



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Química

OPTIMIZACION DEL MANEJO DE LA BASURA
EN VERACRUZ, VER.

99

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO QUIMICO

P R E S E N T A LUIS COLLADO LARA 34 =
Bonifacio Morales Franco

México, D. F.

1976



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

CLAS. TEMA 1976

ADQ. M-T 100

FECHA _____

PROC. _____

102

2017 - ~~100~~



QUIMICA

A mis padres:

Sr. Porfirio Morales C.

Sra. Ma. de la Luz Franco S.

Como un tributo.

Con cariño a mi hermana:

María de la Luz Morales Franco.

A mi escuela
como una respuesta.

A todas las personas que me ayudaron y
alentaron.

PRESIDENTE RAMON VILCHIS ZIMBRON

V O C A L JORGE MENCARINI PENICHE

Jurado asignado originalmente SECRETARIO ALBERTO DE LA FUENTE ZUNO
según el tema

1er. SUPLENTE RAMON ARNAUD HUERTA

2do. SUPLENTE MARIO RAMIREZ OTERO

Sitio donde se desarrolló el tema: Veracruz, Ver.

Nombre completo y firma de los sustentantes: Luis Collado Lara.

Bonifacio Morales Franco

Nombre completo y firma del asesor del tema: Alberto de la Fuente Zuno

I N D I C E

1. INTRODUCCION
 - 1.1.- Planteamiento del Problema
2. NECESIDAD DEL ESTUDIO
3. CARACTERISTICAS DEL AREA EN ESTUDIO
 - 3.1.- Descripción
 - 3.2.- Topografía
 - 3.3.- Uso de la Tierra
 - 3.4.- Clima
 - 3.5.- Niveles Socio Económicos de la Población
 - 3.6.- Población
4. REVISION DE PUBLICACIONES
 - 4.1.- Manejo del Desperdicio Sólido en México
5. PLAN DE MANEJO DE DESPERDICIOS SOLIDOS
 - 5.1.- Consideraciones Preliminares
 - 5.2.- Sistema de Manejo de Desperdicios Sólidos
 - 5.3.- Método de Elaboración de la Base de Datos
 - 5.4.- Datos de Rutas de Recolección
 - 5.5.- Desarrollo de Modelos
 - 5.6.- Riesgos en el Manejo de Desperdicios Sólidos
6. EQUIPO EXISTENTE DE RECOLECCION
 - 6.1.- Recolección
 - 6.2.- Predicción del Volumen de Basura
 - 6.3.- Costos de Recolección y Transporte
7. DISPOSICION FINAL
 - 7.1.- Tiradero a Cielo Abierto
 - 7.2.- Relleno Sanitario

7.3.- Incineración

7.4.- Recirculación de Subproductos

7.5.- Muestreo y Análisis de Desperdicios Sólidos

8. PLANTAS INDUSTRIALIZADORAS DE BASURA EN MEXICO

8.1.- Estudio Económico de una Planta

Conclusiones y Recomendaciones

Bibliografía

I.- INTRODUCCION.

I.I.- Planteamiento del problema.

Disponer de la basura del hombre siempre ha sido un problema-formidable. Los métodos sistemáticos de recoger y disponer de los desperdicios son relativamente nuevos en el mundo civilizado. La recolección comúnmente en las principales ciudades del mundo no se practicó sino hasta el siglo XVIII. No era raro que, antes de esas fechas, la gente que vivía en las ciudades tirara sus desperdicios y excrementos en las calles de tierra, para que se combinara con los excrementos de animales.

En áreas subdesarrolladas del mundo, la presencia de suciedad y basura en descomposición en las calles o en áreas abiertas, no siempre es cosa que preocupe grandemente a los habitantes de la ciudad, población o poblado. Las técnicas para recoger y disponer de los servicios de recolección de cualquier comunidad, guardan una estrecha relación con los niveles de civilización.

A medida que el hombre se ha vuelto más civilizado, ha venido siendo menos tolerante para los alrededores de su habitación y ha llevado materiales lejos del lugar de origen a puntos comúnmente conocidos como basureros. Esta es la situación más común en México actualmente.

México, como muchos otros países latinoamericanos, se esta en frentando ya con grandes problemas de contaminación ambiental. Los desperdicios generados por desarrollo socio-tecnológico, no pueden ser absorbidos o disipados con igual rapidez por el medio ambiente dando por resultado cambios ambientales nocivos.

Dos factores influyen sobre estos cambios:

1. La alta tasa de crecimiento demográfico.
2. La carrera acelerada hacia la industrialización.

El crecimiento de la población continúa a una tasa exponen --

cial. Las migraciones de la población tienden a redistribuir las tasas de crecimiento regional, pero el hecho es que el crecimiento de la población continúa, con un efecto siempre creciente sobre la vida animal y vegetal, y dentro de existencias totales estables de los elementos naturales.

El patrón del crecimiento urbano también está cambiando y esto afecta los problemas urbanos entre los que están, el de la basura.

Puede preverse una densidad de población por kilómetro cuadrado, aumentando en grado sumo, lo que sólo creará mayores problemas de almacenamiento y disposición.

La figura 1 ilustra la tendencia actual de generación de desperdicios en Veracruz, basada en las tendencias de población.

Las figuras 2 y 3 ilustran la variación de la población urbana y rural en México.

Existe una migración de las áreas rurales hasta los grandes centros urbanos, que exigirá mayores servicios públicos en el futuro.

En los países en desarrollo, el incremento del producto nacional tiende a producir una serie substancialmente más alta de costos ambientales, debido a que el énfasis se da al desarrollo industrial en lugar del desarrollo de servicios, y al gran aumento de la demanda de energía y medios de transportes, lo que implica un alto costo ambiental. El cambio se comprime en intervalos de tiempos relativamente cortos. Por tanto, existen menos oportunidades para el proceso de desarrollo urbano se adapte a su medio ambiente y menos recursos que destinar para el objeto de reducir los factores de costo ambiental.

También se implican factores psicológicos que aumentan la dificultad para hacer frente a los costos ambientales generados por

el proceso del desarrollo urbano. La gente quiere la clase de bienes que puede proporcionar la industria, y no están dispuestos a impresionarse con las amenazas a la salud mental y física por el deterioro ambiental. Por tanto, la preocupación en cuanto al medio ambiente tiende a considerarse como una cuestión que poco tiene que ver con el país en desarrollo.

Los cambios en la composición socio-económica de la comunidad urbana están creando nuevos patrones de generación de desperdicios sólidos. Datos recientes indican que tenemos una tasa creciente, - per cápita de producción de desechos en México, del orden de 0.5 - 1.0 kg/cápita/día.

Esto está dando por resultado un volumen siempre creciente de basura sólida que tiene que recogerse, transportarse y tirarse en una tierra cada vez más valiosa.

Aún cuando el gobierno mexicano expidió la Ley de Mejoramiento Ambiental (Ley Federal para prevenir la Contaminación Ambiental) en 1971, no existen reglamentos para la protección del medio ambiente de disposición adecuada de basura sólida, ni tampoco hay reglamentos federales respecto a la recolección o disposición de la basura sólida.

Los factores básicos subyacentes en los problemas de manejo de los desperdicios sólidos en las ciudades mexicanas, van de la estructura de la ciudad y las posturas políticas, culturales y sociales de sus ciudadanos, hasta consideraciones, tecnológicas, económicas y recursos.

Hasta 1968, los basureros abiertos eran sitio de la disposición final para todos los desperdicios sólidos en las ciudades mexicanas. En ese año se iniciaron los terraplenes sanitarios bajo la dirección de la Comisión Constructora e Ingeniería Sanitaria (S.S.A)

Al presente, 14 rellenos de tierra están en operación o en las fases de planeación en ciudades pequeñas. En 1973, la erección de 3

plantas para producir abono utilizando basura, con una capacidad de 500 toneladas métricas de basura por día, que dan servicio a 3 millones de personas (6% del país), ofreció un segundo método de disposición.

El 80% restante del país todavía dispone de sus desperdicios sólidos tirándolos en basureros abiertos. (6) En México este método de disposición es una fuente de contaminación y de degradación ambiental. Estos basureros crean peligro para la salud debido a la presencia de contaminantes biológicos y químicos que el aire, el agua, los pajaros, insectos y roedores llevan al hombre y a los animales. Esta forma de disposición es la escena de pepenado sin control, combustión espontánea y desfiguramiento del paisaje.

En los países latinoamericanos, la tecnología del manejo de los desperdicios sólidos es la menos desarrollada dentro del campo del manejo ambiental. Existe una gran necesidad de mejoría básica en la tecnología del desperdicio sólido, así como una aplicación más amplia de las técnicas de que actualmente se dispone. La aplicación de nuevos métodos y técnicas deberá ser efectiva respecto al costo, de modo que el uso de los pocos recursos de la comunidad sea administrado con la mayor eficiencia posible.

Una desventaja importante para el desarrollo ordenado de una administración más efectiva en el campo del desperdicio sólido, ha sido la falta de criterios adecuados por los que se puedan medir los problemas actuales y futuros del desperdicio sólido y evaluar la efectividad de los sistemas de manejo propuestos. Esta investigación en el desarrollo de técnicas analíticas que ayuden en el manejo y planeación de sistemas de recolección y disposición de desperdicios sólidos en la ciudad costera tropical de Veracruz, Veracruz, en México.

Figura 1

Tendencias de Población en Veracruz, Ver

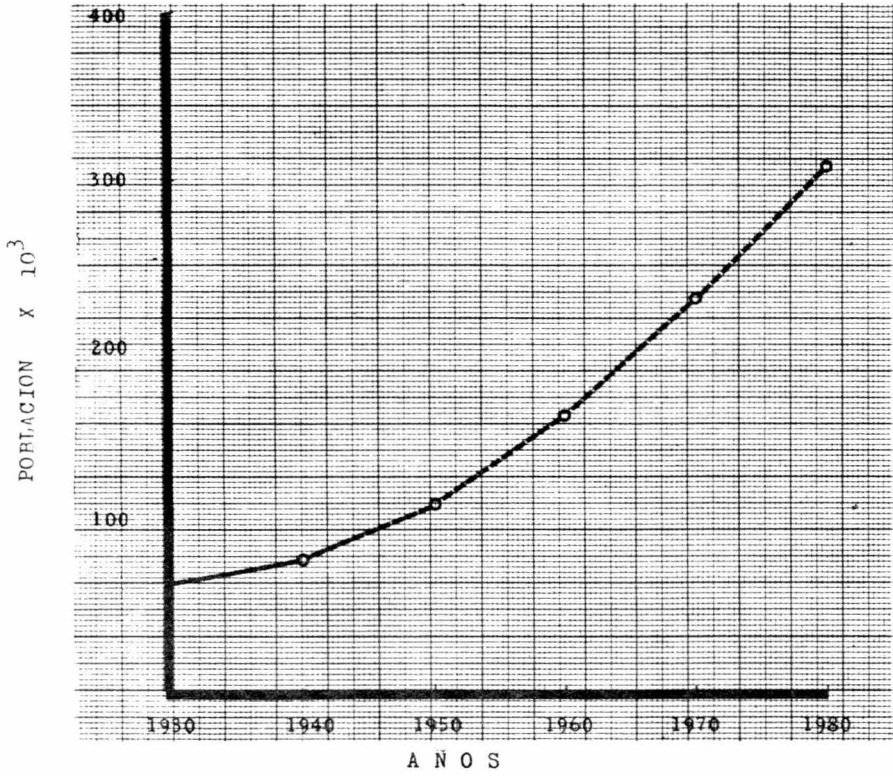


Figura 2

Variación de la población urbana, rural y total.

----- Rural
- - - - - Urbana
————— Total

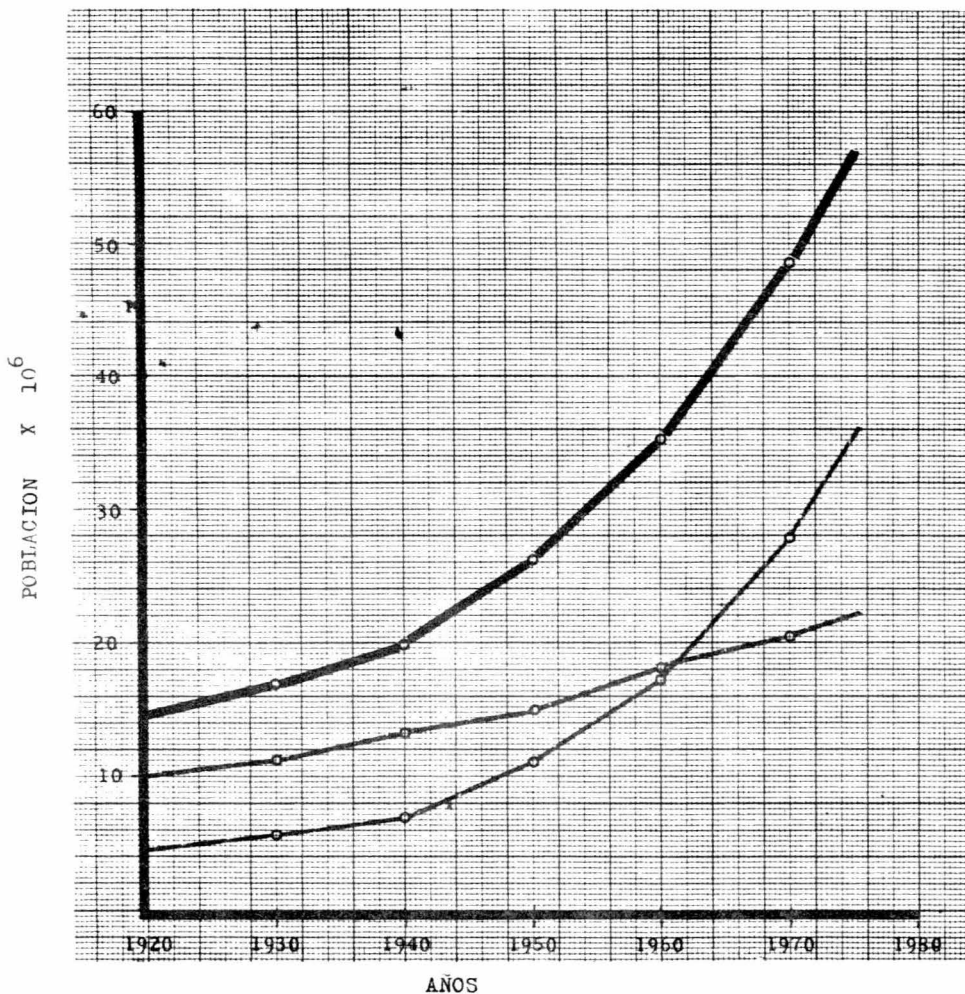
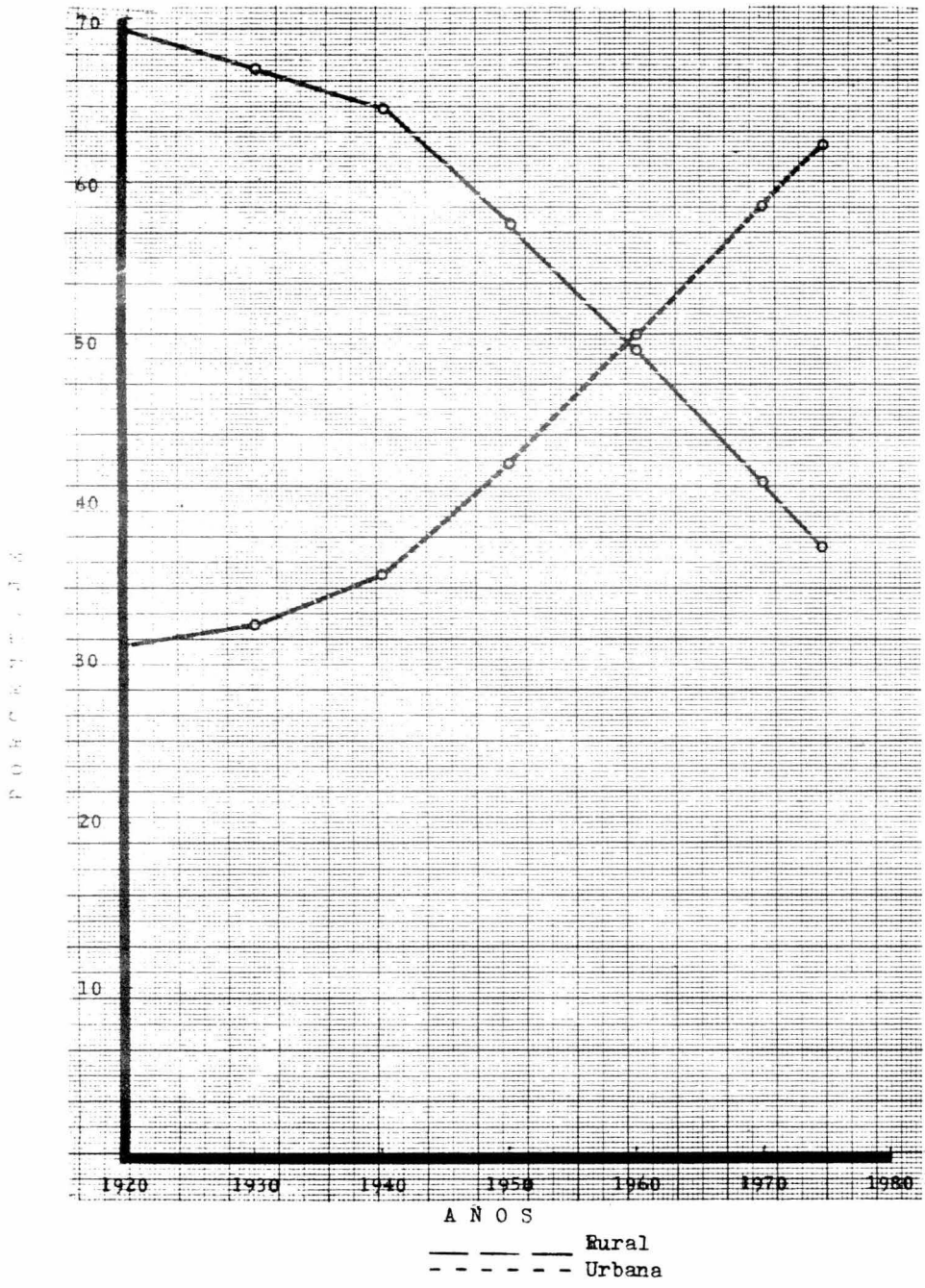


Figura 3.- Cambios en la población urbana y rural



2.- NECESIDAD DEL ESTUDIO.

