

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.

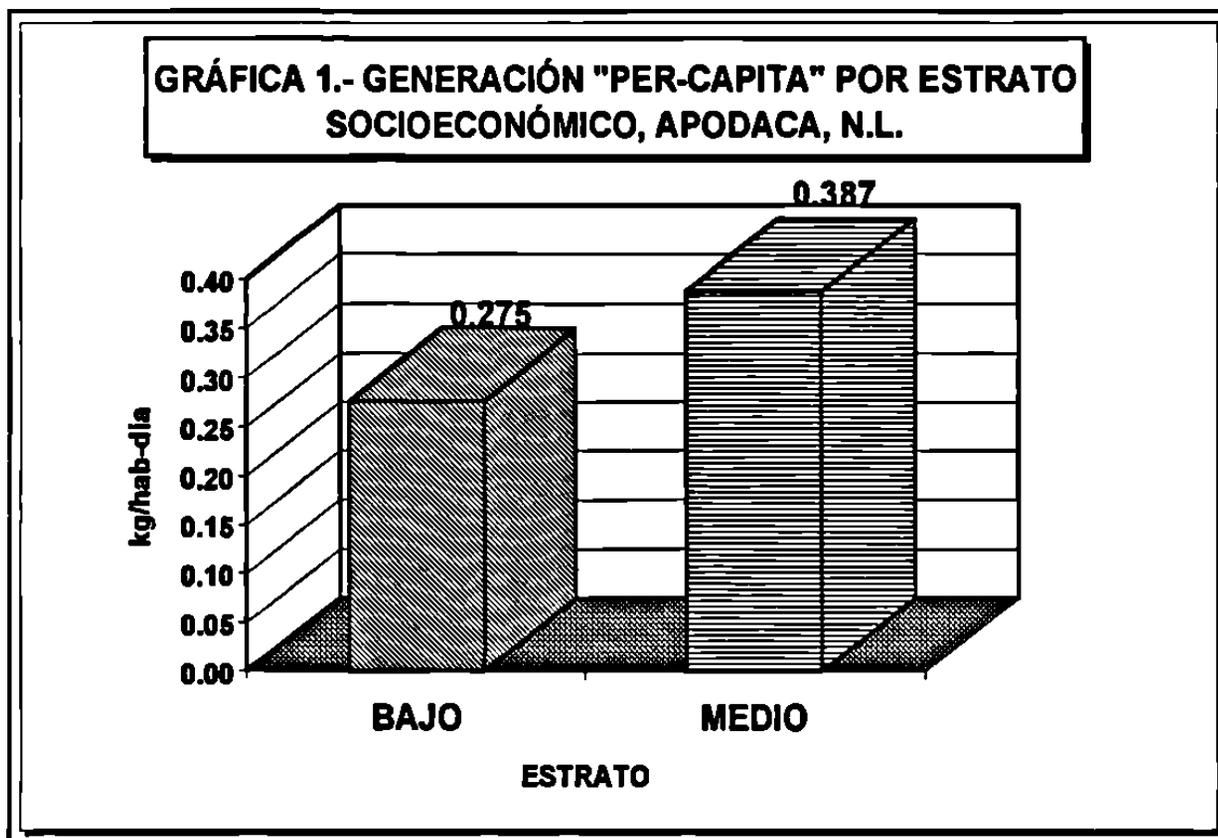
Utilizando un paquete computacional, se procedió a obtener la media de la generación diaria y la desviación estándar para cada una de las series de datos.

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.

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	$\frac{(F_o - F_e)^2}{F_e}$
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

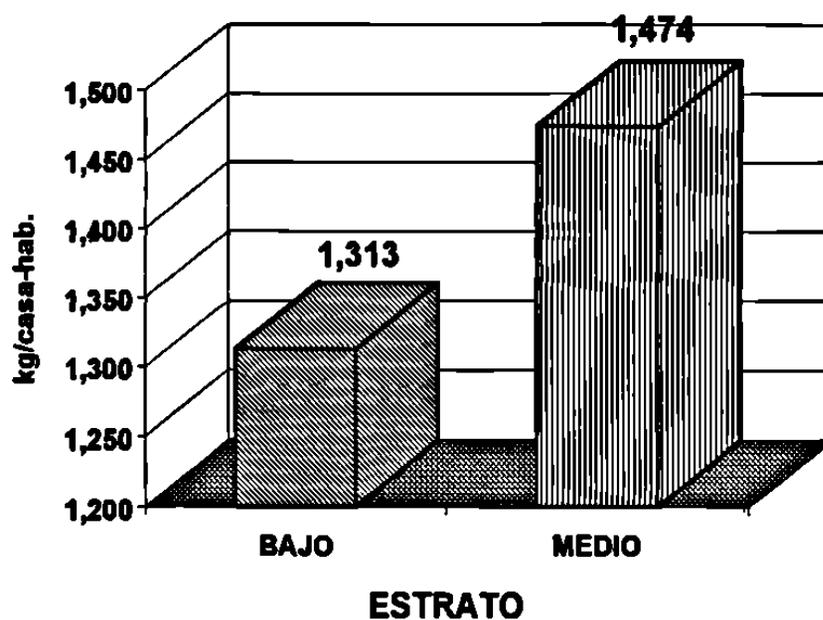


TABLA 3.- Independencia de la generación promedio de los residuos sólidos con los días de la semana y por estrato socioeconómico, en kg/casa-habitación.

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.

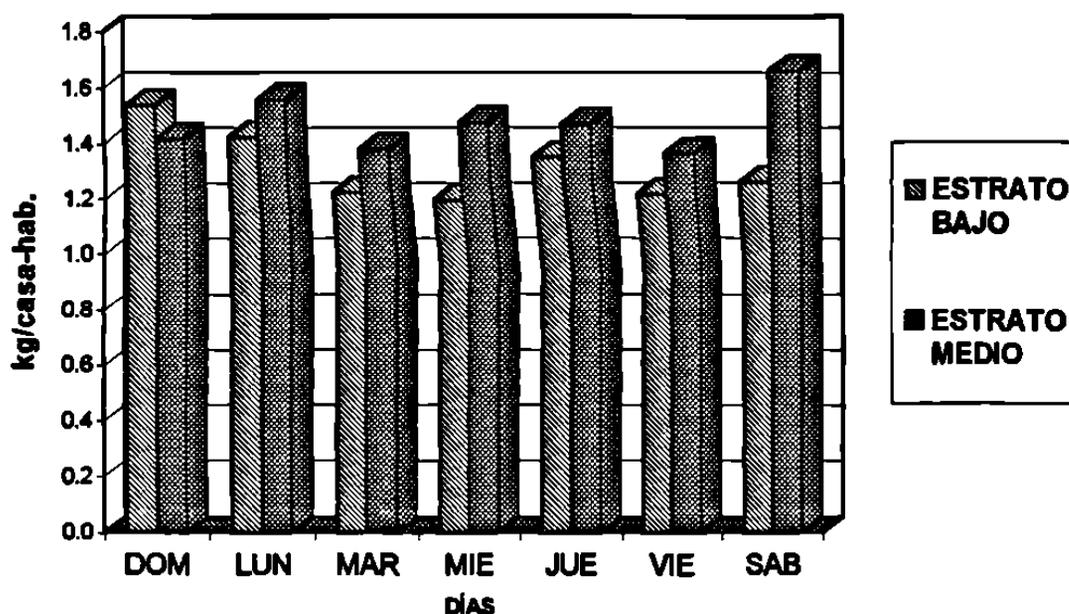


TABLA 4.- Generación promedio de residuos sólidos por casa-habitación/día, colonia Pueblo Nuevo, 5o. sector, en Apodaca, N.L.

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.

