	90	86	150.66	143.96	329.41	429.96
PUEBLO NUEVO	66	46	110.48	77.00	289.23	363.00
CABECERA MPAL.	64	58	107.14	97.09	285.89	383.09
SANTA ROSA	42	82	70.31	137.27	249.06	423.27
HUINALÁ	84	40	140.62	66.96	319.37	352.96

El costo promedio por hora es \$100.44 pesos, independientemente de tipo de unidad.

Para el cálculo del costo de SIMEPRODE Salinas (Relleno Sanitario) y Estación de Transferencia Guadalupe, se utilizó el precio actual por tonelada de \$32.50 y \$52.50, respectivamente. El valor de costo en destino de residuos se realizó para un promedio de 5.5 ton/viaje, obteniéndose que el costo por un

viaje al relleno sanitario cuesta \$178.75 pesos y en Estación de transferencia el mismo viaje cuesta \$286.00 pesos.

La mayoría de las rutas analizadas muestran un costo considerablemente menor al utilizar el relleno sanitario directamente, excepto las rutas de la zona Noria Norte y Huinalá que señalan diferencias menores, inclusive la zona Norias y muestra que es más factible utilizar la estación de transferencia Guadalupe. En todo esto cabe hacer notar que el ahorro que se obtiene en dinero se pierde en tiempo, factor que repercute en una cobertura menor, al disponerse de menor tiempo para la recolección. En lo que respecta a la cantidad de kilómetros extra que tiene que recorrer cada unidad, esto repercute en el desgaste acumulado de las unidades día tras día.

7.6.- BARRIDO DE CALLES

En el municipio de Apodaca, la cobertura de barrido manual de calles es limitada a dos calles principales y alrededores del Palacio Municipal; la frecuencia es diaria y es realizada por dos barrenderos, los cuales cubren, entre los dos, 5000 metros de guarnición barrido/día.

La proporción de calles pavimentadas contra no pavimentadas supera el 90%, solamente algunas colonias como son Huinalá, Pueblo Nuevo, Santa Rosa y Prados de la Cieneguita, presentan pavimentación parcial de sus calles, el resto del municipio esta totalmente pavimentado.

La cobertura de barrido manual en el municipio es muy bajo ya que la mayor parte de las calles están pavimentadas y no se les presta atención por parte del barrido, éste se realiza solo esporádicamente, cuando existen quejas al respecto.

Con el fin de mejorar el sistema de barrido municipal se recomienda formar un equipo de por lo menos 10 barrenderos para que se realice barrido diario de unos 15 km. lineales de guarnición por ambos lados de la calle. Se

considera que cada hombre puede barrer entre 1 y 2 km en un turno de 8 horas.

Con este nuevo equipo de barrido se puede cubrir las calles principales del municipio con una frecuencia de por lo menos 2 veces/mes.

El costo que implica la contratación de este personal es menor al que se requiere para adquirir una barredora mecánica. Cada barrendero cuesta \$1140.00/mes x 10 barrenderos = \$111,400.00, mientras que una máquina cuesta sólo en inversión \$13,333.00/mes, más gastos de mantenimiento, consumos, personal, seguros, etc.

Otro costo que se debe adicionar al anterior es el debido al equipamiento para el barrendero, ya que cada uno debe portar:

- Un uniforme de color llamativo, para evitar accidentes
- Un par de guantes de camaza, Una mascarilla antipolvos
- Un casco de protección, Zapatos de seguridad
- Un carrito de fácil maniobra, aún lleno
- Una escoba de varas y/o fibra
- Un recogedor y/o pala cuadrada
- Un cepillo para recoger materiales finos

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

La frecuencia de barrido en el primer cuadro de la ciudad debe aumentarse a dos veces/día, esto por cuestión de imagen para los visitantes. En otros puntos del municipio, barrer cuatro veces por mes es suficiente, considerando que cada vecino limpia el exterior de su casa o negocio, reduciendo la cantidad de residuos que se recogen. mejor el programa se haría para eliminar la tierra y el polvo que se acumula en las guarniciones.

Cada cuadrilla puede estar formada de dos personas, una se encarga de barrer y la otra mueve el carrito y recoge los montones que la otra va dejando. Se pueden intercambiar los puestos, cuando los operarios lo consideren necesario.

7.7.- NECESIDADES A CORTO PLAZO DEL DEPARTAMENTO DE ASEO PÚBLICO DE APODACA

El Departamento de aseo público del municipio de Apodaca, enfrenta actualmente problemas económicos, por lo cual debe replantear sus programas en este momento, utilizando los recursos técnicos y humanos a su alcance. Deberá utilizar la fuerza de trabajo del personal y de los equipos al máximo posible, para resolver los problemas de la basura que aumentan en función directa del crecimiento poblacional. Necesita obtener un máximo de cobertura a bajo costo pero sin dejar de satisfacer plenamente el aspecto sanitario, objetivo principal de los programas de recolección municipal.

No debemos olvidar que los equipos sufren desgaste y que debe de ser renovado periódicamente para que los programas de aseo municipal no caigan en Ineficiencias por falta de unidades de recolección o barrido, es por esto que se plantea la necesidad de planear la adquisición de nuevos equipos; pero debe de hacerse de modo que no se limite a escoger unidades de recolección grandes y bonitas, sino que sean las adecuadas y las necesarias, para que cumplan con las características que requiere la población.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

7.7.1.- EQUIPO DE RECOLECCIÓN

Actualmente el Departamento de recolección cuenta con 20 unidades en buen estado, de las cuales el 50% es inadecuado por tratarse de unidades de carga lateral con sistema de volteo; estas presentan el problema de la gran altura de carga. Además, en un término no mayor a 5 años se necesitara sustituir la mayoría de estos camiones, junto con los de carga trasera, ya que la vida útil en algunas unidades ya esta rebasada y en otras es de 3 a 5 años como máximo.

Para el año 2000 se calcula que el municipio de Apodaca contará con más de 248,899 habitantes (Ver cuadro II y Figura 2). y se espera una generación "per-cápita" municipal de 0.517 kg/habitante-día; entonces, para cumplir cabalmente con un 100% de cobertura y una buena frecuencia de por lo menos 2 veces por semana, se requerirá de por lo menos 12 unidades de recolección de 15.29 m³ (20 yd³), con sistema de compactación hidráulica y capacidad total de 6880 kg/viaje (Ver anexo 4).

Para el sistema de recolección empresarial, comercial y de servicio a escuelas, parques e instituciones en general, se recomienda la adquisición de camiones de recolección de contenedores con carga frontal, y capacidad de 15.29 m³ (20 yd³), los cuales tienen sistema de compactación hidráulica. Este tipo de camiones son versátiles, ya que también pueden ser usados para la recolección por el método de parada fija (Ver anexo 4)..

Se recomienda adquirir dos camiones que sustituirán a los remolques que se utilizan actualmente para el servicio a contenedores. Los recipientes de estos equipos poseen una capacidad variable entre 1 y 6 m³, dependiendo de las necesidades (Ver anexo 4).

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
7.7.2.- EQUIPO DE BARRIDO
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

®

Es necesario que el municipio adquiera una barredora mecánica para realizar la tarea de barrido con mayor frecuencia en todo el municipio, ya que actualmente más del 90% esta pavimentado, lo que requiere de limpieza por lo menos una vez cada 15 días.

El barrido manual sigue siendo necesario, sobre todo para el primer cuadro de la ciudad, donde se tiene que otorgar un servicio de por lo menos dos veces por día, para lo cual se tendrá que adquirir equipo, uniformes y contratar por lo menos 20 personas para que cumplan con esta tarea en forma continua.

7.7.3.- ADQUISICIÓN DE INMUEBLES

En los próximos años, el municipio requerirá de mejores programas de recolección y barrido, debido al alto crecimiento de la localidad, por lo que el departamento de aseo público para desempeñar en mejores condiciones las actividades que le corresponden, necesita obtener independencia en el manejo de sus gastos, así también requiere de espacios físicos, donde se puedan instalar oficinas, estacionamiento, almacenes, talleres para mantenimiento, lavado, reparaciones menores, llantera, etc.

7.7.4.- ESTRUCTURA ORGÁNICA PROPUESTA PARA EL DEPARTAMENTO DE LIMPIA

Los aspectos administrativos y financieros de un sistema de aseo urbano son muy importantes para el éxito de las operaciones que esta dependencia realice. La selección y conservación de los empleados y supervisores capacitados y fieles depende de que se les trate adecuadamente, de que la dirección sea competente y de que las condiciones de trabajo sean de lo mejor.

Para lograr la optimización del sistema de limpia del Municipio de Apodaca, se necesitará que este Departamento adquiera autonomía en sus actividades, delegando responsabilidades en sus puestos claves, con el fin de solucionar eficientemente los problemas que se presenten, ya que el municipio se encuentra en franco crecimiento poblacional, y, por lo tanto, demandará en un corto plazo de una mayor cobertura en sus sistemas de aseo urbano. Esta reorganización de la estructura del Departamento (Ver figura 5) se debe de establecer lo antes posible, ya que de este modo el Jefe de Limpia tendrá una serie de actividades, que de seguir como hasta ahora se corre el riesgo en caer en ineficiencias, lo que atraería para la dependencia graves demandas por parte de los usuarios.