La necesidad de hacer estudios compresivos sobre el manejo de los desperdicios sólidos, se deriva de una larga historia de atención pública inadecuada a los problemas de manejo de recursos y control ambiental en las ciudades y poblaciones mexicanas.

Hay poco trabajando en la comunidad, que pueda contribuir a -- que el público se dé cuenta de que el manejo de la basura vale lo -- que cueste dentro de un marco de ingeniería sanitaria y de la salud y metas sociales de la gente de la comunidad. Existe la tendencia a gastar tan poco como sea posible en este servicio, y canalizar los gastos a las metas sociales más populares o las obras monumentales que tienen un atractivo cultural mayor que el del basurero.

Esta clase de modelo para tomar decisiones, es decididamente necesario en países subdesarrollados, debido a que hay muy pocos individuos entrenados en el área ambiental. Los pocos individuos que -- tienen adiestramiento, están a nivel federal y no pueden ayudar a -- las municipalidades.

Como la recolección de desperdicios es un tema impopular, el -- empleo con más bajo sueldo y socialmente una clase aparte en las municipalidades de México, se presta poca atención al asunto. Los departamentos de saneamiento están siendo operados por individuos designados por nombramientos políticos, o por los recolectores de desperdicios más antiguos, que han subido de entre las masas y que carecen aún de la capacidad administrativa fundamental necesaria para gastar apropiadamente el dinero asignado a la recolección de basura sólida.

No están familiarizados con los procedimientos fiscales y de -- manejo de personal, ni con las técnicas ingenieriles modernas.

La investigación propuesta proporcionará:

I. Datos cuantitativos sobre generación de desperdicios sólidos del área de la ciudad de Veracruz y de otra ciudad similar en --

cuanto a población, clima, cultura y tamaño.

Ha habido muy pocos estudios reales que hayan dado datos cuantitativos válidos sobre la generación de desperdicios sólidos en -- ciudades mexicanas. La mayoría de los estudios son de diseño teórico y sólo han tratado de las tres principales ciudades mexicanas de un millón o más.

Hay muchas ciudades similares a Veracruz en cultura, población y clima, que generan desperdicio sólido y disponen de él de la misma manera.

II. Un modelo de administración de desperdicio sólido, que -- utilice la información cuantitativa para pruebas de diseño de los -- componentes de un sistema de manejo de desperdicio sólido.

Este modelo será instrumento eficaz en la fijación de criterios rectos para los proyectistas, planificadores urbanos, funcionarios públicos responsables del proyecto y operación de sistemas de manejo de desperdicios sólidos en ciudades similares a la que se estudia.

Actualmente no se dispone en México de un modelo de manejo de desperdicio sólido que emplee información cuantitativa. Así, se podría usar fácilmente un modelo de esa clase, y modificarse para -- otras ciudades que se enfrentan con problemas similares pero que no tienen en sus departamentos individuos entrenados para analizar o -- mejorar los sistemas existentes de desperdicio sólido.

III. Información respecto de posibles peligros para el público y el personal que maneja el desperdicio sólido.

Como la generación y el almacenamiento en casas de desperdicios sólidos puede crear riesgos para el residente y el recolector y como el personal que lo maneja se ha comprobado que está en el -- área de alto daño, como métodos más rudimentarios puede suponerse -- que los trabajadores, en México, sufren de riesgos similares.

No es frecuente que se lleven registros de accidentes para es-

tá clase de trabajadores. Se carece de información sobre el alcance de las lesiones a los trabajadores y los riesgos implicados en la recolección o el proceso de disposición. En general, es bien poco lo que se hace para proteger al recolector.

IV. Definición de la base de información mínima que se requeriría para elaborar modelos similares para toma de decisiones para otras áreas urbanas.

Debido a la falta de personal y de recursos, tanto humanos como pecuniarios, dentro de las municipalidades en México no se elaboran fácilmente procedimientos de recopilación de datos detallados para desperdicios sólidos, ni los llevan a cabo con éxito las dependencias. Así, si se pudiera determinar partiendo de este estudio, una base de información mínima, posiblemente las municipalidades -- podrían recopilar los datos con los recursos que tienen. La elaboración de modelos que requirieran tiempo de computador y técnicos altamente capacitados, sería inútil, pues la clase de ciudad que necesita esta clase de información no tiene ni las facilidades ni los recursos necesarios. Por tanto, el modelo de manejo deberá ser suficientemente sencillo para ser comprendido y trabajable dentro de los confines mencionados.

En México, como en otros países, el costo creciente de la mano de obra y el equipo, ha dado por resultado que se eleven los presupuestos de recolección y disposición del desperdicio sólido, empero con poca mejoría en los servicios prestados.

Las pocas ciudades grandes difícilmente pueden ir al mismo paso que la incesante generación de desperdicios, ya no digamos intentar investigar cambios en los procedimientos normales de operación.

Las soluciones ya existentes, como es la producción de abonos han fallado debido a lo pobre de los estudios y proyectos. La simulación en computador constituye un método de investigar el comportamiento de un sistema sin hacer experimentos costosos en el campo.

Sin embargo, en México, como se dispone de poca información - confiable sobre los sistemas existentes, aún para las ciudades más grandes, tienen que emprenderse trabajos en el terreno para recopilar observaciones y datos. Entonces puede usarse la simulación para predecir las modificaciones propuestas de las prácticas de recolección .

La comprensión del probable comportamiento de un sistema propuesto, con la acción recíproca de las muchas variables que se implican, puede conducir a importantes decisiones que reduzcan el costo y el tamaño de las cuadrillas de recolección, etc.

La estructura del modelo deberá poder usarse en otras situaciones urbanas, y hacer que la mayoría de los parámetros que describan un sistema particular, sean controlados por el usuario.

El objetivo principal del modelo de simulación que ha de elaborarse, será el determinar la respuesta del sistema, medida como costo por tonelada de desperdicio recolectado, a diversos cambios en la política de operación.

3.- CARACTERISTICAS DEL AREA EN ESTUDIO.

3.1. DESCRIPCION:

La ciudad de Veracruz, en el estado de Veracruz, fué fundada - el 22 de Abril de 1519 por Hernán Cortés, y es la más vieja de las poblaciones coloniales de México. Veracruz es el principal puerto - de la costa oriental de México, para la entrada de barcos de todo - el mundo. Geográficamente, está situado en 19 12' de latitud norte - y 96 06' de longitud oeste en el Golfo de México, dos metros sobre - el nivel del mar.

Recibe servicios de líneas férreas, una línea aérea, ruta de - camiones y caminos federales.

Veracruz, además de ser un puerto importante, es conocido por - sus playas arenosas, y su clima; y atrae turistas tanto del país co - mo de fuera durante todo el año. La pesca, la actividad comercial - asociada con el puerto, hoteles y restaurantes y pequeños negocios - constituyen la actividad comercial general del área en estudio.

El área de la municipalidad de Veracruz es de 241 Km², con una densidad de población de 955.27 por Km² (I).

3.2. TOPOGRAFIA.

La ciudad de Veracruz fué construída sobre formaciones de co - ral entre Punta Gorda y Punta Mocambo. El Castillo de San Juan de - Ulúa está a un Kilometro del centro de la ciudad, sobre un arrecife de coral. La ciudad es plana y todas sus calles corren en dirección de un sentido. Los muelles y la línea de la costa dominan el límite oriental de la ciudad.

3.3. USO DE LA TIERRA.

La municipalidad de Veracruz se ha desarrollado desde el área central, cerca de los muelles, hacia el oeste, el norte y el sures - te, siguiendo la línea de la costa, el mercado y las zonas de nego - cios están situados en el área central, cerca de la playa principal que es el área más vieja de la ciudad y está densamente poblada.

Los principales hoteles y al área residencial de la clase alta están situados a lo largo de la línea de la costa, hacia la entrada sureste de la ciudad. Las casas más pobres están ubicadas en el perímetro de la municipalidad, a lo largo de la vía del ferrocarril - y en la sección norte. Hay pocas áreas baldías; sin embargo, hay -- parques y bulevares a lo largo de las principales calles.

Salvo por la pequeña industria, el área en estudio tiene poco terreno dedicado a la industria. Las industrias principales (producción de acero y aluminio) están ubicadas en un parque industrial - fuera de los límites de la ciudad.

La municipalidad da poco énfasis a la zonificación.

3.4. CLIMA.

El clima del área en estudio varía poco durante el año, salvo por un período de lluvia característico de zonas tropicales. La humedad relativa promedio es de 80%, y la temperatura fluctúa entre - 21.1 grados centígrados y 26.6 grados centígrados. Los vientos predominantes son del norte. La ciudad sufre "Nortes" durante los meses de noviembre, diciembre y enero. Estos son vientos muy fuertes - y lluvias del norte, que son característicos del área.

3.5. NIVELES SOCIO-ECONOMICOS DE LA POBLACION.

Un estudio reciente de la población, en 1974, demostró que la población era de 250,500 personas. la figura ilustra los niveles-económicos en la ciudad. (3)

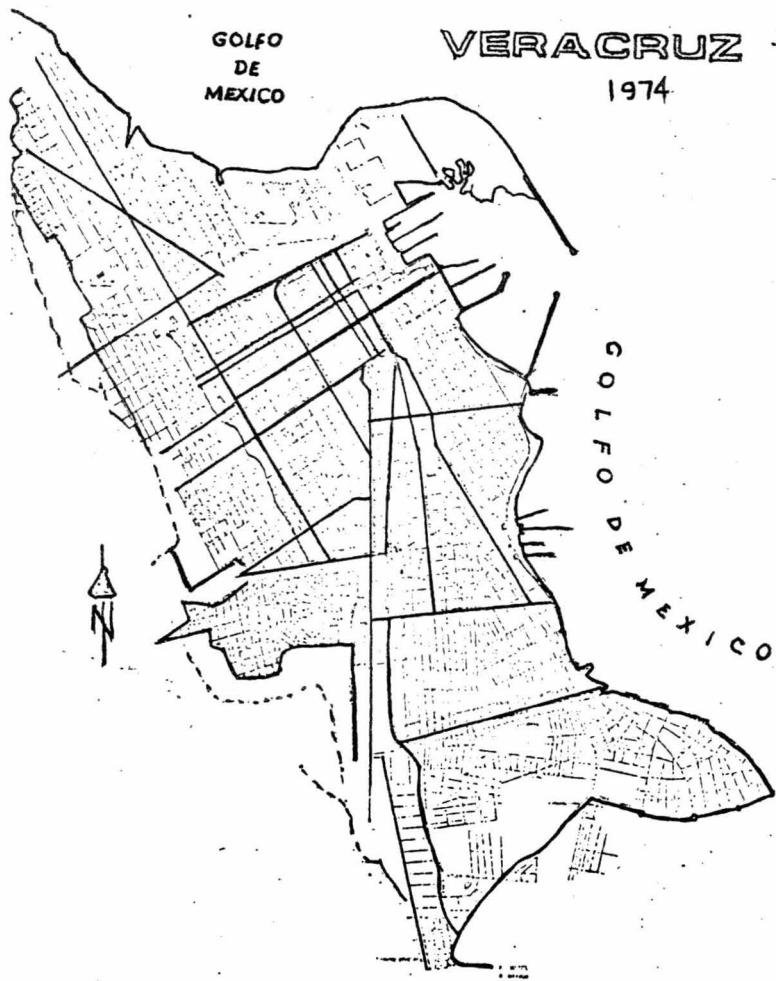
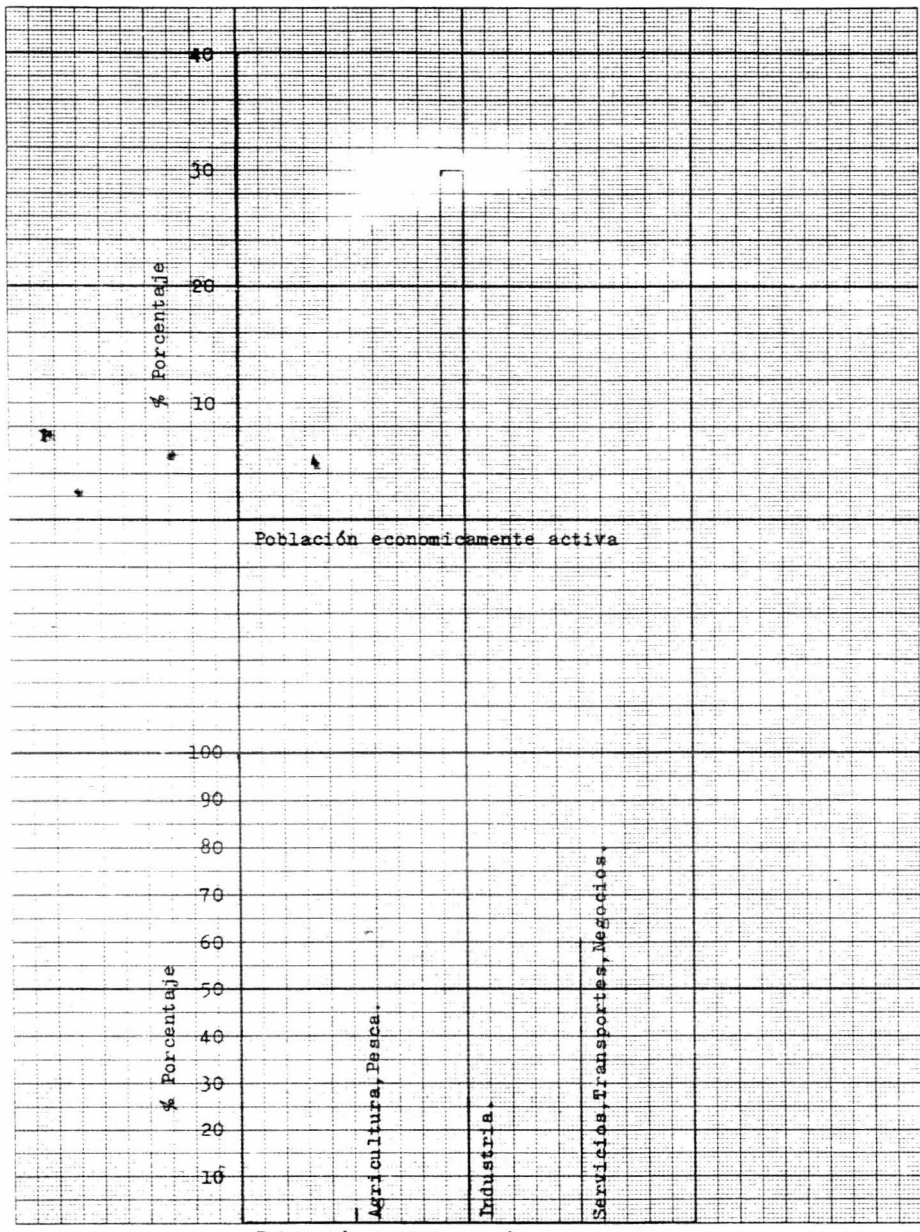


Figura 4



Población activa por áreas

PLANO
DE LA
CIUDAD Y PUERTO
DE
VERACRUZ

ESCALA 1:25 000

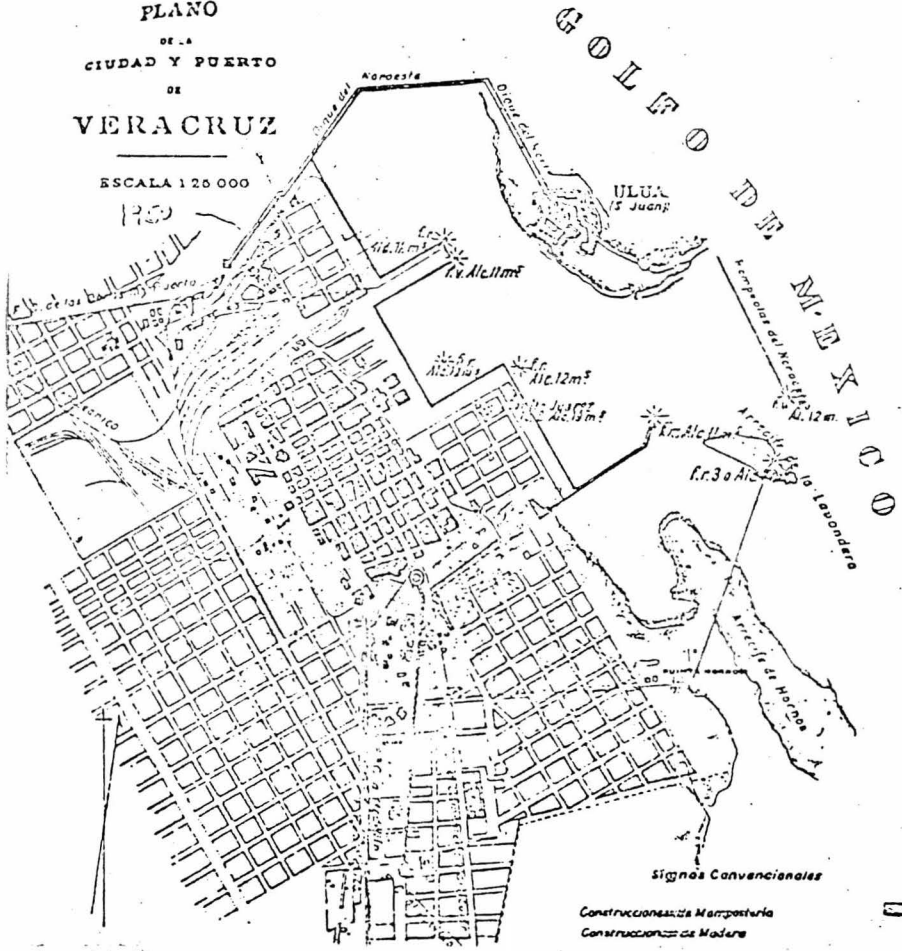


Figura 5

De la población asentada, sólo 30.2% están empleados activamente. De este grupo, 3.9% trabajan en la agricultura, la pesca; 27.4% en la industria, 60.9% están en los servicios, negocios y transportes.