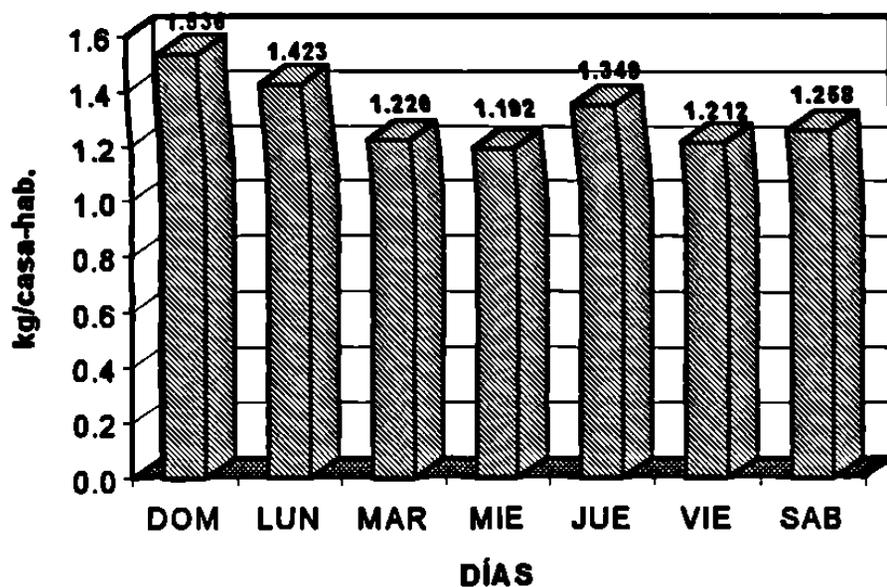
DÍA	GENERACIÓN OBSERVADA	GENERACIÓN ESPERADA	$\frac{(F_o - F_e)^2}{F_e}$
Domingo	1.418	1.474	0.0021275
Lunes	1.557	1.474	0.0046736
Martes	1.378	1.474	0.0062523
Miércoles	1.475	1.474	0.0000006
Jueves	1.468	1.474	0.0000244
Viernes	1.363	1.474	0.0083588
Sábado	1.660	1.474	0.0234708
			$X^2 = 0.044908$

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.

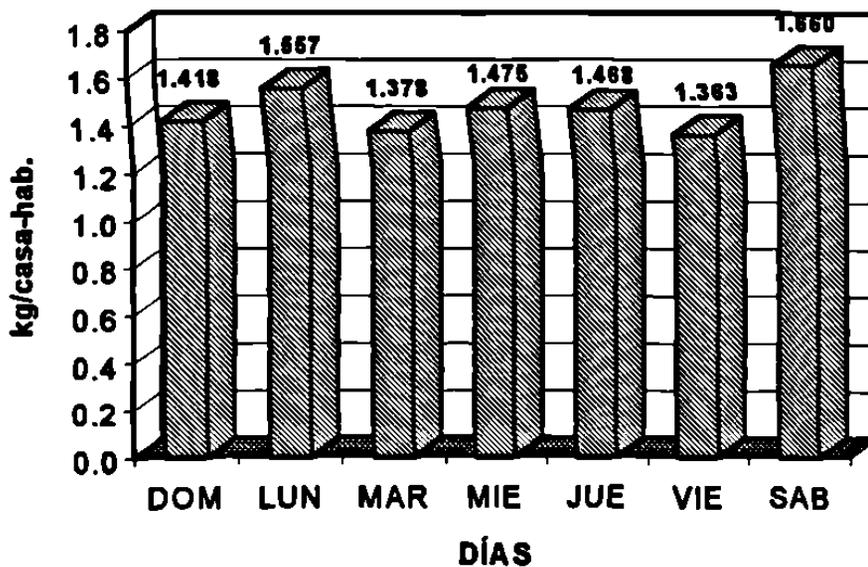
Analizando la tabla de la X^2 para un nivel de significancia de 1% y seis grados de libertad, el valor obtenido es 0.676 y el total de la X^2 para esta colonia es de 0.0449 valor inferior al índice; por lo cual, se acepta la hipótesis nula.

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

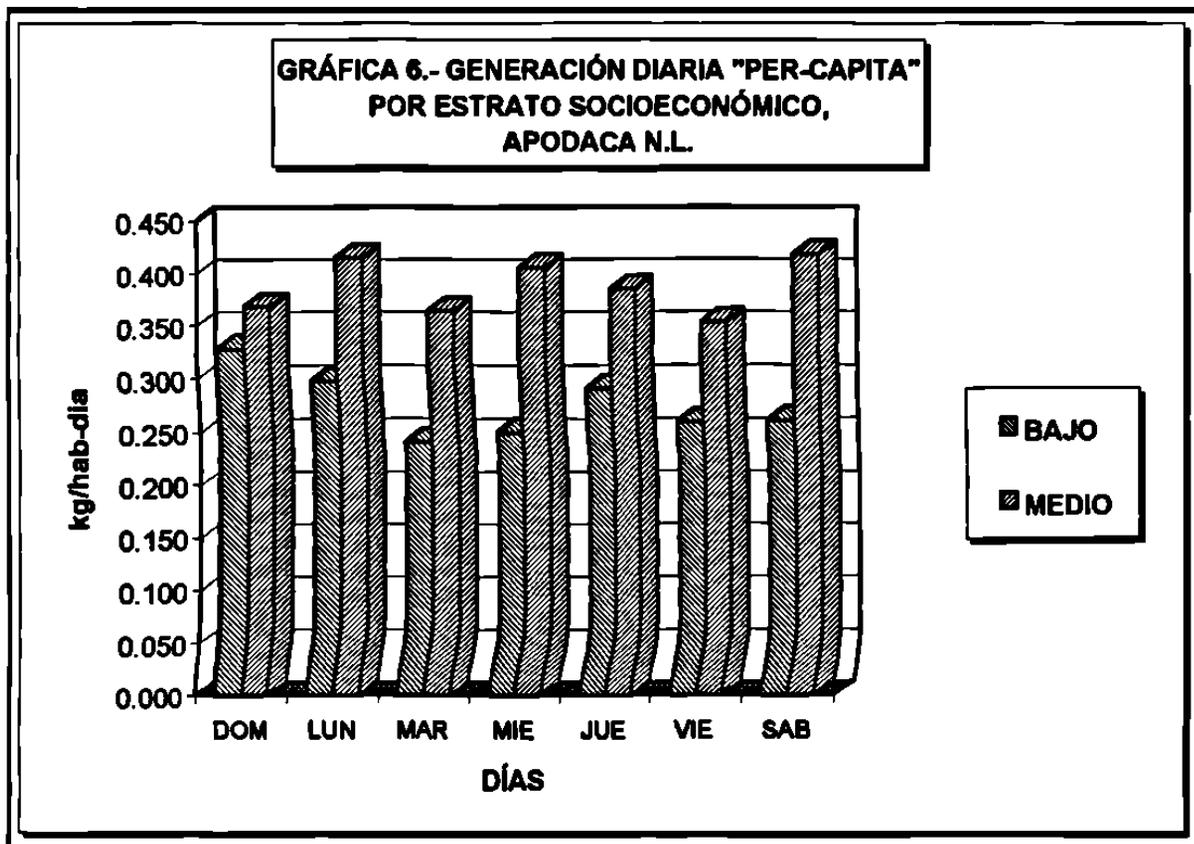


TABLA 7.- Generación "per-cápita" de residuos sólidos en kg./habitante-día, en la Colonia Pueblo Nuevo, 5o. sector, en Apodaca, N.L.

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
			$X^2 = 0.02109$

HIPÓTESIS NULA (H_o): 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 0.021, 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.

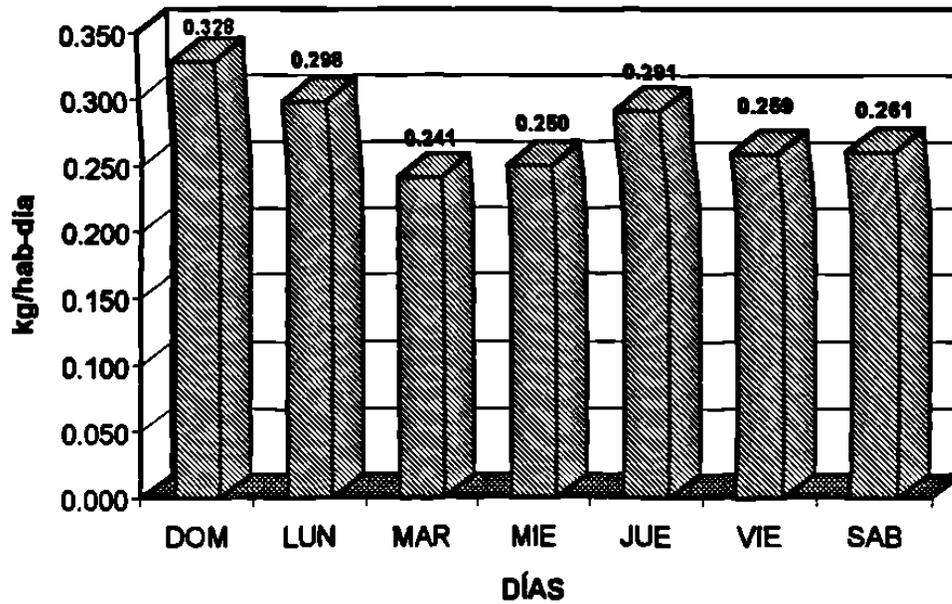
DÍA	GENERACIÓN OBSERVADA	GENERACIÓN ESPERADA	$\frac{(F_o - F_e)^2}{F_e}$
Domingo	0.368	0.387	0.0009498
Lunes	0.415	0.387	0.0020859
Martes	0.364	0.387	0.0014125
Miércoles	0.406	0.387	0.0009737
Jueves	0.385	0.387	0.0000076
Viernes	0.353	0.387	0.0030008
Sábado	0.418	0.387	0.0024078
			$X^2 = 0.01083$

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.