Como parte de la optimización de las actividades del Departamento de Limpia del Municipio de Apodaca, se propone la siguiente estructura orgánica:

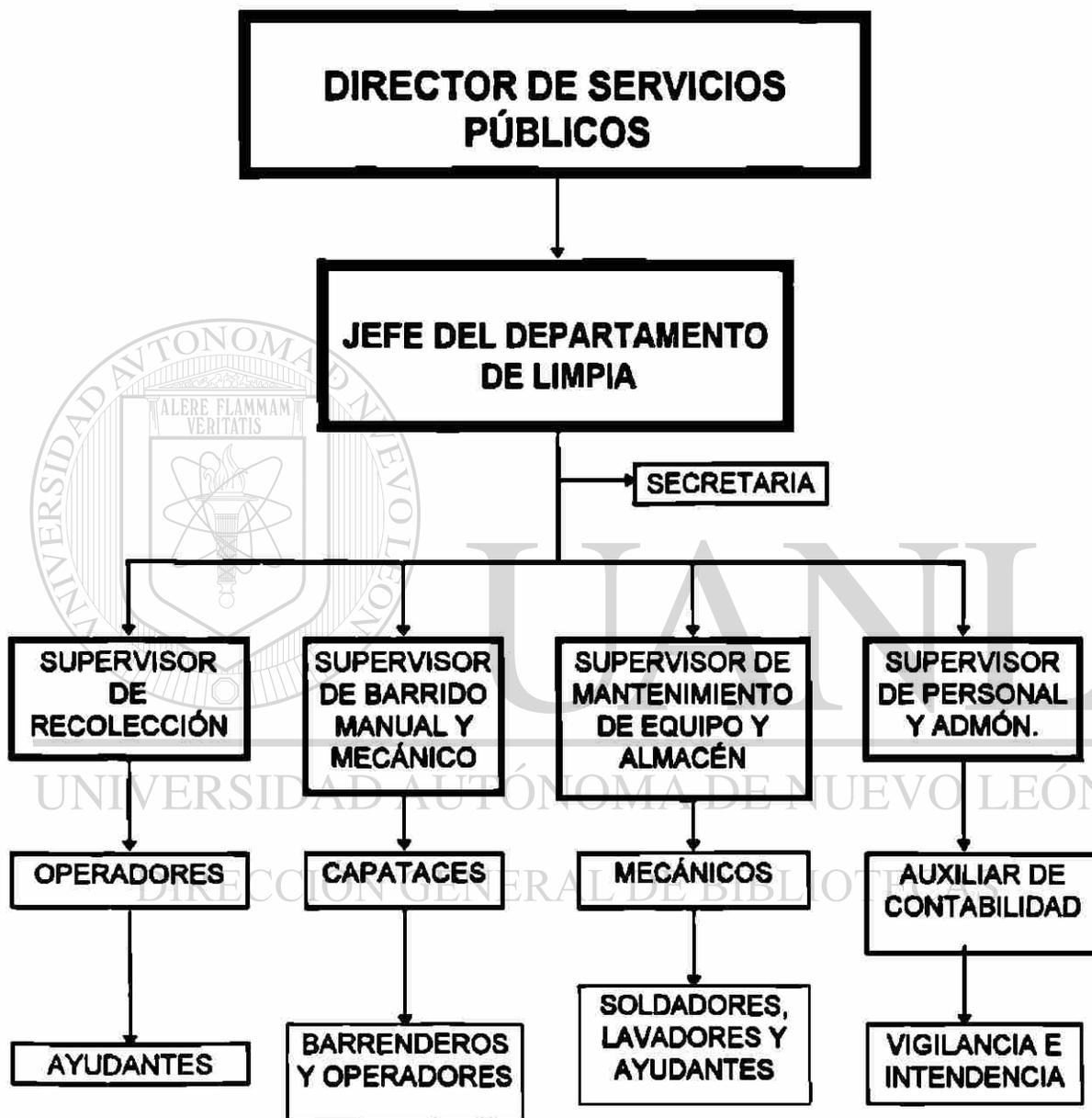


Figura 5.- Organigrama propuesto para ser establecido en el municipio de Apodaca, N.L.

Es muy importante que se señalen las atribuciones y responsabilidades de cada uno de los puestos clave. A continuación se señalan las obligaciones más importantes que deberán de cumplir dichos puestos:

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE LIMPIA

- * Coordinar los recursos humanos y materiales;
- * Distribuir adecuadamente el presupuesto autorizado;
- * Supervisar el buen funcionamiento de las diferentes áreas a su cargo:
Administrativas y operativas;
- * Verificar la conservación y el mantenimiento de los equipos;
- * Atender las quejas;
- * Supervisar diariamente las labores de recolección y barrido.

SUPERVISOR DE RECOLECCIÓN

- * Responsabilizarse de la operación eficiente del sistema de recolección;
- * Supervisar del desempeño de las actividades de recolección;
- * Coordinar las actividades desde la recolección hasta la disposición final;
- * Planear la distribución de equipo en rutas de recolección, adecuándolas a las nuevas necesidades;
- * Reportar diariamente al Jefe de Limpia las actividades a realizar

SUPERVISOR DE BARRIDO MANUAL Y MECÁNICO

- * Responsabilizarse de la coordinación y supervisión del personal, para eficientar el sistema de barrido.
- * Coordinar los programas de dotación de equipo y mantenimiento del mismo.
- * Evaluar y planear adecuaciones para mejorar el sistema de aseo.
- * Reportar diariamente al Jefe de Limpia las actividades a realizar.

SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO Y ALMACÉN

- * **Controlar y coordinar las actividades de mantenimiento de todos los equipos, de recolección, barrido mecánico, manual y de supervisión;**
- * **Supervisar que todos los equipos tengan un plan de mantenimiento preventivo y en el caso de reparaciones que sean logradas eficientemente en el menor tiempo posible;**
- * **Evaluar las condiciones del "stock" de refacciones necesarias para brindar un buen servicio de mantenimiento;**
- * **Reportar diariamente al Jefe de Limpia las actividades a realizar.**

SUPERVISOR DE ADMINISTRACIÓN Y PERSONAL

- * **Responsabilizarse de la coordinación de los procedimientos de control del personal, contrataciones, permisos, etc.;**
- * **Vigilar la repartición del presupuesto;**
- * **Realizar auditorías para detectar posibles desviaciones presupuestales;**
- * **Reportar diariamente al Jefe de Limpia las actividades a realizar.**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN[®]
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

7.7.5.- PERSONAL REQUERIDO

Acorde con el organigrama propuesto para ser establecido a corto plazo en el municipio de Apodaca, y conforme a los cálculos de equipo y personal para el manejo de los equipos, se determinaron las necesidades para cada Área como a continuación se desglosan en el siguiente cuadro:

Cuadro XX.- Personal requerido en el corto plazo para realizar las tareas de aseo público en el municipio de Apodaca.

Área	No. De personas	Puesto	Equipo a operar
Recolección	1	Supervisor	Pick-up supervisión
	13	Operador	Camión recolección
	2	Operador	Camión contenedores
	2	Operador	Camión volteo
	30	Ayudantes	
Barrido	1	Supervisor	Pick-up supervisión
	2	Operador	Barredora mecánica
	2	Capataz	Motocicleta
	20	Barrendero	Carrito recolector
Mantenimiento	1	Supervisor	Pick-up supervisión
	1	Almacenista	
	2	Mecánicos	
	4	Ayudantes Mec.	
	1	Soldador	
	2	Lavadores	
Administración y personal	1	Administrador y Jefe de compras	
	1	Auxiliar contab.	
	1	Secretaria	
	2	Vigilantes	
	2	Intendentes	

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**7.7.6.- ESTIMADO DE INVERSIÓN QUE REQUERIRÁ EL
MUNICIPIO A CORTO PLAZO**

Con vistas al año 2000 el municipio de Apodaca necesitara definir los costos que implica mejorar las condiciones de recolección y barrido. Para lo cual se realizó un estimado de inversión que contempla la compra de nuevos equipos para las áreas de recolección y barrido, la contratación de personal

capacitado y la adquisición de inmuebles necesarios, así como los consumos que requiere el equipo para el desempeño de las diarias actividades. Los costos se presentan con un 20% mayor a los precios actuales.

Para la definición de los costos se utilizó el mismo sistema que en capítulo II (punto 2.3.1).

En el municipio de Apodaca se requiere, en un término no mayor a 3 años, sustituir la mayor parte de sus camiones de recolección, la inversión estimada que esto requiere junto con los nuevos equipos para barrido mecánico y manual se desglosa a continuación:

VEHÍCULOS INVERSIÓN	No.	PRECIO UNITARIO	MONTO	VIDA ÚTIL EN AÑOS	TASA ANUAL	COSTO MENSUAL (pesos)
Carga trasera c/c (*)	13	307,000	3'991,000	5	0.6	220,587
Carga frontal c/c	2	307,000	614,000	5	0.6	33,936
Pick-up supervisión	5	71,500	286,000	5	0.6	15,808
Camión volteo 7m ³	2	205,000	410,000	5	0.6	22,661
Barredora Mod. Pélican	1	480,000	480,000	5	0.6	26,530
Motocicleta	2	11,500	23,000	5	0.6	1271
Contenedores 6.5 m ³	60	5,000	300,000	5	0.6	16,581
TOTAL						337,376

Todos los valores están en pesos M.N.

* Universal Metal S.A. de C.V. ubicada en Mexicali B.C., cotiza los equipos de 20 yd³ (15.29 m³) con carga trasera y sistema de compactación hidráulica en \$20,000 U.S. Dlls., No incluye camión Chasis.

Los precios son para unidades modelo 1996 DODGE, pago a 36 meses.

INVERSIÓN	MONTO	VIDA ÚTIL (años)	TASA ANUAL	COSTO MENSUAL
Terreno (*)	200,000		0.6	1,777.8
Local (Construcción) (*)	200,000		0.6	1,777.8
Equipamiento oficina (**)	40,000	5	0.6	5,333.3
Equipamiento taller mantenimiento (**)	200,000	5	0.6	26,666.7
Total				51,555.6

Todos los valores están en pesos

(*)- A pagar en quince años

(**)- A pagar en un año

PERSONAL	No.	SUELDO DIARIO	PRESTACIONES (%)	SUELDO INTEGRADO	COSTO MENSUAL
SUPERVISOR	3	50.00	50	2,280	6,840
OPERADOR	15	36.00	50	1,642	24,630
AYUDANTE	30	30.00	50	1,368	41,040
BARRENDERO	20	30.00	50	1,368	27,360
CAPATAZ	2	40.00	50	1,824	3,648
ALMACENISTA	1	30.00	50	1,368	1,368
SOLDADOR	1	30.00	50	1,368	1,368
LAVADOR	2	27.00	50	1,232	2,464
MECÁNICO	2	40.00	50	1,824	3,648
JEFE DE DEPTO.	1	160.00	50	4,864	4,864
ADMINISTRADOR	1	70.00	50	3,192	3,192
AUXILIAR CONTAB.	1	40.00	50	1,824	1,824
SECRETARIA	1	36.00	50	1,642	1,642
VIGILANTE	2	30.00	50	1,368	3,284
INTENDENCIA	2	27.00	50	1,232	2,464
TOTAL					127,172