El último censo, en 1970, mostró que había 46,867 casas (viviendas) en Veracruz, con 230,220 ocupantes. Una casa se describe como un cuarto o grupo de cuartos donde una o más personas duermen y preparan sus alimentos en forma independiente.

En Veracruz, 60,638 gentes viven en 13,194 casas de una habitación (4.6 personas por casa). Un total de 58,445 personas viven en 12,060 casas que constan de dos piezas (4.84 personas por casa).

Un poco más de la mitad de la población de la ciudad, reside en habitaciones muy pobres, con una alta densidad de personas por habitación. La figura 3 ilustra las residencias, basada en los niveles socio-económicos en la municipalidad de Veracruz. La mayor parte de la ciudad tiene servicios de electricidad (93.7%) en las casas; sin embargo 11,187 casas carecen de instalaciones de drenaje y 29,574 casas no tienen baños interiores.

El agua potable se tiene disponible dentro de las casas, en 85.6% de las casas.

La familia es en promedio de 5.2 personas, el sueldo diario mínimo es de \$30.00

3.6. POBLACION.

Un análisis de las tendencias pasadas, presentes y futuras de la población de Veracruz, es de un pre-requisito necesario para la planeación de las instalaciones futuras para desperdicios sólidos y ruta.

La cantidad, clase y volumen de desperdicios sólidos que se genera, y para el que hay que hacer provisiones de disposición, están relacionadas con la población y el comercio e industrias asociados que sostienen a la población.

4.- REVISION DE PUBLICACIONES.

Se revisó lo publicado, en el campo del manejo de desperdicios sólidos municipales, dando énfasis a la situación en México, elaboración de modelos matemáticos para políticas de recolección de desperdicios sólidos y estudios sobre recolección y costo; y riesgos en la industria.

4.1. MANEJO DEL DESPERDICIO SOLIDO EN MEXICO.

Bien poco se ha publicado respecto del manejo del desperdicio sólido en México. En 1967 se informó que la ciudad de México emplea ba más gente en su trabajo de saneamiento que ninguna otra ciudad - estudiada (París, Londres, Berlín Occidental, Tokio). No sólo se - estaba quedando la ciudad de México sin espacio para tirar este des - perdicio sólido, sino que la basura era recogida por 15,000 traperos que preferían vivir encima de los montones de basura (1). Tello in - forma que las operaciones de relleno sanitario se iniciaron en Méxi - co en 1968 con un terraplén para la ciudad de Aguascalientes (pobla - ción 209,000) y de entonces a la fecha, aproximadamente 13 más se -- han establecido.

En algunos se practica la clasificación a mano, en tanto que - en otros se rellenan manualmente. En León se practica tanto la cla - sificación como la recirculación, debido a la calidad del desperdi - cio sólido. El desperdicio total recolectado en las comunidades don - de están operando los rellenos de tierra, es de alrededor del 70%.

En la zona norte de México, un estudio de 21 ciudades demostro - que sólo 4 tenían reglamentos para la recolección de desperdicios só - lidos (2). Tello (3) y Zepeda(4) han revisado las operaciones de fa - bricación de abono con basura en México.

En 1972 se construyeron tres p̄antas, en Guadalajara, México -- D.F. y Monterrey. Su finalidad era procesar 500 toneladas diarias - de desperdicios sólidos y recircular subproductos, vender y trans - formar la parte orgánica en acondicionador para la tierra.

Ambos informan que el abono de basura no ha sido aceptado por los agricultores, y debido a la gran acumulación de abono en Guadaluajara, la planta ha cesado de funcionar. (Se usa el método de camellón en la fabricación de abono artificial) en todas las plantas.

Zepeda(4) informa que en Toluca se va a usar un método distinto de disposición, se va a mejorar moliendo el desperdicio sólido y se les va a dar a los agricultores quienes tendrán que hacer ellos mismos el abono artificial. Se da énfasis al servicio más bien que a los beneficios económicos.

Zepeda (4) asentó que, basándose en el mercado para abono artificial en México, las plantas construídas no han tenido éxito; sin embargo se han proyectado más por el gobierno mexicano, a pesar de que los agricultores no compran el abono artificial al precio de \$4.00 a \$5.00 por tonelada. Bravo (5) y demás investigaron los problemas de disposición del desperdicio sólido en el puerto de Acapulco.

Debido a la industria del turismo, quemar o tirar a cielo abierto los desperdicios, constituía un riesgo para la salud y era repugnante y ofensivo para los visitantes. Este estudio hacía el cálculo de las contribuciones de hotel y restaurante a la generación del desperdicio. Debido al alto contenido orgánico (41%), se sugirió para la disposición final un sistema combinado de fabricación de abono artificial, incineración y relleno sanitario de la tierra.

Tello (6) ha tratado en muchas conferencias sobre la importancia de los aspectos de la salud pública en la disposición de los desperdicios sólidos, habiendo dado énfasis al hecho de que el gobierno debe aplicar normas más estrictas a las operaciones de producción de abono artificial.

Zaltzman (7) informó que el costo estimativo para el manejo de 7.3 millones de toneladas de desperdicios sólidos en México era de 1,394 millones de pesos al año.

Se han publicado muy pocos estudios sobre generación de desperdicios sólidos en las poblaciones y ciudades de México.

Martínez (8), en un estudio teórico de Tijuana, B.C. estimó en 1974 que la proporción era de .8305 kgs/hab/día.

En la ciudad de Tijuana, el 4% del desperdicio sólido era generado por la industria del turismo (17.5 Ton). Leal y Monroy (9) en su estudio de Acapulco, donde se reciben diariamente la visita de turistas (además de los 250,000 habitantes) la contribución de este grupo fué de 1.96 kgs/día, o sea 21.% de los desperdicios totales generados.

En este estudio en el terreno de desperdicio sólido de áreas urbanas fluctuó entre .77 y .95 kgs/hab/día. Zepeda (13) en una muestra muy pequeña analizó desperdicios sólidos en Veracruz. La tabla anexa indica los datos existentes sobre la generación de desperdicios sólidos en México, con una comparación de países que tienen climas y poblaciones similares.

El alto contenido de materia orgánica es similar a España e Israel. Debido al alto costo del papel en México, los productos del desperdicio del papel, son regenerados para uso en forma secundaria.

Composición de Desperdicios Sólidos (%)

| Materiales | Acapulco | Veracruz | Tijuana | Rio de Janeiro | España | Israel | U.S.A. | Guam |
|-------------------------|----------|----------|---------|----------------|--------|--------|--------|------|
| Papel y cartón | 14.8 | 14.1 | 37.0 | 31.5 | 21.0 | 23.9 | 48.0 | 16.0 |
| Vidrio | 10.8 | .75 | 3.7 | 4.7 | 4.0 | 0.9 | 7.0 | 13.6 |
| Metal | 2.6 | 1.13 | 5.87 | 5.9 | 3.0 | 1.1 | 8.0 | 35.3 |
| Materia orgánica | 41.6 | | 34.47 | 11.6 | 45.0 | 71.3 | 27.0 | 18.4 |
| Plástico, piel y caucho | 2.4 | 1.58 | 6.62 | 3.9 | | | 3.0 | 2.2 |
| Hueso | 3.0 | | .31 | 3.1 | | | 1.0 | 1.9 |
| Madera | .9 | | .37 | 3.4 | | | 2.0 | 5.1 |
| Algodón y trapos | 3.0 | 4.03 | 9.64 | 4.1 | | | 4.0 | 7.5 |
| Tierra | 5.8 | | | 28.1 | | | | |
| Otros | 13.2 | 78.40 | .85 | 4.6 | 27.0 | | 5.0 | |

5.- PLAN DE MANEJO DE DESPERDICIOS SOLIDOS.

5.1. CONSIDERACIONES PRELIMINARES.

Antes de hacer ningún intento de elaborar un plan de manejo de desperdicios sólidos, pueden hacerse varios objetivos y observaciones generales, basándose en una amplia perspectiva de las condiciones actuales.

En términos generales, las más evidentes son:

1.-Cualquier plan de manejo de desperdicio, deberá cumplir con el aumento de carga esperado, debido a la continuada tendencia ascendente en la generación de desperdicio per cápita, y las exigencias públicas de calidad ambiental mejorada, especialmente la limitación y control sobre disposición de desperdicios y su potencial correlativo de contaminación, reconociendo que probablemente ese manejo se vea acompañado de costos incrementados.

2.-Los aumentos de población, unidos al aumento en la proporción de generación de desperdicios, no deberán estorbar el crecimiento ordenado y continuado de las comunidades, mientras se hagan por anticipado planes y provisión de fondos para tener capacidad para ese crecimiento.

3.- Todo plan eficiente de manejo de desperdicio deberá estar basado en el conocimiento del área de estudio en perspectiva, y en la experiencia obtenida en áreas que tengan patrones urbanos similares.

4.-Aún cuando el conocimiento de las cantidades de basura generada es un factor restrictivo en las consideraciones sobre el manejo un manejo eficiente requerirá el análisis de todo el sistema de manejo de basura.

5.-El proceso de tomar decisiones deberá incluir consideraciones de costos y beneficios, en términos del área de influencia, la economía local, y en algunos casos, el impacto general sobre la economía nacional.

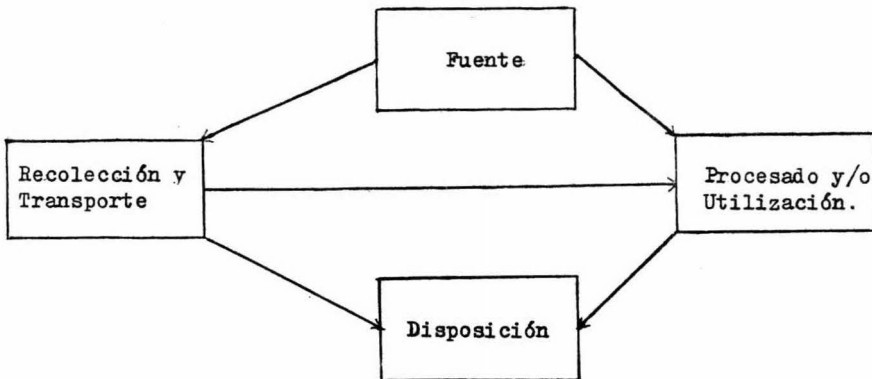
6.- La recolección de la basura sólida ejerce una influencia significativa en los asuntos de salubridad pública y el aspecto de la zona y la comunidad.

7.- Las prácticas de recolección siguen siendo altamente intensivas de mano de obra no capacitada, y representativa de las - - clases más bajas.

8.- La incidencia de lesiones, debida a malas condiciones de - trabajo, es generalmente alta.

9.- Los sistemas de recolección de desperdicios sólidos pueden beneficiarse con estudios profundos de metodología, equipo y condiciones de trabajo, todos los factores que se relacionan con las ope^uraciones eficientes y una moral mejorada de los empleados.

El manejo del desperdicio sólido es un concepto de todo un sis^utema completo, como muestra la figura



5.2 SISTEMA DE MANEJO DE DESPERDICIO SÓLIDO (2)

Los desperdicios derivados de las fuentes se recogen, almacenan, transportan, sufren cambios de estado físicos y químicos, vuelven a usarse y finalmente se tiran.

El manejo de desperdicios sólidos comprende la necesidad de una planeación comprensiva y de la aplicación de los progresos tecnológicos y de ingeniería en la recolección, tratamiento, recuperación y disposición de desperdicios sólidos, y de la administración efectiva y la operación eficaz de tales sistemas. La meta del manejo de desperdicios sólidos es la optimización del sistema, que proporcione el camino más eficiente y económico, en la proporción que lo permitan todas las restricciones impuestas por la industria privada y el gobierno local.

Al mismo tiempo, se necesita información amplia sobre la utilización de desperdicios. La utilización y el reprocesado de desperdicios puede servir en forma eficaz para disminuir las cantidades totales para tirarse, y simultáneamente para conservar recursos valiosos.

El manejo municipal del desperdicio sólido normalmente se divide en dos áreas principales.

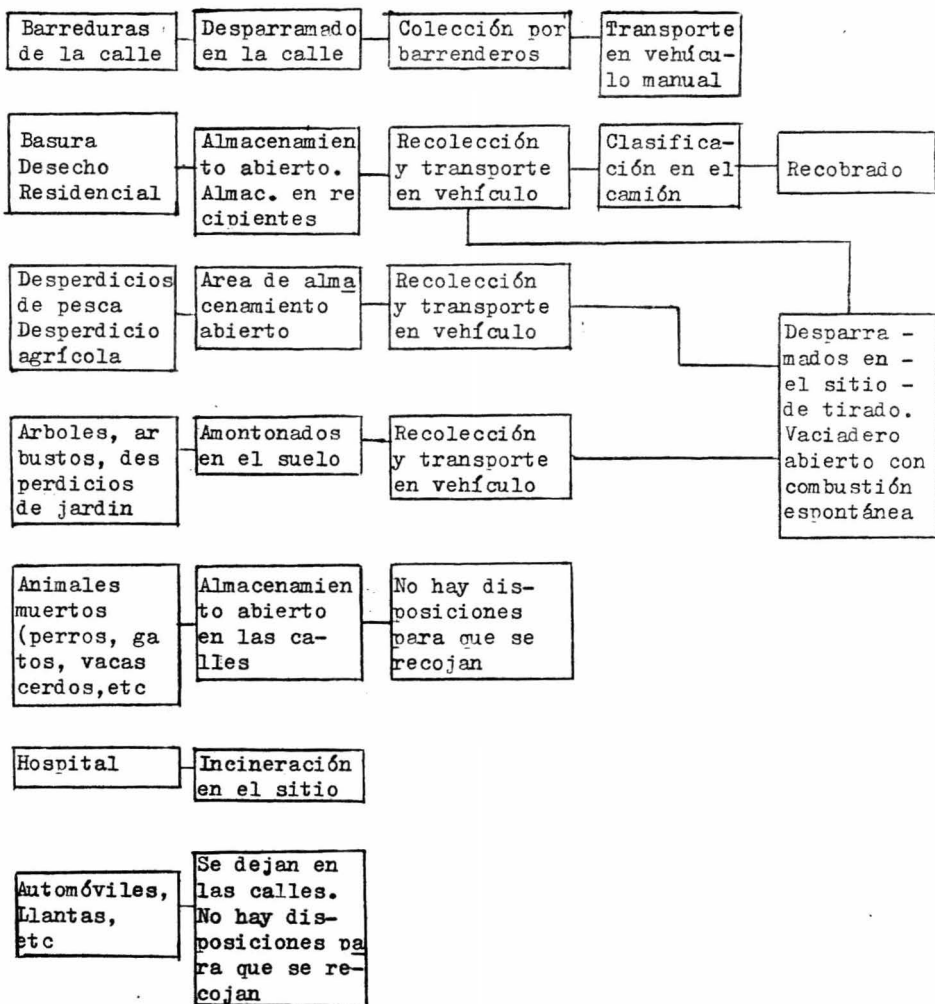
- 1) Recolección, que requiere recoger, trasladar y transportar.
- 2) Disposición, incluyendo cualquier tratamiento requerido.

El conocimiento de la cantidad y características de los desperdicios sólidos de la comunidad es básico para el proyecto de un modelo de manejo de desperdicio sólido. Más aún, la clase de equipo usado en la recolección, manejo y transporte de los desechos, deberá estar relacionada con la cantidad y clase de los desechos generados — por lo tanto, la clasificación, al igual que la cuantificación del desperdicio sólido.

En el estudio se incluirán la generación, recolección y disposición de desperdicio sólido generado dentro del área.

Manejo municipal del desperdicio sólido en Veracruz.

Tipo de desperdicio.



_____ Limpiadores de calles.

Se incluirán los siguientes elementos.

1) El área se dividirá en sub-áreas representativas de la actividad características como son:

| | |
|-------------|-------------|
| | Clase Alta |
| Residencial | Clase Media |
| | Clase Baja |
| | Negocios. |
| Comercial | |
| | Mercados |

Se elaborará un programa sólido de muestreo de las unidades -- generadoras, y se llevará a cabona fin de determinar las características físicas al igual que el peso y volumen generado en cada sub-área.

2) Generación y almacenamiento, incluyendo el crecimiento potencial del área en estudio, y las futuras cantidades de desperdicio sólido, basándose en las cantidades reales del presente, el uso de la tierra y las proyecciones de habitantes en años futuros.