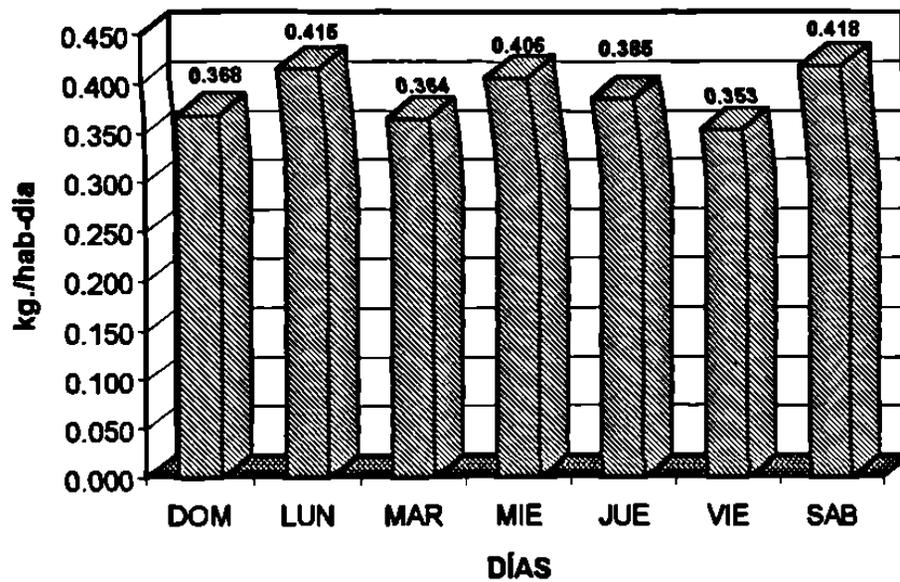
Analizando la tabla de la X^2 para un nivel de significancia de 0.05% y 6 grados de libertad, el valor obtenido es 0.676 y el total de la X^2 para esta colonia es de 0.011, valor inferior al índice, por lo cual se acepta la hipótesis nula.

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

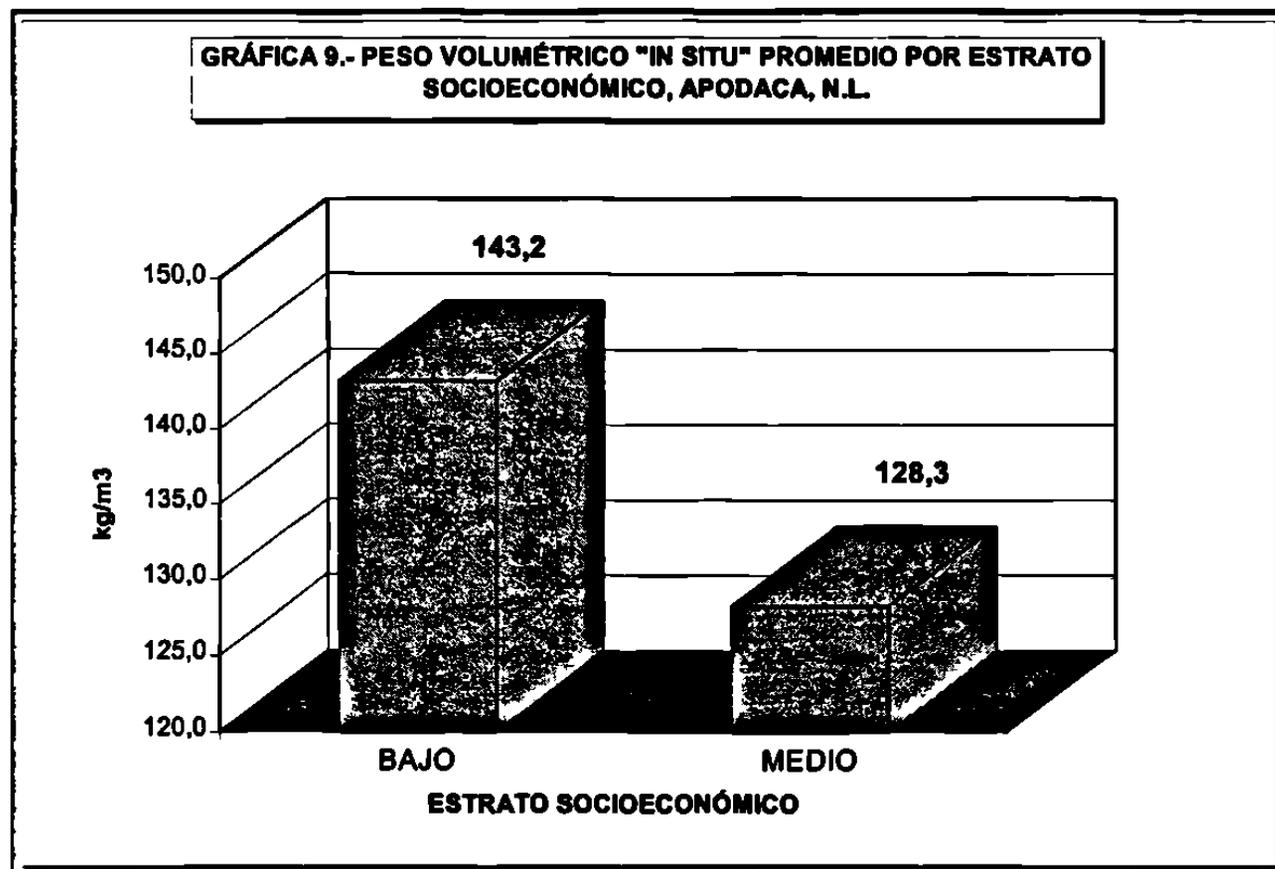


Tabla 10.- Pesos volumétricos en kg/m^3 de residuos sólidos por día. En la Colonia Pueblo Nuevo, 5o. sector, Apodaca, N.L.