CONSUMOS	CONSUMO \$/hr.	HORAS/ MES	No.	COSTO MENSUAL
COMBUSTIBLES				
Carga trasera c/c	18.00	210	13	49,140
Carga frontal c/c	18.00	210	2	7,560
Pick-up supervisión	24.00	160	5	19,200
Camión volteo 8 m ³	23.00	120	2	5,520
Barredora Mod. Pélícan	15.00	260	1	3,900
Motocicleta	10.00	160	2	3,200
				88,520
ACEITES				
Carga trasera c/c	2.50	210	13	6,825
Carga frontal c/c	2.50	210	2	1,050
Pick-up supervisión	3.50	160	5	2,800
Camión volteo 8 m ³	6.50	120	2	1,560
Barredora Mod. Pélícan	3.00	260	1	780
Motocicleta	1.00	160	2	320
				14,295
LLANTAS				
Carga trasera c/c	8.00	210	13	21,840
Carga frontal c/c	8.00	210	2	3,360
Pick-up supervisión	1.50	160	5	1,200
Camión volteo 8 m ³	3.00	120	2	720
Barredora Mod. Pélícan	1.50	260	1	390
Motocicleta	0.20	160	2	64
				27,574
MANTENIMIENTO				
Carga trasera c/c	15.00	210	13	40,950
Carga frontal c/c	15.00	210	2	6,300
Pick-up supervisión	7.00	160	5	5,600
Camión volteo 8 m ³	13.00	120	2	3,120
Barredora Mod. Pélícan	15.00	260	1	3,900
Motocicleta	3.00	160	2	960
				60,830
Total				190,949

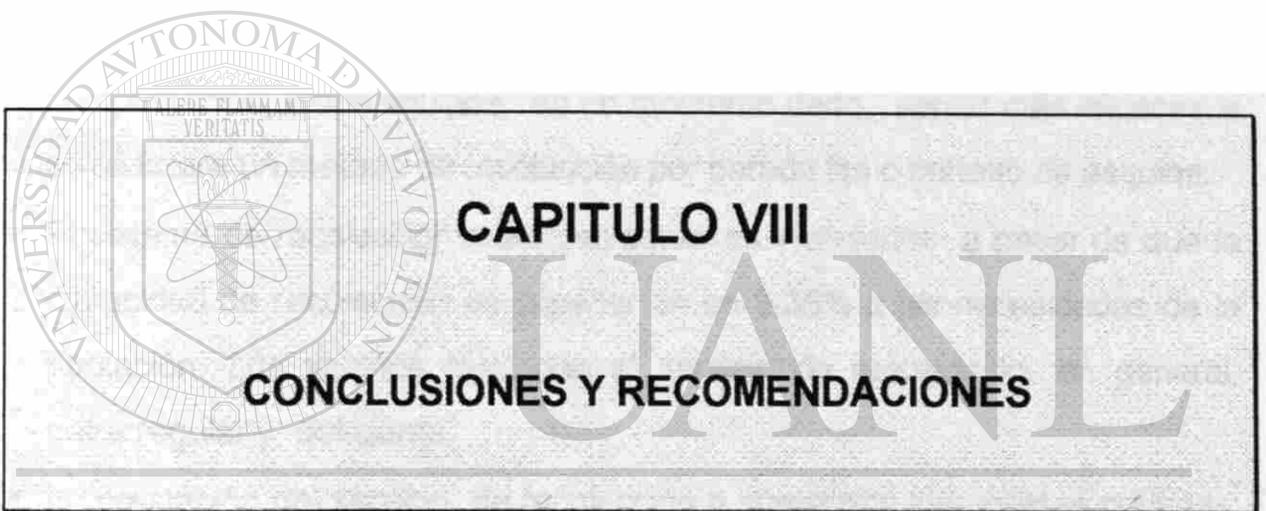
Todos los costos están en pesos M.N.

OTROS COSTOS FIJOS	PRECIO	TASA ANUAL	No.	COSTO MENSUAL
SEGUROS, PLACAS Y TENENCIAS				
Carga trasera c/c	307,000	4.7	13	15,631
Carga frontal c/c	307,000	4.7	2	2,405
Pick-up supervisión	71,500	4.7	5	1,400
Camión volteo 8 m ³	205,000	4.7	2	1,606
Barredora Mod. Pelícan	480,000	4.7	1	1,880
Motocicleta	11,500	4.7	2	90
Papelería				4,000
Mantenimiento oficinas				3,000
Servicios				7,500
Teléfono				3,500
Cargos administración General				40,000
TOTAL				77,512

Todos los costos están en pesos M.N.

Costos mensuales de recolección, tomando en cuenta la compra de equipo nuevo modelo 1996, con pagos mensuales a distintos plazos dependiendo del concepto.

COSTOS MENSUALES	\$ Pesos	\$/Ton
INVERSIÓN VEHÍCULOS	337,375	87.86
INVERSIÓN INMUEBLES	51,556	13.43
SUELDOS Y SALARIOS	127,172	33.12
CONSUMOS	190,949	49.73
PAGOS SIMEPRODE	134,400	35.00
OTROS FIJOS	77,512	20.19
TOTAL	918,964	239.31
Toneladas recolectadas (128 ton/día x 30 días) 3840 ton/mes		
Costo unitario / ton		239.31



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

8.1.- CONCLUSIONES FINALES.

- El municipio de Apodaca está habitado por familias de dos niveles socioeconómicos bajo (35%) y medio (65%). La generación doméstica "per-cápita" se estimó, respectivamente, para los dos estratos en 0.275 y 0.387 kg/habitante-día, con un promedio general de 0.331 kg/hab-día; mientras que la generación municipal "per-cápita" promedio se calculó en 0.455 kg/habitante-día.
- De los equipos utilizados actualmente, más del 50% son inadecuados para el método de recolección actual (método de acera), ya que se trata de unidades del tipo "volteo" con puertas laterales, sin sistema de compactación; estos equipos, en un momento dado, serían más eficaces si se realizara un método de recolección por parada fija o método de esquina.
- El sistema de recolección municipal actual es ineficiente, a pesar de que la capacidad de recolección es superior en un 9.35% a las necesidades de la población. Los vecinos catalogan el servicio de recolección, en general, entre regular y deficiente,
- La prestación del servicio de recolección a comercios y empresas privadas, se lleva a cabo junto con la recolección de residuos domésticos, lo que repercute negativamente, debido a que estos negocios generan mayor cantidad de basura que las casas habitación, dejándose de prestar un servicio de mayor cobertura debido a que los camiones se llenan más rápidamente, por lo que se deben de implantar sistemas de recolección especiales para éstos.
- La convicción de falta de equipo en el Departamento de Limpia impide la proposición de objetivos claros y de planificación en materia de aseo urbano, lo que lleva a campañas espontáneas, esporádicas y de poca continuidad.

- El sistema de barrido municipal es ineficiente por la falta de atención que se le brinda a este rubro, el personal de barrido es insuficiente, aún para cubrir las áreas del primer cuadro de la cabecera municipal.
- El Departamento de aseo público de Apodaca, es comandado por un solo jefe que controla todos los asuntos relacionados con la recolección, el transporte y el barrido. Este ha continuado aplicando un sistema de aseo heredado de otras administraciones municipales, lo que hace difícil el cambio de costumbres adquiridas; ya que existe un fuerte sindicato de trabajadores que impide cambios radicales que puedan afectar a sus agremiados, factor que contribuye a disminuir la eficiencia.
- Existe escasa comunicación y difusión de los programas que maneja el Departamento de limpia, que aunado al bajo nivel educativo de algunos sectores de la población, influye en una apatía acerca de la manera con que pueden contribuir para resolver el problema de la basura. La mayoría de la gente piensa que la recolección de la basura es problema del municipio, al cual pagan sus impuestos.
- De las dos opciones analizadas en este trabajo se concluye que, aunque ambas son económica y socialmente aceptables, ninguna ofrece una solución satisfactoria total a los problemas de la basura por sí sola, pues se necesita de la participación de las autoridades municipales y de los usuarios del sistema de aseo público. Además de que son complemento una de la otra. En el caso de implantar un plan de reciclaje, los residuos que no son separados tendrán que ser transportados al relleno sanitario; aunque el objetivo principal del reciclaje es reducir el despilfarro de materias primas, aprovechando el potencial de los subproductos.
- El uso del relleno sanitario deja mucho que desear en cuanto a la continua contaminación del suelo, contribuyendo al despilfarro de materias primas que se realiza con esta práctica; pero actualmente es la opción más fácil y económica, en cuanto a que el municipio sólo necesita invertir dinero en la

disposición; mientras que utilizar otro tipo de métodos para el manejo, tratamiento y disposición final, implica invertir en capacitación del personal, difusión al público y cambios que implicarían riesgos que nadie está dispuesto a correr.

- El reciclaje, a pesar de ser una alternativa que presenta obstáculos para su implantación (como es la falta de concientización de autoridades y algunos vecinos, etc.) merece cualquier esfuerzo para imponerse ya que la aplicación de este sistema significa colocarse un paso adelante en las tendencias que dominarán el próximo siglo.
- Resulta económico realizar programas de reciclaje en Apodaca, aún para algún empresario particular, ya que solamente con los subproductos de la basura doméstica se pueden obtener \$168,809.75 pesos por mes, esto sin incluir los gastos que significa el equipamiento de una planta de separación.
- El costo por eliminar una tonelada de residuos sólidos hace erogar actualmente al municipio \$3.43 pesos/habitante/mes..
- El análisis del sistema de recolección nos indica que la capacidad de 11 camiones, 8 de carga trasera y 3 de carga lateral, es suficiente para brindar un servicio con cobertura del 100%, y con una frecuencia de dos veces por semana, para lo cual sólo se requiere reestructurar las áreas que debe de cubrir cada unidad, estableciendo tiempos estándar y utilizando completa la jornada legal de los equipos y del personal en la recolección.
- Para que la zonificación propuesta funcione, se necesita de la colaboración de todos los generadores, cambiar las prácticas de almacenamiento, y promover el uso de bolsas de plástico desechables. El método de recolección debe ser el de acera. La recolección se debe de realizar en un solo turno: dos viajes/día al sitio de disposición final y eliminar la práctica de segregación de subproductos por parte de la flotilla de recolección. Por último, tomar en cuenta el ahorro en tiempo que significa el uso de la estación de transferencia para algunos sectores de la población.

