

8 323817

26



UNIVERSIDAD ANAHUAC DEL SUR

CON ESTUDIOS INCORPORADOS A LA U.N.A.M.

ESCUELA DE INGENIERIA

SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE DESPERDICIOS SOLIDOS

T E S I S
 QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
 INGENIERO MECANICO
 ELECTRICISTA
 (AREA INDUSTRIAL)
 P R E S E N T A :
 EDUARDO VAZQUEZ GOMEZ

DIRECTOR DE TESIS:
 ING. VICENTE LEDUC R.

MEXICO, D. F.

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

1990



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 está 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.

I N D I C E

	PAG
I.- INTRODUCCION	
I.1.- IMPACTO SOCIAL Y DEL MEDIO AMBIENTE.....	1
I.2.- HISTORIA DEFINICION Y CLASIFICACION DE LOS DESPERDICIOS SOLIDOS.....	3
I.3.- OBJETIVO DEL SISTEMA.....	6
II.- SISTEMA DE RECOLECCION	
II.1.- INTRODUCCION.....	8
II.2.- RUTAS DE RECOLECCION.....	19
II.3.- OPTIMIZACION DE RUTAS.....	23
II.4.- ALGORITMO DE TRANSPORTE.....	27
III.- TECNOLOGIAS DE TRATAMIENTO	
III.1.-RECICLAJE.....	45
III.2.-COMPOSTEO.....	46
III.3.-INCINERACION.....	47
III.4.-RELLENO SANITARIO.....	48
III.5.-EVALUACION.....	53
IV.- SISTEMA DE PROCESAMIENTO	
IV.1.- LOCALIZACION DE PLANTA.....	57
IV.2.- PROCESO DE PLANTA.....	59
IV.3.- DISEÑO DE PLANTA.....	65
V.- EVALUACION ECONOMICA	
V.1.- INVERSION.....	70
V.2.- COSTOS Y GASTOS.....	73
V.3.- ANALISIS DE VENTA.....	77
V.4.- ANALISIS ECONOMICO.....	85
VI.- COHENTARIOS Y CONCLUSIONES.....	94
VII.- ANEXOS	
VII.1.-MERCADO TECNOLOGICO.....	97
VII.2.-LEGISLACION SOBRE DESECHOS SOLIDOS.....	101
VII.3.-ESTIMULOS FISCALES.....	103
VIII.- BIBLIOGRAFIA.....	109

I- INTRODUCCION.

I.1- IMPACTO SOCIAL Y DEL MEDIO AMBIENTE.

La contaminación ambiental es uno de los problemas más graves que afronta el País, y, específicamente la Ciudad de México. En el caso particular de los desperdicios sólidos, las medidas que se han tomado son insuficientes y temporales. Sin embargo la basura puede ser en lugar de un grave problema una fuente de generación de riqueza.

Los beneficios sociales por la implantación de un sistema de aprovechamiento de desperdicios sólidos son entre otros los siguientes :

A) Generar fuentes de trabajo a obreros especializados, semiespecializados, y sin ninguna preparación que se encuentran desempleados.

B) Elevar el nivel de vida de las familias que trabajan en los depósitos abiertos, esto se lograría por la reubicación de estas familias hacia un medio industrial, lo que tendría como consecuencia permitir a los niños asistir a escuelas para elevar su nivel educacional. Que las madres de estos niños puedan dedicarse al cuidado de sus hogares, y dar a los miembros masculinos la oportunidad de tener un trabajo estable y elevar sus ingresos.

C) Por otra parte los obreros obtendrán los beneficios de prestaciones otorgadas por el Gobierno, derivadas de un empleo permanente.

Los beneficios del medio ambiente obtenidos por la eliminación de los depósitos de desperdicios serian entre otros los siguientes :

A) Disminución de la contaminación del Aire. Esto es al evitar la quema de gran parte de la basura de los tiraderos, la cual genera olores molestos y, lo que es peor algunas veces perjudiciales.

B) Evitar la contaminación de las Aguas. Tanto superficiales como subterráneas, esto se logrará al no poderse filtrar las materias orgánicas existentes en los tiraderos.

C) Erradicar enfermedades generadas por la fauna nociva, así como los agentes patógenos que proliferan en los tiraderos abiertos.

Por otra parte otros beneficios serán:

Un mejor aprovechamiento y preservación de recursos naturales, dado que actualmente muchos productos y recursos no se aprovechan. Los cuales se podrían reincorporar al ciclo productivo.

Un mejor aprovechamiento de la tierra. Al eliminar los basureros abiertos se podrán aprovechar grandes extensiones de tierra las cuales, podrían ser utilizadas para la creación de zonas verdes, áreas de cultivo, parques industriales, zonas residenciales, etc.

1.2- HISTORIA, DEFINICION, Y CLASIFICACION DE LOS D.S.

Los desechos sólidos son tan viejos como la Humanidad, siendo por lo tanto, el primer tipo de contaminación. Conforme el tiempo pasaba el problema se multiplicó como consecuencia del crecimiento demográfico, sin embargo, el crecimiento de los desperdicios sólidos era relativamente lento, pero con la entrada del siglo XVIII. la Revolución Industrial aceleró enormemente la generación de dichos desperdicios, hasta llegar a nuestros tiempos en los cuales, la basura se ha convertido en una verdadera amenaza.

Al manejo de los desperdicios sólidos nunca se le ha dado una solución total. Sino que, por el contrario, solo se dan soluciones parciales y efímeras.

Las técnicas de eliminación son las mismas que se utilizaban hace muchos años. Camiones recolectores de basura, los cuales acarrear a esta a grandes superficies de terreno, donde se procede a vaciarla y, posteriormente a quemarla. Siendo estos depósitos tan solo una solución temporal y una constante amenaza para la comunidad.

Los desechos sólidos se definen como materiales inservibles, no requeribles, ni utilizables.

Existen varios tipos de clasificación de los materiales que componen a los desperdicios sólidos, como lo son entre otras:

1) Por la Naturaleza del Material. (Esto es se hace sobre bases de carácter orgánico e inorgánico. Combustible o no combustible. Etc.).

2) Por su Lugar de Origen. (Domésticos, Industriales, Comerciales, Callejeros, Etc.).

3) Por la Clase de Materiales. (Esta clasificación de tipo de basura es sin lugar a duda una de las clasificaciones más útiles.) Esta clasificación se compone de la siguiente forma:

T I P O	C O M P O S I C I O N	F U E N T E
DESECHOS COMERCIALES NO RECUPERABLES	SOBRAS DERIVADAS DE LA PREPARACION Y CONSUMO DE COMIDA EN GRAL. DESPOJOS DE LOS MERCADOS. DE ALMACENAMIENTO, MANEJO Y VTA. DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS.	HOGAR, RESTAURANTES,
DESECHOS COMERCIALES RECUPERABLES	COMBUSTIBLES: PAPEL, CARTON, CAJAS, MADERA, BARRILES, PAPEL, PERIODICO, RAMAS DE ARBOLES, MOBILIARIO, PLASTICO, DECORNES.	OFICINAS
	NO COMBUSTIBLES: METALES, HOJA DE LATA, LATAS, MUEBLES METALICOS, CERAMICA, VIDRIO, MINERALES	TIENDAS, MERCADOS.
CENIZAS	RESIDUOS RESULTANTES DE INCINERADORES.	
DESPERDICIOS CALLEJEROS	BARREDURAS, BARRO, TIERRA, HOJAS	
VEHICULOS ABANDONADOS	AUTOMOVILES ABANDONADOS EN LA VIA PUBLICA.	CALLES, BANQUETAS
ANIMALES MUERTOS	PERROS, GATOS, CABALLOS, ETC.	LOTES BALDIOS.
DESECHOS INDUSTRIALES	RESIDUOS DE PROCESAMIENTO INDUSTRIAL DE COMIDA, CENIZAS DE INCINERADORAS INDUSTRIALES, PEDACERIA DE MADERA, METAL, REBABAS METALICAS.	FABRICAS EN GRAL.

DESECHOS DE
DEMOLICIONES

VARILLA, TUBOS, LADRILLOS,
CONCRETO, OTROS.
MATERIALES DE CONSTRUCCION.

EDIFICIOS DEMOLIDOS,
PROYECTOS DE
RENOVACION.

DESECHOS DE
CONSTRUCCIONES

VARRILLA, MADERA, TUBOS,
VIDRIO.

CONSTRUCCIONES VARIAS

DESECHOS
ESPECIALES

SOLIDOS Y LIQUIDOS PELIGRO-
SOS, RESTOS PATOLOGICOS,
MATERIALES RADIOACTIVOS,
EXPLOSIVOS

HOTELES, HOSPITALES,
INSTITUCIONES DE IN-
VESTIGACION.
TIENDAS, INDUSTRIAS.

RESIDUOS EN EL
TRATAMIENTO DE
AGUAS NEGRAS

DESECHOS ATRAPADOS EN EL
ALCANTARILLADO, ARENA,
RESIDUOS FECALES.

TRATAMIENTO DE AGUAS
NEGRAS, FOSAS SEPTICAS

1.3.- OBJETIVO DEL SISTEMA.

En lo que va de este siglo, la población urbana paso de 13.6 millones de habitantes que existían a principios de siglo, ha 69.9 millones en 1980. creciendo a un ritmo de 2.9% entre 1970-1980; y alcanzará los 104,43 millones al final del siglo 20. , por lo que la generación de basura a aumentado indiscriminadamente lo cual ha traído como consecuencia que la legislación, así como las técnicas existentes en México no hayan sido suficiente para resolver el problema.

Se debe buscar que los procesos de producción, sean establecidos, de tal manera que los bienes elaborados tengan más durabilidad y menor obsolescencia, y que en los procesos de producción pueda incorporarse material reciclable, en todo caso el fin sería el de reducir el volumen de desechos, así como implantar un sistema donde se analice la generación, tratamiento y disposición de los desechos sólidos. 1 /.