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

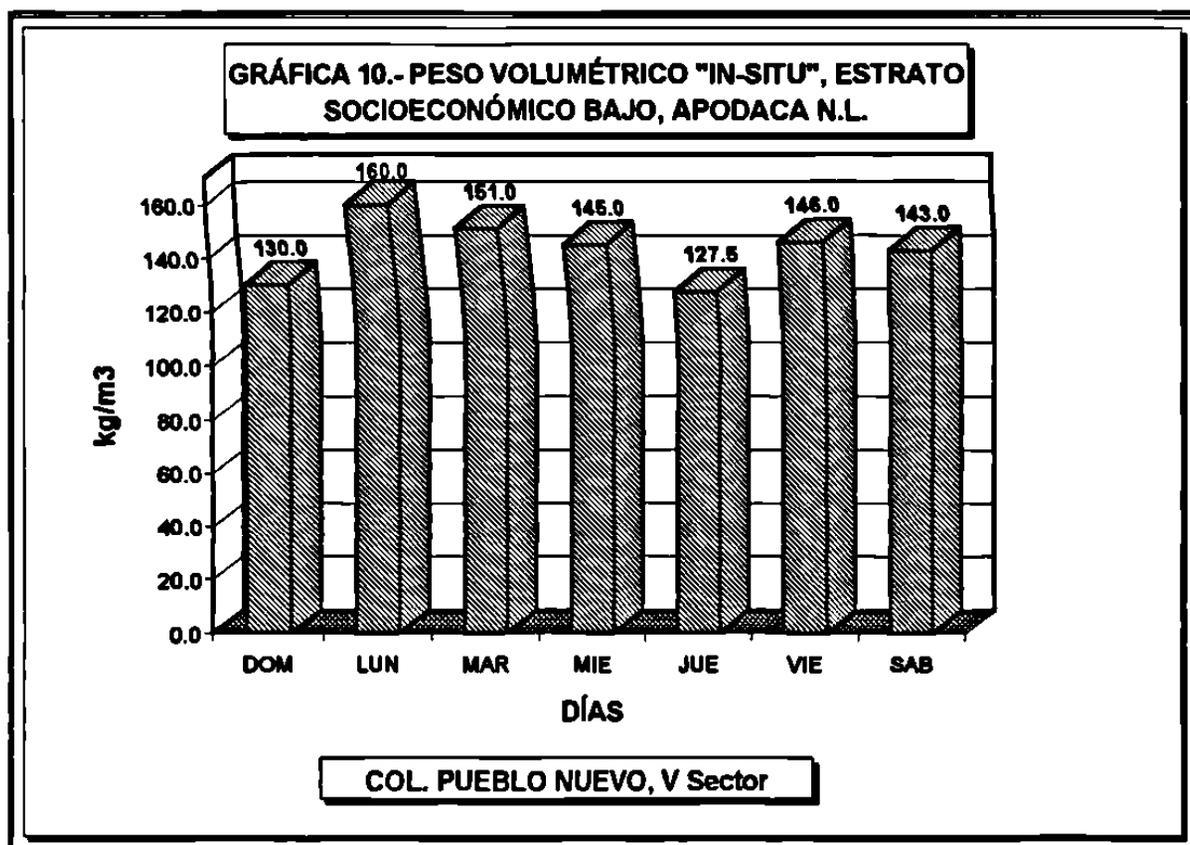
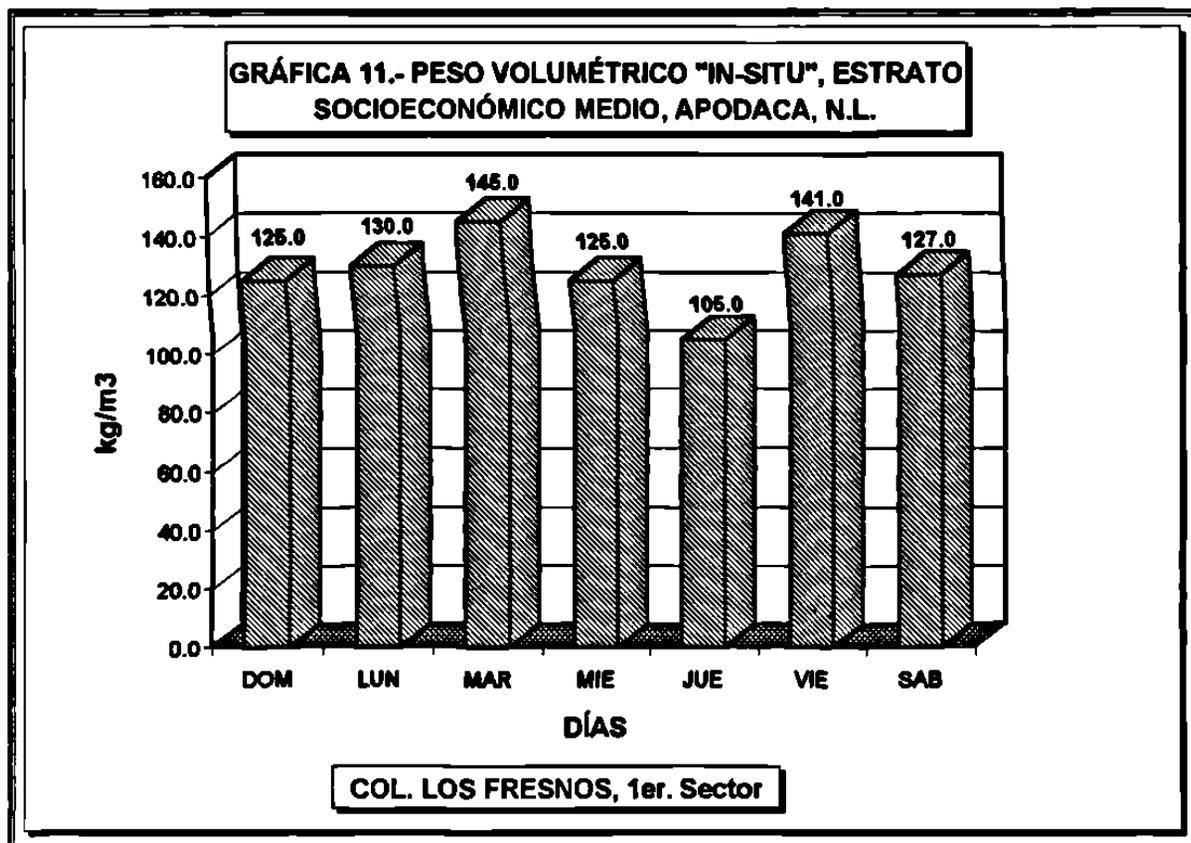


Tabla 11. Pesos volumétricos en kg/m^3 de residuos sólidos por día. En la Colonia Los Fresnos 1er. sector. Apodaca, N.L.

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.

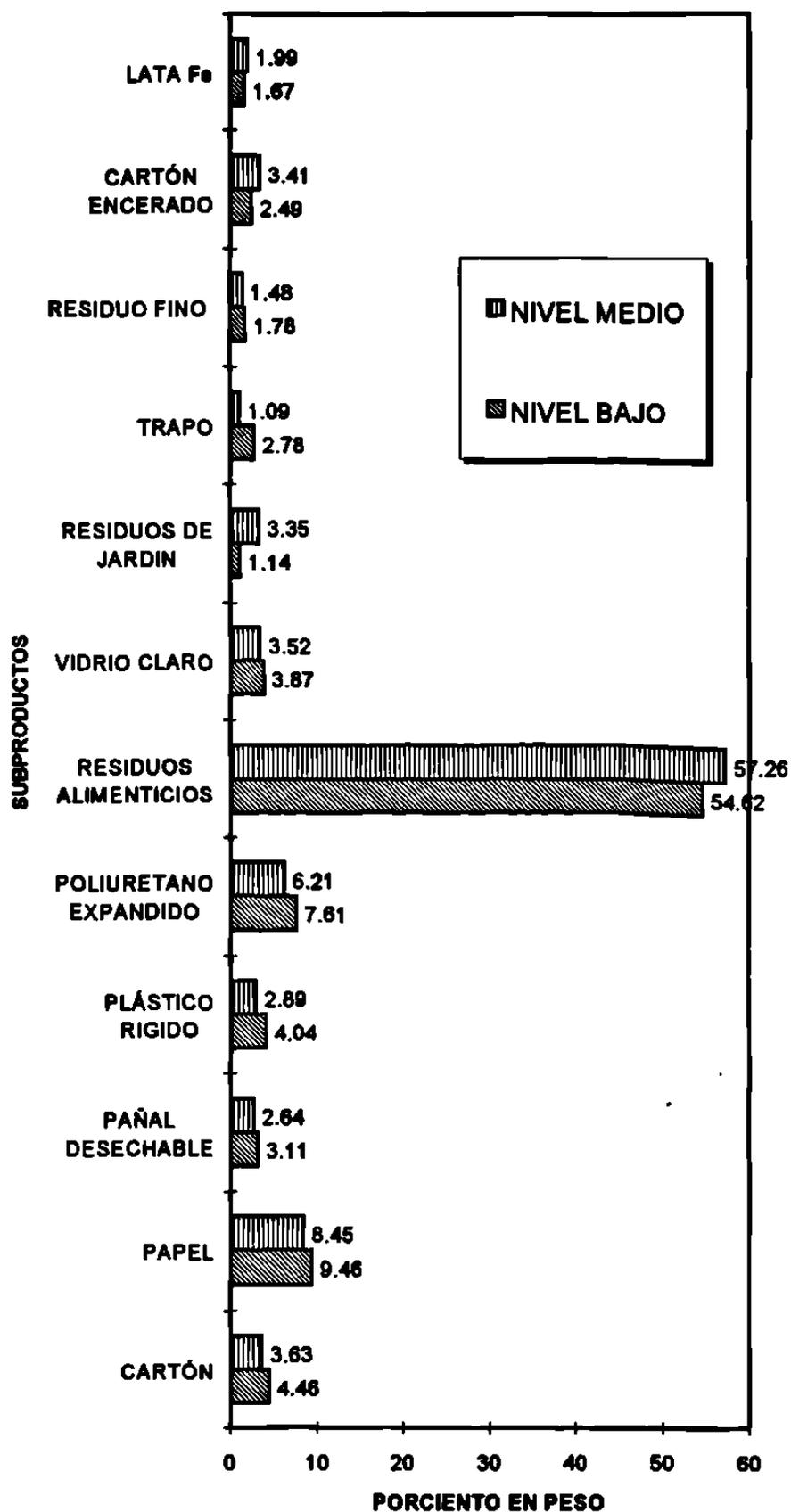
Con la colaboración del personal del Departamento de limpia del municipio de Apodaca, se realizó la selección manual de todos los subproductos, para cada estrato socioeconómico, cuyos valores diarios fueron capturados en las cédulas de campo correspondientes (Anexo 3).