8.2.- RECOMENDACIONES

Para mejorar los sistemas de aseo en el municipio de Apodaca se aconseja:

- **Priorizar el mejoramiento de los sistemas de aseo urbano;**
- **Eficientar, técnica y financieramente el uso de los equipos existentes, a través de una buena administración;**
- **Aprovechar las experiencias mostradas en este trabajo;**
- **Concientizar a los vecinos acerca de los beneficios de cada una de las alternativas, invitándoselos a participar en la toma de decisiones;**
- **Definir claramente los objetivos y metas de cada una de las alternativas propuestas y referirlas a las condiciones económicas, sociales y culturales de la población a servir.**
- **Aplicar la legislación existente en materia de residuos sólidos municipales e industriales, otorgando a los usuarios la posibilidad de ejercer sus derechos, cumplir con sus obligaciones y responsabilidades;**
- **Elaborar estudios detallados acerca de las ventajas y desventajas para la comunidad de Apodaca, de llevar a la práctica alguna de las alternativas propuestas en este trabajo para mejorar los sistemas de aseo actuales.**

- **Elaborar un programa de concienciación y educación ambiental en el que participen todos los habitantes del municipio, como inicio de la formación de una cultura ecológica que haga consciente al ciudadano de su responsabilidad en el mantenimiento del equilibrio ecológico.**
- **Brindar un servicio de aseo eficiente y digno para todos los habitantes del municipio, aprovechando los recursos disponibles;**
- **Capacitar a los encargados del servicio de aseo público del municipio, para mejorar la eficiencia del servicio y reducir los costos de operación.**



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



9.1.- FUENTES BIBLIOGRÁFICAS

- 1) **AAKER D.A and DAY G.S. (1990).** Investigación de Mercados. Editorial Mc. Graw-Hill, México. Pág. 51-188. y 291-315.
- 2) **CÁRDENAS LEONARDO (1994).** Modelación de campañas de reciclaje para residuos sólidos domésticos. Revista Calidad Ambiental. I.T.E.S.M., México, Volumen 11, Número 2, pp. 10-13.
- 3) **DEFFIS CASO A. (1994).** La basura es la Solución. Editorial Árbol, Primera Edición, México. 277 pág.
- 4) **DEL VAL, ALFONSO (1993).** El libro del reciclaje. Manual para la Recuperación y Aprovechamiento de las basuras. Segunda Edición, Editorial Integral, 256 pág.
- 5) **GÁLVEZ, VON COLLAS. (1980).** Programa regional OPS/EHP/CEPIS de mejoramiento de los servicios de aseo urbano. Manual de instrucción, Ciclo Aseo Urbano, Recolección de desechos sólidos. Taller subregional de desechos sólidos, Santo Domingo, República Dominicana. Tomo I y II.®
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS
- 6) **GOBIERNO DEL ESTADO DE NUEVO LEÓN (1991).** Proyecto piloto para el mejoramiento del área metropolitana de Monterrey; Programa de referencia para el Manejo de Residuos Sólidos en el Área Metropolitana de Monterrey. 125 Pág.
- 7) **GONZÁLEZ, G.G. (1992).**- Estudio de la Problemática de los Desechos Sólidos Domésticos y el Establecimiento de Alternativas de Solución en la Ciudad de Matamoros , Tamaulipas. Tesis de Grado. Instituto de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), Campus Monterrey. 160 Pág.

- 8) **HERNÁNDEZ C.D. (1991).**- Estudio de Caracterización, Diagnóstico del Sistema de Recolección, Transporte y Disposición Final de los Residuos Sólidos Generados en el Municipio de Saltillo, Coahuila, México. Tesis de Grado, Universidad Autónoma de Nuevo León (U.A.N.L.), Facultad de Ingeniería Civil. Monterrey, Nuevo León, México. 115 Pág.
- 9) **MÉXICO, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA (INEGI), (1993).**- Cuaderno Estadístico Municipal. Apodaca, Estado de Nuevo León. Dirección Regional Noreste del INEGI. México.
- 10) **KREINER Y. y LACY T.R. (1991).**- La Incineración de la Basura, Problemática y Normatividad. Universidad Autónoma de México, Departamento del Distrito Federal. 1er. Congreso Nacional de los Residuos Sólidos y Peligrosos. Recurso o Desperdicio. Canacintra, Asociación para el Control de los Residuos Sólidos y Peligrosos A.C.
- 11) **LARA OSORNO C. (1988).** Privatización de Servicios PROTECOL S.A. de C.V. IV Congreso Nacional de Saneamiento Ambiental Gran Reto. Memorias, Sociedad Mexicana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental A.C., Querétaro, Querétaro. Capítulo V.
- 12) **MÉXICO, PROCURADURÍA FEDERAL DE PROTECCIÓN AL AMBIENTE (P.F.P.A.).** Marco Estratégico para el Manejo y Disposición de los Desechos Sólidos Municipales. Delegación Estatal de Chiapas, Gobierno del Estado y Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL). (1993). México, 32 pág.
- 13) **ROCHA RICARDO. (1996).**- Basura el desafío. Programa televisivo Detrás de la Noticia. Abril de 1996. TELEVISA, México.

14) **MÉXICO, SECRETARIA DE DESARROLLO URBANO Y ECOLOGÍA** (1988).- Manejo y Disposición Final de Los Residuos Municipales e Industriales. Programa Nacional de Capacitación Ambiental, México.

15) **MÉXICO, SECRETARIA DE DESARROLLO URBANO Y ECOLOGÍA**. Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación. Normas Oficiales Mexicanas. Residuos sólidos Municipales, Contaminación del suelo.

16) **MÉXICO, SECRETARIA DE SALUBRIDAD Y ASISTENCIA, SUBSECRETARIA DEL MEJORAMIENTO DEL AMBIENTE** (1982).- Manual de Manejo, Tratamiento y Disposición de Desechos Sólidos Municipales, México. 365 Pág.

REGLAMENTOS Y LEYES CONSULTADAS

- ◆ Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos
- ◆ Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
- ◆ Constitución Política del Estado Libre y Soberano del Estado de Nuevo León
- ◆ Ley Orgánica de la Admón Pública Municipal del Estado de Nuevo León.
- ◆ Reglamento de la Administración Pública Municipal de Apodaca, Nuevo León.
- ◆ Reglamento de Limpia del Municipio de Apodaca, Nuevo León.
- ◆ Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Nuevo León.
- Reglamento a la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Nuevo León.



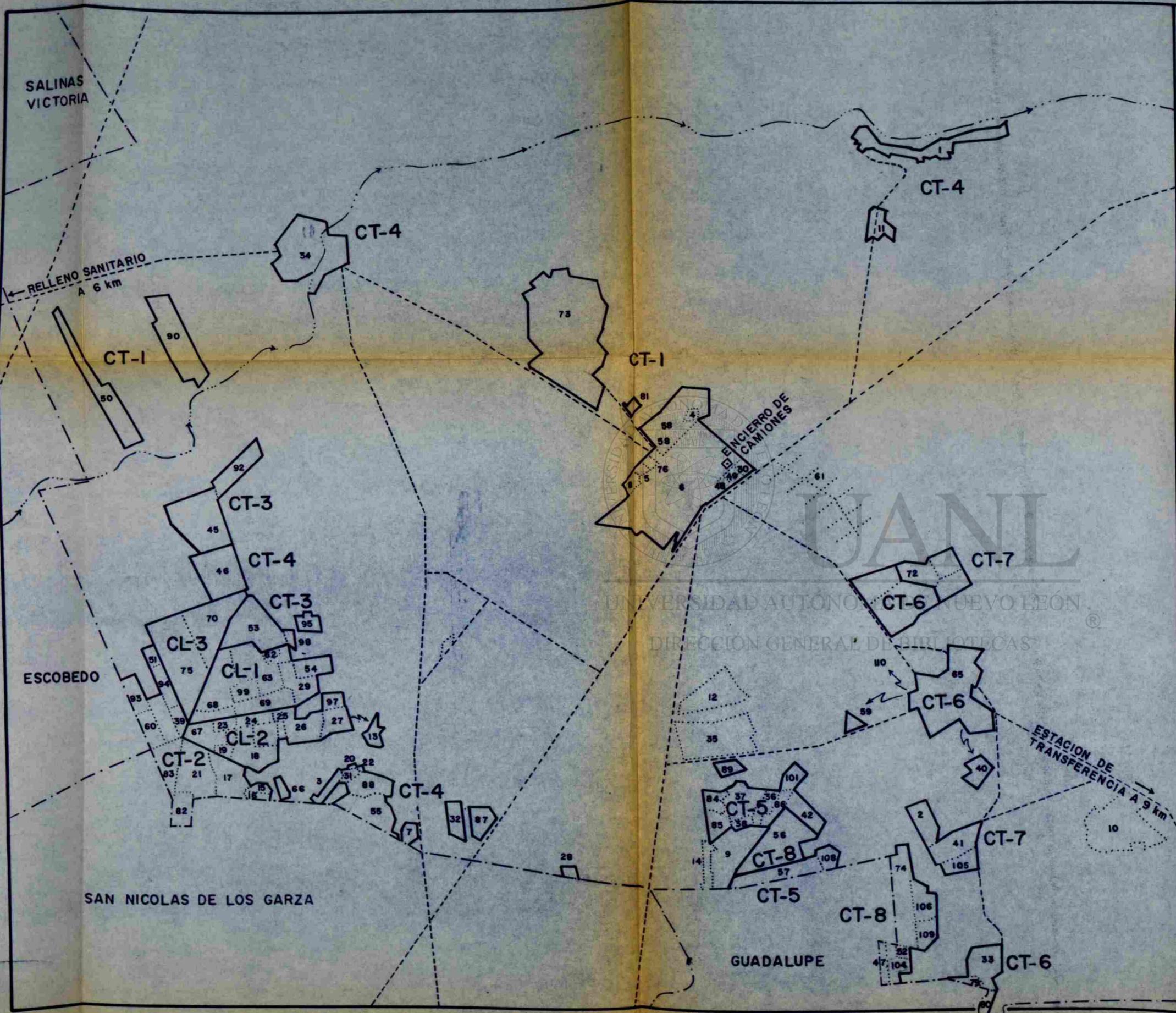
ANEXO 1 y 1A

PLANO DE MACRORRUTEO ACTUAL Y PROPUESTO

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



LEYENDA

- CT-8 RUTA DE RECOLECCION
- CT CARGA TRASERA.
- CL CARGA LATERAL, VOLTEO
- LIMITE DE RUTA
- - - LIMITE MUNICIPAL
- LIMITE DE COLONIA
- CARRETERA PAVIMENTADA
- - - - -> RIO PESQUERIA
- [] COLONIA O FRACCIONAMIENTO



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

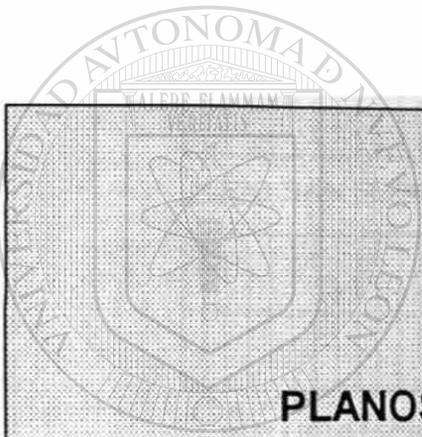
MAESTRIA EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN INGENIERIA AMBIENTAL

RUTAS DE RECOLECCION PROPUESTAS
ANEXO I-A

TESIS DE GRADO	POR: RAFAEL OLIVAS S.	1997	ESCALA 1:40,000
----------------	--------------------------	------	-----------------

LISTADO DE COLONIAS Y FRACCIONAMIENTOS DEL MUNICIPIO DE APODACA, N.L.