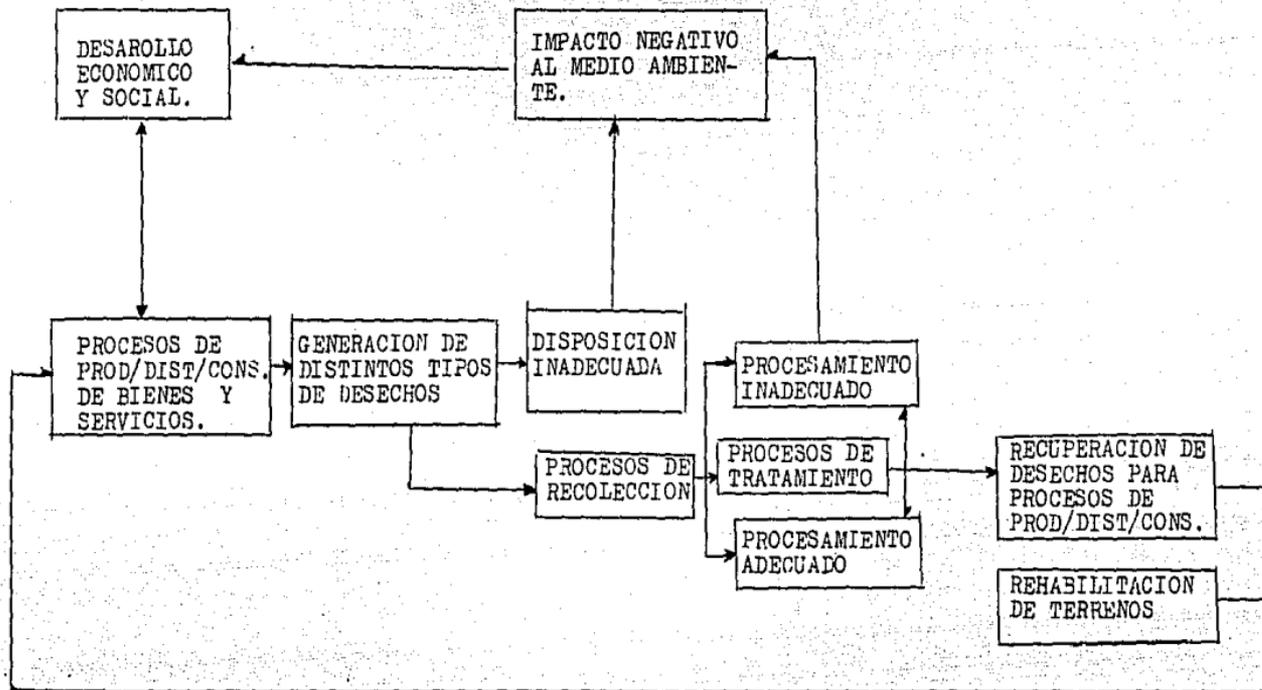
Por lo cual el objetivo de este sistema será elevar el porcentaje de recuperación de materiales reciclables, a fin de recuperar su valor ya sea en materia orgánica para usos agrícolas, o en materiales para la industria, en energía, gas o bien como rehabilitación de terrenos.

Este estudio propone los criterios, métodos y técnicas, así como un análisis y evaluación de un sistema de desperdicios sólidos, desde la recolección hasta la reutilización correcta de los mismos.

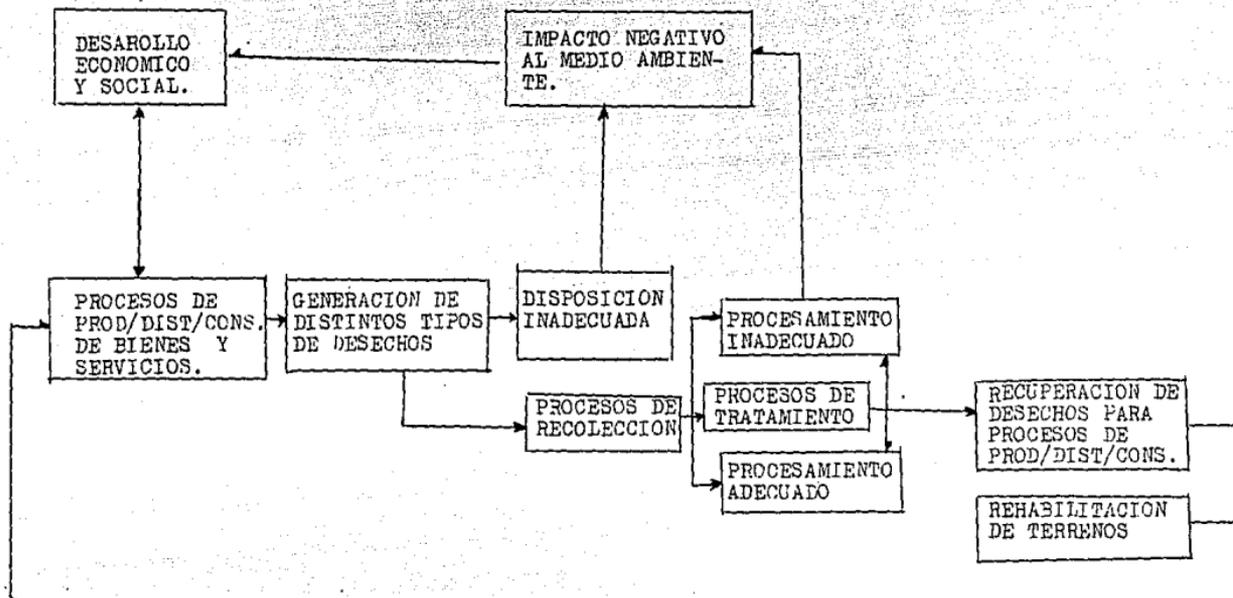
Primeramente daremos una idea general del problema de la basura, en seguida mencionaremos algunas técnicas que pueden ser utilizadas para la optimización de la recolección, en segundo termino se trataran las técnicas para la reutilización. Por ultimo se tocara el aspecto económico para ver si es viable instalar una planta de aprovechamiento de desperdicios sólidos.

1 / Ver cuadro pag 7.

ANALISIS DE LA GENERACION TRATAMIENTO Y DISPOSICION
FINAL DE DESECHOS SOLIDOS.



ANALISIS DE LA GENERACION TRATAMIENTO Y DISPOSICION
FINAL DE DESECHOS SOLIDOS.



II.- SISTEMA DE RECOLECCION DE DESPERDICIOS SOLIDOS.

II.1.- Introducción.

La Ciudad de México, presenta los índices más altos de habitantes/camión, barredoras y empleados en la República. Sin embargo dada la magnitud de su extensión, población y generación, el sistema de recolección actual no es el óptimo, implicando serios problemas en cuanto a inversión, administración y operación.

Por lo cual este sistema pretende a través de métodos de ingeniería optimizar un sistema de recolección de desperdicios sólidos. El cual cuenta con los siguientes elementos: Unidades de recolección, rutas de recolección, orígenes y destinos de las unidades de recolección. Estos elementos interactúan entre sí para lograr un objetivo común, que es el brindar un servicio eficiente de recolección de desperdicios sólidos, por medio de la programación lineal.

Para aplicar la programación lineal en nuestro sistema se debe contar con ciertas características como son las siguientes :

Proporcionalidad:

La proporcionalidad es una suposición acerca de actividades individuales consideradas independientes de las otras. Esto implica que por cada recurso utilizado será proporcional al nivel de cada actividad tomada individualmente. Esto es, si para nuestro sistema aumentamos el número de camiones, para la actividad de recoger basura, se debe poder entonces, recoger en la misma proporción de camiones aumentados, o para la actividad de ir de un punto X_1 a X_2 donde se hace en un tiempo T_1 , se tendrá que al duplicar la distancia, el tiempo realizado deberá ser $2T_1$.

Aditividad:

La condición de proporcionalidad no es suficiente para garantizar la linealidad de nuestro sistema. Hay actividades que interactúan conjuntamente y que disminuyen el uso total de algún recurso, por ejemplo: si dejamos de utilizar un tipo de camión, los costos de los restantes variarán por trabajar horas extras además de incrementarse el mantenimiento, con lo que se ve que el total de un recurso utilizado, resultante de una operación conjunta de actividades, debe igualar las respectivas sumas de cada actividad tomadas individualmente.

Nonegatividad:

Esta condición toma en cuenta que ninguna actividad del sistema puede tomar valores negativos, por ejemplo: No se pueden tener unidades negativas o mandar $-n$ camiones. Esto se tomará como una restricción del sistema.

Se puede decir que en la realidad ningún sistema es lineal, debido a que hay factores dentro del mismo que no pueden controlarse, tal es el caso del tráfico que nos afecta el tiempo de la ruta fijada, así como el volumen de recolección, que varía dependiendo el día, descomposturas en las unidades, etc.

Sin embargo aún para sistemas no lineales, en un cierto rango la aplicabilidad de la programación lineal puede ser eficiente en la toma de decisiones, siempre y cuando el modelo matemático formulado para el sistema represente lo más fielmente posible a la realidad.

Para nuestro estudio, tomaremos las actividades desarrolladas por el sistema de recolección como «lineales» y a las desviaciones como factores imponderables de tal manera, que no afecten significativamente la linealidad de éste.

Se debe tomar especial cuidado al elaborar el modelo para asegurar que el mismo represente válidamente al problema en cuestión, de otro modo el resultado obtenido del análisis no servirá. Por todo esto, la formulación del modelo debe tratar de tomar todas las actividades y restricciones del sistema,

El primer paso consiste en definir el objetivo del sistema y posteriormente las actividades con sus restricciones a que está sujeto. la finalidad de cualquier programación lineal, consiste en maximizar o minimizar una función económica u objetivo "Z". donde intervienen las variables de decisión del sistema o actividades, a su vez éstas están ligadas entre si por relaciones lineales que forman un sistema de ecuaciones o desigualdades llamadas restricciones del fenómeno.

