

Disposición de Desechos Sólidos en la Ciudad de Matamoros, México*

MIGUEL MONTES DE OCA, HECTOR ESTRADA G., y JOAQUIN TELLO Z.

La ciudad de Matamoros, Tamps., grandemente desarrollada en los últimos años, ha motivado que los servicios municipales se queden retrasados respecto a las necesidades de la ciudad. El trabajo ofrece un plan técnico para demostrar que el servicio de recolección y disposición de las basuras, aprovechando al máximo los recursos financieros eliminará los peligros y molestias sanitarios actuales, a la vez que será autofinanciable.

Generalidades

La ciudad de Matamoros, Tamaulipas, colinda con la ciudad norteamericana de Brownsville, Tex. Sus coordenadas geográficas son 97° 30' W. y 25° 52' N. Su clima es semiseco, sin estación de lluvias bien definida, y cálido, con inviernos benignos. La precipitación media anual está comprendida entre 500 y 1.000 mm.

Al ponerse en servicio el sistema de riego del Bajo Río Bravo, la población de Matamoros empezó a crecer a ritmo acelerado; en 1940 era de unos 15.600 habitantes y en 1950 su número casi se había triplicado, ya que ascendía a 45.800. Y en la década siguiente, 1950-1960, dicha población se duplicó, pues alcanzó una cifra de 93.400.

Este gran aumento de la población en un lapso de veinte años dejó atrás los servicios públicos. En estos momentos la Secretaría de Recursos Hidráulicos trata de resolver el problema del abastecimiento de agua potable y el del alcantarillado. La población actual (1964) de la ciudad asciende a 105.000 habitantes, la cual está

distribuida en una superficie de 1.547 Ha., lo que equivale a una población relativa de unos 74 habs. por Ha. El número de viviendas es de unas 14.900 y el de comercios, 3.100. Con arreglo a la densidad de población de 1960, que era de unos 68 habs./Ha., la ciudad se dividía en cinco zonas, cuyo número de Ha. de superficie e intervalo de su densidad de población era como sigue: 1) 85 Ha., de 300 a 200 habs./Ha.; 2) 245 Ha., de 200 a 100 habs./Ha.; 3) 125 Ha., de 100 a 50 habs./Ha.; 4) 185 Ha., de 50 a 25 habs./Ha., y, finalmente, 5) 345 Ha., de una población por Ha. menor de 25 habs.

El 25% de las calles de la ciudad están pavimentadas, el 12,8% de ellas de concreto, y el 12,3% restante, de asfalto.

Servicios de recolección y disposición de basuras

El servicio de recolección y disposición de las basuras de la ciudad de Matamoros

* Trabajo presentado en la XXII Reunión Anual de la Asociación Fronteriza Mexicana-Estadounidense de Salubridad, celebrada en Monterrey, Nuevo León, México, del 2 al 5 de marzo de 1964.

De la Dirección de Ingeniería Sanitaria, Secretaría de Salubridad y Asistencia de México.

está a cargo por entero del Municipio, por intermedio de una Oficina de Limpia, lo mismo que sucede en la gran mayoría de las ciudades mexicanas.

Una vez recogidas las basuras, se las arroja a un tiradero a cielo abierto situado a unos 10 Km. del perímetro de la ciudad y en las cercanías de la carretera Matamoros-México.

Para la recolección, la Oficina de Limpia cuenta con seis camiones recolectores, tipo compactador y de capacidad de 8 m³ cada uno, y con un camión abierto, tipo "remolque", cuya capacidad es de 18 m³.

Según datos proporcionados por las autoridades municipales, los camiones recolectores no siguen rutas definidas, sino que cada uno atiende a determinadas zonas, y aun éstas no están bien delimitadas, lo que da lugar a ciertas duplicaciones del servicio.

Tampoco es uniforme la recolección de basuras, pues mientras en unas zonas se hace a diario, en otras se hace en días alternos y en otras sólo una vez a la semana.