- | | | | |
|------|--|-------|---|
| 1.- | Agua Fría | 56.- | Noria Norte |
| 2.- | Alberta Escamilla | 57.- | Noria Sur |
| 3.- | Américas, Las | 58.- | Novapodaca |
| 4.- | Benito Juárez | 59.- | Padilla, Fracc. |
| 5.- | Buróoratas | 60.- | Palmas, Las |
| 6.- | Cabecera | 61.- | Parque Industrial Monterrey |
| 7.- | Cantú | 62.- | Pinos 1 ^{er} Sec, Los |
| 8.- | Casas Reales | 63.- | Pinos 2 ^o Sec, Los |
| 9.- | Campestre, Fracc. | 64.- | Pinos 4 ^o Sec, Los |
| 10.- | Campestre Huinalá | 65.- | Poblado Huinalá |
| 11.- | Cerritos de Agua Fría | 66.- | Praderas de la Enramada |
| 12.- | Coin Internacional | 67.- | Praderas, Las |
| 13.- | Ejido el Mezquital | 68.- | Praderas 2 ^o Sec, Las |
| 14.- | Encarnación, La | 69.- | Praderas 3 ^{er} Sec, Las |
| 15.- | Enramadas 1 ^{er} Sec, Las | 70.- | Prados de la Cieneguita |
| 16.- | Enramadas 2 ^o Sec, Las | 71.- | Presidencia municipal |
| 17.- | Enramadas 3 ^{er} Sec, Las | 72.- | Pueblo Nuevo |
| 18.- | Enramadas 4 ^o Sec, Las | 73.- | Rinconada Colonial |
| 19.- | Enramadas 5 ^o Sec, Las | 74.- | Roberto Espinoza |
| 20.- | Francisco Martínez, Fracc. | 75.- | Robles, Los |
| 21.- | Fomerrey IV | 76.- | Santa Rosa 1 ^{er} Sec. |
| 22.- | Francisco Elizondo | 77.- | Santa Rosa 2 ^o Sec. |
| 23.- | Fresnos 1 ^{er} Sec. | 78.- | San Francisco, Fracc. |
| 24.- | Fresnos 2 ^o Sec. | 79.- | Sebastián Elizondo 1 ^{er} Sec. |
| 25.- | Fresnos 3 ^{er} Sec. | 80.- | Sebastián Elizondo 2 ^o Sec. |
| 26.- | Fresnos 4 ^o Sec. | 81.- | Teresita |
| 27.- | Fresnos 9 ^o Sec. | 82.- | Villa Luz |
| 28.- | Fresnos del Lago | 83.- | Villa Sol |
| 29.- | Fresnos Norte | 84.- | Valle de Huinalá 1 ^{er} Sec. |
| 30.- | Futuro Apodaca | 85.- | Valle de Huinalá 2 ^o Sec. |
| 31.- | García Miréles | 86.- | Valle de Huinalá 3 ^{er} Sec. |
| 32.- | Hacienda del Mezquital | 87.- | Valle del Mezquital |
| 33.- | Hacienda San Miguel | 88.- | Viejo Mezquital |
| 34.- | Hacienda Sta. Rosa | 89.- | Villas de Huinalá |
| 35.- | Industrial el Milagro, Fracc. | 90.- | Cosmópolis |
| 36.- | Independencia 1 ^{er} Sec. | 91.- | Provilleón |
| 37.- | Independencia 2 ^o Sec. | 92.- | San Andrés |
| 38.- | Independencia 3 ^{er} Sec. | 93.- | Las Palmas 2 ^o Sec. |
| 39.- | Jardines de Apodaca | 94.- | Hacienda los Encinos |
| 40.- | Jerónimo Treviño | 95.- | Los Ébanos |
| 41.- | Lomas del Pedregal | 96.- | Fresnos VIII |
| 42.- | Los Álamos, Fracc. | 97.- | Fresnos IX |
| 43.- | Manuel I. Villarreal, Fracc. | 98.- | Paseo de los Pinos |
| 44.- | Miguel Hidalgo | 99.- | Hacienda los Pinos |
| 45.- | Metroplex I | 100.- | Pinos III |
| 46.- | Metroplex II | 101.- | Valle de Huinalá 4 ^o Sec. |
| 47.- | Mixcoac | 102.- | San Miguel, Sec. Golondrinas I |
| 48.- | Moderno Apodaca 1 ^{er} Sec., Fracc. | 103.- | San Miguel, Sec. Golondrinas 2 |
| 49.- | Moderno Apodaca 2 ^o Sec., Fracc. | 104.- | Sector Golondrinas |
| 50.- | Moisés Saenz | 105.- | Valle del Pedregal |
| 51.- | Nueva Democracia | 106.- | Las fincas |
| 52.- | Nueva Mixcoac | 107.- | La Fe |
| 53.- | Nuevo Amanecer 1 ^{er} Sec. | 108.- | Valle de los Álamos |
| 54.- | Nuevo Amanecer 2 ^o Sec. | 109.- | Misión de San Miguel |
| 55.- | Nuevo Mezquital | 110.- | Fracc. San Andrés |



ANEXO 2

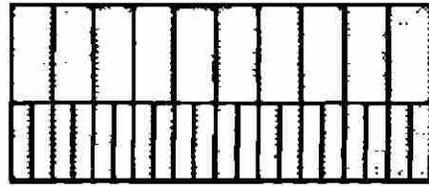
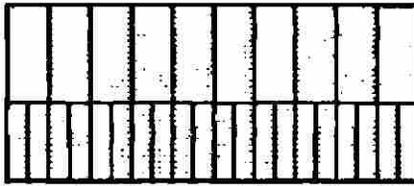
PLANOS DE ZONAS MUESTREADAS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