La primera aplicación de la programación lineal para nuestro sistema, es optimizar el número de camiones utilizados por el sistema. El modelo que se busca servirá para cualquier tipo de asentamiento humano con un sistema de recolección de desperdicios sólidos similar al de este estudio.

La función objetivo consiste en minimizar los costos/kg. de las unidades de recolección.

$$Z = \sum_{i=1}^n C_i X_i$$

Donde:

C_i : Costo/kg. de cada tipo de camión empleado.

X_i : Número de camiones a determinar por tipo.

n : Número total de camiones empleados.

1a. Restricción.

$$\sum_{i=1}^n W_i X_i N_i > S/2$$

W_i : Peso en kg. de la basura que puede recolectar cada tipo de camión.

N_i : Número de viajes por día de cada tipo de camión.

$$S = (PG + B) \cdot 7/d$$

S : Producción de basura en kg/día.

P : Población en habitantes.

G : Generación de D.S. en kg/hab/día

B : Otro tipo de basura recogida.

d : Días hábiles laborables a la semana.

Esta restricción es solo aplicable para una frecuencia de recolección de 3 días por semana, dado que en algunos sectores de la ciudad se recoge la basura solo 3 veces a la semana.

2a. Restricción.

$$X_1 < a$$

$$X_2 < b$$

.

.

.

$$X_{(n-1)} < p$$

Donde : a, b, ..., p Número de camiones actuales de cada tipo en existencia.

3a. Restricción.

$$Pch \cdot Xj < D$$

Donde : Pch - Precio de un chasis con carrocería de recolección nuevo.

Xj - Cantidad de vehículos de recolección nuevos.

D - Presupuesto de la entidad que puede erogar para la compra de equipo nuevo.

Estas restricciones pueden modificarse según sea el sistema en estudio. Con el modelo anterior se trata de encontrar el número de camiones óptimo, de tal manera que se cumplan las restricciones de nuestro sistema y se minimicen los costos/kg.

METODO SIMPLEX.

El "método simplex" es aquel que se utiliza para resolver cualquier problema de programación lineal. Este método es un procedimiento algebraico que progresivamente se acerca a un proceso iterativo definido, que actúa hasta que la optimización es finalmente alcanzada. Este procedimiento se puede decir que es un cálculo complejo por lo que lleva tiempo y conviene hacerlo en computadora.

EJEMPLO DEL MODELO DE PROGRAMACION LINEAL.

En este ejemplo se trata de obtener la asignación óptima de unidades de recolección, teniendo una maximización de dichas unidades mediante la asignación racional de los diversos factores que influyen en el sistema, tales como:

- Costo
- Capacidad
- Cantidad
- Etc.

Para dicho ejemplo consideraremos los costos de los diferentes tipos de recolección, así como las capacidades de las mismas y las restricciones que debemos considerar, como son:

- Mayor ó igual a (\geq).
- Menor ó igual a (\leq).
- Igual a ($=$).

Teniendo estos parámetros podemos maximizar o minimizar nuestras variables de la función objetivo.

Tomaremos como ejemplo una área cualquiera de 8 Km², teniendo en esa área una densidad de población de 25,500 Hab/km y una producción de 0.85 Kg/Día de basura por habitante como ejemplo, de esta manera obtendremos un tipo de recolección para después obtener la producción total del área, a continuación se mencionan los diversos tipos de recolección:

1).- Producción de Basura en Casa Habitación (P.C.H).-

P.C.H = (Área) x (Densidad de Población) x (Producción Diaria por Habitante).

$$P.C.H = 8 \text{ Km}^2 \times 25,500 \text{ Hab/Km}^2 \times 0.85 \text{ Kg/Día/Hab.}$$

$$P.C.H = 173,400 \text{ Ton/Día.}$$

2.- Producción de Basura en Escuelas (P.ESC).-

P.ESC = (Número de Escuelas) x (Promedio de Basura en Escuelas).

$$P.ESC = 6 \times 0.20 \text{ Toneladas-Diarias.}$$

$$P.ESC = 1.20 \text{ Ton/Día.}$$

3.- Producción por Montones Tradicionales (P.M.T).-

P.M.T = (Número de Montones Tradicionales en el Área) x (Peso Promedio).

$$P.M.T = 12 \times 0.75 \text{ Ton/Día.}$$

$$P.M.T = 9 \text{ Ton/Día.}$$

4.- Producción por Recolección de Barrenderos (P.R.B).-

$$P.R.B = (\text{Número de Paradas de Recolección}) \times (\text{Promedio de Tambo por Parada}) \times (\text{Capacidad del Tambo al 80\%}).$$

$$P.R.B = 35 \times 12 \times 0.1 \text{ Ton/Tambo}$$

$$P.R.B = 42 \text{ Ton/Día.}$$

5.- Producción Total del Area (P.T).-

$$P.T = (P.C.H) + (P.ESC) + (P.H.T) + (P.R.B)$$

$$P.T = 173.400 + 1.2 + 9 + 42$$

$$P.T = 225.6 \text{ Ton/Día.}$$

Tenemos que el monto a recolectar por día de recolección es el siguiente:

$$P.T.1 = \frac{225.6 \times 7 \text{ (días)}}{3 \text{ (se recoge 3 veces a la semana)}}$$

$$P.T.1 = 526.4 \text{ Ton/Día.}$$

Ahora se considera que la unidad puede hacer dos recorridos en una jornada de trabajo, por lo que se tiene:

$$P.T.2 = \frac{526.4}{2}$$

$$P.T.2 = 263.2 \text{ Ton/Día.}$$

El siguiente paso es considerar el tipo de unidades disponibles, así como el número de estas, para este ejemplo tomaremos las siguientes:

NUMERO DE UNIDAD.	TIPO DE UNIDAD.	UNIDADES DISPONIBLES.	CAPACIDAD AL 80 %.
1	Carga Frontal	4	8.0 Tons.
2	Carga Trasera	3	7.0 "
3	Rectangular	8	6.0 "
4	Tubular	11	5.8 "
5	Volteo	6	4.2 "
TOTAL		32	

Los costos por tipo de unidad son:

NUMERO DE UNIDAD.	TIPO DE UNIDAD.	COSTO POR KG DE BASURA (1987).
1	Carga Frontal	\$ 10.50
2	Carga Lateral	\$ 9.50
3	Rectangular	\$ 8.00
4	Tubular	\$ 6.75
5	Volteo	\$ 5.20

Sujeto a:

$$4X_1 + X_2 \leq 77$$

Z. RESIDENCIAL 1

$$2X_2 + 5X_3 + X_4 \leq 75$$

Z. RESIDENCIAL 2

$$3X_3 + 5X_4 \leq 64$$

Z. SEMIRESIDENCIAL

$$3X_4 + 2X_5 \leq 24$$

Z. SEMI POPULAR

$$2X_4 + 4X_5 \leq 23$$

Z. POPULAR

$$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5 \geq 0.$$

MINIMIZANDO LA FUNCION OBJETIVO Z0

$$Z_0 = 4X_1 + 3X_2 + 8X_3 + 11X_4 + 6X_5$$

CON AYUDA DEL PAQUETE EUREKA THE SOLVER .VERSION 1.0 TENEMOS
LOS SIGUIENTES RESULTADOS.

VARIABLES.	VALOR.
X1	0.5
X2	1.0
X3	0.0
X4	0.2
X5	0.0
Z0	3.2

AHORA SI QUEREMOS MAXIMIZAR LA CAPACIDAD TENEMOS :

$$Z = 4X_1 + 3X_2 + 8X_3 + 11X_4 + 6X_5$$

LO QUE NOS DA EL SIGUIENTE RESULTADO , UTILIZANDO LAS MISMAS RESTRICCIONES, ASI COMO EL PAQUETE EUREKA THE SOLVER, VERSION 1.0.

VARIABLE	VALOR
X1	1 . 1
X2	1 . 0
X3	1 . 0
X4	1 . 1
X5	1 . 0
Z0	3 2

El objetivo de este capítulo se determinará el número óptimo de camiones a utilizar dependiendo de la capacidad o del costo de transportar, todo esto dependiendo del tipo de unidades a utilizar.

Con este estudio queremos dar a conocer la importancia de la optimización de las unidades, así como el método utilizado para dicha optimización.

11.2 RUTAS DE RECOLECCION

El sistema de recolección se realiza por medio de las unidades de recolección, las cuales siguen una ruta fijada por la oficina de limpia, dicha ruta estará constituida por los siguientes puntos:

- | | | |
|---------------------------------------|---|-----------|
| -Inicio de la ruta. | } | Orígenes. |
| -Paradas en las esquinas. | | |
| -Paradas para montones tradicionales. | | |
| -Parada para barrenderos. | } | Destinos. |
| -Unidades de transferencia. | | |
| -Fin de la ruta. | | |

Para obtener una buena planeación de las rutas a establecerse deben tomarse en cuenta el conocimiento y dominio de la zona a estudio, además tener en cuenta factores como la vialidad, tiempo de espera, tiempo de recorrido, hora de servicio e intereses particulares, este factor es uno de los que más afecta, esto es debido principalmente al tipo de basura recolectada, muchas veces el particular sufraga una cantidad por el servicio de recolección (comedores, restaurantes, construcciones, etc).

Trayendo consigo una disminución en el servicio, originando la creación de montones de basura provocando de esta manera que los barrenderos cobren por recolectar los desperdicios, fomentando de esta manera la corrupción entre el personal de limpia. Sin embargo una cuestión muy importante es que la gente esta acostumbrada a tirar basura, aunque exista un sistema eficiente de recolección, este problema es a nivel educacional por lo que se recomienda campañas publicitarias para erradicar este problema.