En cuanto a la cantidad de basuras recogidas por día, se estima en 80 toneladas.

Por lo general, cada vehículo hace dos viajes al día, excepto uno, el número 5, que también hace un turno de noche, y en caso necesario, también los demás pueden salir más de una vez. Cada camión tarda alrededor de una hora y cuarto en un viaje de ida y vuelta al tiradero de basuras. La jornada de trabajo empieza a las 6 de la mañana y termina a las 5 de la tarde; la primera hora de aquélla se dedica al cuidado y reparación de los camiones. Por término medio uno de éstos queda inactivo un día al mes por exigencias de reparación.

El barrido de las calles lo hacen 20 barrenderos provistos de carretillas de mano, donde recogen las basuras de las principales calles de la ciudad barridas por ellos.

La Oficina de Limpia de la ciudad de Matamoros cuenta con 51 plazas, de las que 20 corresponden a los barrenderos, como se acaba de ver. Y el monto mensual de

los sueldos de este personal asciende a \$21.400,00. A gasolina, lubricantes, llantas y reparaciones se dedican otros \$8.000,00. Así pues, el presupuesto mensual de la Oficina por todos conceptos es de \$30.000,00.

Conclusiones sobre el servicio actual

El tiradero a cielo abierto como medio de eliminar basuras, implica graves peligros sanitarios por brindar condiciones favorables a la proliferación y albergue de insectos, de roedores y otros animales susceptibles de transmitir gérmenes de enfermedades. A esto se unen molestias de otra índole, como malos olores, aspecto repulsivo, etc., que tienden a alejar los tiraderos y a aumentar las distancias de acarreo. En Matamoros es de 28 Km. la distancia de ida y vuelta y, como se ha dicho, los camiones tardan una hora y cuarto en recorrerla.

Si se parte de que la cantidad de basuras que debe producir la ciudad es de 122,5 toneladas y de que la recolectada sube a sólo 80 toneladas, se deduce que el porcentaje recogido es de 65,3 y que el servicio actual de recolección es insuficiente. Esta insuficiencia tiene múltiples causas, entre ellas lo mal definidas que están las zonas de recolección y la falta de precisión de los días de recogida. Esta irregularidad en el servicio es causa natural de que las personas no almacenen las basuras como es debido. Otra razón es que no hay una reglamentación que defina las distintas fases de la operación: almacenamiento casero, recogida y disposición, lo cual es esencial para que la operación sea satisfactoria. Finalmente, por ser incumbencia del Ayuntamiento la recogida y disposición de las basuras, los gastos que esto implica se consideran como una carga presupuestaria sin aliciente alguno y en consecuencia no se asigna a la Oficina correspondiente la suma necesaria.

Para aprovechar al máximo los recursos dedicados a la recolección y disposición de

basuras y evitar las molestias que ocasiona un servicio defectuoso de esta clase, es imprescindible planear estas operaciones a partir de un análisis minucioso de los aspectos y factores a que es necesario hacer frente, así como de los medios con que se cuenta. A continuación se ofrece un plan que, además de corregir el presente estado de cosas, busca la autofinanciación del servicio y la eliminación de la carga presupuestaria que hoy es para el Ayuntamiento.

Plan propuesto para 1970

Este plan de recolección se basó en el Plano Regulador de la población de la ciudad hecho por la Comisión Mixta de Desarrollo Urbano Fronterizo.

1. Datos

Población para 1970: 130.000 habitantes

Cantidad de basura: 1 Kg./hab./día

Número de residencias: 18.300

Número de comercios: 3.810

Número de habitantes por residencia: 7,1

Recolección bisemanal en la zona residencial

Recolección diaria en la zona comercial

2. Disposición de basuras

Para la disposición de las basuras se planea la construcción de dos rellenos sanitarios situados dentro de los límites de la ciudad y que hoy ocupan terrenos de poco valor. Según el plano de la mencionada Comisión Mixta, estos terrenos se convertirán en zonas verdes. La extensión de estos rellenos, que se considera prestarán servicio hasta 1980, ascenderá a 78 Ha. si se comienza a trabajar en 1965.