RÍO PILÓN

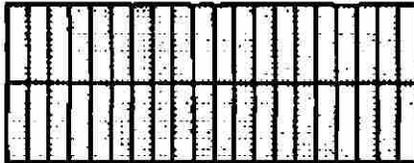


RÍO PAPALOAPAN

R
I
O

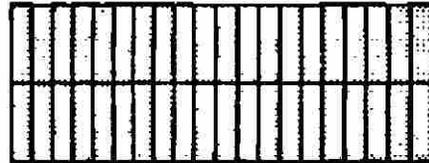
D
E

O
R
O



R
I
O

A
C
O
N
C
A
G
U
A



R
I
O

D
E

L
A

P
A
Z

RÍO COATZACOALCOS



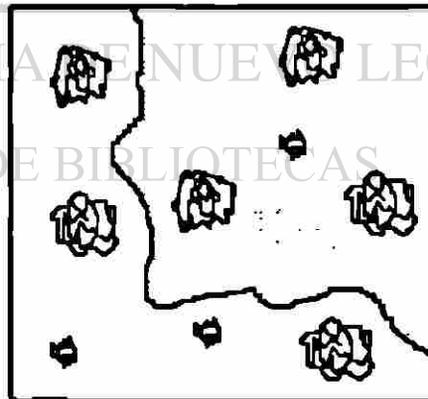
RÍO SAN FERNANDO



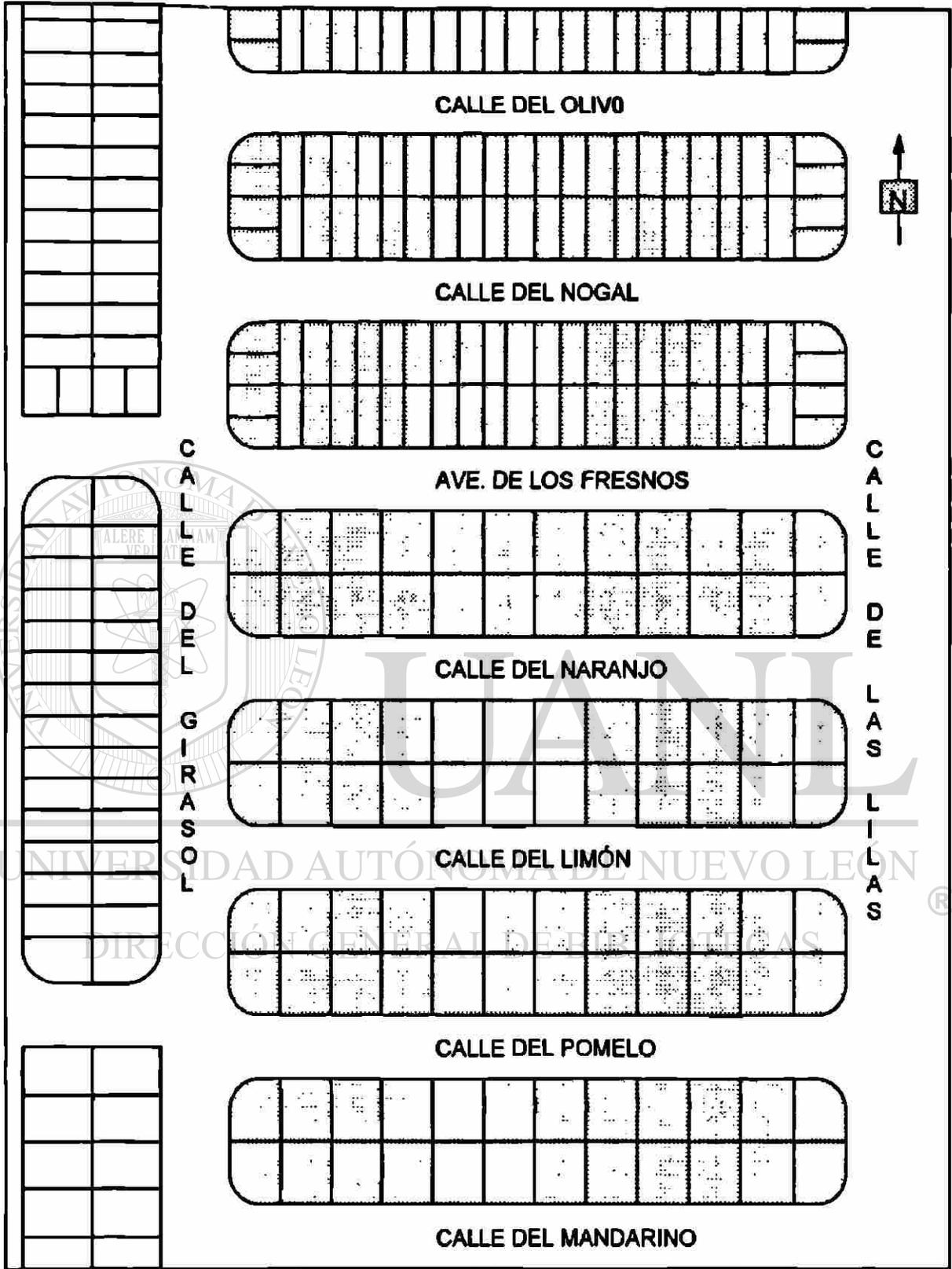
RÍO USUMACINTA



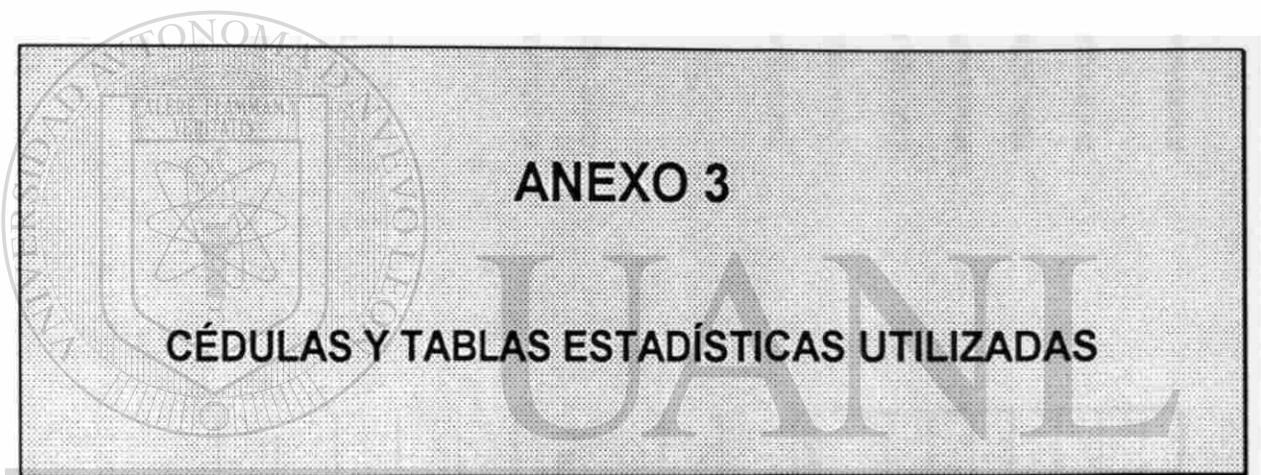
RÍO PASTOZA



ZONA DE MUESTREO
COLONIA PUEBLO NUEVO, V Sector
APODACA, NUEVO LEÓN, MÉXICO
(Sin Escala)



ZONA DE MUESTREO
COLONIA LOS FRESNOS, 1er. Sector
APODACA, NUEVO LEÓN, MÉXICO
(Sin Escala)



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

CEDULA DE INFORME DE CAMPO PARA EL CUARTEO Y DETERMINACION DE PESO VOLUMETRICO "IN SITU" DE LOS RESIDUOS SOLIDOS

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

LOCALIDAD _____ ESTADO _____

No. DE MUESTRA _____ No. ALEATORIO _____

FECHA DEL ANALISIS _____ HORA _____

POBLACION _____ MUNICIPIO _____

ESTRATO SOCIOECONOMICO MUESTREADO _____

CALLE _____ NUM _____ C.P. _____

PROCEDENCIA DE LA MUESTRA _____

COLONIA _____ NIVEL SOCIOECONOMICO _____

CONDICIONES CLIMATOLOGICAS IMPERANTES _____

HABITANTES POR CASA _____ FRECUENCIA DE RECOLECCION _____

TIPO DE RECIPIENTE _____

CUARTEO

QUE HACE CON LA BASURA SI NO PASA EL CAMION? _____

CANTIDAD DE RESIDUOS SOLIDOS PARA EL CUARTEO _____ kg

SU OPINION SOBRE EL SER V. DE RECOL: BUENO _____ MALO _____ REGULAR _____

CANT. DE RES. SOL. PARA SELECCION DE SUBPRODUCTOS _____ kg

NOMBRE DEL ENCUESTADOR _____

INSTITUCION _____

DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO

CAPACIDAD DEL RECIPIENTE _____ m³

TARA DEL RECIPIENTE _____ kg

CAP. DEL RECIPIENTE TOMADA PARA LA DETERMINACION _____ m³

PESO BRUTO (RECIPIENTE + RES. SOL.) _____ kg

PESO NETO DE LOS RES. SOL. (PESO BRUTO - TARA) _____ kg

PESO VOLUMETRICO "IN SITU" DE LOS RES. SOL. _____ kg/m³

RESPONSABLE _____

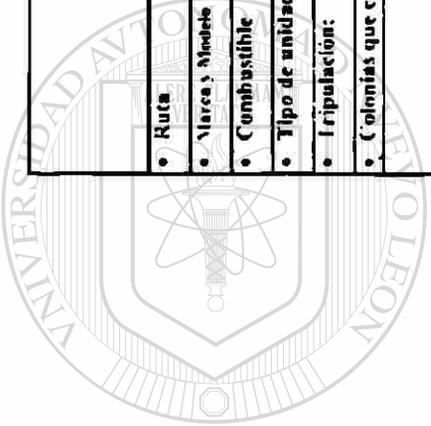
No.	FECHA	DIA	PESO DE LOS RESIDUOS	GENERACION "PER CAPITA" (kg/Hab/Día)	OBSERVACIONES
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					

**HOJA DE REGISTRO DE CAMPO
SELECCION Y CUANTIFICACION DE SUBPRODUCTOS**

LOCALIDAD _____ MUNICIPIO _____
 FECHA _____ HORA DEL ANALISIS _____
 PESO DE LA MUESTRA _____ kg TARA DE LAS BOLSAS _____ kg
 ESTRATO SOCIOECONOMICO _____
 RESPONSABLE DEL ANALISIS _____

No.	SUBPRODUCTOS	PESO EN kg	% EN PESO
1	PAPEL		
2	CARTON		
3	ENVASE DE CARTON ENCERADO		
4	LATA ALUMINIO		
5	LATA FE		
6	PLASTICO RIGIDO		
7	POLIURETANO		
8	POLIESTIRENO EXPANDIDO		
9	RESIDUOS ALIMENTICIOS		
10	RESIDUOS DE JARDINERIA		
11	TRAPO		
12	VIDRIO DE COLOR		
13	VIDRIO TRANSPARENTE		
14	MATERIAL NO FERROSO		
15	MATERIAL FERROSO		
16	MADERA		
17	MATERIAL DE CONSTRUCCION		
18	FIBRAS SINTETICAS		
19	LOZA Y CERAMICA		
20	MATERIAL FINO		
21	OTROS		

CRONOMETRAJE DE RUTA		
Ruta	Numero	
Alcance y Modelo	Frecuencia	
Combustible	Turno (horas)	
Tipo de unidad:		
Tripulacion:		
Companias que cubre:		
Tiempos		Recorrido (km)
Salida del estacionamiento de camiones		
Tiempo de viaje al inicio de ruta		
Tiempo en ruta		
Tiempo de viaje: fin de ruta al relleno sanitario		
Tiempo de descarga en relleno sanitario		
Tiempo de viaje: relleno sanitario al estacionamiento		
Tiempo al estacionamiento		
Peso de los residuos recolectados		
Total de esas servidas		
Total de comercios servidos		
Escuelas servidas		
Recorrido:		
Recoleccion:		
Observaciones		



UANL

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
DIRECCION GENERAL DE BIBLIOTECAS

Tabla A.5 Valores de χ^2

df	Probabilidad de un valor más alto de χ^2												
	.995	.990	.975	.950	.900	.750	.500	.250	.100	.050	.025	.010	.005
1	0.0043	0.0157	0.0482	0.1039	0.1548	0.202	0.255	0.32	0.41	0.50	0.60	0.68	0.78
2	0.0100	0.0201	0.0506	0.1039	0.1548	0.202	0.255	0.32	0.41	0.50	0.60	0.68	0.78
3	0.0717	0.115	0.218	0.352	0.584	0.853	1.21	1.75	2.37	3.00	3.84	4.61	5.41
4	0.207	0.297	0.484	0.711	1.06	1.52	2.07	2.77	3.57	4.47	5.49	6.63	7.78
5	0.412	0.554	0.831	1.16	1.61	2.20	2.97	3.84	4.81	5.99	7.38	8.92	10.5
6	0.678	0.872	1.24	1.64	2.20	2.97	3.84	4.81	5.99	7.38	8.92	10.5	12.2
7	0.989	1.24	1.69	2.17	2.83	3.58	4.45	5.42	6.58	7.88	9.35	11.0	12.8
8	1.34	1.65	2.18	2.73	3.49	4.25	5.12	6.09	7.17	8.45	9.89	11.6	13.4
9	1.73	2.09	2.70	3.33	4.17	4.97	5.84	6.81	7.89	9.16	10.6	12.2	14.0
10	2.16	2.58	3.25	3.94	4.87	5.67	6.54	7.51	8.59	9.86	11.3	12.9	14.7
11	2.60	3.05	3.82	4.57	5.50	6.30	7.17	8.14	9.22	10.5	12.0	13.6	15.4
12	3.07	3.57	4.40	5.23	6.30	7.17	8.14	9.22	10.5	12.0	13.6	15.4	17.2
13	3.57	4.11	5.01	5.80	7.04	8.00	9.07	10.2	11.6	13.1	14.7	16.4	18.1
14	4.07	4.66	5.63	6.57	7.79	8.84	9.99	11.2	12.7	14.3	16.0	17.8	19.6
15	4.60	5.23	6.28	7.28	8.55	9.70	10.9	12.3	13.9	15.6	17.3	19.1	20.9
16	5.14	5.81	6.91	7.96	9.31	10.5	11.8	13.3	15.0	16.8	18.6	20.5	22.2
17	5.70	6.41	7.56	8.67	10.1	11.4	12.8	14.4	16.2	18.1	19.9	21.7	23.6
18	6.26	7.01	8.23	9.39	10.9	12.3	13.7	15.4	17.2	19.1	21.0	22.9	25.0
19	6.84	7.63	8.91	10.1	11.7	13.3	14.6	16.4	18.3	20.1	22.0	23.4	26.4
20	7.43	8.28	9.59	10.9	12.4	14.3	15.5	17.4	19.3	21.3	23.2	24.6	27.9
21	8.03	8.90	10.3	11.6	13.2	14.9	16.3	18.3	20.3	22.4	24.3	25.8	29.3
22	8.64	9.54	11.0	12.3	14.0	15.7	17.2	19.3	21.3	23.4	25.4	26.9	30.8
23	9.26	10.2	11.7	13.1	14.8	16.5	18.1	20.2	22.3	24.4	26.5	27.7	32.2
24	9.89	10.9	12.4	13.8	15.7	17.3	19.0	21.1	23.3	25.4	27.5	28.7	33.7
25	10.5	11.5	13.1	14.6	16.5	18.1	19.9	22.0	24.3	26.4	28.4	29.6	35.2
26	11.2	12.2	13.8	15.4	17.3	19.0	20.8	22.9	25.3	27.4	29.3	30.4	36.8
27	11.8	12.9	14.6	16.2	18.1	20.0	21.7	23.8	26.3	28.4	30.3	31.3	38.4
28	12.5	13.6	15.3	16.9	18.9	20.8	22.7	24.7	27.3	29.3	31.2	32.2	39.9
29	13.1	14.3	16.0	17.7	19.6	21.6	23.6	25.6	28.3	30.2	32.1	33.1	41.5
30	13.8	15.0	16.8	18.5	20.6	22.5	24.5	26.5	29.3	31.1	33.0	34.0	43.0
40	20.7	22.2	24.4	26.5	29.1	33.7	39.3	45.6	51.8	58.9	66.8	74.4	82.9
50	28.0	29.7	32.4	34.8	37.7	42.9	49.3	56.3	63.2	70.8	79.2	87.2	95.9
60	35.5	37.5	40.5	43.2	46.5	52.3	59.3	67.0	74.4	82.3	90.8	98.9	107.6