11.2.1 ORIGENES.

Son los puntos que tocan las unidades de recolección durante su recorrido, primeramente tenemos como origen a:

a) Esquinas:

Son los puntos donde se recolectan los desperdicios sólidos de las casas habitación, según datos de la SEDUE se generan 4.5Kg/día por casa habitación, no existiendo mucha diferencia entre los distintos estratos sociales.

b) Montones Tradicionales:

Son los puntos donde se genera basura en la vía pública, cuyo monto es variable. Para la recolección de estos tiraderos no existe una ruta definida por lo que esta actividad viene a ser una sub-actividad de la recolección domiciliaria, trayendo consigo el uso de unidades extras y la creación de rutas exprofesas, lo que trae la deficiencia del servicio con una disminución de cobertura.

c) Parada de Barrenderos:

Se recolectan los tambos de los barrenderos en un punto fijado por la oficina de limpia.

d) Escuelas y Edificios:

Con una generación variable y con un contenido de papeles y plástico en su mayoría.

11.2.2. DESTINOS:

Cuando se han llenado las unidades de recolección, estas interrumpen su recorrido o cuando a terminado su jornada de trabajo, para lo cual la unidad se dirige a su destino donde los desperdicios son depositados o transferidos, una vez vaciada la unidad vuelve a su recorrido o se dirige al encierro final de la jornada. Este destino se encontrará dentro de la ciudad siempre y cuando sea un destino intermedio y fuera de la ciudad, si es destino final.

Como se mencionó anteriormente existen dos tipos de destinos, estos son:

1) Destino Intermedio o Unidad de Transferencia:

Tiene como función la recolección de desperdicios de las unidades de menor capacidad a unidades de mayor capacidad. Estas unidades de transferencia constarán de las siguientes funciones: Fig (3).

- A).-Llegada de las unidades con las cajas llenas.
- B).-Espera de tiempo para ocupar la área de descarga.
- C).-Una vez ocupada el área de descarga, se descargan los desperdicios en tolvas por medio de mecanismos mecánicos.
- D).-Salida de las unidades para reanudar su recorrido.

Una vez terminada la admisión de las unidades se tendrán llenos los trailers de mayor capacidad rumbo al destino final y las tolvas vacías para reanudar el servicio al día siguiente, por lo que hay que cuidar que no lleguen a formarse colas o líneas de espera en las unidades recolectoras. Para lo cual, se hace necesario la utilización de un método llamado Teoría de Colas el cual trata de evitar la pérdida de tiempo, para que la unidad de transferencia cumpla con sus objetivos, así como la creación de una buena planeación y programas de trabajo estableciendo escalonamiento, aprovechando de esta manera el número de tolvas y accesos de los trailers, motivo por el cual pueden formarse colas en las unidades de recolección.

La importancia de la unidad de transferencia como origen-destino radica en su localización respecto a los puntos de generación de desperdicios sólidos, ya que la distancia más grande que pudiese existir entre la unidad de transferencia y cualquier punto es menor a la que pueda existir entre esta y el destino final o relleno sanitario, asociando a estas distancias los costos que implican cada unidad por kilómetro recorrido como son: combustible, lubricantes, refacciones, llantas, sueldos, gastos de administración, etc., con lo que tendríamos en términos monetarios cifras millonarias al año de la diferencia de ir de un destino a otro.

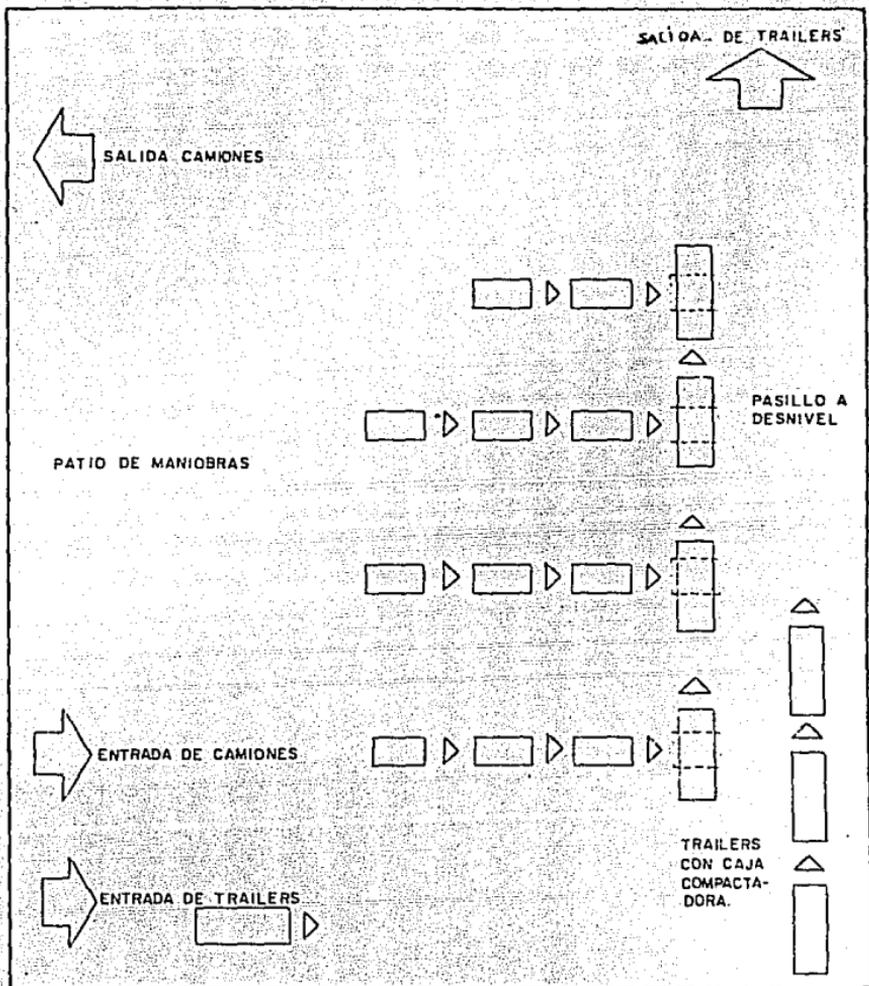


DIAGRAMA DEL PROCESO DE OPERACION DE UNA UNIDAD DE TRANSFERENCIA POR MEDIO DE BLOQUES

FIG. (3)

2).-Destino Final:

Tiene como función la recepción de los desperdicios así como el manejo y disposición de esta, sin consecuencias nocivas para la salud.

Las unidades de recolección acudirán al destino final, si la distancia que debe recorrer para llegar a él, es menor que la que debiera recorrer para llegar a la unidad de transferencia.

Se tiene reglas del uso del relleno sanitario y estas son muy claras e indican que para la degradación biológica de los desechos, estos deben ser exclusivamente de origen natural, por lo que el sistema de aprovechamiento de desperdicios sólidos se torna de suma importancia. Ya que actualmente hay una recepción indiscriminada de todo tipo de desperdicios en los rellenos sanitarios, por lo que deben ser separados y darles el mejor aprovechamiento, así como reciclaje.

En la actualidad se tienen técnicas de aprovechamiento y eliminación de desperdicios en los destinos finales. La técnica más utilizada en México y todo el mundo es la del relleno sanitario de la cual existen tres modalidades.

- 1.-Sin trituración y sin compactación.
- 2.-Con trituración y sin compactación.
- 3.-Con trituración y con compactación.

11.3 OPTIMIZACION DE RUTAS DE RECOLECCION.

Se darán las técnicas utilizadas para la optimización de las rutas de recolección, las cuales deben presentar las características siguientes:

1. Se dice que un problema se puede categorizar y resolver dentro del problema general de asignación lineal de recursos si:

a) El problema se conforma en la asignación de recursos a trabajos o actividades que deben asignarse, cuando los recursos disponibles son insuficientes para permitir que cada trabajo se efectúe de la manera más eficiente; por lo que la solución consiste en determinar la asignación de recursos de manera que se minimice el costo total de la ejecución de los trabajos y se maximice el rendimiento total de los recursos por asignar.

b) Los recursos y los trabajos no están expresados en el mismo sistema de unidades (hombres-máquinas, hombres-oficinas, proyecto-presupuesto).

2. Se dice que el problema general de asignación es lineal si el costo de asignar una cantidad de unidades del recurso i al trabajo j es igual al producto del costo unitario de la asignación de una unidad por la cantidad de unidades del recurso asignado.

Los problemas de asignación con funciones lineales de costo o (recuperación) independientes, se han estudiado más a fondo debido a la disponibilidad de procedimientos iterativos para resolverlos.

Tenemos que la mayoría de los problemas de asignación pueden representarse mediante una matriz como la que aparece a continuación.

TABLA DE ASIGNACION

RECURSOS	J1	J2	. . .	Jj	. . .	Jn	CANTIDAD DE RECURSOS DISPONIBLES
R1	C11	C12		C1j		C1n	b1
R2	C21	C22		C2j		C2n	b2
.
.
.
Ri	Ci1	Ci2		Cij		Cin	bi
.
.
.
Rm	Cm1	Cm2		Cmj		Cmn	bm

Cantidad de recursos requeridos A1 . A2 . . . Aj . . . An

Los valores en las casillas C_{ij} , representan el costo o el rendimiento que resulta de asignar una unidad del recurso R_i al trabajo J_i . Las casillas C_{ij} pueden ser independientes o interdependientes. Por ejemplo, el costo de asignar un camión a una ruta, no depende del modo en que los otros camiones se asignen a las otras rutas.

La asignación de recursos que se hizo en determinado periodo puede o no afectar las asignaciones que deben hacerse en periodos subsiguientes. Si la asignación de una secuencia de

asignaciones es independiente de las demás, se dice que es estático, de otra manera se denomina dinámico. La programación estocástica es aplicable a algunos problemas dinámicos en los que las decisiones naturales se basan en estimaciones de los probables valores futuros, de parámetros tales como costos unitarios, precios de venta, demanda, etc.

Las principales técnicas utilizadas para la solución de problemas de asignación suponen:

Las cantidades de recursos disponibles (b_j), las cantidades requeridas (a_j) y los costos se conocen sin error.