3) Sistemas básicos de recolección y campo, que abarca el servicio, incluyendo la recolección (frecuencia), recogida, traslado - transporte y disposición.

4) Políticas de recolección existentes en la municipalidad.

5) Evaluación de la organización y operación, y financiamiento de la dependencia municipal de recolección existente.

6) Costo del sistema actual de recolección y disposición.

7) Análisis de las operaciones de disposición existentes.

8) Potencial de recirculación de algunos materiales encontrados en el desperdicio sólido (el papel de la "pepena" en el sistema de recolección de desperdicio sólido)

9) Investigación completa de los reglamentos existentes para la recolección y disposición de desperdicios sólidos.

5.3 Método de elaboración de la base de datos.

Después de revisar diversos procedimientos de muestreo para caracterización de desperdicio sólido, tiempo, costo e inspecciones de recolección, se adaptó para su uso en este estudio, el siguiente plan (1, 2, 3, 4, 5, 6)

Se seleccionará al azar un total de cinco rutas, de las 19 rutas ya existentes en la municipalidad de Veracruz, para fines de muestreo. Estas rutas serán representativas de las cinco áreas de actividad en la municipalidad.

El muestreo proporcionará datos sobre la cantidad y caracterización del desperdicio sólido, al igual que estudios de tiempo y costo.

Se escogerá una de cada veinte casas para caracterización del desperdicio y peso, de la zona indicada y se muestreará un camión recolector al final de cada ruta en estudio.

Se usarán dos métodos de muestreo:

a) Cada ruta elegida se muestreará diariamente, haciendo el muestreo un equipo durante dos períodos no consecutivos de una semana.

b) DE las cinco rutas seleccionadas, se hará una selección al azar diariamente, y el muestreo llevará a cabo durante un periodo de 7 semanas.

Recorrido de las rutas.

| | | |
|--------|-----------|--------|
| Ruta 1 | - - - - - | 13 Kms |
| Ruta 2 | - - - - - | 22 kms |
| Ruta 3 | - - - - - | 10 kms |
| Ruta 4 | - - - - - | 15 kms |
| Ruta 5 | - - - - - | 17 kms |
| Ruta 6 | - - - - - | 13 kms |

| | | |
|---------|-----------|--------|
| Ruta 7 | - - - - - | 17 kms |
| Ruta 8 | - - - - - | 12 kms |
| Ruta 9 | - - - - - | 13 kms |
| Ruta 10 | - - - - - | 21 kms |
| Ruta 11 | - - - - - | 29 kms |
| Ruta 12 | - - - - - | 19 kms |
| Ruta 13 | - - - - - | 20 kms |
| Ruta 14 | - - - - - | 15 kms |
| Ruta 15 | - - - - - | 13 kms |
| Ruta 16 | - - - - - | 10 kms |
| Ruta 17 | - - - - - | 18 kms |
| Ruta 18 | - - - - - | 14 kms |
| Ruta 19 | - - - - - | 16 kms |

5.4 DATOS DE RUTA DE RECOLECCION.

El equipo o grupo proporcionará datos diarios en los formularios preparados para la muestra.

Los datos serán concernientes a las actividades de la cuadrilla de recolección de los desperdicios sólidos.

a) Se recopilarán datos relativos a los habitantes de las casas número de unidades habitacionales, número de paradas por cuadra, número de recipientes.

b) Se recopilarán datos relativos al peso y características del desperdicio sólido residencial de las residencias seleccionadas.

Un vehículo en que irá el equipo muestreador, seguirá al camión de recolección y recolectará el desperdicio que haya de caracterizarse. El desperdicio se colocará en bolsas de plástico para desechos - se etiquetará y más tarde se clasificará manualmente. El porcentaje de distintos materiales en cada categoría se computará en la forma proporcionada para cada muestra.

c) Para el estudio de tiempos y movimientos, se observará una cuadrilla de recolección de una ruta específica, en cuanto a las si-

güentes operaciones unitarias.

- a) tiempo de viaje de la cochera a la ruta
- b) número de recipientes en la parada de recolección
- c) tiempo que se gasta en cada parada
- d) tiempo de transporte
- e) tiempo para vaciar los desechos
- f) tiempo de regreso a la ruta
- g) tiempo fuera de la ruta, asociado con asuntos personales
- h) tiempo de descanso y comida
- i) tiempo de descompostura (equipo)
- j) tiempo de viaje del basurero a la cochera, después de la hora de entregar.

Se supone que el costo de la recolección es una función de la frecuencia de recolección, la velocidad de recolección, la clase de vecindario y la población, y las reglas de trabajo aplicadas.

Los siguientes datos, que se obtendrán mediante estudios en el terreno, serán pertinentes para este cálculo:

- a) Costos de los vehículos de recolección
- b) Tarifas típicas de mano de obra
- c) Cálculo de la tarifa horaria de trabajo partiendo de la tarifa diaria (será necesario calcular el tiempo promedio empleado - realmente en el trabajo)
- d) Carga de desperdicios generada
- e) Costo total de la recolección en la sub-área por semana, -- que se calculará en la siguiente manera:

P_i .- población de la sub-área i

K_i .- peso del desperdicio sólido generado por persona, por día con la frecuencia observada

L_j .- costo de mano de obra por hora, para una cuadrilla de un-chofer más j peones

ξ_{ik} .- velocidad de recolección en kilogramos por hora, para vecindario tipo k por i días después de la última recolección.

La recolección total en la sub-área será C_i .

$$C_i = P_i K_i \left(\frac{1}{\xi_{ik}} L_i + \frac{1}{\xi_{ik}} L_j \dots \right)$$

El costo de recolección por tonelada métrica será =

$$C_i / 7 P_i \times K_i \times 1000$$

Una hoja de datos constantes se referirá a las partidas que permanecen constantes esencialmente. Se elaborará para cada ruta muestreada.

Los datos diarios se promediarán por una semana (7 días) y se reportarán por ruta. El rendimiento se resumirá en tres reportes.

- a) Reporte de información de ruta.
- b) Reporte de información de recolección.
- c) Reporte de información de costo.

El reporte de costo incluirá una evaluación aparte del equipo existente para recolección, en servicio o en reparación, sueldos de la cuadrilla, tamaño de las cuadrillas, número de horas que se pagan a las cuadrillas.

Todas las formas están diseñadas de tal manera que la información de entrada puede transferirse directamente a una tarjeta perforada para su procesamiento en computador.

5.5. DESARROLLO DE MODELOS.

Se intentará definir todos aquellos factores que no son de desperdicio sólido, y que hacen impacto en la función de manejo de los mismos (v.g. tendencia de la población, redes de transporte, leyes etc).

La siguiente información de entrada será proporcionada por estudios en el terreno:

1.- Datos de generación (información sobre población, unidades habitacionales, densidades, peso, costo).

2.- Datos sobre recolección, incluyendo distancias, volumen - tiempo de recogido, identificación de ruta, tipo de vehículo, tamaño de la cuadrilla y costos.

3.- Datos sobre transporte, relacionados con distancias, tiempo, velocidades.

4.- Datos sobre disposición, tales como distancia recorrida, tiempo descargado, sitio de colocación y costos relacionados.

Este modelo combinará técnicas de optimización y heurísticas y será definido por el tipo de información que pueda recopilarse.

5.6. RIESGOS EN EL MANEJO DE DESPERDICIOS SÓLIDOS.

Los métodos ineficientes e inapropiados de manejar y disponer de desechos, basura y otros desperdicios sólidos, presentan serios riesgos para la salud pública. Los desperdicios sólidos han estado asociados cuando menos con 22 enfermedades humanas y numerosas lesiones accidentales.

Los vaciaderos, callejones y otros lugares donde se acumulan inmundicias, son excelentes campos de cría para animales que son portadores de enfermedades.

Se sabe muy poco respecto de la salud y seguridad de los hombres que tienen que recoger y disponer de los desperdicios de Vera Cruz, o de cualquier ciudad de México.

Debido a la clase de individuo que se emplea para este trabajo, existe poco interés por la seguridad del individuo. No se dispone de información epidemiológica sobre este tema, y las estadísticas sobre lesiones prácticamente no existen. Esta clase de trabajador no recibe compensación cuando está enfermo, ni cuando ocurren lesiones, y no está cubierto por ningún plan de seguro médico.

Como de acuerdo con los registros, la industria del desperdicio sólido es una de las más peligrosas en los Estados Unidos, puede suponerse que teniendo equipo más malo, menos adiestrado y acti

tudes, ésta es una ocupación igualmente peligrosa en México.

Los procedimientos básicos del trabajo de disposición de los desperdicios sólidos son tales, que los accidentes y la contaminación son parte del proceso.

La alta tasa de lesiones en los Estados Unidos se debe en -- grado considerable, a la ausencia de programas de seguridad o a lo limitado de éstos. Algunos de los riesgos más importantes asociados con los sitios en que se deposita el desperdicio, son las operaciones vehiculares, polvo, incendios, contaminación, explosivos-riesgos mecánicos, pesticidas y venenos.

Así, son peligrosos el lugar de trabajo y sus cercanías de -- biendo hacerse una evaluación, por medio de la observación, para -- mejorar las condiciones existentes en Veracruz. Como resultado, -- pueden hacerse sugerencias y recomendaciones basándose en los estudios en el terreno.

Se intentará hacer un cálculo de las tasas de lesión, usando formularios de la Administración de Salud y Seguridad Ocupacional para el período de muestreo de esta investigación.

6.- EQUIPO EXISTENTE DE RECOLECCION

6.1. RECOLECCION.

La municipalidad de Veracruz proporciona servicio de recolección diario aproximadamente a un 85% de la población. Se efectúa con el método de parada domiciliaria con recolección de banqueta, hay aproximadamente 220 personas empleadas en actividades de recolección y disposición.

No hay servicio privado de recolección. Existen 19 rutas que varían de 10 kms a 29 kms de recorrido. Para llevar a efecto esta tarea, se usa el siguiente equipo y personal.

a).- EQUIPO

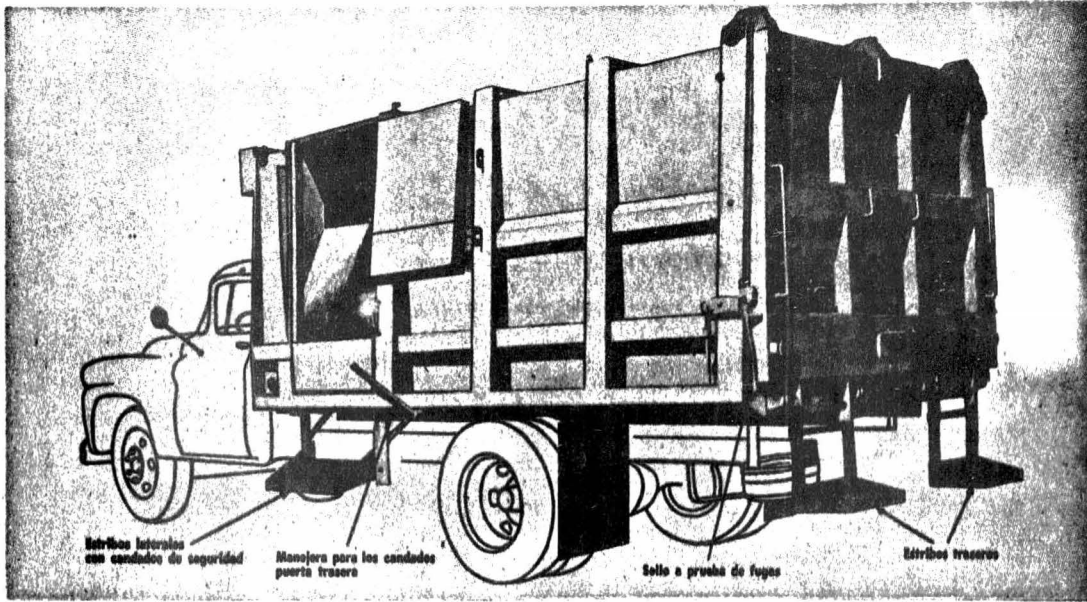
- 1.-14 compactadores con capacidad de 12 m³
- 2.- 9 apisonadores Packmor con capacidad de 9 m³
- 3.- 4 volteos con capacidad de 5 m³

Generalmente un grupo de 5 personas trabaja en cada camión, esto incluye:

- 1.- Un chofer.
- 2.- Un pisador (pepenador).
- 3.-Vaciador.
- 4.- Vaciador.
- 5.- Un campanero.

El recorrido normal se lleva a efecto aproximadamente de las 6 A.M. hasta que se termina la ruta; las cuadrillas trabajan 7 días a la semana, los camiones trabajan dos turno haciendo aproximadamente 1.8 viajes en el primero y 1 viaje en el segundo, por lo tanto se estima en 2.8 viajes por vehículo la recolección. Se estima un promedio de 3 vehículos están en reparación o mantenimiento preventivo en los talleres.

La tabla 6.1 muestra el manejo general de desperdicios sólidos en Veracruz.

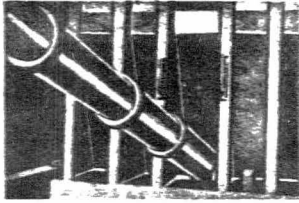


Estríbo lateral
con candado de seguridad

Manejera para los candados
puerta trasera

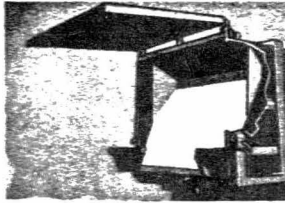
Sello a prueba de fugas

Estríbo trasero



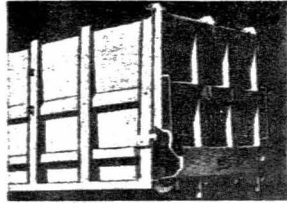
Cilindro Telescópico

Un potente cilindro de doble acción empaca y descarga. No se dobla ni deforma fácilmente comprime 35 toneladas (176.000 lbs.) de presión contra cualquier carga.



Empacador de Diseño Exclusivo

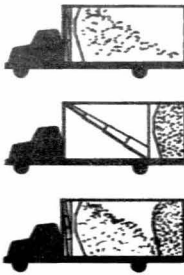
Un diseño científico del empacador empuja la carga en toda su área con igual cantidad de presión. Ninguna parte de la basura se queda sin compactación total. El mismo compactador descarga completamente la carga por la puerta trasera.



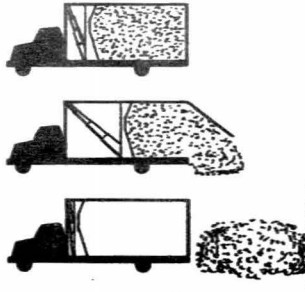
Caja Sanitaria

La caja es a prueba de fugas. Un empaque especial evita derrame de líquidos. La puerta posterior, está fabricada de una sola pieza y fuertemente reforzada. Una simple palanca opera el sistema de sus candados para abrirla. Los líquidos que se colectan fácilmente se drenan.

CICLO DE CARGA Y COMPACTACION



CICLO DE DESCARGA



Los recipientes caseros para almacenamiento de desperdicios sólidos de las casas varían desde bolsas de plásticos para desechos (que son muy costosas) hasta bolsas de papel o recipientes de hojalata de uso general. Se usan muy pocos recipientes galvanizados con tapa, debido al costo y al hecho de que desaparecerían si se dejaran para el recogido fuera de la casa.

La población no usa forros, ni son comunes las prácticas tales como desodorizar o rociar los botes o envolver el desecho. Los caseros tienen que llevar sus recipientes a la banqueta donde se hace el recogido.

No hay disposiciones para lluvia o descompostura de camión. La recolección se suspende si hay lluvia, si el camión se descompone - el desperdicio sólido se tira en el lote baldío más cercano.

El equipo de recolección de basuras varía enormemente en cuanto a tamaño y características se refiere. La capacidad influye fundamentalmente en el costo de la recogida, la altura de la carga debe ser tal que permita una operación cómoda.

Existen tres tipos de vehículos para la recolección de basuras: camión abierto, camión cubierto y camión compactador.

Evidentemente, la mejor solución es el camión compactador, el cual permite aumentar enormemente su capacidad y un rápido vaciado de la basura. Entre las ventajas tenemos, altura relativamente baja de las bocas de carga, aumento de la densidad de basura por compactación y un aspecto estético.

La capacidad de los camiones recolectores varía enormemente, - existen con capacidad de 7 m^3 a 11 m^3 ó más, tabla 6.2.

b).-PERSONAL.

| Número | Categoría | Sueldo | |
|--------|---------------------------|---------|--------------|
| | | Diario | Mensual |
| 1 | Jefe de servicio | \$46.78 | \$ 1,403.40 |
| 69 | Barrenderos | \$42.53 | \$ 86,760.00 |
| 30 | Choferes de planta | \$52.00 | \$ 46,800.00 |
| 17 | Choferes extraordinarios | \$36.38 | \$ 18,553.80 |
| 39 | Ayudantes de planta | \$44.80 | \$ 52,416.00 |
| 16 | Ayudantes extraordinarios | \$28.52 | \$ 13,689.60 |
| 20 | Campaneros | \$13.91 | \$ 8,346.00 |
| 50 | Trabajadores de cuadrilla | \$31.77 | \$142,965.00 |
| | | | \$370,933.80 |

La nómina asciende mensualmente a \$ 370,933.80 ó sean - - -
\$ 4,451,205.60 anual.

c).-PESADA DE CAMIONES.

Se efectuó una pesada sorpresiva de camiones, lograndose interceptar un total de 5 vehículos cuadrados y un tubular.