Fuente: Esta tabla es un extracto de "Table of percentage points of the χ^2 distribution", *Biometrika*, 32: 188-189 (1941), de Catherine M. Thompson. Se publica aquí con la gentil autorización de la autora y del editor de *Biometrika*.

572 BIOESTADÍSTICA: PRINCIPIOS Y PROCEDIMIENTOS

Tabla A.6 Valores de F (continuación)

gl del denominador	Probabilidad de un valor más alto de F	gl del numerador								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
20	.100	2.89	2.50	2.28	2.15	2.06	1.99	1.93	1.89	1.86
	.050	4.18	3.53	2.93	2.70	2.55	2.43	2.35	2.28	2.22
	.025	5.59	4.20	3.61	3.27	3.04	2.88	2.76	2.67	2.59
	.010	7.60	5.42	4.54	4.04	3.73	3.50	3.33	3.20	3.09
	.005	9.23	6.40	5.28	4.66	4.26	3.98	3.77	3.61	3.48
30	.100	2.88	2.49	2.28	2.14	2.05	1.98	1.93	1.88	1.85
	.050	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.35	2.27	2.21
	.025	5.57	4.18	3.59	3.25	3.03	2.87	2.75	2.65	2.57
	.010	7.56	5.39	4.51	4.02	3.70	3.47	3.30	3.17	3.07
	.005	9.18	6.33	5.24	4.62	4.23	3.95	3.74	3.58	3.45
40	.100	2.84	2.44	2.23	2.09	2.00	1.93	1.87	1.83	1.79
	.050	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12
	.025	5.42	4.05	3.46	3.13	2.90	2.74	2.62	2.53	2.45
	.010	7.31	5.18	4.31	3.83	3.51	3.29	3.12	2.99	2.89
	.005	8.83	6.07	4.98	4.37	3.99	3.71	3.51	3.35	3.22
60	.100	2.79	2.39	2.18	2.04	1.95	1.87	1.82	1.77	1.74
	.050	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04
	.025	5.29	3.93	3.34	3.01	2.79	2.63	2.51	2.41	2.33
	.010	7.08	4.98	4.13	3.65	3.34	3.12	2.95	2.82	2.72
	.005	8.49	5.79	4.73	4.14	3.76	3.49	3.29	3.13	3.01
120	.100	2.75	2.35	2.13	1.99	1.90	1.82	1.77	1.72	1.68
	.050	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29	2.17	2.09	2.02	1.96
	.025	5.15	3.80	3.23	2.89	2.67	2.52	2.39	2.30	2.22
	.010	6.83	4.79	3.95	3.48	3.17	2.96	2.79	2.66	2.56
	.005	8.18	5.54	4.50	3.92	3.55	3.28	3.09	2.93	2.81
∞	.100	2.71	2.30	2.08	1.94	1.85	1.77	1.72	1.67	1.63
	.050	3.84	3.00	2.60	2.37	2.21	2.10	2.01	1.94	1.88
	.025	5.02	3.69	3.12	2.79	2.57	2.41	2.29	2.19	2.11
	.010	6.63	4.61	3.78	3.32	3.02	2.80	2.64	2.51	2.41
	.005	7.88	5.30	4.28	3.72	3.35	3.09	2.90	2.74	2.62

Fuente: Una parte de "Tables of percentage points of the inverted beta (F) distribution", *Biometrika*, vol. 33 (1943) por M. Merrington y C. M. Thompson y de la Tabla 18 de *Biometrika Tables for Statisticians*, vol. 1, Cambridge University Press, 1954, editado por E. S. Pearson y H. O. Hartley. Reproducido con permiso de los autores, editores, y de los fideicomisarios de *Biometrika*.

ANEXO 4

**FOLLETOS DE EQUIPOS DE RECOLECCIÓN
RECOMENDADOS Y LISTA DE CENTROS DE
ACOPIO UBICADOS EN APODACA, N.L.**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



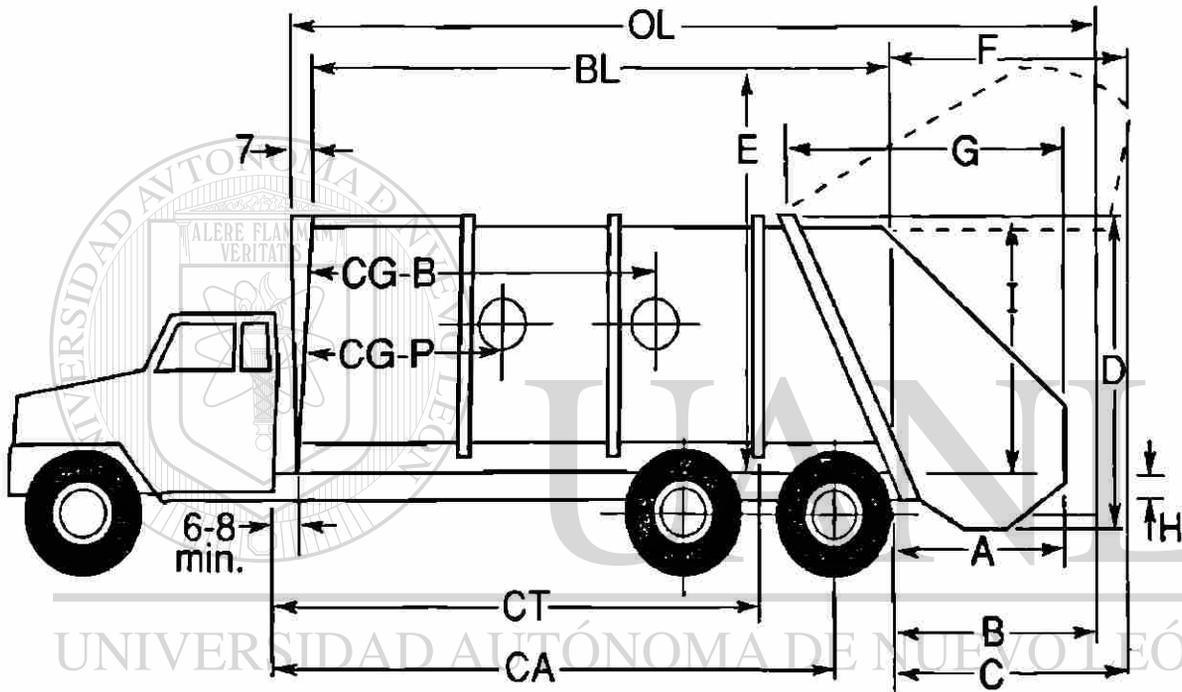
Pak-Mor's performance proven Rear Loader Series. The most consistently designed product family in the refuse equipment industry today.

R300B

Rear Loader

LOAD LINER

PAK-MOR[®]
PAK-MOR[®]
PAK-MOR[®]



Dimensional Specifications

SYMBOL	DESCRIPTION	DIMENSIONS	
		in	mm
A	End of Body to End of Hopper	73	1854
B	End of Body to Rear Edge of Step	77	1956
C	End of Body to Extreme Arc of Tailgate	122	3099
D	Height of Tailgate	116	2946
E	Height of Tailgate—Elevated Position	186	4724
F	End of Body to End of Tailgate—Elevated Position	104	2642
G	Tailgate Length	116	2946
H	Loading Height Below Chassis Frame	5	127
H'	Loading Height Below Chassis Frame—With Optional Large Volume Hopper	1	25
I	Body Height	94	2388
-	Body Width	96	2438

The products illustrated in this flyer are protected by United States and Foreign patents, patents pending and applied for. Illustrations and specifications are not binding as detailed as Pak-Mor reserves the right under the company's product development program to change design or construction details and to furnish equipment when thus altered without reference to illustrations or specifications presented herein, and supersedes all previously published information.