En general los problemas de asignación lineal pueden dividirse en dos: de asignación de recursos y de transporte. Se dice que un problema es de asignación de recursos cuando cada recurso disponible puede asignarse solamente a una actividad y cada actividad a sólo un recurso, es decir, la cantidad de cada recurso disponible y cada recurso requerido es igual a uno y todas las asignaciones toman los valores cero o uno.

Por otro lado, se tiene que un problema es de transporte, cuando los recursos disponibles y los requeridos se pueden dividir, en este caso, algunos trabajos pueden realizarse con una combinación de recursos provenientes de más de un origen, y es en este tipo de problema de asignación lineal donde centraremos nuestra atención.

11.4.- ALGORITMO DE TRANSPORTE.

Entre los problemas de programación lineal, el de transporte ocupa una posición que puede considerarse privilegiada. Ya que se puede decir que la historia de la programación lineal se inicia con la formulación matemática del problema de transporte. El primer trabajo que se ocupa de esta disciplina fue el de F. L. Hitchcock (1941).

Como se puede ver en la fig (4), se considerán m puntos de origen en un plano (dos dimensiones), donde el origen "i" esta dotado de "ai" unidades de cierto artículo o bien, el cual es requerido en cierta cantidad en "n" puntos de destino y el destino "j" requiere de "bj" unidades del producto. Considérese también que los recursos disponibles en cada origen y los recursos requeridos en cada destino son mayores a cero. Asimismo existe asociado a cada pareja de origen destino un costo unitario "Cij" por transportar una unidad del recurso desde el origen "i" hasta el destino "j".

El problema consiste en colocar en los destinos, las unidades o recursos requeridos de tal manera que el costo total del transporte sea mínimo.

Si la oferta total es mayor que la demanda total, entonces se puede introducir un destino ficticio.

Si la oferta total es igual a la demanda total, tenemos un problema balanceado, el modelo de programación lineal para el problema de transporte es el siguiente:

Minimizar

$$C_{11}X_{11} + \dots + C_{1n}X_{1n} + C_{21}X_{21} + \dots + C_{2n}X_{2n} + \dots + C_{mn}X_{mn}$$

Sujeta a :

$$X_{11} + X_{12} + \dots + X_{1n} = a_1$$

$$X_{21} + X_{22} + \dots + X_{2n} = a_2$$

$$\begin{matrix} \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \end{matrix}$$

$$X_{m1} + X_{m2} + \dots + X_{mn} = a_m$$

$$\begin{matrix} \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \end{matrix}$$

$$X_{1n} + X_{2n} + \dots + X_{mn} = b_n$$

$$X_{11}, \dots, X_{1n}, X_{21}, \dots, X_{2n}, X_{m1}, \dots, X_{mn} = 0$$

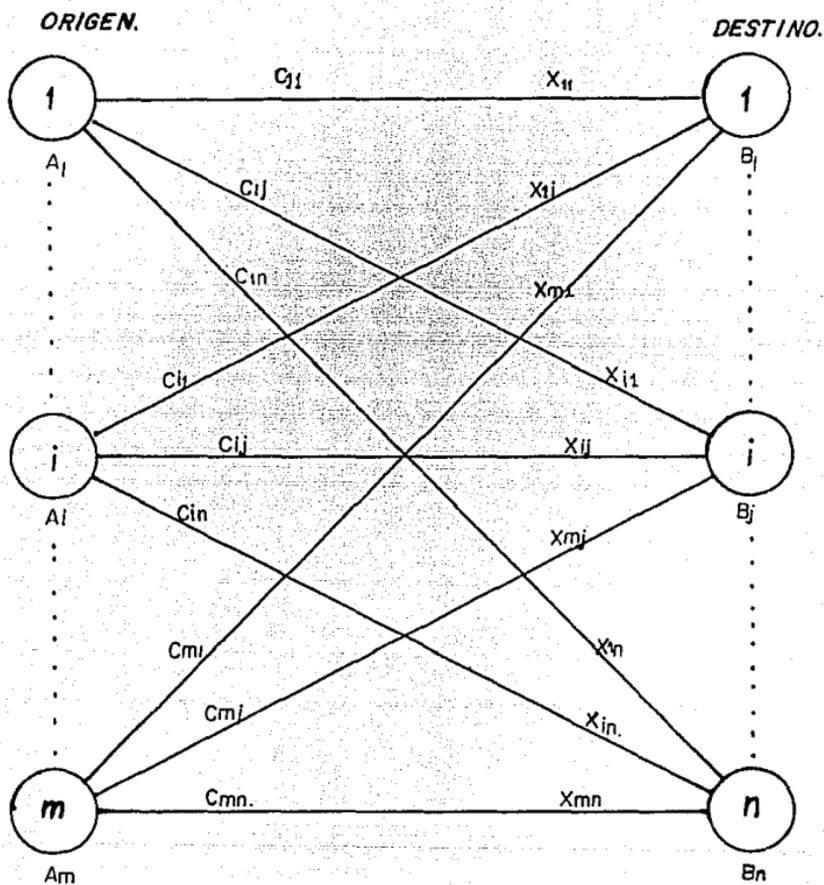


fig. 4

Antes de emplear el algoritmo de transporte debemos tener establecido el número de unidades de recolección a ser utilizado, una vez obtenido el número de unidades de recolección surge el problema de saber cuantas unidades mandar a cada área, así como lograr que el kilometraje recorrido por las unidades sea el mínimo, para lo cual haremos uso del algoritmo de transporte que resuelve el problema de asignación de varios orígenes y destinos.

En nuestro caso tenemos que los encierros de las unidades serán los orígenes (a_i), cuya capacidad estará en base a la oferta de los desperdicios. Nuestros centros de demanda vendrán a ser los destinos, estos serán áreas bien estudiadas considerando lo siguiente:

- Estratificación de las áreas de acuerdo a la densidad y el tipo de desperdicio.

- Que sean accesibles esto es que no se ubiquen en avenidas grandes, vías de ferrocarril, o cualquier punto que se presente problemático.

- Revisar el tiempo y la distancia que realiza en un viaje redondo una unidad al destino final.

Surge el problema de obtener la demanda y la distancia y/o tiempo del origen-destino.

Primeramente para obtener la demanda (b_j) de cada área nos basaremos en la densidad de la población y la generación de basura/hab/día, y posteriormente en base a muestreos de tiempos de recorrido ó bien si se tiene una velocidad promedio estandar y un mapa a escala se podrá determinar la distancia y/o el tiempo del origen-destino (t_{ij}).

El problema se puede representar mediante una matriz de tiempos. fig (_2_)

$$T = (t (i,j))$$

Esta representa la asignación de una unidad (i) al trabajo de recolectar la basura en el área (j). Los tiempos son independientes.

MATRIZ DE TIEMPOS

ORIGENES (i)	CENTROS (J) DE DEMANDA					CAPACIDAD DEL ENCIERRO.				
	1	2	-	-	n					
1	t_{11}	t_{12}	-	-	t_{1n}	a_1				
2	t_{21}	t_{22}	-	-	t_{2n}	a_2				
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮				
m	t_{m1}	t_{m2}	-	-	t_{mn}	a_m				
GENERACION DE BASURA (DEMANDA)	b_1	b_2	-	-	b_n	<table border="0" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>TOTAL</td> <td>a_i</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td>b_j</td> </tr> </table>	TOTAL	a_i	TOTAL	b_j
TOTAL	a_i									
TOTAL	b_j									

Fig. (2).

Existiendo varias formas de resolver los problemas de transporte, los más utilizados son: El método de Vogel y el método de la Esquina Noroeste los cuales se explicaran a continuación:

Método de la Esquina Noroeste.-

Este método comienza asignando la cantidad máxima permisible por la oferta y la demanda a la variable X_{11} (la que está en la esquina noroeste de la tabla). La columna satisfecha o renglón se tacha indicando que las variables restantes en la columna tachada (renglón) es igual a cero. Si una columna y un renglón se satisfacen simultaneamente, únicamente uno (cualquiera de los dos) debe tacharse. Esta condición garantiza localizar automaticamente variables básicas cero si existen. Después de ajustar las cantidades de oferta y demanda para todos los renglones y columnas no tachados, la cantidad máxima factible se asigna al primer elemento no tachado en la nueva columna o renglón. El procedimiento termina cuando exactamente un renglón o una columna se dejan sin tachar.

El procedimiento anterior se aplica al ejemplo en la tabla 2.1.

TABLA 2.1

DESTINOS

		1	2	3	4	OFERTA
O R I G E N	1	10*	0	20	1 1	1 5
		X11	X12	X13	X14	
	2	12	7	9	2 0	2 5
		X21	X22	X23	X24	
3	0	14	16	1 8	5	
	X31	X32	X33	X34		
DEMANDA	5	15	15	1 0		

1.- Se escoge la esquina noroeste y se le asigna la máxima cantidad posible de la oferta para satisfacer la demanda. En este caso tenemos una oferta de 15 y una demanda de 5, por lo que asignaremos 5 unidades de la oferta quedandonos 10 unidades de las 15 originales, con esto nuestra columna 1 está completa (---). Tabla 2.1.1

* Costo 6 tiempo.