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:

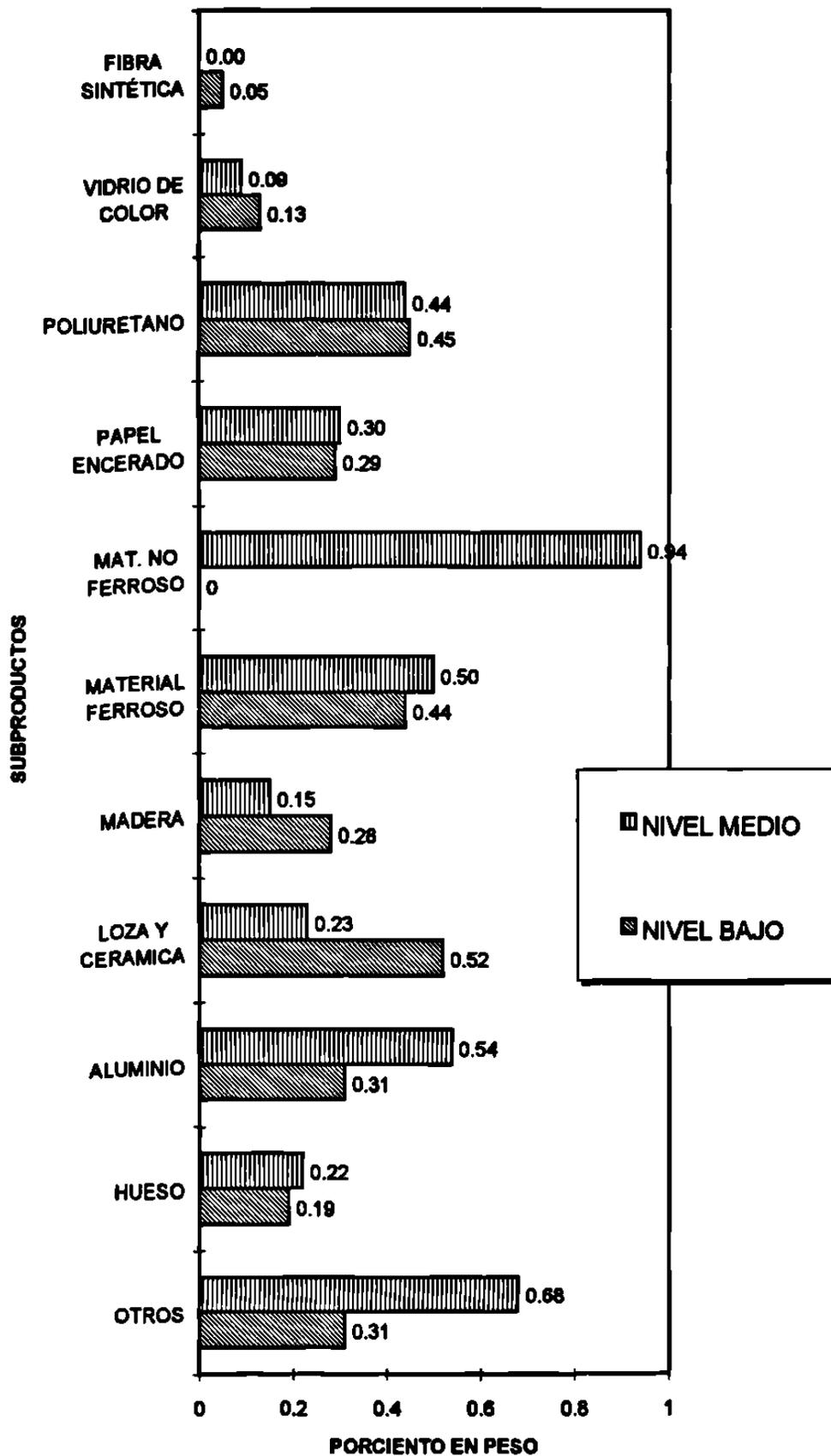
TABLA 12.- Independencia de los valores promedio de generación de subproductos por nivel socioeconómico en porcentaje.

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:

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, Copémico, Braille, De la esperanza, Del triunfo pte., Litz, 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	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: 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	
<p>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.</p>			
<p>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.</p>			
<p>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.</p>			

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

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

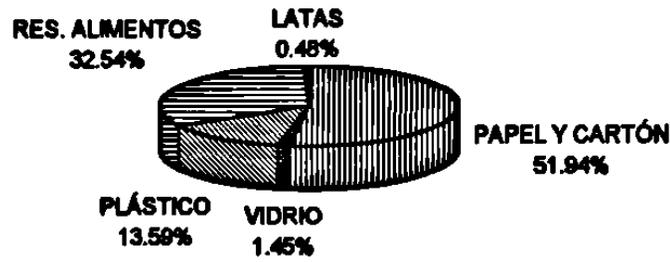
OCUPACIÓN DE LOS ENCUESTADOS

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

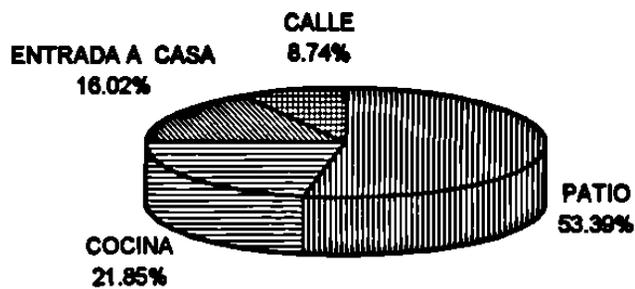
RESULTADOS DE LA ENCUESTA

Los resultados del sondeo de opinión se muestran a continuación:

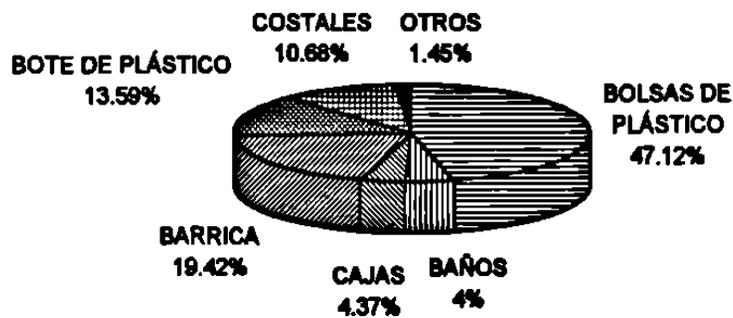
1.- ¿QUE TIPO DE BASURA ES LA QUE MÁS SE GENERA EN SU HOGAR?



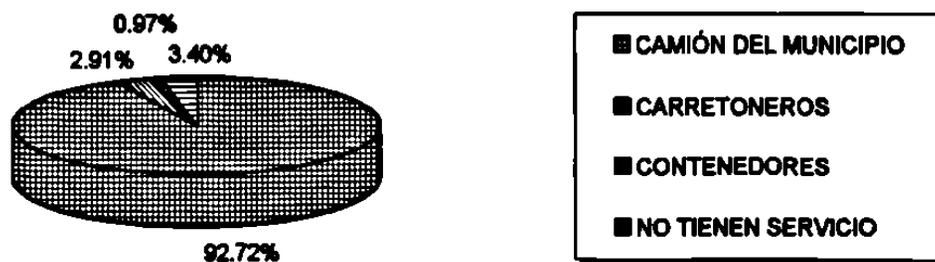
2.- ¿DÓNDE ALMACENA SU BASURA?



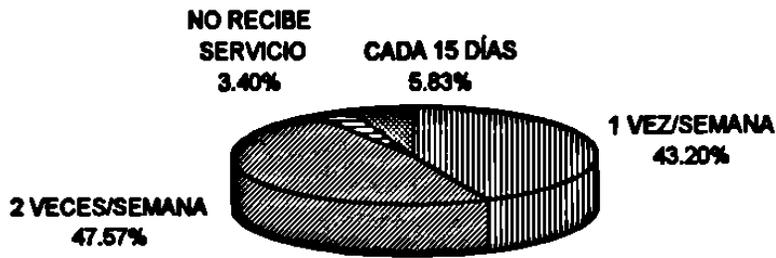
3.- ¿EN QUÉ ALMACENA SU BASURA?