El poder disponer de las basuras dentro de la misma ciudad reducirá los gastos de su acarreo en medida considerable y los camiones podrán hacer tres viajes al día en vez de los dos que ahora hacen.

3. Número de camiones colectores que se necesitan

Según lo dicho, la cantidad de basura producida en la localidad es:

$$1 \text{ Kg./hab./día} \times 130.000 \text{ habs.} \\ = 130.000 \text{ Kg./día} = 130 \text{ Ton./día}$$

Y dado que la recolección sólo tiene lugar los 6 días laborables, la cantidad correspondiente a uno de ellos será

$$\frac{130 \times 7}{6} = 151,7 \text{ Ton./día}$$

Considerando que se necesitan 3 horas para una operación de llenado y vaciado de un camión de basuras (2,5 para cargarlo y 0,5 para llegar al relleno sanitario y regresar), en una jornada de 10 horas se podrán hacer tres operaciones o viajes. Usando camiones compactadores de una capacidad de carga de 9,174 m.³, se calcula que cargan cuando menos 5 Ton. de basura por viaje, o sea 15 Ton. en los tres viajes. Así pues, para acarrear las 151,7 Ton. se necesitarán

$$\frac{151,7}{15} = 10 \text{ camiones,}$$

sin tener en cuenta las basuras acumuladas por los comercios y las industrias de la ciudad.

Dado que el promedio de habitantes por casa es de 7,1, la basura que se produce en una casa será de 7,1 Kg./día, lo que equivale a unos 50 Kg. por semana, y como la recogida es bisemanal, cada vez que pase el camión cargará en cada casa 25 Kg.

Anteriormente se dijo que la capacidad de un camión es de 5.000 Kg., y por lo tanto para llenarlo se necesita atender o prestar servicio de recogida a

$$\frac{5.000 \text{ Kg.}}{25 \text{ Kg./servicio}} = 200 \text{ viviendas}$$

Como cada camión hace tres viajes por día, servirá a 600 residencias al día y a 3.600 por semana, pero como la recolección

es bisemanal, el número de casas servidas es la mitad del anterior, 1.800, o sea, 12.780 personas.

Por otra parte, recordando que la población de Matamoros cuenta con 18.300 residencias, el número de servicios por semana será: $18.300 \times 2 = 36.600$. Y dado que un camión puede hacer 3.600 recogidas por semana y hay 10, entre todos harán 36.000 recogidas, que es poco más o menos igual al número que se necesita, habida cuenta del número de residencias.

La recogida de la basura en la zona comercial e industrial requerirá otros dos camiones, cada uno de los cuales hará dos turnos, uno de día y otro de noche. Durante este último, recogerán la basura de los comercios y las industrias grandes, los cuales necesitan grandes depósitos para almacenarla; durante el turno de día recogerán la basura de los pequeños establecimientos comerciales e industriales, así como la acumulada por los barrenderos. También se necesitará otro camión para servir a los mercados, oficinas públicas, etc. Este camión puede ser abierto. En conclusión, se necesitarán 13 camiones.

4. Gastos de operación del equipo actual

En la actualidad la ciudad de Matamoros cuenta con 6 unidades compactadoras y con un "trailer" de 18 m.³, que se excluirán como adquisición nueva. Como estas unidades llevan ya tres años de trabajo por término medio, habrá que amortizar su inversión en los tres años más que les queda de vida útil, o sea,

$$\text{Amortización anual} = \frac{\$133.262,00}{3} = \$44.421,00,$$

que es la cantidad que suman el costo del camión y su depreciación anual como si se tratara de una unidad nueva. Los demás gastos son fijos, por lo que la cantidad total de \$93.923,00 se aplicará al total de unidades por el plan presentado (Anexo 1).