TABLA 2.1.1

		DESTINOS				
		1	2	3	4	OFERTA
O R I G E N	1	5	X12	X13	X14	15
	2	X21	X22	X23	X24	25
	3	X31	X32	X33	X34	5
DEMANDA	5	15	15	10		

2.- Ahora buscamos el costo menor e tiempo de las diferentes casillas a excepción de la columna 1, ya que esta se encuentra satisfecha, en este caso será la casilla X12 con un costo de 0 (cero), para lo cual se asignará la mayor cantidad posible de la oferta para satisfacer la demanda de la columna (2), se tiene 10 unidades restantes de la oferta del renglón (1) quedando de esta manera completo el renglón (1) Y quedando por completar 5 unidades en la demanda de la columna (2). (= =) Tabla 2.1.2

TABLA 2.1.2

DESTINOS

		1	2	3	4	OFERTA
O R I G E N	1	10	0	20	11	11
	2	5	10	X13	X14	10
	3	12	7	9	20	25
	4	0	14	16	18	5
DEMANDA	5	15 5	15	10		

3.- Hacemos el mismo procedimiento anterior, exceptuando el renglón (1) y columna (1), por lo que la casilla con menor costo es la X22 con un costo de 7, por lo que asignamos la mayor cantidad posible para satisfacer la demanda de la columna (2), en este caso serán 5, quedando satisfecha la columna (2), (-) y sobrando 20 unidades de las 25 de la oferta del renglón 2. Tabla 2.1.3

TABLA 2.1.3

DESTINOS

		1	2	3	4	OFERTA
O R I G E N	1	10	0	20	11	10
	2	X21	5	X23	X24	2.5 2.0
	3	X31	X32	X33	X34	5
	DEMANDA	5	5	15	10	

4.- $X_{23} = 15$, lo cual tacha la columna 3 y deja 5 unidades en el renglón 2.

5.- $X_{24} = 5$, lo cual tacha el renglón 2 y deja 5 unidades en la columna 4.

6.- $X_{34} = 5$, lo cual tacha el renglón 3^o o la columna 4. Ya que únicamente un renglón o una columna permanecen sin tachar, termina así el procedimiento.

El método de la esquina noroeste es muy parecido al del costo mínimo por lo que en el ejemplo posterior se utilizará dicho método sin dar mayor explicación. La solución básica inicial resultante se da en la tabla 2.2

Las variables básicas son:

$X_{11} = 5$, $X_{12} = 10$, $X_{22} = 5$, $X_{23} = 15$, $X_{24} = 5$ y $X_{34} = 5$.
 El costo de transporte asociado es de $5 \times 10 + 10 \times 0 + 5 \times 7 + 15 \times 9 + 5 \times 20 + 5 \times 18 = \$ 410$.

TABLA 2.2

	1	2	3	4	
1	5	10			15
2		5	15	5	25
3				5	5
	5	15	15	10	

Método de Aproximación de Vogel (MAV).-

Este método es heurístico y usualmente proporciona una mejor solución de inicio que el método de la esquina noroeste y el de costo mínimo. La mayor parte del tiempo, el MAV produce una solución de inicio óptima o cercana a la óptima.

Los pasos del procedimiento son los siguientes:

Paso 1.

Evaluar una penalización para cada renglón y columna esta penalización consiste en restar los 2 costos más pequeños en el mismo renglón o columna. Tabla 2.3

TABLA 2.3

		DESTINOS				PENALIDAD DE REGLÓN OFERTA	
		1	2	3	4		
O R I G E N	1	10	0	20	11	15	(10-0) 10
	2	12	7	9	20	25	(9-7) 2
	3	0	14	16	18	5	(14-0) 14
DEMANDA	5	15	15	10			
PENALIDAD 10 EN LA COLUMNA			7 (7-0)	7 (16-9)	7 (18-11)		

Paso 2.

Identificar el renglón o la columna con la penalización mayor, rompiendo arbitrariamente los empates. Se puede observar que en renglón 3 se tiene la mayor penalización (14) por lo que se atacará primeramente este renglón, asignando la mayor cantidad posible al costo mínimo de renglón 3 que en este caso será de 5 unidades en la casilla X31 con lo cual satisfacemos la demanda de 5 y asignamos una oferta de 0. Tabla 2.3.1 (----).

TABLA 2.3.1

		DESTINOS				PENALIDAD DE RENGLO OFERTA
		1	2	3	4	
O R I G E N	1	10	0	20	11	(10-0) 15 10
	2	12	7	9	20	(9-7) 25 2
	3	0	14	16	18	(14-0) 5 14
	4	5				
DEMANDA		5	15	15	10	
PENALIDAD 10 EN LA (10-0) COLUMNA			7 (7-0)	7 (16-9)	7 (18-11)	

Paso 3.

Se vuelve a efectuar penalizaciones pero sin incluir a las columna 6 renglones satisfechos, Tabla 2.4

TABLA 2.4

		DESTINOS				PENALIDAD DE RENGLON OFERTA
		1	2	3	4	
O R I G E N	1	10	0	20	11	(11-0) 15 11
	2	12	7	9	20	(9-7) 25 2 10
	3	0	14	16	18	5 -- 0
DEMANDA	5	15	15	10		
PENALIDAD DE COLUMNA	--	7 (7-0)	11 (20-9)	9 (20-11)		

El renglón 1 y la columna 3 tienen la misma penalización. Seleccionamos arbitrariamente la columna 3 la cantidad de 15 se asigna al costo mínimo que es la casilla X23, por lo que se tacha la columna 3 (=) y se ajusta a 10 la oferta en el renglón 2. Aplicaciones sucesivas del MAV producen X22 = 10 (tachar el renglón 2), X12 = 5 (tachar la columna 2), X14 = 10 (tachar el renglón 1) y X34 = 0. El costo del programa es de \$315, que es el óptimo. Tabla 2.4.1

TABLA 2.4.1

DESTINOS

		1	2	3	4	OFERTA
ORIGEN	1		10	0	20	11
	2		12	7	9	20
	3		0	14	16	18
	DEMANDA	5	15	15	10	

El MAV rompe empates arbitrariamente entre penalizaciones. Sin embargo, la ruptura de empates puede ser crucial para dar una buena solución inicial. Por ejemplo, en la tabla 2.4 si el renglón 1 se elige en lugar de la columna 3, resulta una solución de inicio no tan buena como la anterior, comprobando que esta solución nos da un costo de \$ 335.

Ejemplo del Método de Transporte.

Como se mencionó anteriormente el objetivo de este método es la optimización de tiempos de recorrido, teniendo de esta manera un servicio rápido con racionalización de recursos humanos y materiales.

Para la resolución del método de transporte necesitamos los siguientes datos:

- 1) Orígenes de las unidades (Encierros).
- 2) Destinos previamente asignados en el área seleccionada (Paradas).
- 3) Capacidad de cada origen.
- 4) Demanda de cada destino.
- 5) Costo de origen a destino (Tiempo recorrido en minutos).

El método de transporte crea en caso necesario orígenes o destinos ficticios, cuando son sobrepasadas las capacidades ya sea de origen o destino, o bien que no alcancen a satisfacer la demanda. En el caso del ejemplo se manejará igual oferta que demanda para facilitar el entedimiento.

Teniendo todos estos datos, obtendremos la matriz del método de transporte que para este ejemplo será la siguiente:

UNIDAD DE RECOLECCION		D1	D2	D3	D4	D5	CAPACIDAD DEL ENCIERRO
E N C I E R R O	X 11 (L.M.V)	15*	20	5	10	8	375 TON.
	X 12 (M.J.S)	15	20	5	10	8	375 TON.
E N C I E R R O	X 21 (L.M.V)	6	13	10	12	20	445 TON.
	X 22 (M.J.S)	6	13	10	12	20	445 TON.
DEMANDA DE TONS. DE DESTINOS.		350	220	300	350	420	1640 1640

* Costo Origen-Destino (tiempo recorrido en minutos).
L.M.V = Lunes, Miercoles, Viernes.
M.J.S = Martes, Jueves, Sábado.

Resolviendo el problema por el método de costo mínimo, que es muy parecido al método de la esquina Noroeste, los cuales consisten en asignar la mayor cantidad al costo mínimo y así sucesivamente hasta satisfacer la capacidad y la demanda, por lo que nuestro problema queda resuelto de la siguiente manera:

UNIDAD DE RECOLECCION		D1	D2	D3	D4	D5	CAPACIDAD DEL ENCIERRO
E N C I E R R O	X 11 (L.M.V)	15	20	5	10	8	375 TON.
				300		75	
E N C I E R R O	X 12 (M.J.S)	15	20	5	10	8	375 TON.
					30	345	
E N C I E R R O	X 21 (L.M.V)	6	13	10	12	20	445 TON.
		350	95				
E N C I E R R O	X 22 (M.J.S)	6	13	10	12	20	445 TON.
			125		320		
DEMANDA DE TONS; DE DESTINOS.		350	220	300	350	420	1640 1640

Lo que nos da un costo de :

$$\text{Costo} = 300(5) + 75(8) + 345(8) + 30(10) + 350(6) + 95(13) + 125(13) + 320(12).$$

$$\text{Costo} = 13,960.$$

Este es el costo mínimo de esta ruta de recolección, ya sea del primer recorrido o del segundo.

Los métodos para la optimización de las rutas se puede aplicar a pequeñas ciudades como a grandes ciudades, tal es el caso de la Ciudad de México, donde se divide la ciudad en pequeñas áreas, realizando dicho estudio de dichas áreas para posteriormente hacer un análisis general, partiendo de lo particular a lo general.

Se recomienda el uso de computadoras para la realización de este tipo de estudios.

III.- TECNOLOGIAS DE TRATAMIENTO DE LOS DESECHOS SOLIDOS.

Existen cuatro tecnologías principales estas son: reciclaje y composteo las cuales dan tratamiento a la basura con el objeto de recuperar la basura y aprovecharla, e incineración y relleno sanitario las cuales tienen como objeto dar la disposición final adecuada.

A continuación se dara una descripción más detallada de cada una de ellas.

III.1.- RECICLAJE.

Esta tecnología tiende a recuperar los desechos sólidos (vidrio, papel, cartón, plástico, trapo, etc). Estos productos y otros representan un 10 al 20% del total de la basura.

Frecuentemente el reciclaje se combina con las otras tecnologías, con el composteo para separar la materia composteable, con la incineración para separar la materia oxidable y con el relleno sanitario para reducir el volumen de la basura, así como clasificarla.

Las variaciones principales son:

- La recuperación que consiste en la separación de materiales reciclables, a través de la peneña o sobre bandas mecanizadas o automatizadamente con magnetos, centrifugadoras, cribados, etc.