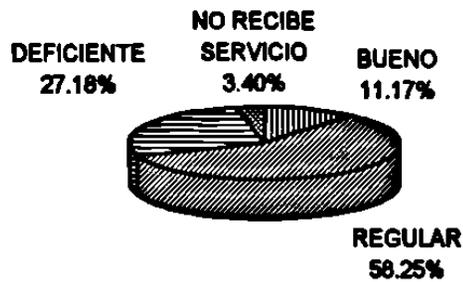
4.- ¿QUIÉN RECOGE LA BASURA GENERADA EN SU HOGAR?



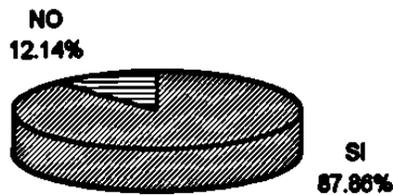
5.- ¿CADA CUANTO PASAN A RECOGER LA BASURA?



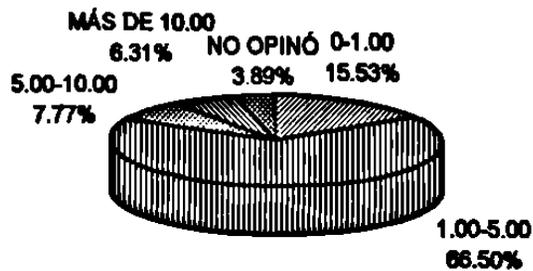
6.- ¿CÓMO CONSIDERA EL SERVICIO DE RECOLECCIÓN?



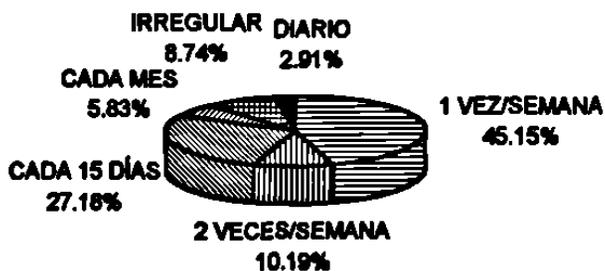
7.- ¿HACE ALGUNA APORTACIÓN POR EL SERVICIO DE RECOLECCIÓN?



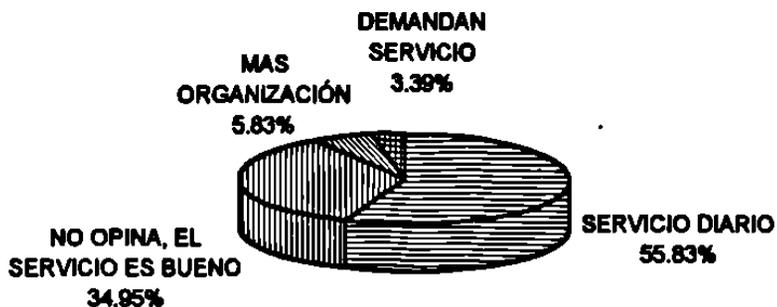
7A.- ¿CUÁNTO APORTA?



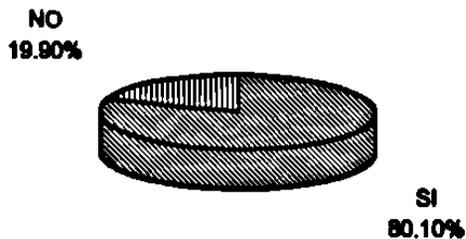
7B.- ¿CADA CUANTO APORTA?



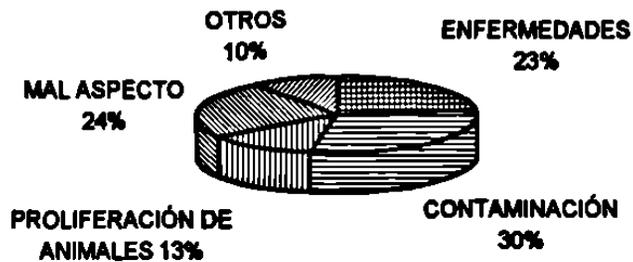
8.- ¿QUÉ PROPONE PARA MEJORAR EL SERVICIO DE RECOLECCIÓN?



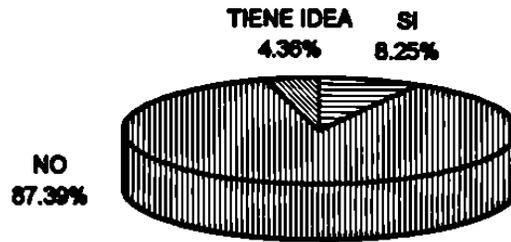
9.- ¿CONOCE LOS PROBLEMAS QUE OCASIONA EL MANEJO INADECUADO DE LA BASURA?



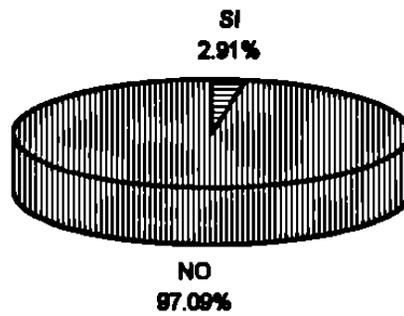
9A.- ¿CUÁLES CONOCE?



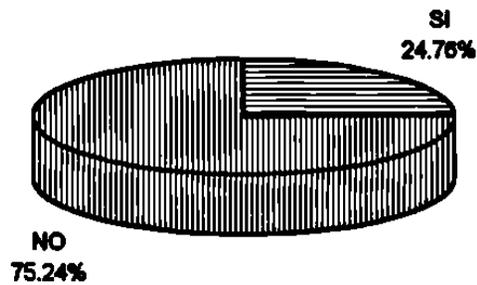
10.- ¿SABE USTED DONDE SE DISPONE LA BASURA QUE SE RECOGE EN SU HOGAR?



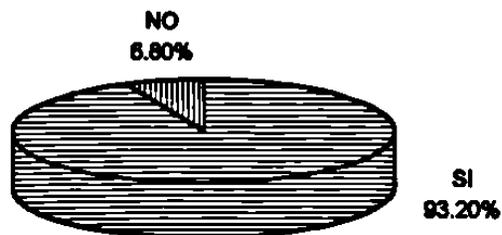
11.- ¿SABE USTED LO QUE ES UN RELLENO SANITARIO?



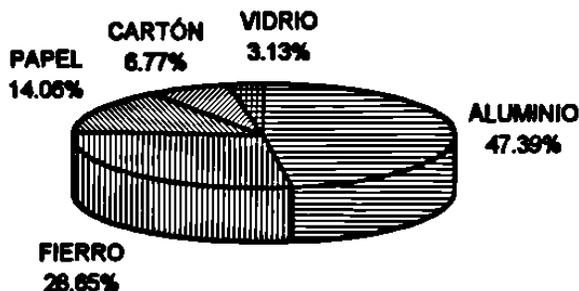
12.- ¿CONOCE EN QUE CONSISTE EL RECICLAJE DE LA BASURA?



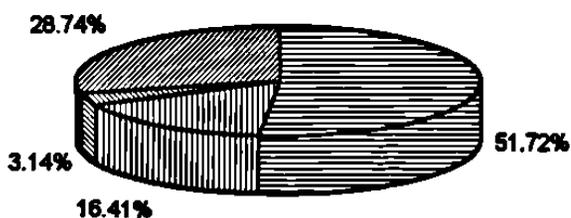
13.- ¿CONOCE ALGÚN PRODUCTO QUE ACTUÁLMENTE SEA COMPRADO EN SU LOCALIDAD?



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

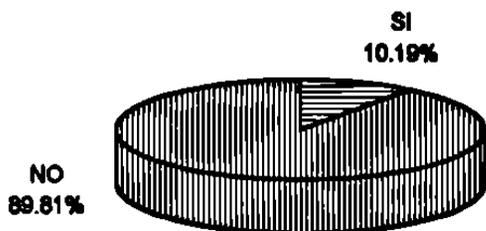


13B.- ¿SABE DÓNDE LOS COMPRAN?