Los resultados se muestran a continuación.

| Tipo de camión | Capacidad nominal m ³ | Peso neto (Ton) | Peso volumétrico compactado (Kg/m ³) | |
|---------------------|-------------------------------------|--------------------|-----------------------------------------------------|------|
| | | | nominal | real |
| Tubular | 9.2 | 3,520 | 383 | 492 |
| Cuadrado | 12.5 | 5,170 | 414 | 559 |
| Cuadrado | 12.5 | 3,920 | 313 | 424 |
| Cuadrado | 12.5 | 4,680 | 374 | 506 |
| Cuadrado | 12.5 | 4,775 | 382 | 516 |
| Cuadrado | 12.5 | 4,760 | 381 | 515 |
| Promedios cuadrados | | 4,661 | 373 | 504 |

El día que se efectuó lo anterior, no puede considerarse representativo, ya que había estado lloviendo durante dos días consecutivos y la basura estaba húmeda. Se considera que una disminución del 5% a los pesos obtenidos es justificable por este concepto. Se calculará la recolección total con esta disminución:

Peso de un tubular por viaje 3,350 kgs.

Peso de un cuadrado por viaje 4,200 kgs.

Si todos los camiones trabajaran diario, se tendría el siguiente tonelaje de recolección:

| Tipo de camión | Número de unidades | Viajes por unidad | Peso por viaje (Ton) | Total teórico recolectado diario domingo (ton) | |
|------------------------------------------|--------------------|-------------------|----------------------|------------------------------------------------|-----|
| Tubular | 9 | 2.8 | 3.35 | 84 | 54 |
| Cuadrado | 14 | 2.8 | 4.20 | 165 | 106 |
| Volteo | 4 | 4.0 | 2.50 | 40 | 30 |
| Suma | 27 | --- | ---- | 289 | 190 |
| Menos 15% por vehículo en talleres | | | | 44 | 28 |
| Total | | | | 245 | 162 |

Recolección anual 245 Ton X 300 días = 73,500 Ton
 162 Ton X 65 días = 10,530 Ton

84,030 Ton/año

6.2. PREDICCIÓN DEL VOLUMEN DE BASURA.

Como resultado de un estudio muy breve, se estimó que la recolección anual de desperdicios sólidos es de 84,030 toneladas por año (dato obtenido por las autoridades municipales), esto representa sólo el 85% de la población de Veracruz. Por tanto, si toda la población recibiera el servicio tendríamos:

$$\frac{84,030 \text{ Ton/año}}{0.85} = 98,858 \text{ Ton/año y en consecuencia;}$$

$$\frac{98,858 \text{ Ton/año}}{365 \text{ días} \times 295,000 \text{ Habitantes}} = 1.000 \text{ kg/hab/día}$$

La generación de basura que parece alta comparada con otras ciudades, pero debe considerarse que está incluida aquella que se genera en la aduana, puerto, hoteles y comercio.

En base a los datos de población se calculó la tasa anual de crecimiento siendo el 4.2%, podemos calcular la población futura para los años que se enlistan en la columna (1) proyectando hasta 1984.

| (1) | (2) | (3) | (4) |
|------|-----------|------------|---------|
| Año | Población | Kg/hab/día | ton/año |
| 1976 | 295,000 | 1.000 | 98,858 |
| 1977 | 307,000 | 1.030 | 115,000 |
| 1978 | 313,000 | 1.040 | 119,000 |
| 1979 | 326,000 | 1.050 | 125,000 |
| 1980 | 340,000 | 1.061 | 132,000 |
| 1981 | 354,000 | 1.072 | 138,000 |
| 1982 | 369,000 | 1.082 | 146,000 |
| 1983 | 385,000 | 1.093 | 153,000 |
| 1984 | 401,000 | 1.104 | 161,000 |

6.3. COSTOS DE RECOLECCION Y TRANSPORTE.

Podemos considerar, sin peligro a equivocarnos, que la planeación técnica de un sistema de recolección de basuras, beneficia -- enormemente a la economía de la oficina de limpia.

Es obvio que una ruta bien planeada, donde no haya recorridos-inútiles, ni tiempos perdidos, pues deben de seguirse horarios perfectamente establecidos, donde los camiones han de rellenarse a su máxima capacidad, donde no existan recorridos a distancias enormes al tiradero; una ruta bien planeada de la máquina barredora, en horarios adecuados donde no se pierda tiempo por el tráfico, y en general una planeación donde no se tenga más personal que el estrictamente necesario, reportará grandes beneficios y ahorros al Municipio.

En cuanto a los costos de recolección, podemos decir que son el resultado de sumar los costos:

1.-Directos: Mano de obra.

Combustibles.

Lubricantes.

Refacciones.

Servicios.

2.-Indirectos: Amortización.

Intereses anuales.

Almacenamiento.

Personal prorrateado.

Y a esta suma, restarle el costo de transporte. A continuación haremos un análisis para un camión y lo generalizaremos para 5 camiones (que son de las 5 rutas muestreadas).

Personal que labora en oficinas:

| | DIARIO | MENSUAL |
|-------------------------------------|-----------------|--------------------|
| 1 Jefe del servicio de limpia | \$ 125.36 | \$ 3,760.86 |
| 1 Inspector A | \$ 70.02 | \$ 2,100.68 |
| 1 Inspector A | \$ 70.02 | \$ 2,100.68 |
| 1 Mecánico | \$ 33.33 | \$ 1,000.00 |
| 1 Mecanografo | \$ 50.00 | \$ 1,500.00 |
| 1 Velador | \$ 21.66 | \$ 650.00 |
| | <u>\$370.39</u> | <u>\$11,112.22</u> |

Costos de operación.

Directos:

| | |
|------------------------------|-----------------------|
| Mano de obra: 1 chofer | \$ 61.89 / día |
| 2 vaciadores | \$110.58 / día |
| 1 pizador | \$ 34.25 / día |
| 1 campanero | \$ 16.69 / día |
| | <u>\$223.41 / día</u> |

| | |
|------------------------------------------|-----------------------|
| Combustible: ...30 lts a 0.53 ctvos... | \$ 15.90 / día |
| Lubricantes: ...aceite 1 lt | \$ 8.65 / día |
| Refacciones: ...\$450 / 30 días | \$ 15.00 / día |
| Llantas:\$1,830 c/u (6)..... | \$ 10.98 / día |
| Lavado y engrase: ...\$60 / 30 días | \$ 2.00 / día |
| Reparaciones:\$300 / 30 días ... | \$ 10.00 / día |
| | <u>\$285.94 / día</u> |

Indirectos:

| | |
|-------------------------------------------------------------|--------------|
| Depreciación: \$250,000 - \$ 10,000 = | \$240,000.00 |
| Costo horario de la depreciación \$240,000 - 12,000 horas = | \$20.00 |
| Costo diario de la depreciación \$20.00 X 8 horas | = \$160.00 |

| | | |
|---------------------------------------------------|------|------------|
| Costo diario de la depreciación \$20.00 X 8 horas | = \$ | 160.00 |
| Intereses anuales - 10% de la inversión promedio | = \$ | 12,500.00 |
| Interés diario - \$12,500.00/365 | = \$ | 34.24 |
| Personal de limpia \$11,112.00/5 camiones/30 días | = \$ | 74.08 |
| | | <hr/> |
| | \$ | 288.32/dfa |

Costo total de un camión/dfa:

| | | |
|------------|------|--------|
| Directos | = \$ | 285.94 |
| Indirectos | = \$ | 288.32 |
| | | <hr/> |
| | \$ | 574.26 |

Costo de los 5 camiones = \$ 574.26 X 5 = \$ 2,871.30

Costo de recolección y transporte/hab/dfa =

$$\frac{\$2,871.30}{295,000 \text{ hab.}} = \$ 0.010/\text{hab/dfa}$$

Para determinar el costo de recolección por separado, es necesario hacer intervenir el dato de costo de acarreo por tonelada y - por kilómetro, como una tarifa autorizada por alguna Secretaria encargada para tal efecto y que varía en cada región del país.

Capacidad del camión recolector: 8 tons.

Distancia de ida y vuelta al tiradero: 11 kms.

Costo por tonelada por kms: \$ 0.50/ton/km.

Costo de transporte = 8 tons X 11 kms X \$0.50/ton/km = \$44.00/viaje.

En dos viajes será: \$ 44.00/viaje X 2 viajes = \$88.00/dfa.

Como son 5 camiones : \$88.00 X 5 camiones = \$440.00/dfa.

Costo de transporte/hab/dfa = $\frac{\$ 440.00}{295,000 \text{ hab.}}$ = \$ 0.001/hab/dfa

| | | |
|----------------------------------|------|-----------------|
| El costo de recolección/hab/día: | = \$ | 0.010 |
| | - | <u>\$ 0.001</u> |
| | \$ | 0.009/hab/día |

| | | |
|-------------------------------------------------|------|------------------------|
| Costo mensual de recolección: \$0.009 X 30 días | = \$ | 0.27/hab/mes |
| Costo mensual de transporte : \$0.001 X 30 días | = | <u>\$ 0.03/hab/mes</u> |
| Costo mensual de recolección y transporte | = \$ | 0.24/hab/mes. |

Podemos sacar aquí por conclusión que sería muy fácil para el ayuntamiento el prestar el servicio de recolección y transporte y - disposición final de las basuras cobrando al usuario por él, sin dudar que este servicio se prestaría mucho más eficiente y a un costo realmente bajísimo para el ciudadano, que vería excelentes resultados.

7. DISPOSICION FINAL.

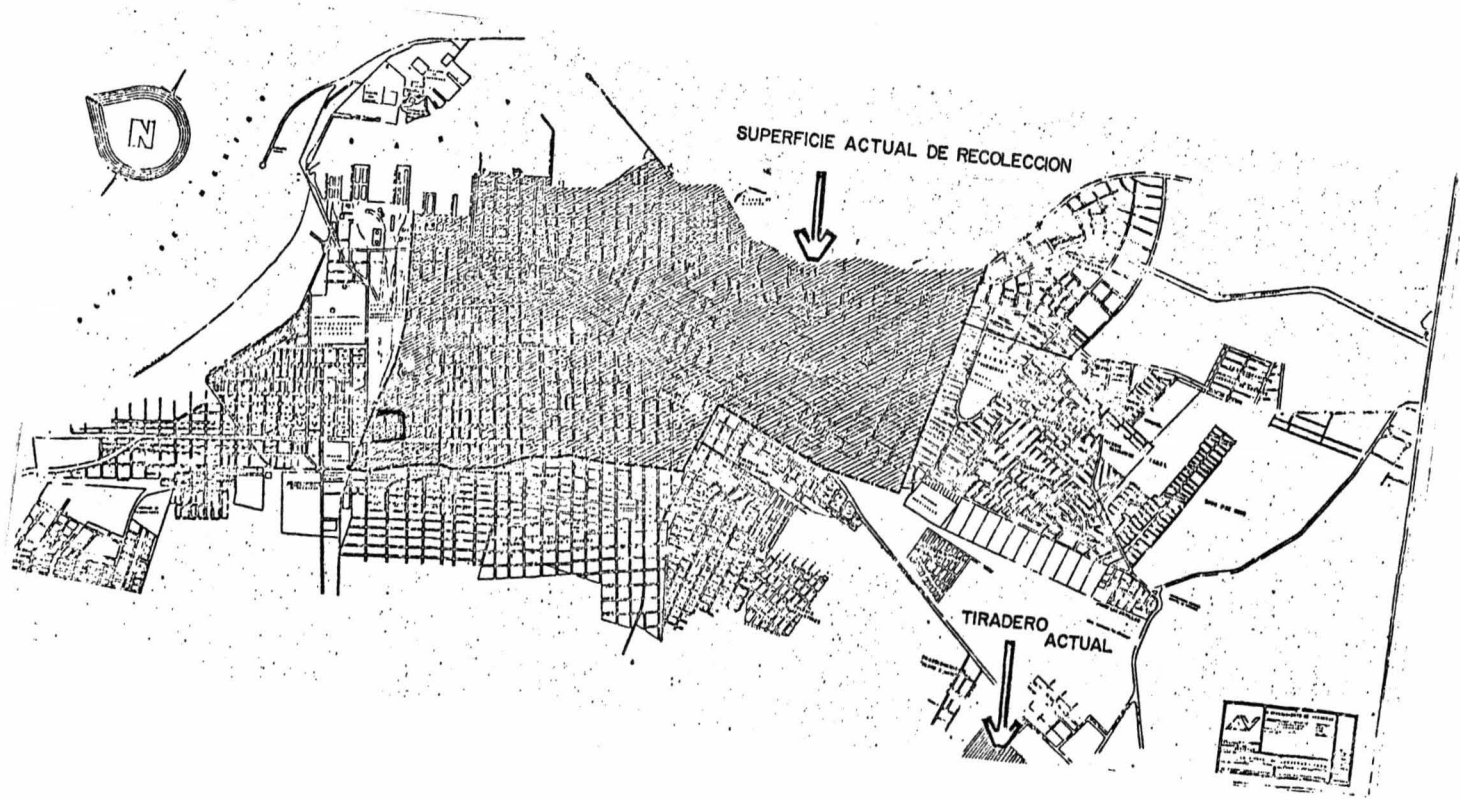
Las cuadrillas recogedoras vacían los desechos sólidos en un tiradero de cielo abierto. El tiradero recibe todos los desperdicios de la municipalidad y tiene algunos años de existencia. Está aproximadamente a 5 o 6 kilómetros de cada una de las rutas de recolección y cuenta con caminos de acceso aceptables.

El sitio de disposición está ubicado sobre dunas de arena y cubre aproximadamente 2 km² de tierra. Hay un tractor y un operario en el lugar, así como varias familias que viven literalmente encima de la basura (pepenadores).

Está ubicado fuera de la ciudad y es de propiedad privada - prestado a la ciudad, el tiradero se encuentra prendido continuamente y desprende gran cantidad de humo que provoca constantes quejas, debido a que se encuentra cerca de la carretera federal, del aeropuerto y de una colonia vecina; en caso de establecer una planta de basura, será necesario taparlo y captar en él únicamente escombros de construcción y el rechazo de la planta, que deberán ser enterrados.



Laboraban en un ambiente que les incapacitaba para su integración normal en la sociedad.



SUPERFICIE ACTUAL DE RECOLECCION

TIRADERO ACTUAL



7.1. TIRADERO A CIELO ABIERTO.

Este método es el más usado en el país y en general va acompañado de la selección manual o pepena de los subproductos como -- son papel, cartón, metales, vidrio, trapo, plásticos, hueso y -- otros.

Es a todas luces un método inadecuado de disposición desde -- los puntos de vista de la salud y de la contaminación ambiental, -- ya que se convierte en un foco de reproducción de insectos y roedores que encuentran en la basura un medio ideal para llevar a cabo sus procesos biológicos, y que sirviendo como vectores transportan microorganismos patógenos fuera del tiradero.

En el aspecto de la contaminación del aire se observa en la mayoría de los tiraderos una combustión continua que puede ser espontánea o provocada para facilitar la recuperación de chatarra.

Esta combustión es difícil de controlar por la gran cantidad de gas metano que produce la descomposición anaerobia de las basuras.

En la contaminación del agua, como no se cuenta con una cubierta protectora ni obras de drenaje, el agua que llueve sobre el tiradero o que llega a él por escurrimiento superficial y cruza -- los estratos de residuos, acarrea a su paso algunas sustancias en suspensión o solución convirtiéndose a su salida en un líquido negrozco llamado lixiviado, que es un contaminante potencial de mantos freáticos o corrientes superficiales.

Es natural pensar que estos tiraderos a cielo abierto son -- los más baratos, pues no se tiene ningún gasto en ellos, sin embargo, sería útil hacer un estudio del tiempo que pierden y el consumo de combustibles, lubricantes, llantas, etc., extra que tienen -- los camiones recolectores para recorrer 10 o más kms por 2 o 3 veces al día para llegar a ellos; con lo cual se sacaría por conclusión la incosteabilidad de los tiraderos a cielo abierto, y si a --

esto agregamos los inconvenientes sanitarios, llegamos a que debenser reemplazados por otro método de eliminación mas higienico y -- práctico.

7.2. RELLENO SANITARIO.

Es este el sistema más aconsejable para las condiciones actuales de nuestro país, y es por ésto que en los estudios realizados -- por la Dirección de Ingeniería Sanitaria de la S.S.A., en cada una de las ciudades de la República, se han optado por recomendar ampliamente este método y procurar establecerlo técnicamente en todas -- ellas.

Este método, consiste en el enterramiento de las basuras, se puede realizar con diferentes equipos de capacidad variable y observando alguno de los distintos procedimientos de operación que pueden ser de "trinchera", de "área" o de "rampa, sin evitar por ello que pueda realizarse la pepena, ya como una operación implantada en el sistema en funcionamiento, siempre y cuando sea efectuada durante el lapso comprendido entre la descarga y su enterramiento final que debe ser diariamente.

Por otra parte, se deben de tomar en cuenta los beneficios que se obtienen en todos los aspectos al establecer un relleno sanitario en lo social, al evitar la habitación humana en los basureros, en lo urbanístico al permitir la regeneración y rehabilitación de diferentes zonas marginadas de las ciudades, que pueden ser utilizadas posteriormente como centros recreativos, estacionamientos, ó áreas verdes que incrementan el valor catastral tanto en los terrenos rehabilitados como de las zonas aledañas.

Los puntos principales que deben tomarse en cuenta para la operación del relleno sanitario son:

1.- Selección del sitio.

Esta selección debe basarse en consideraciones técnicas, factores económicos y aceptación pública.