- El procesamiento que va desde la homogeneización, purificación, reducción y clasificación, lo cual trae consigo que pueda aumentarse hasta en un 100% el valor del

producto (principalmente vidrio y cartón), ocasionando de esta manera que el producto sea atractivo, así como competitivo. En el aspecto socioeconómico, se tiene que la sustitución de maquinaria por mano de obra es considerable, pudiéndose lograr 47 empleos por cada 100 toneladas procesadas cuando se combina con composteo.

Sus costos iniciales y de operación se considerarán intermedios respecto de otras tecnologías, posee la más alta recuperación de costos, pues si bien la materia reciclable rara vez rebasa el 20%, puede llegar a representar hasta el 51.3% de la recuperación de costos en una planta que se combine con composteo .

En cuanto al medio ambiente, el proceso es inocuo al medio ambiente, aunque el manejo directo de los productos implica problemas de higiene laboral. Esta alternativa es la que más contribuye a la conservación de recursos escasos no renovables.

III.2.- COMPOSTEO.

El composteo persigue biodegradar la fracción orgánica de la basura para obtener composta, que sirve como abono al suelo de cultivo, se puede instalar plantas de 50 Ton/día y múltiples hasta un máximo recomendable de 750 Ton/día.

Las variaciones fundamentales son:

- Fermentación aeróbica natural o acelerada x /
- Fermentación anaeróbica que produce composta en poco tiempo, en el proceso puede obtenerse gas butano y metano.

 x / Por medio de mecanismos de oxidación, humidificación o agregando reactivos.

La variada combinación de procesos y maquinaria permite hasta 5 tipos de composta (Fresca: gruesa y fina. Madura: gruesa y fina; y enriquecida). Siendo el costo menor en las compostas frescas y gruesas que sirven para agricultura, y un costo mayor para las maduras finas que se emplean en jardinería. El aumento en los costos se refleja en el precio final, ya que puede incrementarse de un 300 a un 650%.

En términos socioeconómicos, las variaciones de composteo permiten lograr un balance entre capital y mano de obra, teniendo una generación hasta de 47 empleados por cada 100 Ton/día procesadas.

Los costos iniciales y de operación se consideran intermedios respecto a otras tecnologías. Sin embargo la comercialización de la composta es variada, en regiones agrícolas no es comerciable por los costos de transportación; y en las regiones agrícolas se ha requerido desde una simple difusión, hasta establecimiento de incentivos por parte del Estado.

Cabe mencionar que el composteo requiere de áreas muy grandes, por lo que su ubicación más adecuada es la periferia, con lo que podemos decir que el composteo incide indirectamente en los costos de transportación.

En términos ambientales, posee un nivel de contaminación intermedio, debido a los olores de los gases amoniacales que despiden la fermentación. Sin embargo contribuye a recuperar la materia orgánica del desperdicio general, en los procesos alimenticios del país.

III.3.- INCINERACION.

Consiste en la oxidación de los componentes combustibles de la basura con el oxígeno atmosférico para reducir a cenizas, equivalentes a un 5 ó 10 % del volumen inicial.

Importante liberación de energía ha inducido al desarrollo de formas de recuperar energía eléctrica. Por otro lado la combustión genera importantes cantidades de bióxido de carbono, humo con metales pesados y humedad lo que ha obligado al diseño e instalación de filtros especiales.

En términos generales la instalación se justifica en volúmenes mayores a 120 Ton/día hasta alcanzar 2,400 Ton/día como límite máximo recomendable, en el caso de proyectos con recuperación de electricidad.

En términos socioeconómicos, esta tecnología es de las más intensivas de capital y la sustitución de maquinaria por mano de obra es baja, teniendo aproximadamente 60 plazas especializadas por cada 2,400 Ton/día con recuperación de energía; En esta tecnología se consideran los costos de inversión como los más altos.

En términos ambientales, la incineración en planta no contamina la atmósfera y permite la disposición de desechos peligrosos provenientes de hospitales, aeropuertos, etc. Reduciendo la basura a cenizas y escoria hasta de un 20% a un 40% de su peso original, la incineración permite la recuperación de 293 KWatts/hora por cada tonelada de basura.

III.4.- RELLENO SANITARIO.

En términos generales consiste en el entierro de la basura bajo las mejores condiciones de eficiencia, seguridad e higiene por áreas, zanjas o rampas, así como su recubrimiento mediante máquinas trascavadoras haciendo uso de tierra arcillosa de preferencia, para ir conformando células totalmente enterradas.

Al entierro se agrega la instalación de ventilación de las celdas y la posible recuperación del gas (butano y metano), que puede ser quemado sin riesgo de contaminación o comercializarlo. Por último, al cerrarse el relleno se reverdese y se puede emplear como zona recreativa.

En términos socioeconómicos sus costos iniciales y de operación son los más bajos. No obstante, el relleno sanitario obliga a incurrir en mayores costos de recolección al tener que transportar la basura a terrenos distantes.

En cuanto a la relación mano de obra capital es difícil establecer una relación, no obstante genera cuando mucho 1 empleo por cada 100 Ton/día, trayendo la desaparición de la pepera por la rapidez con la que se requiere operar la maquinaria, con el propósito de inhibir los efectos contaminantes en las primeras fases de putrefacción de la basura.

En cuanto al aspecto ambiental, el relleno sanitario requiere especificaciones precisas en la preparación del terreno para evitar la frecuente contaminación de los mantos freáticos.

A continuación se muestra un resumen de las características de las diversas tecnologías de tratamiento de la basura.

RESUMEN.
TECNOLOGIAS DE TRATAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE LA BASURA.

		RELLENO SANITARIO	COMPOSTEO	RECICLAJE	INCINERACION
FASES DEL SISTEMA A LAS QUE PERTENECE.		DISPOSICION FINAL	TRATAMIENTO	TRATAMIENTO	DISPOSICION FINAL.
CONDICIONES DE LAS ENTORNAS.	COMPONENTES DE LA BASURA QUE DISPONIBLE.	La totalidad	Comida y Vegetales.	vidrio, metal, papel, carton, plastico, otros	Materia combustible (toda la basura excepto metales y vidrio).
	VOLUMEN QUE DISPONIBLE.	100%	50%	20%	93%
	CAPACIDAD EN RADE SUMA	Amplia y variable	50 a 750 t/d	50 a 750 t/d	120 a 2400 t/d
	TECNOLOGIA EN POSESION DE LA SERVIDA	Amplia gama	77000 a 750000 habitantes	77000 a 750000 habitantes.	120000 a 240000 habitantes.
	POSIBILIDAD DE DIVISION	Amplia, pero poca divisibilidad	multiples de 50 t/d	multiples de 50 t/d	poca, multiples de 120 t/d
CONDICIONES DE LOS PROCESOS	POSIBILIDAD DE VARIACION DE LA TECNOLOGIA	poca	regular	mucho	poca
	POSIBILIDAD DE VINCULACION CON OTRAS TECNOLOGIAS	Disposicion ultima del rechazo de practicamente cualquier tecnologia.	1o. Reciclaje 2o. Relleno Sanitario.	1o. Composteo 2o. Relleno Sanitario. 3o. Incineracion	1o. Relleno Sanitario. 2o. Reciclaje.
CONDICIONES DE LAS SALIDAS	RESPECTO TIPO DE LOS PRODUCTOS	Gas (y terreno re-habilitado)	Composta (abono)	vidrio, metal, papel, carton, otros.	Energia Electrica.
	CANTIDAD TOTAL RECUPERABLE EN CDS, GRAMOS	Indeterminable	6616 t/dia de composta	2000 t/dia de subproductos	2724900 Kw h/dia
	VALOR RECUPERABLE (1989)	Indeterminable	\$1681 millones por año	67,500 millones por año	\$23700 millones por año.

	REQUERIMIENTOS PARA SU COMERCIALIZACION	Conexión a gasoductos o usuarios coligados	Organización del transporte. Inducción del mercado. Difusión de su uso.	Organización del transporte. Protección del mercado. Disminución de Intermediarios.	Conexión a la red nacional de energía eléctrica.	
	RESPECTO DE LOS REGIMENS	REDUCCION DEL PAGO.	0.0%	50%	60%	35%
		REDUCCION DEL VOLUMEN	0.0%	50%	60%	7%
RELACION SOCIO-ECONOMICA	COSTOS BRUTOS (Inici. de Operación, Fija).	bajos	medios	medios	altos	
	COSTO NETOS (con recuperación)	medio	bajo	bajo	altos	
	GENERACION DE EMPLEOS POR CADA 100 t/día DE BAGURA	1 empleo calificado, no calificado	47 empleos calificados y no calificados	47 empleos calificados y no calificados	12 empleos calificados	
	ABSORCION DE PEPERINAJES	poca	83 % (si se combina con reciclaje)	83 % (si se combina con composteo).	poca	
	CONDICIONES DE TRABAJO	INGRESO bajo a medio	bajo a medio	bajo a medio	medio a elevado.	
	HIGIENE LABORAL	baja a media	media a elevada	media a elevada	elevada	

RELACION AMBIENTAL	POSIBILIDADES CONTAMINACION	Nantos freáticos y olores en la atmósfera.	Olores en la atmósfera	Insignificante	Insignificante
	PRESERVACION DE RECURSOS	Rehabilita áreas para diversos usos.	Incrementa la productividad del suelo	Ahorra en la extracción de materia prima para la industria de la transformación	Ahorra el consumo de petróleo para generar energía eléctrica.