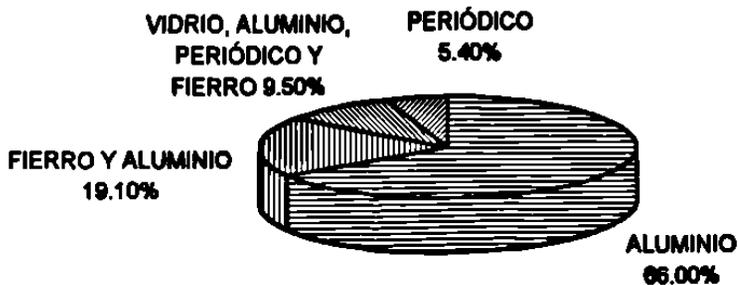


- NO SABE
- EN NEGOCIOS EN SU COLONIA
- PASAN COMPRÁNDOLOS
- EN EL ESTACIONAMIENTO DEL CENTRO COMERCIAL SORIANA

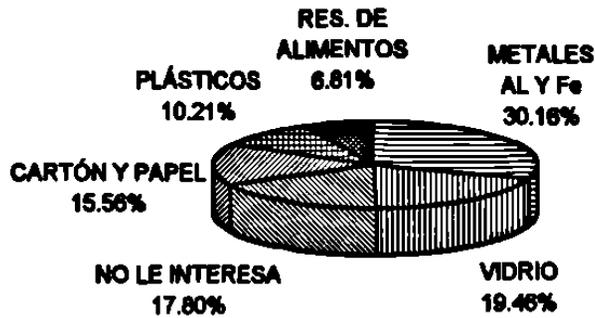
14.- ¿VENDE ALGO DE LOS SUBPRODUCTOS QUE GENERA EN SU HOGAR ?



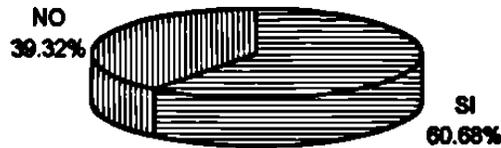
14A.- ¿QUÉ VENDEN?



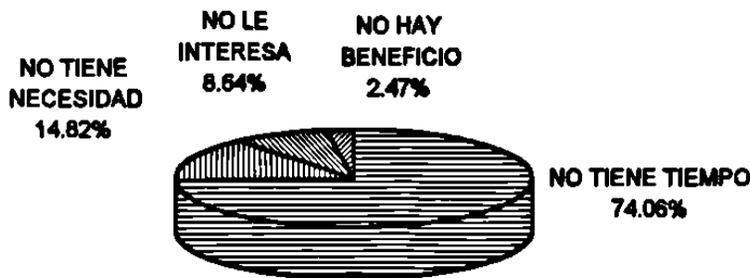
15.- ¿QUÉ PRODUCTOS DE LA BASURA LE SERIA MAS FÁCIL SEPARAR Y ALMACENAR PARA DESPUÉS VENDERLOS?



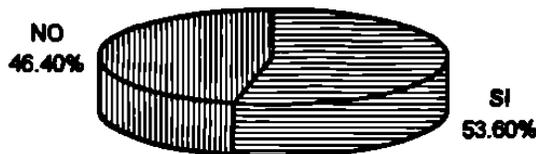
16.- ¿ESTARÍA USTED DISPUESTO A LIMPIAR EL VIDRIO, PLÁSTICOS Y LATAS, PARA DESPUÉS VENDERLOS?



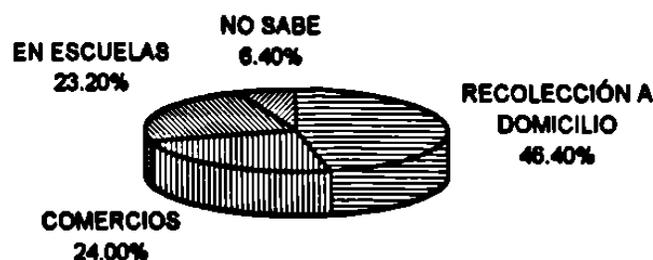
16A.- PARA LOS QUE RESPONDIERON QUE NO ¿PORQUÉ?



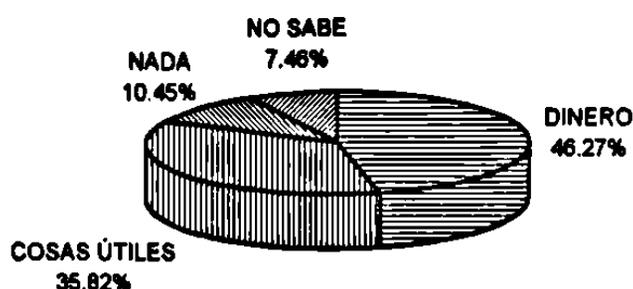
16B.- PARA LOS QUE RESPONDIERON QUE SI ¿ESTARÍA DISPUESTO A LLEVAR LOS SUBPRODUCTOS A LUGARES ESPECÍFICOS?



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 porcentaje, 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.

CAPITULO VI

**EVALUACIÓN PARA UN PROYECTO DE RECICLAJE
EN EL MUNICIPIO DE APODACA, N.L.**

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 sí 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, esta 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.

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 doméstica, 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 de 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 realizara 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.

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.

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.

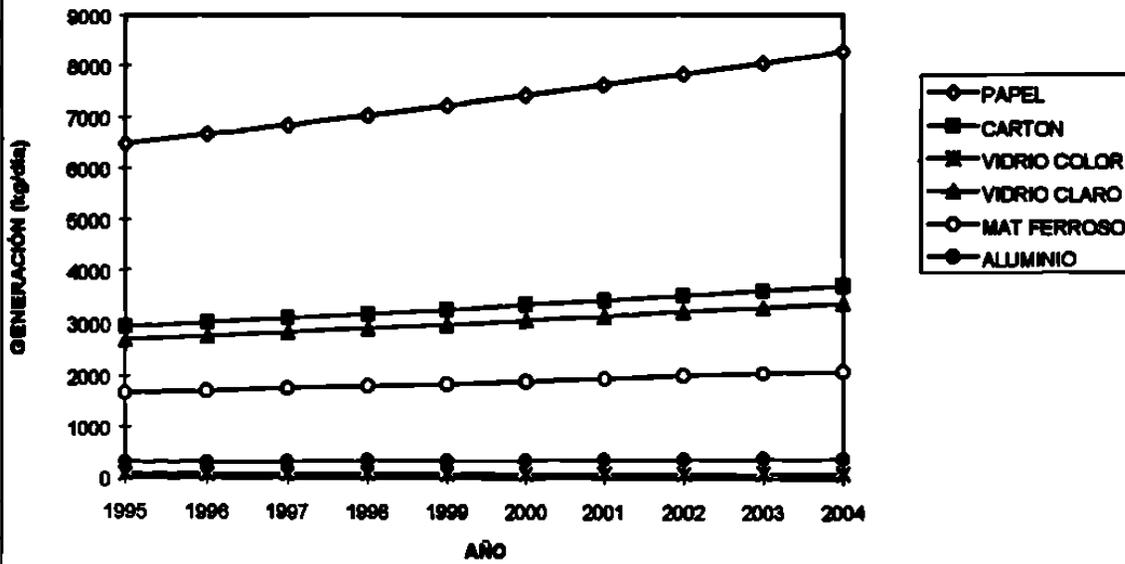
**TABLA 14.- SUBPRODUCTOS RECICLABLES CON CAMPAÑA A 8 AÑOS
CON 10% DE INCREMENTO ANUAL A PARTIR DE 1997**

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

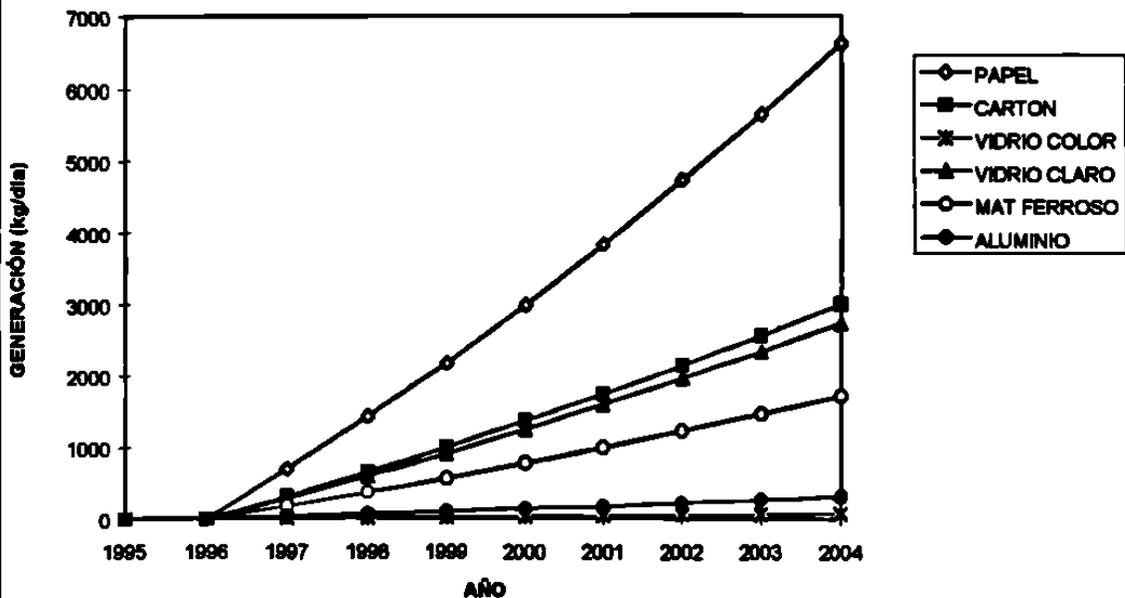
**Continuación: TABLA 14
SUBPRODUCTOS RECICLABLES CON CAMPAÑA A 8 AÑOS CON
10% DE INCREMENTO ANUAL A PARTIR DE 1997**

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.