1123 S.E. Military Dr. P.O. Box 14147 San Antonio, Texas 78214
 1-210-923-4317 FAX: 1-210-922-7782
 Pak-Mor Worldwide, Inc. P.O. Box 79 9548 Matzingen, Switzerland
 41-54-53.18.94 FAX: 41-54-53.14.27

PAK-MOR[®]
PAK-MOR[®]
PAK-MOR[®]
 DOING A BETTER JOB THROUGH BETTER DESIGN



UNIVERSAL

CARGADOR FRONTAL MODELO: CF



- ◆ **Minimo
Mantenimiento**

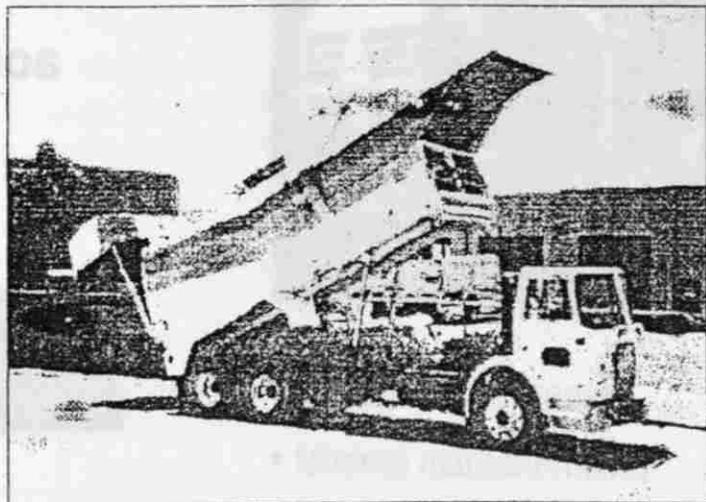
- ◆ **Simplicidad de
Manejo**

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEÓN

®

- ◆ **Compactacion
al Máximo**

- ◆ **Mayor
Capacidad de
Carga**



RECOLECTORES ECOLOGICOS

UNIVERSAL

POR UN MEXICO MAS LIMPIO



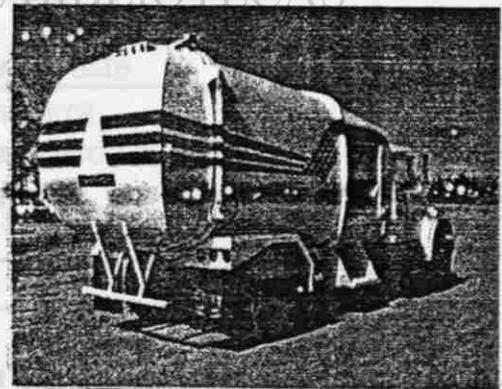
- **CARGADORES FRONTALES**
- **CARGADORES TRASEROS**
- **CARGADORES LATERALES**
- **SISTEMAS ROLL-OFF**
- **CONTENEDORES**
- **TANQUES PARA RESIDUOS**
- **MONTACARGAS**

• **CARGADORES TRASEROS.**



- Sistema Hidráulico de fácil manejo.
- Hoja de expulsión de alto diseño tecnológico.
- Estructura liviana para mayor capacidad de carga.
- Forma cónica para mayor compactación.

• **CARGADORES LATERALES.**



- Versátil y fácil manejo.
- Mínimo mantenimiento.
- Innovadora estructura cónica.

COMPRA VENTA PUEBLO NUEVO			
Carretera a Huinalá, entre Río Nogales y Río Santiaguillo No. 307			
Fierro	0.80 pesos	Chatarra	0.70 pesos
Aluminio	9.00 pesos	Periódico	0.50 pesos
Cartón	0.30 pesos	Papel	0.50 pesos
Vidrio	0.10 pesos		

COMPRA VENTA DE METALES			
Calle Monterrey entre Ocotlán y Tecatitlán, Col. Noria Norte			
Fierro	0.70 pesos	Chatarra	0.70 pesos
Aluminio	7.00 pesos	Periódico	0.50 pesos
Cartón	0.30 pesos	Papel	0.50 pesos
Vidrio	0.10 pesos		

COMPRA VENTA AV. MÉXICO			
Avenida México, No. 114, col. Noria Norte			
Fierro	0.70 pesos	Chatarra	0.65 pesos
Bote de Aluminio	7.00 pesos	Periódico	0.40 pesos
Cartón	0.40 pesos	Papel	0.50 pesos
Vidrio	0.12 pesos	Vidrio café	0.05 pesos

COMPRA VENTA LOS ROBLES			
Avenida Costa de Marfil No. 134, Col. Los Robles			
Fierro	0.60 pesos	Chatarra	0.75 pesos
Aluminio	8.00 pesos	Periódico	0.50 pesos
Cartón	0.35 pesos	Papel	0.10 pesos
Vidrio	0.15 pesos		

COMPRA VENTA SANTA ROSA			
Carretera Santa Rosa-Cosmópolis, salida norte-oeste			
Fierro	0.75 pesos	Chatarra	0.30 pesos
Aluminio	7.00 pesos	Periódico	0.50 pesos
Cartón	0.40 pesos	Papel	0.30 pesos
Vidrio	0.10 pesos		

COMPRA VENTA HUINALÁ			
Carretera Huinalá-San Miguel, a 200 m de la entrada principal			
Fierro	0.60 pesos	Chatarra	0.70 pesos
Aluminio	8.00 pesos	Periódico	0.50 pesos
Cartón	0.30 pesos	Papel	0.40 pesos
Vidrio	0.10 pesos		

MATERIALES RECICLABLES DEL NORTE

Soriana Los Fresnos, Programa Recicla y Gana, intercambia subproductos por vales del mismo Autoservicio.

Aluminio	7.00 pesos	Periódico	0.40 pesos
Cartón	0.30 pesos	Papel	0.40 pesos
Vidrio	0.10 pesos	Plástico	0.50 pesos

CENTROS DE ACOPIO MAYORES

LAVADORA HUINALÁ. Sr. Carlos Rodríguez

Carretera a Huinalá kilometro 1.5, Tel. 3-86-29-15

Compran vidrio claro, transparente quemado, verde y ámbar, distintos precios dependiendo si se lleva al lugar, o pasan a recogerlo dependiendo de la cantidad mínimo 6 toneladas. El vidrio puede venir sucio, fracturado o molido siempre y cuando este separado por color.

PROMAP. Jesús S. Rodríguez Martínez.

Antiguo camino al Milagro No. 115, Huinalá Apodaca N.L., Tel. 3-74-32-72

Precios pendientes, ellos viene por el material, Compran los tres tipos de vidrio, no compran botellas de coca cola, puede venir roto o fracturado.



ANEXO 5

CUESTIONARIO UTILIZADO EN EL SONDEO DE OPINIÓN

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

7B.- ¿CADA CUANTO APORTA?

DIARIAMENTE _____

UNA VEZ POR SEMANA _____

CADA 15 DÍAS _____

DOS VECES POR SEMANA _____

OTROS _____

8.- ¿QUÉ PROPONE PARA MEJORAR EL SERVICIO DE RECOLECCIÓN?

9.- CONOCE LOS PROBLEMAS QUE OCASIONA EL MANEJO INADECUADO DE LA BASURA?

SI _____

NO _____

9A.- ¿CUÁLES CONOCE?

MAL ASPECTO _____

ENFERMEDADES _____

CONTAMINACIÓN _____

PROLIFERACIÓN DE ANIMALES _____

OTROS _____

10.- ¿SABE USTED DONDE SE DISPONE LA BASURA QUE SE RECOGE EN SU HOGAR?

SI _____

NO _____

TIENE IDEA _____

11.- ¿SABE USTED LO QUE ES UN RELLENO SANITARIO?

SI _____

NO _____

TIENE IDEA _____

12.- ¿CONOCE EN QUE CONSISTE EL RECICLAJE DE LA BASURA?

SI _____

NO _____

TIENE IDEA _____

13.- ¿CONOCE ALGÚN PRODUCTO QUE ACTUALMENTE SEA COMPRADO EN SU LOCALIDAD?

SI _____

NO _____

13A.- PARA LAS PERSONAS QUE RESPONDIERON QUE SI ¿CUÁLES?

PAPEL _____

CARTÓN _____

VIDRIO _____

ALUMINIO _____

FIERRO _____

OTROS _____

13B.- ¿DONDE LOS COMPRAN?

EN NEGOCIOS EN SU COLONIA _____

PASAN COMPRÁNDOLOS _____

NO SABE _____

OTROS _____

14.- ¿VENDE ALGO DE LOS SUBPRODUCTOS QUE GENERA EN SU HOGAR?

SI _____

NO _____

14A.- QUE VENDEN?

ALUMINIO _____ PAPEL _____ CARTÓN _____ FIERRO _____
OTROS _____

15.- ¿QUE SUBPRODUCTOS DE LA BASURA LE SERÍA MÁS FÁCIL SEPARAR Y ALMACENAR PARA DESPUÉS VENDERLOS?

PLÁSTICOS _____ METALES _____ CARTÓN Y PAPEL _____
RESIDUOS DE ALIMENTOS _____ VIDRIO _____
OTROS _____

16.- ¿ESTARÍA USTED DISPUESTO A LIMPIAR EL VIDRIO, PLÁSTICOS Y LATAS, PARA DESPUÉS VENDERLOS? SI _____ NO _____

16A.- PARA LOS QUE RESPONDIERON QUE NO ¿PORQUÉ?

NO TIENE TIEMPO _____ NO TIENE NECESIDAD _____
NO LE INTERESA _____ NO HAY BENEFICIO _____
OTRO _____

16B.- PARA LOS QUE RESPONDIERON QUE SI
¿ESTARÍA DISPUESTO A LLEVAR LOS SUBPRODUCTOS A LUGARES ESPECÍFICOS?

SI _____ NO _____

17.- ¿CUÁL CONSIDERA EL MEJOR LUGAR PARA ENTREGAR LOS SUBPRODUCTOS?

EN ESCUELAS _____ RECOLECCIÓN A DOMICILIO _____
EN ESTACIONAMIENTO DE CENTROS COMERCIALES _____
OTRO _____

18.- ¿A CAMBIO DE QUE LOS ENTREGARÍA?

DINERO _____ COSAS ÚTILES _____
NADA _____ OTRO _____

RESUMEN AUTOBIOGRÁFICO

Rafael Olivas Silva

**Candidato para el Grado de Maestro en Ciencias
con Especialidad en Ingeniería Ambiental**

Tesis: "Manejo, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos generados en Apodaca, Nuevo León, México."

Campo de Estudio: Ciencias Ambientales

Biografía:

Datos Personales: Nacido en Cananea, Sonora el 27 de Junio de 1964, hijo de Rafael Olivas Lucero y Manuela Silva de Olivas.

Educación:

Egresado de la Universidad de Sonora; grado obtenido: Geólogo en 1989.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Experiencia Profesional: Geólogo de Exploración desde 1989, con desarrollo en el campo de la Geología Económica, con compañías nacionales y extranjeras, experiencia en mapeo a detalle y semidetalle en superficie y obra subterránea, muestreo, barrenación, cálculo de reservas, geoestadística e hidrología, entre otros.

Estudiante de tiempo completo en la Maestría en Ciencias con especialidad en Ingeniería Ambiental, contando con una beca proporcionada por parte de CONACYT, de febrero de 1994 a julio de 1996.