5. Costo total de operación por año

Equipo

a) 12 camiones compactadores cuyo costo individual de operación es de \$93.923,00..	\$1.127.076,00
b) 2 tractores-oruga, usados provistos de accesorios apropiados para operar rellenos sanitarios. El costo de inversión de cada uno es de \$150.000,00, tienen seis años más de vida útil y un costo de operación por unidad de \$94.500,00.....	\$189.000,00
c) 1 camión de volteo con caja impermeable, cuyo costo es de \$60.000,00, con 5 años de vida útil y un costo de operación de \$60.785,00....	\$60.785,00
Total.....	<u>\$1.376.861,00</u>

	Mensual (cada uno)	Mensual (total)	Anual
<i>Personal</i>			
Jefe de Departamento..	\$3.500	\$3.500	\$42.000,00
Subjefe, id....	1.500	1.500	18.000,00
Mecanógrafo...	650	650	7.800,00
15 conductores de camión...	900	13.500	162.000,00
15 macheteros*.	650	9.750	117.000,00
20 barrenderos*	650	13.000	156.000,00
2 tractoristas..	1.000	2.000	24.000,00
2 sobrestantes en el punto de descarga.....	900	1.800	21.600,00
1 inspector.....	900	900	10.800,00
1 mecánico....	1.000	1.000	12.000,00
1 ayudante mecánico*.....	650	650	7.800,00
Total anual.....			<u>\$579.000,00</u>
Total por equipo y personal			\$1.955.861,00

* Se consideran salarios mínimos vigentes.

6. Costo de la disposición de basura por habitante y por año

$$\frac{1.955.861,00}{130.000 \text{ habs.}} = \$15,05$$

Para que el servicio se autofinancie, será necesario cobrar cuotas, las que, provisionalmente, pueden establecerse como sigue:

a) Cuota por comercio: \$15,00 al mes	
Al año: $3.810 \times \$15 \times 12$. . .	\$685.800,00
b) Cuota por familia: \$6,00 al mes	
Al año: $18.300 \times \$6 \times 12$	\$1.317.600,00
Ingresos totales	\$2.003.400,00

De acuerdo con el plan presente, los ingresos excederán a los gastos en \$47.339,00 y la recogida y disposición podrán autofinanciarse. Para poner en vigor las cuotas aquí propuestas será necesaria una reglamentación adecuada, donde se indique la forma en que ha de cobrarse el servicio.

Conclusiones

1) El contar con un plan adecuado que demuestre que el servicio es autofinanciable, atraerá el interés de las instituciones de crédito, en facilitar a los municipios los fondos para operar servicios de recolección y disposición final de los desechos sólidos.

2) Las zonas para rellenos sanitarios dentro del perímetro de la población regenerables en zonas verdes, en concordancia con los planos reguladores de las ciudades, aparte de cumplir con los planes urbanísticos, rescata, al incrementar su valor, terrenos para el municipio.

3) La Dirección de Ingeniería Sanitaria de la Secretaría de Salubridad y Asistencia, cuenta ya con los datos necesarios para elaborar planes semejantes al presentado en el resto de las poblaciones fronterizas.

Resumen

La población de la ciudad de Matamoros se ha sextuplicado, aproximadamente, en los últimos veinte años, lo que hizo que los servicios municipales de recolección y

disposición de basuras quedaron retrasados con respecto a las necesidades de la ciudad. Matamoros tiene hoy 105.000 habitantes en una superficie de 1.547 hectáreas. La recolección y disposición de las basuras se encuentra a cargo del Municipio mediante la Oficina de Limpia.

La disposición final de las basuras se efectúa en tiradero a cielo abierto, localizado a 14 kilómetros de la población. La recolección se lleva al cabo por medio de seis camiones compactadores y un camión abierto tipo remolque. Ni las rutas ni la frecuencia de la recolección están bien definidas. Para el barrido de calles hay 20 barrenderos. El presupuesto de la Oficina de Limpia sube a \$30.000 mensuales, y sale íntegramente del presupuesto general del Ayuntamiento.