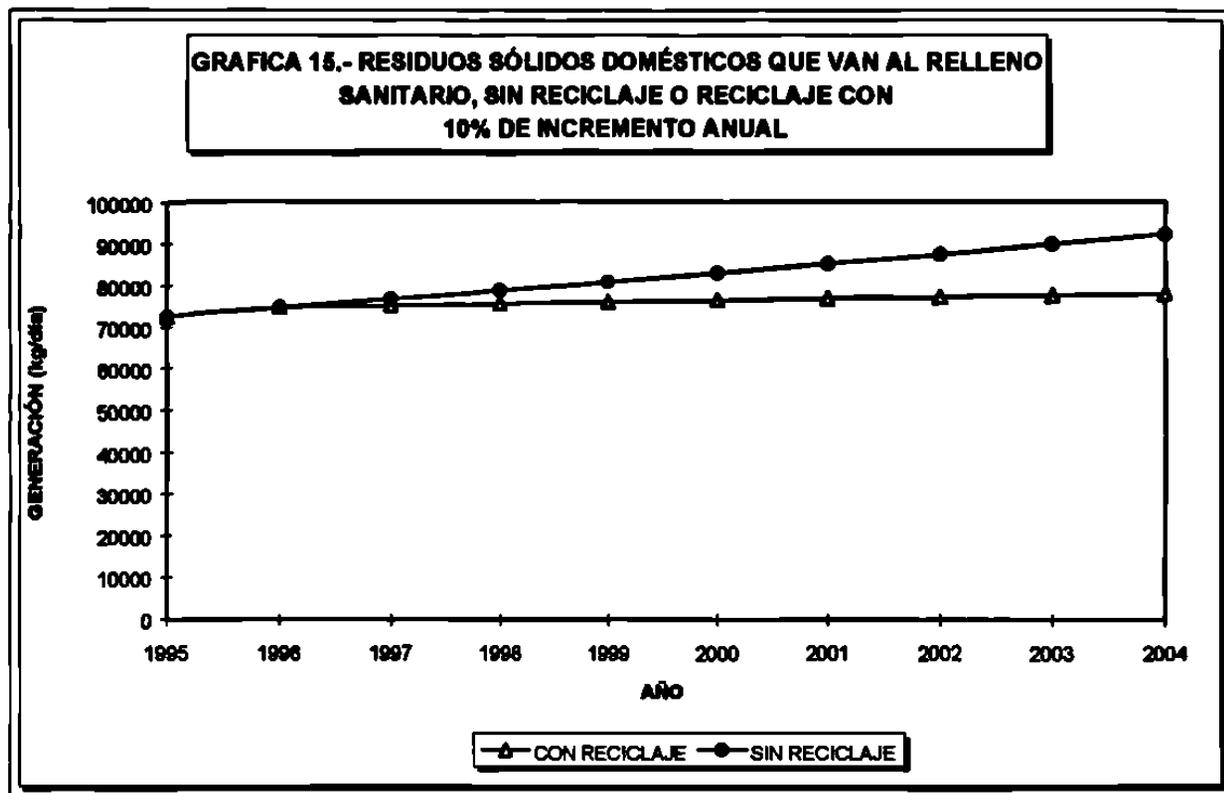
En la tabla 15 y gráfica respectiva, se observa un comportamiento casi constante en la cantidad de residuos que tendrían que ser transportados al relleno sanitario, en caso de que no se realice reciclaje de subproductos y se continúe con el sistema actual.

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 domésticas 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**

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 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

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.

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

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 ajustaran 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.

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 tránsito 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 tránsito 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 macrorruteo 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	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	46.65	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 calculo 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 carnaza, 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

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.

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).

7.7.2.- EQUIPO DE BARRIDO

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:

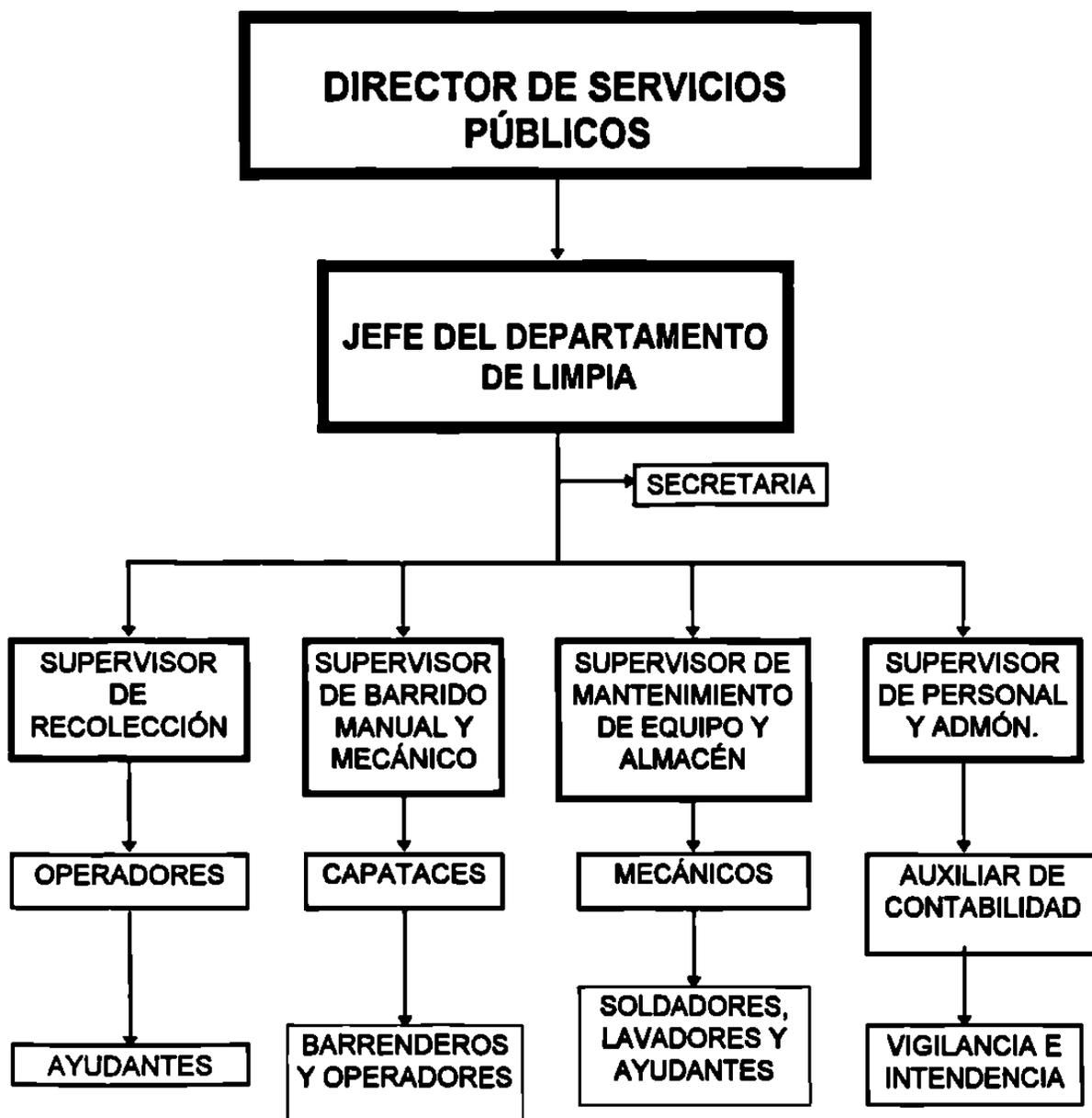


Figura 5.- Organigrama propuesto para ser establecido en el municipio de Apodaca, N.L.

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.

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	

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						337,375

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 INMUEBLES Y APOYO	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. Pélican	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. Pélican	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. Pélican	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. Pélican	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. Pélícan	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

CAPITULO VIII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

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.**