Los factores que afectan la localización del sitio son:

a).- Longitud de acarreo; la localización del sitio sería en el centro del área de producción de basura, sin embargo esto no es siempre posible al iniciar las operaciones por la falta de un lugar apropiado, o por la desaprobación de la gente para tal sitio

Es este, en México, uno de los factores económicos más importantes y es esta distancia de acarreo la que debemos intentar siempre disminuir.

b).- Valor actual del sitio; un proyecto completo de relleno sanitario debe hacerse siempre para elevar el valor del terreno, - no solo en el sitio ocupado, sino también en las zonas circunvecinas; es por ésto que deben buscarse, para operar el relleno sanitario, sitios factibles de regenerar como son : pantanos, barrancas abandonadas y depresiones de terreno.

El uso de estos sitios elevará el valor del terreno al convertirlo en campos deportivos, parques, estacionamientos, aeropuertos lotes para construcción ligera, etc.

c).- Drenaje; debe tomarse siempre en cuenta si el drenaje superficial natural va a ser alterado por la operación del relleno sanitario, y si va a causar algún perjuicio a las propiedades vecinas, si se encuentra el relleno sujeto a inundaciones por alguna corriente de agua, etc.

d).- Condiciones atmosféricas; pueden ser muy importantes en sitios de climas extremos, como son la nieve, la lluvia, la temporada de vientos.

e).- Composición del suelo; la composición del suelo para la operación de relleno sanitario, debe contener de 50% a 60% de arena con porcentajes complementarios de cantidades iguales de arcilla y limo.

2.- Métodos de operación.

En general se considera que un relleno sanitario se opera en 3 formas distintas:



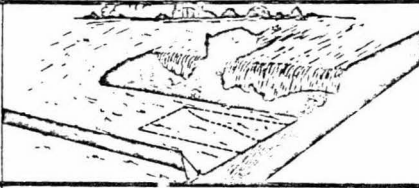
se describe qué son los rellenos sanitarios y los diferentes métodos de operación.

ESTUDIO TIPO DIFERENTES METODOS

TRINCHERA

(Adecuado para terrenos planos)

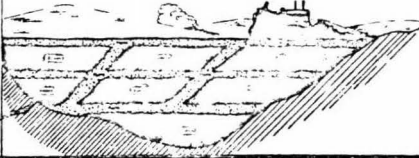
- 1- Se excava una trinchera completa y progresiva.
- 2- Se extiende y aplana la basura con el equipo.
- 3- Se cubre la basura cada día con 15 cms. de tierra.
- 4- Finalmente se cubre todo con una capa de 60 cms. de tierra aplastada.



AREA

(Adecuado para rellenar hondonadas)

- 1- Se arroja la basura en una sección de la hondonada.
- 2- Se extiende y aplana la basura.
- 3- Se cubre la basura cada día con tierra que se acarrea de otro sitio adecuado.
- 4- Se repiten las operaciones 3 y 4 del de Trinchera.



RAMPA

(Adecuado en terrenos ondulados o pantanosos)

- 1- Se usa una pendiente natural o se construye una rampa.
- 2- Se vacía la basura en el fondo de la rampa.
- 3- Se extiende y aplana la basura contra la sección de la pendiente.
- 4- Continúa la operación avanzando sobre el terreno y conservando la rampa.
- 5- Se repiten las operaciones 3 y 4 del de Trinchera.



- a).- Método de área.
- b).- Método de trinchera.
- c).- Método de rampa.

La selección de algunos de ellos depende esencialmente del tipo de terreno en el que se trabaje, es por ésto que las analizaremos por separado, según las condiciones del terreno.

a).- En valles y hondonadas; este es el método que se llama de área. A menudo se escogen estas depresiones para operar un relleno-sanitario.

Cuando estos valles y hondonadas son de considerable longitud se deben llenar en capas, comenzando cada una en el extremo más elevado de la barranca, a fin de no obstruir el desagüe natural.

La cubierta de tierra para la primera capa a medida que se va a todo lo largo de la barranca, se puede frecuentemente obtener de adelante de la base del declive de avance, sin embargo la cubierta para las siguientes capas se obtendrá de los lados de la barranca. Prescindiendo de la manera de llenar las hondonadas, la profundidad de cada capa de las celdas debe limitarse a 2 ó 3 mts, procurando obtener la máxima consolidación tanto en las celdas de basura, como en las capas de cubierta.

b).- En pantanos, marismas y áreas bajas; se sigue el método de trinchera, en los lugares bajos o pantanos se puede fabricar un declive móvil dentro de la zona que se va a llenar trabajando desde un banco natural o una rampa construída.

En este caso, la basura se depositaría necesariamente en la cima de la rampa y el declive será lo suficientemente gradual para -- que el tractor pueda extender y apisonar la basura en toda la superficie. Con frecuencia se construye en un pantano primero una base de cascajo u otro material de este tipo y sobre esta base se avanza con el declive de trabajo para llenar el área hasta el nivel deseado.

c).- En terreno a nivel y terreno ondulado; en áreas relativamente a nivel, se puede construir una rampa haciendo una excavación superficial y utilizando la tierra excavada para formar la parte de la rampa que esta por encima del nivel de tierra original.

En terreno ondulado, la operación se puede iniciar usando el declive natural. El ancho y la longitud del declive dependerá en parte de la naturaleza del terreno, del volumen de basura acarreado diariamente y del número de camiones probable que descargarán al mismo tiempo. El ancho mínimo del declive será aproximadamente 2 veces el ancho del tractor y el declive de la rampa no será mayor de 30 mts, los camiones recolectores depositan la basura en la base o encima de la rampa y el tractor la extiende en capas de 30 cms, sobre la rampa y la apisona, la tierra colocada como cubierta sobre la rampa debe tener por lo menos 15 cms de profundidad después del apisonamiento, y la cubierta del nivel final debe tener 60 cms de espesor.

Ventajas de un relleno sanitario.

a).- Es en México, el sistema de eliminación más económico, -- aceptable por las autoridades sanitarias y opera una cantidad que llega a ser de una tercera parte a una mitad de la incineración.

b).- La inversión inicial es muy baja en realidad comparada con la necesaria para otros métodos.

c).- Este sistema es muy flexible, puede aceptar fácilmente los crecimientos de la población.

d).- Disminuye enormemente los costos de recolección y transporte al estar situado a una distancia mucho menor que el tiradero antiguo.

e).- Permite la recolección combinada de desperdicios y desechos.

f).- En el relleno sanitario se puede eliminar junta toda clase de basura.

g).- Las zonas aledañas al sitio del relleno aumentan su valor catastral.

h).- Las áreas regeneradas al sitio del relleno pueden tener múltiples usos que elevan desde luego su valor anterior.

i).- Contribuye a regenerar zonas degradadas de la ciudad.

j).- Quedan eliminados el mal aspecto, los peligros de la salud y las molestias de los tiraderos a cielo abierto.

k).- Los rellenos sanitarios se pueden establecer rápidamente.

l).- Se evita la habitación humana en condiciones infrahumanas dentro de los tiraderos.

m).- Se permite la operación de pepena controlada, con lo que se recupera; trapo, vidrio, papel, cartón, metal, hueso, madera, plástico, etc.

7.3. INCINERACION.

La incineración ofrece un excelente medio de eliminación sanitaria de la basura, sin embargo en México resulta definitivamente un método demasiado incosteable de disposición final de las basuras, -- principalmente porque requiere de instalaciones sumamente costosas, -- como inversión inicial y un costo de operación sumamente alto, además de que este procedimiento deja un residuo de cenizas del 10% en volumen de la basura inicial, que debe disponerse en alguna otra forma y quedando también los desechos no combustibles, que deben eliminarse en otra forma adecuada.

El término incineración en la forma en que se aplica a la eliminación de los desechos municipales, significa el quemar, hasta convertir en cenizas, todas las porciones combustibles de la basura de una colectividad.

Un horno de este tipo debe diseñarse para una temperatura de -- 700 grados centígrados.

La atención cuidadosa al diseño y al funcionamiento ha reducido de manera considerable la contaminación de la atmósfera que antes era el resultado de la operación de un incinerador y además pueden, estar situados dentro de la ciudad o muy cerca de ella y en algunos casos, en que la capacidad sea suficientemente grande podría usarse el calor residual para producir vapor para generar electricidad o para calefacción a vapor, sin embargo hemos de insistir en que la inversión inicial y los gastos de operación resultan demasiado elevados para la capacidad de cualquier comunidad de nuestro país.

7.4. RECIRCULACION DE SUBPRODUCTOS.

Se ha dado una concesión a un contratista privado para recoger la basura del desperdicio sólido municipal que se deposita en el tiradero. Dicho contratista paga a la municipalidad una cantidad por el derecho de comprar a los pepenadores que viven en el tiradero. A estos individuos les paga una cantidad menor que la que él obtendrá por los subproductos, en plantas comerciales de reciclado.

Recuperación en el tiradero.

Según datos proporcionados por el Sr. Jesús Islas, concensionario de la basura en el tiradero, las cantidades obtenidas por subproductos son actualmente las siguientes.

| SUBPRODUCTO | CANTIDAD DIARIA | | % de las 245 ton | PRECIO POR TON \$/TON | INGRESOS POR VENTAS \$ |
|-------------|-----------------|---------------|---------------------|-----------------------------|------------------------------|
| | Total (ton) | Neta (ton) | | | |
| Cartón | 0.175 | 0.175 | 0.07 | 1350 | 236 |
| Papel | 2.000 | 1.750 | 0.71 | 500 | 875 |
| Trapo | 0.300 | 0.240 | 0.10 | 400 | 96 |
| Vidrio b. | 0.300 | 0.300 | 0.12 | 120 | 36 |
| Vidrio c. | 0.200 | 0.200 | 0.08 | --- | -- |
| Hueso | 0.100 | 0.100 | 0.04 | 300 | 30 |
| Plástico | --- | --- | --- | --- | -- |
| Lata | 0.500 | 0.430 | 0.20 | 470 | 202 |
| | | | | | <u>1,475</u> |

Está utilidad diaria, cuando se multiplica por 340 días (cantidad menor en domingos) da un valor de \$502.000 , de esta utilidad hay que restar \$75.000 por la concesión, y lo que él pague a los clasificadores del camión de la basura por sus productos.

El contratista compra a los siguientes precios:

| | |
|-------------------|---------------|
| Cartón | \$600.00 Ton. |
| Papel | \$150.00 Ton. |
| Botes de lata | \$200.00 Ton. |
| Tela | \$150.00 Ton. |
| Vidrio | \$150.00 Ton. |
| Plástico (rígido) | \$300.00 Ton. |
| Plástico (pelfc) | \$300.00 Ton. |
| Material ferroso | \$300.00 Ton. |
| Hueso | \$400.00 Ton. |

Esto representa los subproductos más valiosos para recirculación, esta venta es una característica de los sistemas mexicanos de recolección y disposición, que permite a las cuadrillas conservar para sí las utilidades de su ruta. Resulta ventajoso para ellos clasificar los desechos inmediatamente después de recibirlos. Un hombre está de pie dentro del camión de la basura (pisedor) y vacía manualmente los recipientes recuperando todo lo que sea de valor. El camión tendrá los diversos subproductos atados al camión o separados ya y apartados, antes de llegar al tiradero.

Muchas rutas son más productivas que otras, el conductor se queda con todas las propinas que dan los restaurantes, establecimientos comerciales y el dinero obtenido de los compradores de los productos reciclados, y reparte esto entre toda la cuadrilla. Esto complementa los salarios tan bajos que la municipalidad paga a los trabajadores.

7.5. MUESTREO Y ANALISIS DE DESPERDICIOS SOLIDOS.

a).-Muestreo.

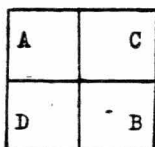
Con el muestreo de desechos sólidos se pretende conocer - la naturaleza y porcentaje de los distintos sub-productos presentes en las basuras.

b).-Materiales.

- 1.- Una báscula con capacidad para 200 kgs.
- 2.- Una báscula con capacidad para 10 kgs.
- 3.- Bolsas de polietileno con capacidad para 30kgs.
- 4.- Bolsas de polietileno con capacidad para 30-10 kgs.
- 5.- Charolas de 40 cms. X 40 cms. aproximadamente.
- 6.- Cuatro tanques con capacidad para 200 lts.
- 7.- Dos tanques de plástico con capacidad para 80-100 lts
- 8.- Cuatro palas.
- 9.- Cuatro bieldos.
- 10.- Cuatro pares de guantes de carnasa.
- 11.- Cuatro overoles.
- 12.- Cuatro pares de botas de hule.
- 13.- Cuatro cascos.
- 14.- Cuatro mascarillas.

c).-Método.

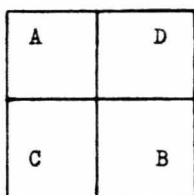
- 1.- Tomar una muestra representativa del lugar en estudio de 100-200 kgs aproximadamente.
- 2.- Depositarla en plataforma de 4 mts X 4 mts y mezclar.
- 3.- Se divide el material en cuatro secciones.



4 mts.

Tomar material de A y B ó de C y D 40-50 kgs aproximada mente.

- 4.- Determinar el peso volumétrico en recipientes de plástico de 80-100 lts de capacidad.
- 5.- Vaciar el contenido de los recipientes en plataforma de 1 mts X 1 mts para su segundo cuarteo.



1 mts

- 6.- Separar 30 kgs para análisis físicos y 10 kgs para análisis químico.
- d.-Análisis físico.
 - 1.- Determinación de peso volumétrico (densidad aparente), hay variaciones en algunas estaciones del año.
 - 2.- Pesar un tanque vacío con capacidad para 80 lts.
 - 3.- Llenar dicho tanque con basura hasta el borde.
 - 4.- Golpear tres veces dejándolo caer de una altura de 20 cms.
 - 5.- Pesar el tanque con basura.
 - 6.- Descontar el peso del tanque para obtener el que corresponde a la basura contenida en su interior.
 - 7.- Aplicar la fórmula de densidad aparente.

$$\text{Densidad} = \frac{P}{V}$$

P= peso
V= Volumen
 - 8.- Grado de humedad, que dependerá del clima y del nivel de vida de la población.
 - 9.- Cantidad de materia orgánica.
 - 10.- Poder calorífico, la tendencia es a aumentar por llevar cada vez más cantidad de papel, plástico o cartón.

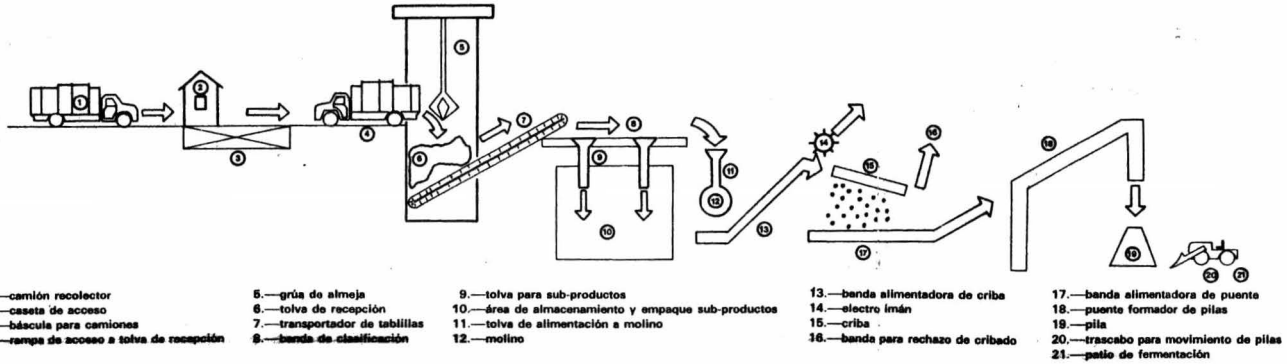
Análisis de basura en Veracruz, Ver.
(día lluvioso y húmedo)

| Subproducto o características | Análisis 1 (%) | Análisis 2 (%) | Promedio (%) |
|--------------------------------|----------------|----------------|---------------|
| Peso total muestra | 48.7 kgs | 40.55 kgs | |
| Densidad (ton/m ³) | 0.32 | 0.27 | 0.29 |
| Cartón | 3.09 | 4.43 | 3.76 |
| Papel | 10.20 | 10.50 | 10.35 |
| Trapo | 4.38 | 3.69 | 4.03 |
| Vidrio | 0.77 | 0.73 | 0.75 |
| Lata | 1.28 | 0.98 | 1.13 |
| Plástico | 2.19 | 0.98 | 1.58 |
| Otros | 78.09 | 78.68 | 78.40 |
| T O T A L | 100.00 | 100.00 | 100.00 |

CLASIFICACION DE BASURAS

| | | | |
|---------------------------------|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| B A S U R A S | ESCAMOCHA | Desechos de la preparación, coci- miento y servicios de comida. Basura de mercados, desechos del manejo, almacenamiento y venta de comestibles. | DE CASAS HOTELES, INSTITU- CIONES, TIENDAS, MERCADOS, COMERCIOS ETC. |
| | DESECHOS | COMBUSTIBLES papel, cartón, barri- les, madera y viruta ramas de árboles. po- da de plantas. escom- bros de madera. ropa de cama, trapos. | |
| | | NO latas COMBUSTIBLES metales escombros metálicos polvo vidrio loza otros materiales | |
| | CENIZAS | Residuos de fuego usado en coci- ras y aparatos para calentar agua y edificios. | |
| | DE LA VIA PUBLICA | Basuras de calles; polvo, hojas. Desechos de limpieza de alcantari- llas. Contenido de los depósitos públi- cos de basura. | DE CALLES ACERAS, CALLEJO- NES, LO- TES, ETC. |
| | ANIMALES MUERTOS. | Pequeños: perros, gatos, etc. Grandes: caballos, vacas, etc. | |
| | DE INDUS- TRIAS. | Desechos sólidos resultantes de procesos industriales y operacio- nes de fabricación tales como son Desperdicios de fábricas de con- servas, cenizas de calderas, peda- cería de virutas de maderas, viru- tas metálicas, etc. | ESTABLECI- MIENTOS INDUSTRIA- LES. |

diagrama de flujo del proceso principal
de la planta industrializadora de desechos solidos



8. PLANTAS INDUSTRIALIZADORAS DE BASURA EN MEXICO.

Existen un sinnúmero de sistema de disposición de desperdicios que utilizan la pepena y/o producen Compost.