El plan que se propone tiene por objeto aprovechar al máximo los recursos financieros a la vez que se eliminen los peligros y molestias que el servicio actual ocasiona.

La planificación se basó en los datos de la población calculada para 1970. La disposición de las basuras se llevará a cabo en dos rellenos sanitarios, situados dentro del perímetro de la ciudad con lo que se recuperarán terrenos que hoy tienen muy poco valor y, además, se reducirá mucho la distancia de acarreo. Se requerirán 10 camiones para la recolección de la basura residencial y 3 camiones para la basura comercial, o sea, 13 en total. El costo anual total de operación del equipo, tomando en cuenta la inversión inicial, depreciación, mantenimiento y refacciones, suman \$1.376.861 y los salarios del personal importan \$578.000 anuales, lo cual da un total de unos dos millones de pesos. Por lo tanto, el costo de la recolección y disposición de la basura por habitante por año es de \$15,05. Para que el servicio pueda autofinanciarse será necesaria la implantación de cobro de cuotas que provisionalmente se establecieron en \$15,00 al mes para comercios y en \$6,00 al mes por familia, con lo que obtendrán ingresos por poco más de dos millones de pesos.

ANEXO I

COSTO DE OPERACION DE UN CAMION SEGUN EL PLAN PROPUESTO

Este estudio se basa en un camión de 9,174 m.³ (12 yd.³) con placa compactadora, de las características siguientes:

Motor de gasolina.....	171 HP
Capacidad del cárter.....	7 lt.
Horas entre dos cambios de aceite..	250
Costo del camión.....	\$140.000,00
Vida útil supuesta.....	6 años.

de aceite se harán cada 2,500 Km. que se recorrerán en 50 días, o sea, en 500 horas de trabajo. Como se ha considerado que la unidad operará un promedio de 30 minutos cada hora, el número efectivo de horas entre dos cambios es de 250.

Aplicando la fórmula:

$$A = \frac{7}{250} + 0,003 \times 171 \times 0,25$$

$$= 0,028 + 0,128 = 0,156$$

1. Análisis de costos

a) Costo del consumo de gasolina:

Un motor de gasolina consume 0,23 lt./HP/hr., cifra sujeta a variación por cambios de altitud, temperatura y clima. La potencia disminuye 10% por cada 1.000 m. de altitud.

La potencia del camión es de 171 HP y las condiciones de trabajo harán que el motor trabaje a no más de un 50% de su potencia; las unidades operarán un promedio de 30 minutos por hora.

$$\text{El factor tiempo es de } \frac{30}{60} \times 100 = 50\%$$

$$\text{El factor combinado de operación} = 0,5 \times 0,50 \times 100 = 25\%$$

Y la cantidad probable de combustible que consuma por hora:

a 100% de factor de operación:

$$0,23 \times 171 \text{ HP} = 39,4 \text{ lt.}$$

a 25% de factor de operación:

$$0,25 \times 39,4 = 9,8 \text{ lt.}$$

El consumo diario de gasolina será de 98 lt. y el costo de la gasolina consumida será:

$$98 \text{ lt./día} \times \$0,80/\text{lt.} = \$78,40/\text{día}$$

b) Costo del consumo de aceite:

El consumo de aceite puede calcularse por la fórmula

$$A(\text{lt./Hr.}) = \frac{C}{t} + 0,003 \times \text{HP} \times \text{factor de operación donde:}$$

C = capacidad del cárter en lt.

t = número de horas entre dos cambios consecutivos

Para hallar el número de horas entre cambios se consideran recorridos de 50 Km./día promedio por camión, en 3 viajes al sitio de descarga y en 10 horas de trabajo. Según esto, los cambios

Consumo de aceite por día = 1,56 lt.