Cada una de estas soluciones obedece a las condiciones peculiares socio-económicas del país. Se han visto infinidad de métodos para eliminar los desechos de basuras y uno de ellos es la utilización de una planta industrializadora, estas plantas en realidad lo que hacen es separar los subproductos que tienen un valor comercial moler el resto de la basura para someterla, a un proceso biológico-controlado que la estabilice y obtener como producto final un mejorador orgánico de suelos.

En realidad este procedimiento es solo uno de los muchos que existen para procesar las basuras. Las operaciones unitarias pueden listarse como sigue:

- Pesaje de las basuras.
- Recepción y almacenamiento.
- Alimentación y dosificación.
- Selección de subproductos.
- Molienda.
- Cribado.
- Prefermentación.
- Maduración.
- Cribado fino.

En la actualidad existen en el país, 3 plantas de este tipo localizadas en Guadalajara, Monterrey y Distrito Federal. Se encuentra en construcción o ya trabajando una cuarta planta en la ciudad de Toluca.

a).- Planta Industrializadora de Guadalajara, Jal.

La planta comenzó a funcionar hace aproximadamente 4 años y tiene un total aproximado de un 10% de los subproductos recupera-

bles. Con los ingresos provenientes por este renglón pagan de un 30 a un 50% de estos gastos operacionales.

La venta del producto final llamado composta no ha resultado como se esperaba, habiéndose vendido únicamente una parte mínima de la producción. Debido a los factores económicos anteriores y a la gran acumulación de composta en los patios de la planta, el municipio se vió en la necesidad de suspender la operación temporalmente, hasta lograr vender el producto almacenado.

b.- En el caso de la ciudad de Monterrey, como en casi todas las ciudades del norte del país, la basura podría denominarse de buena calidad en lo que respecta al contenido de subproductos. En efecto, la planta de Monterrey obtiene ingresos por venta que casi cubren los gastos operacionales de la planta. Con la composta, sin embargo ha sucedido algo semejante a lo que sucede en la ciudad de Guadalajara, no se ha creado un mercado para el producto, que permita a la planta obtener utilidades. La recuperación de subproductos llega en este caso a un 20% de la basura recibida.

c).- Planta de San Juan de Aragón, en México, D.F.

Esta planta fué concebida como un proyecto piloto para la ciudad y aunque se intenta vender parte de la composta, está previsto que la diferencia entre la producción y las ventas, son enviadas de inmediato al Lago de Texcoco, como parte de un programa de recuperación de suelos salino-sódicos del mismo.

Los subproductos obtenidos han promediado en los primeros meses de operación un 7% de la basura recibida. La respuesta del mercado a la composta todavía no puede evaluarse, debido al corto tiempo que ha estado la planta en operación.

d).- Planta Industrializadora de Toluca, Méx.

Esta planta comenzó sus operaciones y desde un principio se le ha dado el enfoque de una empresa de servicio y no de beneficio.

En efecto, la planta tiene un costo muy bajo ya que los edificios se construyeron en forma de nave industrial, la recuperación de subproductos se hará en una pequeña banda con poco personal, ya que debido a la calidad de la basura, no se espera un alto porcentaje de recuperación. El material molido será cargado de inmediato en camiones que lo repartirán a los ejidatarios de las zonas aledañas, para que de acuerdo con un instructivo que se le proporcione, efectúen los volteos y obtengan la composta ellos mismos.

8.1. ESTUDIO ECONOMICO DE UNA PLANTA.

El municipio de Veracruz, Ver., contaba con un propuesta de la Cia Swecomex S.A., representante de la firma Gondard, a reserva de que las autoridades municipales reciban propuestas de otras firmas, se procede a continuación al estudio de dicha planta.

La planta deberá procesar 330 ton/día de basura, para lo cual se requieren dos bandas con capacidades aproximadamente de 80 toneladas por banda y turno.

Se hará el análisis para 2 turnos al inicio de operaciones, 2.5 en 1979 y 3 en 1982, es decir para 96,000, 120,000 y 144,000 toneladas anuales considerando las aproximaciones.

Costos.

a).- Depreciaciones y amortizaciones.

| | Años de depreciación | Inversión inicial \$ | Depreciación anual \$ |
|------------------------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|
| Maquinaria | 10 años | \$7,000.000.00 | \$ 700.000.00 |
| Obra civil | 20 años | 2,000.000.00 | 100.000.00 |
| Equipo móvil y accesorios | 5 años | 1,500.000.00 | 300.000.00 |
| | | \$10,500.000.00 | \$1,100.000.00 |

b).- Personal.

En las tables 8.1, 8.2, y 8.3 se relaciona el personal que se empleará en cada una de las etapas, así como la función que desarrollará

TABLA 8.1 PERSONAL DE PROCESO.

| O C U P A C I O N | S U E L D O S U P U E S T O M E N S U A L | 4 turnos-banda 2 turnos de 2 bandas | | 5 turnos-banda 2 turnos de 2 bandas y 1 turno de una banda | | 6 turnos-banda 3 turnos de 2 banda | |
|---------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------|--------------|------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------------------------|--------------|
| | | Hombres | \$/año | Hombres | \$/año | Hombres | \$/año |
| Mayordomo | \$2,000.00 | 2 | 48,000.00 | 3 | 72,000.00 | 3 | 72,000.00 |
| Dosificador | 1,384.00 | 4 | 66,456.00 | 5 | 83,070.00 | 6 | 99,684.00 |
| Rechazo | 1,384.00 | 4 | 66,456.00 | 5 | 83,070.00 | 6 | 99,684.00 |
| Clasificación chatarra | 1,384.00 | 4 | 66,456.00 | 5 | 83,070.00 | 6 | 99,684.00 |
| Papel 1/a | 1,384.00 | 16 | 265,824.00 | 20 | 332,280.00 | 24 | 398,736.00 |
| Papel 2/a | 1,384.00 | 16 | 265,824.00 | 20 | 332,280.00 | 24 | 398,736.00 |
| Empaque papel 1/a | 1,384.00 | 6 | 99,684.00 | 7 | 116,298.00 | 9 | 149,526.00 |
| Empaque papel 2/a | 1,384.00 | 4 | 66,456.00 | 5 | 83,070.00 | 6 | 99,684.00 |
| Trapo | 1,384.00 | 4 | 66,456.00 | 5 | 83,070.00 | 6 | 99,684.00 |
| Limpiador de trapo | 1,384.00 | 2 | 33,228.00 | 3 | 49,842.00 | 3 | 49,842.00 |
| Plásticos | 1,384.00 | 2 | 33,228.00 | 3 | 49,842.00 | 3 | 49,842.00 |
| Empacado plástico | 1,384.00 | 4 | 66,456.00 | 5 | 83,070.00 | 6 | 99,684.00 |
| Botella de vidrio | 1,384.00 | 4 | 66,456.00 | 5 | 83,070.00 | 6 | 99,684.00 |
| Clasif. de botella | 1,384.00 | 4 | 66,456.00 | 5 | 83,070.00 | 6 | 99,684.00 |
| Criba | 1,384.00 | 4 | 66,456.00 | 5 | 83,070.00 | 6 | 99,684.00 |
| Molienda fina | 1,384.00 | 4 | 66,456.00 | 5 | 83,070.00 | 6 | 99,684.00 |
| | | | 1,410.348.00 | | 1,783.242.00 | | 2,115.522.00 |

TABLA 8.2 PERSONAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO.

| O C U P A C I O N | S U E L D O S U P U E S T O M E N S U A L | 4 turnos-banda 2 turnos de 2 bandas | | 5 turnos-banda 2 turnos de 2 bandas y 1 turno de una banda | | 6 turnos-banda 3 turnos de 2 bandas | |
|----------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------|------------|------------------------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------|--------------|
| | | Hombres | \$/año | Hombres | \$/año | Hombres | \$/año |
| Jefe de turno | \$3,000.00 | 2 | 72,000.00 | 3 | 108,000.00 | 3 | 108,000.00 |
| Operador de trascavo | 2,700.00 | 2 | 64,800.00 | 3 | 97,200.00 | 3 | 97,200.00 |
| Operador de grúa | 2,700.00 | 2 | 64,800.00 | 3 | 97,200.00 | 3 | 97,200.00 |
| Mecánico 1/a | 2,400.00 | 2 | 57,600.00 | 2 | 57,600.00 | 2 | 57,600.00 |
| Ayudante de mecánico | 1,600.00, | 2 | 38,400.00 | 3 | 57,600.00 | 3 | 57,600.00 |
| Electricista 1/a | 2,400.00 | 2 | 57,600.00 | 2 | 57,600.00 | 2 | 57,600.00 |
| Ayudante de elec. | 1,600.00 | 2 | 38,400.00 | 3 | 57,600.00 | 3 | 57,600.00 |
| Soldador | 2,200.00 | 2 | 52,800.00 | 2 | 52,800.00 | 2 | 52,800.00 |
| Choferes | 2,200.00 | 2 | 52,800.00 | 5 | 132,000.00 | 6 | 158,400.00 |
| Pesador y pagador | 1,800.00 | 2 | 43,200.00 | 3 | 64,800.00 | 3 | 64,800.00 |
| Embarcador | 1,800.00 | 2 | 43,200.00 | 3 | 64,800.00 | 3 | 64,800.00 |
| Almacenista | 2,000.00 | 2 | 48,000.00 | 3 | 72,000.00 | 3 | 72,000.00 |
| Fumigador | 2,500.00 | 2 | 60,000.00 | 3 | 90,000.00 | 3 | 90,000.00 |
| Limpieza | 1,384.00 | 4 | 66,456.00 | 5 | 83,070.00 | 6 | 99,684.00 |
| Velador | 1,384.00 | 6 | 99,684.00 | 6 | 99,684.00 | 6 | 99,684.00 |
| | | | 859,740.00 | | 1,191,954.00 | | 1,234,968.00 |

y en tablas 8.4 el resumen correspondiente a egresos por sueldo de personal, en tanto que en la número 8.5 se presenta un resumen de los costos de producción por tonelada en cada una de las etapas obteniendo valores de \$65.63, \$63.02 y \$57.92 para la primera, segunda y tercera respectivamente.

TABLA 8.3 PERSONAL ADMINISTRATIVO.

| Ocupación | Sueldo mensual supuesto | Hombres | Sueldo anual |
|-------------|----------------------------|---------|---------------------|
| Gerente | \$12,000.00 | 1 | \$144,000.00 |
| Ingeniero | 10,000.00 | 1 | 120,000.00 |
| Contador | 6,000.00 | 1 | 72,000.00 |
| Secretarias | 2,500.00 | 3 | 90,000.00 |
| | | | <u>\$426,000.00</u> |

TABLA 8.4 TABLA DE PERSONAL RESUMEN.

| Personal de: | 4 turnos-banda \$/año | 5 turnos-banda \$/año | 6 turnos-banda \$/año |
|------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Proceso | \$1,410.348.00 | \$1,783.242.00 | \$2,115.522.00 |
| Operación y mantenimiento | 859.740.00 | 1,191.954.00 | 1,234.968.00 |
| Admon | 426.000.00 | 426.000.00 | 426.000.00 |
| Suma | <u>\$2,696.088.00</u> | <u>\$3,401.196.00.</u> | <u>\$3,776.490.00</u> |

T A B L A 8.5

| | 1a. Etapa (320 ton/día) | | 2a. Etapa (400 ton/día) | | 3a. Etapa (480 ton/día) | |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------|-------------------------|--------------|-------------------------|--------------|
| | \$/año | \$/ton | \$/año | \$/ton | \$/año | \$/ton |
| Depreciación de maquinaria, obra civil, equipo móvil y accesorios | 1,100.000.00 | 11.46 | 1,100.000.00 | 9.17 | 1,100.000.00 | 7.64 |
| Personal | 2,696.088.00 | 28.08 | 3,401,196.00 | 28.34 | 3,776.490.00 | 26.22 |
| Prestaciones | 808,826.00 | 8.42 | 1,020.359.00 | 8.50 | 1,132.947.00 | 7.00 |
| Energía Eléctrica | 486,588.00 | 5.06 | 561,098.00 | 4.67 | 634,524.00 | 4.40 |
| Agua | 48,000.00 | 0.50 | 60,000.00 | 0.50 | 72,000.00 | 0.50 |
| Martillo manteni - miento y varios | 624,000.00 | 6.50 | 811,200.00 | 6.76 | 947,700.00 | 6.58 |
| Combustibles y lubricantes | 140,000.00 | 1.45 | 160,000.00 | 1.33 | 180,000.00 | 1.25 |
| Imprevistos | 400,000.00 | 4.16 | 450,000.00 | 3.75 | 500,000.00 | 3.47 |
| S u m a | 6,303.502.00 | 65.63 | 7,563.853.00 | 63.02 | 8,343.661.00 | 57.92 |

T A B L A 8.6
INGRESOS POR SUBPRODUCTOS.

| Subproducto | Factor o/o del o/o de | | Toneladas recupera | | | pre cio en \$/ton | I N G R E S O S | | | |
|---------------------|-----------------------|----------|--------------------|---------|------------|----------------------------|-----------------|-----------|-----------|-----------|
| | de | subpro- | de | das | anualmente | | la etapa | 2a etapa | 3a etapa | |
| | recupe | ducto | recupe | la eta | 2a eta | | 3a eta | | | |
| | ración | según | ración | pa | pa | pa | | | | |
| | según | análisis | en | 96000 | 120000 | 144000 | | | | |
| | análisis | lab | banda | ton/año | ton/año | ton/año | | | | |
| | lab | | | | | | \$/año | \$/año | \$/año | |
| Cartón y papel | 0.45 | 14.11 | 6.34 | 6,086 | 7,608 | 9,129 | 500 | 3,043.000 | 3,084.000 | 4,564.000 |
| T r a p o | 0.30 | 4.03 | 1.21 | 1,162 | 1,452 | 1,742 | 220 | 255,640 | 319,440 | 383,328 |
| V i d r i o | 0.47 | 0.75 | 0.35 | 336 | 420 | 504 | 150 | 50,400 | 63,000 | 75,600 |
| Lata y chata rra | 1.0 | 1.13 | 1.13 | 1,085 | 1,356 | 1,627 | 300 | 325,500 | 406,800 | 488,160 |
| Plástico | 0.27 | 1.58 | 0.42 | 403 | 504 | 604 | 300 | 120,900 | 151,200 | 181,440 |
| S u m a | | | | 9,072 | 11,304 | 13,608 | | 3,795.440 | 4,774.440 | 5,693.328 |

Se consideró un consumo de 18 kw/ton de basura procesada y con una capacidad instalada de 600 kw, habiéndose empleado la tarifa - No. 8 de la C.F.E., en tanto que para el agua, a pesar de existir - humedad relativa alta se tomó de \$0.50/ton de basura.

Ingresos.

a).- Por subproductos.

En la tabla 8.6 se muestran los cálculos de ingresos correspondientes a subproductos. Se aplican para este cálculo los factores - de recuperación encontrados para la planta de Monterrey, ya que no se cuenta con otro dato a la fecha. Los precios fijados se basan en algunos casos, en los precios vigentes en el puerto de Veracruz, y en los del D.F. descontando mermas y fletes. Todos los cálculos están basados en precios y costos, por lo que se esperan variaciones de los mismos en el futuro.

b).- Por Composta.

En el caso de Veracruz, por tener una tierra fértil, se considera que va a ser difícil lograr una buena comercialización de este producto. Sin embargo corresponde al municipio, investigar el mercado para detectar las áreas de cultivo fino, el desgaste de la materia orgánica en la zona, y otros parámetros que indicarían la necesidad de usar la composta.

Se estima la producción en un 52% de la basura cruda recibida y con un precio supuesto de \$ 70.00 por tonelada. De acuerdo con lo anterior los ingresos que se obtengan serían los que aparecen en la tabla 8.7

TABLA 8.7

| ETAPA | PRODUCCION en ton/año | INGRESOS a \$70.00/ton |
|---------|--------------------------|---------------------------|
| primera | 49,900 | \$3,494.000.00 |
| segunda | 62,400 | 4,368.000.00 |
| tercera | 74,900 | 5,242.000.00 |

c).- Ingresos Unitarios.

En la tabla 8.8 se resumen los ingresos globales y los ingresos por tonelada de basura cruda, con los cuales se obtienen las gráficas de factibilidad.

TABLA 8.8

| ETAPA | SUBPRODUCTOS | | COMPOSTA | | TOTAL | |
|---------|--------------|--------|----------|--------|--------|--------|
| | \$/año | \$/ton | \$/año | \$/ton | \$/año | \$/ton |
| primera | 3795 | 39.53 | 3494 | 36.40 | 7289 | 75.93 |
| segunda | 4744 | 39.53 | 4368 | 36.40 | 9112 | 75.93 |
| tercera | 5693 | 39.53 | 5242 | 36.40 | 10935 | 75.93 |

Análisis de rentabilidad.

A continuación se hacen los análisis de rentabilidad (o pérdida) primero para el caso en que se venda el total de la composta, y segundo suponiendo que no se venda este producto.

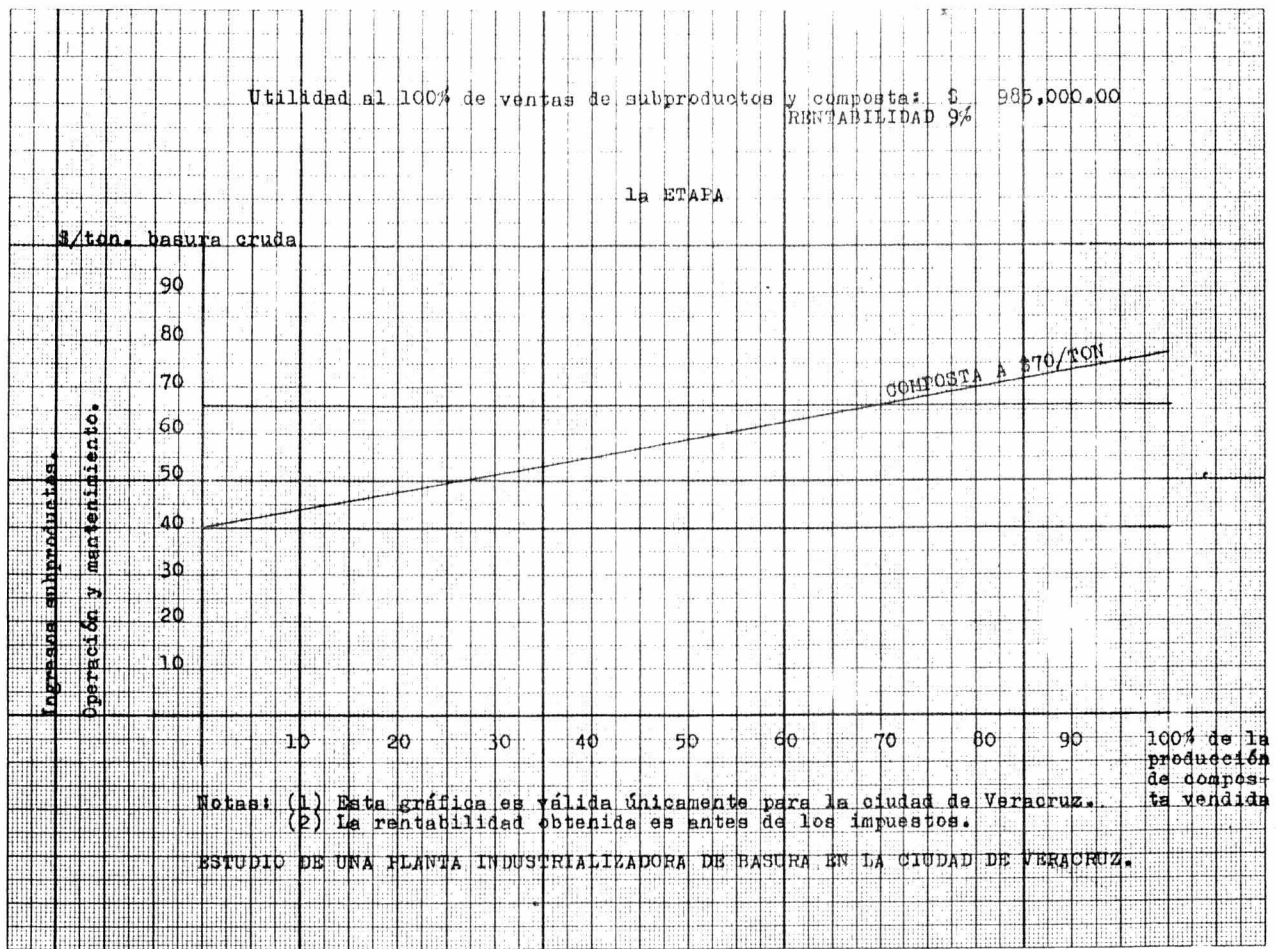
TABLA 8.9

Rentabilidad cuando se vende el 100% de la composta a \$70/ton y 100% de subproductos.

| ETAPA | INGRESOS miles \$/año | COSTOS miles \$/año | UTILIDAD miles \$/año | RENTABILIDAD % |
|---------|-----------------------------|---------------------------|-----------------------------|-------------------|
| primera | 7289 | 6304 | 985 | 9 |
| segunda | 9112 | 7564 | 1548 | 15 |
| tercera | 10935 | 8344 | 2591 | 25 |

Utilidad al 100% de ventas de subproductos y composta: \$ 985,000.00
RENTABILIDAD 9%

la ETAPA

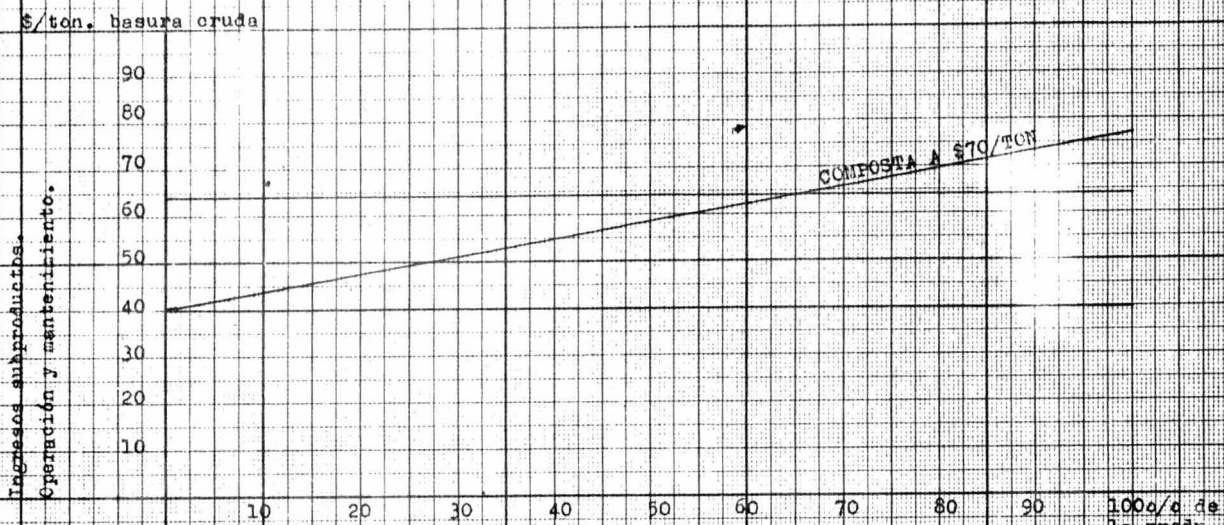


Notas: (1) Esta gráfica es válida únicamente para la ciudad de Veracruz.
(2) La rentabilidad obtenida es antes de los impuestos.

ESTUDIO DE UNA PLANTA INDUSTRIALIZADORA DE BASURA EN LA CIUDAD DE VERACRUZ.

Utilidad al 100 o/o de ventas de subproductos y compostas: \$ 1,549,000.00
RENTABILIDAD 15%

2a ETAPA.

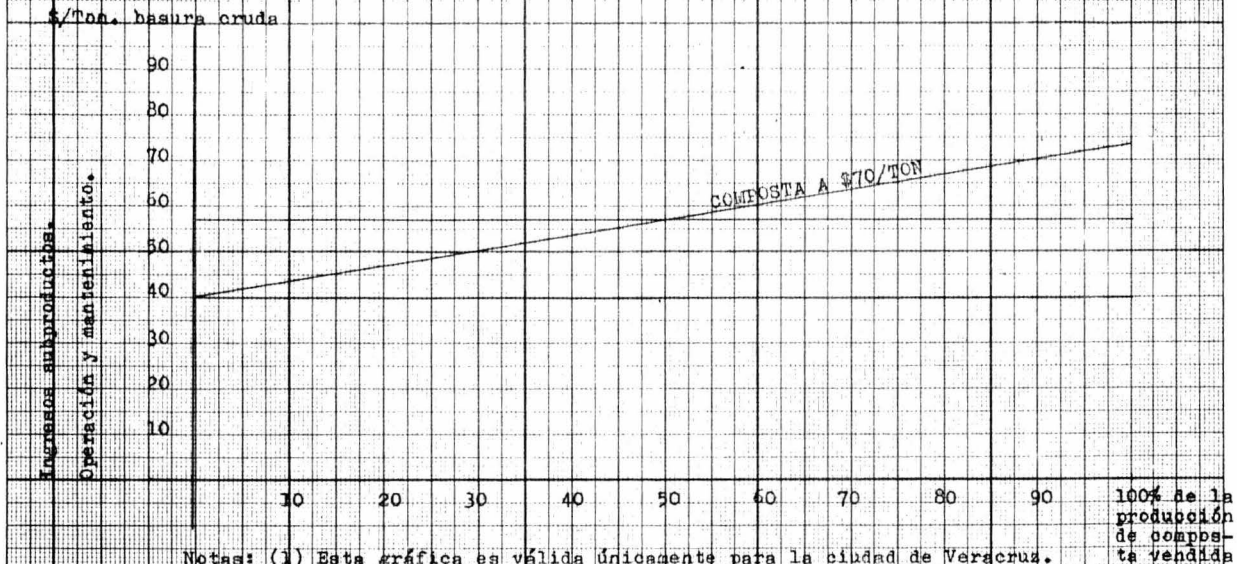


Notas: (1) Esta gráfica es válida únicamente para la ciudad de Veracruz.
(2) La rentabilidad obtenida es antes de los impuestos.

ESTUDIO DE UNA PLANTA INDUSTRIALIZADORA DE BASURA EN LA CIUDAD DE VERACRUZ.

Utilidad al 100% de ventas de subproductos y composta: \$ 2,591.000.00
RENTABILIDAD 25%

3a ETAPA



Notas: (1) Esta gráfica es válida únicamente para la ciudad de Veracruz.
(2) La rentabilidad obtenida es antes de los impuestos.

ESTUDIO DE UNA PLANTA INDUSTRIALIZADORA DE BASURA EN LA CIUDAD DE VERACRUZ.

TABLA 8.10

| ETAPA | INGRESOS miles \$/año | COSTOS miles \$/año | PERDIDA miles \$/año |
|---------|-----------------------------|---------------------------|----------------------------|
| primera | 3795 | 6304 | 2509 |
| segunda | 4744 | 7564 | 2820 |
| tercera | 5693 | 8344 | 2651 |

Costos anuales de operación, cuando no se vende la composta y se vende el 100% de subproductos.

En las gráficas siguientes se condensan los cálculos anteriores para las etapas en estudio.



Con la construcción de las plantas industrializadoras se pretende obtener un equilibrio entre el avance de la técnica y el desarrollo integral del hombre.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Conclusiones.

a).- Del análisis de la basura que se presenta en este estudio - se observa que la basura de la ciudad de Veracruz, podría calificarse como de calidad media, desde el punto de vista de su contenido de papel.

b).- El servicio de recolección es insuficiente para las necesidades de la ciudad, y el sistema actual de disposición de tiradero a cielo abierto causa molestias y quejas de la población.

Debe sustituirse por otro método moderno de disposición, ya sea el de relleno sanitario o la instalación de una planta industrializadora de basura.

El relleno sanitario es un método adecuado de baja inversión y - reducido costo de operación, con la única desventaja de no recuperar subproductos. La planta que se calculo para el municipio trabajará -- con pérdidas sustanciales si no se vende la composta, o con rentabilidad variables del 9 al 25%, si no se logra comercializar toda la producción.

c).- Conviene hacer un número mínimo de analisis cuantitativos - de la basura en caso de que se decida poner una planta.

d).- Dadas las observaciones que se han hecho en las plantas industrializadoras de basuras existentes, se puede concluir lo siguiente:

- 1.- Las plantas no son recomendables cuando se enfocan desde un punto de vista estrictamente económico.
- 2.- Se deben enfocan como empresas de servicio y no de beneficio.
- 3.- La composta no ha tenido hasta la fecha aceptación adecuada por parte de los agricultores.

Recomendaciones.

a).- Mejorar el sistema de recolección con unidades nuevas adicionales, para sustituir a las de vida útil obsoleta.

b).- Si se decide instalar una planta, es recomendable que el municipio efectúe un estudio sobre necesidades de mejoradores orgánicos de suelos, también sobre el mercado que pudiera tener el producto.

c).- El municipio deberá enfocar sus estudios preferentemente hacia el método de disposición conocido como relleno sanitario. En los lugares donde se tenga una buena calidad de las basuras se deberá evaluar la alternativa de la instalación de bandas transportadoras para la recuperación de subproductos, disponiendo de la basura remanente en un relleno sanitario.

ES ECONOMICO INDUSTRIALIZAR
ESTUDIO TIPO LA BASURA?

NO.-

porque requiere:

- seleccionarse en su origen
- efectuar recolección por separado
- de instalaciones y operación sumamente costosas
- proporcionar aditivo al producto resultante, por ser este de mala calidad

CONDICIONES TOTALMENTE
ANTIECONOMICAS

EL RELLENO SANITARIO PERMITE
LA PEPEÑA PARA RECUPERAR:

- trapo
- vidrio
- metal
- hueso
- papel



Bibliografía.

1. Music leads trash collectors, Refuse Removal Journal, 10 (8): 32 Aug., 1967.
2. Tello, J., "Disposición de Desechos Sólidos en la Ciudad de Matamoros, México," Boletín de la oficina sanitaria panamericana Vol LVII, No. 6 Dic. 1964.
3. Tello, J., "Sanitary Aspects of Composting in México" presented at the Fourth Annual Composting and Waste Recycling Conference El Paso, Texas, Mayo 1974.
4. Zepeda, F. "Eliminación y Aprovechamiento de Residuos" presentada en el primer simposium internacional de conservación México, feb. 1975.
5. Bravo H., Leal H. Monroy O, Espinosa M. Salazar S.; "Estudios de disposición final de residuos sólidos en Acapulco, Gro., presentada en el congreso nacional de seguridad, México, dic. 1974.
6. Zaltzam, R., Tello, J., "Sistema para la obtención permanente de Gas Metano", Congreso de la Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria, México Agosto. 1974.
7. Martínez, L. Proyecto para el Manejo de Desechos Sólidos en la Ciudad de Tijuana, B.C. Tesis Universidad Nacional Autónoma de México 1974.
8. Leal, H., Monroy O., "Disposición Final de los Residuos Sólidos Municipales en el puerto de Acapulco", Tesis Universidad Nacional Autónoma de México 1974.
9. Jittle H., Solid Waste Management in the Territory of Guam. U.S. Dept. H.E.W. Bureau of Solid Waste Management, Cincinnati, Ohio 1969 p.31
10. World Survey Finds Less Organic Matter Refuse Removal Journal, 10:26 Sept. 1967.
11. Cimino, J., "Health and Safety in the Solid Waste Industry" A.J.P.H. Vol 65 No 1 Jan 1975.
12. Comprehensive Study of solid Waste Disposal in Cascade Country, Montana. SW-6d P.H.S.P. No. 2002 U.S. Dept. H.E.W., Public Health Service, Environmental Health Service, Bureau of Solid Waste Management Cincinnati, Ohio, 1970.
13. Environmental Health Problems. U.S. Dept H.E.W. Environmental Health Service, 1970.
14. Klee, A., Carruth, D., " Sample weights in Solid Waste Composition Studies" , Journal of the Sanitary Engineering Division, ASCE Vol. 96, No S.A. 4 proc. Paper 7469 Aug., 1970, pp 945-954.
15. IX Censo General de Población 1970, Secretaría de Industria y Comercio, Dirección General de Estadística, 28-I-70 Estado de Veracruz, 1971.

16. Estudio de Factibilidad de una Planta Industrializadora de Desechos Sólidos en la Ciudad de Toluca. Consejo Técnico, Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente SSA, México 1974
17. Secretaría de Industria y Comercio. Dirección General de Estadística.
18. Basic Research Survey. Environmental Costs and the Urban Development Process in the Cities of Latin America. OAS, Washington, D.C. 1971.
19. Tello, J., Dirección de Ingeniería Sanitaria, Secretaría de Salubridad y Asistencia de México, 1975.
20. Tello, J., "Sanitary Aspects of Composting in México", presented at 4th Annual Composting Recycling Conference at El Paso, Texas. May 1974.
21. Zaltzman, R. Notes WVU: 1970.
22. Solid Waste Management Office of Science and Technology, Washington D.C. May 1969. p 46-52
23. Clark, Robert M., Grupenhoff, Betty L, Garland, George A., and Klee, Albert J., " Cost of Residential Solid Waste Collection", Journal of the Sanitary Engineering Division, ASCE, Vol 97 No SA5, Proc. paper 8403, October 1971.
24. Clark, R., Grupenhoff, B., Garland, G. Klee, A. "Cost of Residential Solid Waste Collection" journal of the Sanitary Engineering Division, SCE. No EE4 proc. paper 9916, August 1973, P.P. 447-459.
25. Clark, R. M., Sweeten, J.M., Greathouse, D.G., "Basic Data for Solid Waste Pilot Study", Journal of Sanitary Engineering, ASCE, No SA6 porc. paper 9424, Dec. 1972
26. Britton, P.W. "Improving Solid Waste Separation Studies" Journal of the Sanitary Engineering Division ASCE, No SA5 proc. paper 9234, Oct. 1972, pp. 717-730
27. Quon, J.E., Tanaka, M., Charnes, A., "Refuse quantities and the Frequency of Service" Journal of the Sanitary Engineering Division, ASCE, SA2, April 1968.
28. Clark, R.M., " Measures of Efficiency in Solid Waste Collection". Journal of Environmental Engineering Division ASCE, No EE4, proc, paper 9916, Aug 1973, pp. 447-459
29. Clark R. M., Gillean J.I. "Systems Analysis and Solid Waste Planning., Journal of the Environmental Engineering Division ASCE No EE1, porc. paper 10316, Feb, 1974, pp. 7-24.