Costo del aceite consumido en un día: 1,56 lt./día \times \$5,00 lt. = \$7,80/día

c) Depreciación de las llantas:

Tipo de llantas: 8,50 \times 20 de 10 capas

Seis piezas con un costo de \$1.123,00 c/u junto con la cámara, dan una suma de \$6.738,00 que habrá que amortizar en 5.000 horas de uso o sea en 1.000 días de trabajo (50.000 Km. recorridos), que equivalen a 3,33 años de vida útil.

$$\frac{\$6.738,00}{1.000} = \$6.738/\text{día de trabajo}$$

d) Intereses por inversión:

VALOR PROMEDIO DE LA INVERSION DEL CAMION

Al principiar el año	Depreciación acumulada	Valor del equipo
1	\$0,00	\$140.000,00
2	\$23.350,00	\$116.650,00
3	\$46.700,00	\$93.300,00
4	\$70.050,00	\$69.950,00
5	\$93.400,00	\$46.600,00
6	\$116.750,00	\$23.250,00
7	\$140.000,00	\$0,00
		\$489.750,00

$$\text{Valor promedio} = \frac{\$489.750,00}{6} = \$81.625,00$$

Valor promedio como % del costo original

$$= \frac{\$81.625,00 \times 100}{\$140.000,00} = 58,3\%$$

Intereses por inversión:

$$\$81.625,00 \times 10\% = \$8.163,00$$

2. Monto total de operación por camión y por año		d) Σ Costo del combustible: \$78,40/día \times 300 días	\$23.520,00
a) Depreciación:		e) Costo del aceite: \$7,80/día \times 300 días	\$2.340,00
Costo del camión:	\$140.000,00	f) Depreciación de llantas: \$6.738/día \times 300 días	\$2.021,00
Costo de llantas:	6.738,00	g) Costo de llantas \$6.738,00 3,33 =	\$2.021,00
Costo neto:	\$133.262,00	h) Reparación de llantas: 15% de la depreciación = \$2.021,00 \times 0,15	\$303,00
Depreciación:	$\frac{\$133.262,00}{6}$	i) Intereses por la inversión:	\$8.163,00
	\$22.210,00	Total	<u>\$93.923,00</u>
b) Costo del camión:			
	$\frac{\$133.262,00}{6}$		\$22.210,00
c) Costo de mantenimiento y reparaciones:			
50% de la depreciación =	\$11.155,00		
	\$22.210 \times 0,5		

DISPOSAL OF SOLID WASTE IN MATAMOROS, MEXICO (Summary)

The population of Matamoros has increased about sixfold in the last 20 years. As a result, the municipal services for the collection and disposal of refuse cannot cope with the needs of the city. Matamoros today has a population of 105,000 inhabitants and covers an area of 1,547 hectares. The collection and disposal of refuse is the responsibility of the municipality, in particular of the Sanitation Department.

Refuse is disposed of in an open dump situated 14 kilometers from the town. It is collected by means of six packer-trucks and an open trailer truck. Neither the routes nor the frequency of collection is very well defined. For the street cleaning there are 20 sweepers. The budget of the Sanitation Department amounts to 30,000 pesos a month and comes out of the general budget of the Municipality.

The purpose of the proposed plan is to make the best possible use of financial resources and to eliminate the hazards and nuisances which beset the present service.

The plan is based on the estimated population for 1970. Refuse will be disposed of into two sanitary fills situated within the present boundaries of the city. This will make it possible to recuperate land, which today is of very little value and, furthermore, will reduce the distance refuse has to be carried. Ten trucks will be needed for the collection of residential refuse and three for commercial refuse, or 13 in all. The annual operational cost of the equipment bearing in mind the initial investment, depreciation, maintenance, and repairs, will be 1,376,861 pesos, and salaries will amount to 578,000 pesos a year, or a total of about two million pesos in all. Therefore, the annual per capita cost of collecting and disposing of refuse will be 15.05 pesos. If the service is to be self-sustaining, it will be necessary to levy rates, which have been provisionally set at 15 pesos a month for businesses and 6 pesos a month for families. This rate would bring in an income of just over two million pesos a year.