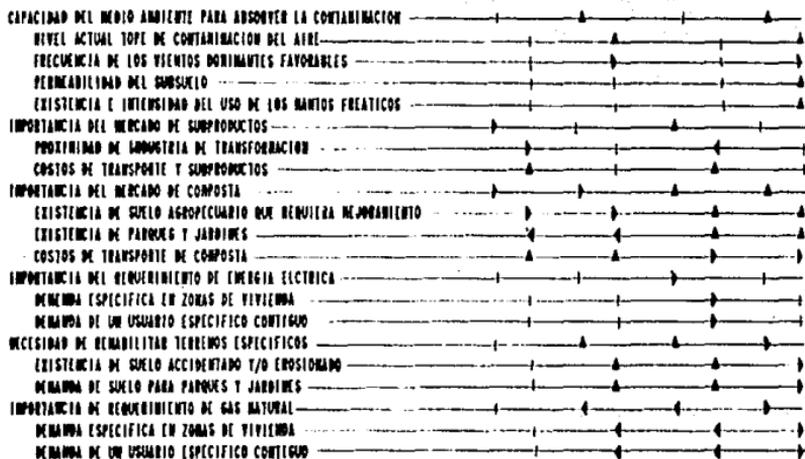
A la luz de lo anterior, las alternativas tecnológicas analizadas demuestran la posibilidad de inclinarse ya sea por una o por otra, sin embargo existen variaciones de una localidad a otra, por lo que se pretende obtener en lo posible los criterios normativos para la adecuación de las diversas técnicas.

III.5.- EVALUACION.

En el tabla siguiente se presentan los criterios que se considerarán fundamentales para la adecuada evaluación de las tecnologías.

CRITERIOS NORMATIVOS PARA LA APLICACION DE TECNOLOGIAS DE BASURA.

CONDICIONES LOCALES	RECICLAJE	COMPOSTEO	INCINERACION	RELLENO SANITARIO
CANTIDAD DE BASURA GENERADA	→	→	→	→
RANGO DE POBLACION	→	→	→	→
DINAMICA DE CRECIMIENTO	→	→	→	→
NIVEL DE CONSUMO/INGRESO	→	→	→	→
DIRUEZA DE BASURA	→	→	→	→
ACTIVIDAD PRIMARIA	→	→	→	→
ACTIVIDAD SECUNDARIA	→	→	→	→
ACTIVIDAD TERCIARIA	→	→	→	→
NIVEL DE INGRESO DE LA POBLACION	→	→	→	→
PROXIMIDAD A CENTROS DISTRIBUIDORES DE ARTICULOS DE CONSUMO	→	→	→	→
COSTOS DE OPERACION DE LA RECOLECCION	→	→	→	→
DENSIDAD DE POBLACION	→	→	→	→
VOLUMEN DE TRAFICO	→	→	→	→
SIMPLICIDAD DE LA TRAZA URBANA	→	→	→	→
REGULARIDAD TOPOGRAFICA	→	→	→	→
CALIDAD DE LA VIALIDAD	→	→	→	→
NIVEL DE OPERARIOS DE LIMPIA	→	→	→	→
EXISTENCIAS DE RECURSOS DE INVERSION PARA SISTEMAS DE RECOLECCION	→	→	→	→
PRESUPUESTO MUNICIPAL	→	→	→	→
CAPACIDAD DE EMPLEAMIENTO DEL MUNICIPIO	→	→	→	→
DISPONIBILIDAD DE FUERZA DE TRABAJO	→	→	→	→
ACTIVIDAD DE PEPERA	→	→	→	→
OFERTA DE MANO DE OBRA CALIFICADA	→	→	→	→
NIVEL DE DESEMPEÑO DE LA MANO DE OBRA NO CALIFICADA	→	→	→	→
DIRUEZA DE LA BASURA	→	→	→	→
DISPONIBILIDAD DE SUELO EN LA PERIFERIA	→	→	→	→
NIVEL DE INFRAESTRUCTURA	→	→	→	→
VALORES DEL SUELO	→	→	→	→
ESPECIFICIDAD DE LA ACEPTACION REGLAMENTARIA EN LA ZONA	→	→	→	→
OFERTA DE SUELO	→	→	→	→
DISPONIBILIDAD DE SUELO EN EL CENTRO	→	→	→	→
NIVEL DE INFRAESTRUCTURA	→	→	→	→
VALORES DEL SUELO	→	→	→	→
ESPECIFICIDAD DE LA ACEPTACION REGLAMENTARIA DE LA ZONA	→	→	→	→
OFERTA DE SUELO	→	→	→	→
EXISTENCIA DE RECURSOS DE INVERSION PARA TRATAMIENTO Y DISPOSICION FINAL	→	→	→	→
PRESUPUESTO MUNICIPAL	→	→	→	→
CAPACIDAD DE EMPLEAMIENTO DEL MUNICIPIO	→	→	→	→
DISPONIBILIDAD DE INVERSION DE LOS SECTORES SOCIAL Y/O PRIVADO	→	→	→	→



NOTACIONES

- ▷ GRANDE AMPLIA IMPORTANTE ALTA BUENA
- ◊ MEDIANA INTERMEDIA REGULAR MEDIA REGULAR
- ▲ PEQUENA REDUCCION INSIGNIFICANTE BAJA MALA
- ◊ INDISTINTO

Para la Cd. de México tenemos que los más conveniente son las plantas de reciclaje con combinación de composteo, en segundo término serán plantas de incineración y en último término serán las plantas de relleno sanitario.

Independientemente de dicha ponderación para la aplicación de una ó varias tecnologías dependiendo de la región que se estudie.

La separación es indispensable para aplicar cualquiera de las técnicas diversas técnicas, y puede incluirse como un anexo a cualquiera de las plantas, tal es el caso de nuestra planta de selección y aprovechamiento de desperdicios sólidos (Reciclaje), por lo que hablaremos en el siguiente capítulo de dicha técnica así como del proceso de la planta por ser la más conveniente, por las características antes mencionadas.

IV.- SISTEMA DE PROCESAMIENTO DE D.S.

El objetivo de este capítulo es analizar los distintos factores que influyen en la implantación de una planta procesadora de desperdicios sólidos.

IV.1- LOCALIZACION DE PLANTA.

Como se mencionó en los capítulos anteriores la mejor opción existente para controlar el grave problema de la basura, es la implantación de un sistema de aprovechamiento de desperdicios sólidos, siendo la planta procesadora la parte medular del mismo.

Debido al gran volumen de desperdicios que se generan en el Distrito Federal es necesario la implantación de varias plantas, ya que actualmente no existe alguna que satisfaga dicha demanda de generación.

Se pretende que estas plantas se encuentren localizadas en zonas estratégicas.

Este tipo de planta rompe con algunos de los lineamientos establecidos en cuanto a lo que la localización se refiere.

Esto debido al tipo de materia prima que requiere para su funcionamiento, por tal motivo estas deberán estar localizadas lo más cercano posible a los núcleos de generación y/o unidades de transferencia, y a la vez en los límites permitidos por la zona. Además los requerimientos en cuanto espacio son muy grandes, debido al gran volumen de materia prima que se tendrá que manejar diariamente, así como tener disponibilidad de terreno en caso de que se requiera aumentar la recuperación de desperdicios sólidos.

Estas plantas deberán contar con un acceso fácil para las unidades de recolección y/o trailers.

Otro factor a considerar es la disponibilidad de mano de obra, en nuestro caso este factor no representa problema alguno debido que requerimos obreros no especializados en la mayoría de las operaciones del proceso.

El siguiente factor a considerar son los servicios, tales como: luz, agua, energía eléctrica, teléfono, transporte, etc.

Un factor que es indispensable no olvidar en este tipo de planta es que la localización no moleste a los habitantes de la zona donde se vaya a implantar.

Una vez considerados los factores mencionados, se procedera a seleccionar las zonas que se apeguen a los requerimientos antes descritos. Y posteriormente se hará una ponderación con las zonas seleccionadas, manejando valores arbitrarios de uno a cien según cumplan los requerimientos, para así obtener la mejor localización, ejemplo fig (5).

Por lo que en este caso se seleccionará la zona 3.

ZONAS	ENERGIA ELECT.	TRANSPORTE	PERSONAL	SERVICIO	TERRENO	OTROS	PROM
Z. 1	80	80	85	85	100	85	85.8
Z. 2	80	70	75	100	80	70	79.2
Z. 3	95	90	95	95	85	95	92.5*
Z. 4	85	90	85	80	90	90	86.7
Z. 5	70	90	95	85	80	95	85.8

FIG. (5)

OTROS: AMBIENTALES, ECONOMICOS, POLITICOS, ETC.

IV.2- PROCESO DE LA PLANTA.

En cuanto a la elección del proceso de selección y aprovechamiento de D.S., se analizaron varios tipos existentes, de los cuales seleccionamos el que más se apegue a nuestra realidad, tanto desde el punto de vista económico como social. Por consiguiente este sistema no es ni el más moderno, ni el más sofisticado, pero, si el más factible de implantar en un país en desarrollo como México.

Los factores más importantes que nos llevaron a la selección de este proceso fueron los siguientes:

- Primeramente se buscó un proceso con bajo costo de capital; debido a la difícil situación económica actual, para que de esta manera sea atractivo para el inversionista.

- Por otra parte, otro factor al que se le dio prioridad fué la creación de nuevas fuentes de trabajo, debido a que el problema de desempleo es uno de los más graves en nuestro país.

Por lo que este proceso esta basado en el uso intensivo de mano de obra, solucionando de alguna manera este problema.

- Dada la dependencia tecnológica que sufrimos actualmente, la maquinaria a utilizar en este proceso deberá ser lo menos compleja posible, facilitando de esta manera el mantenimiento de la misma, así como la reducción de los costos del mismo mantenimiento y teniendo la alternativa de la fabricación.

- Otro factor a considerar es la ampliación de la planta, esto se debe a que en periodos de tiempo relativamente cortos la capacidad de la planta va a ser insuficiente, por lo que el tipo de maquinaria deberá ser de tipo modular, además de no ser compleja, esto es debido a que facilita el movimiento de la maquinaria para futuras ampliaciones, así como variar el flujo de los materiales para obtener un aumento en la recolección de desperdicios sólidos, ya sea de esta forma o bien aumentando el número por turno trayendo consigo un incremento muy bajo en los costos.

El proceso de selección y aprovechamiento de desperdicios sólidos lo podemos clasificar en tres grandes etapas, como a continuación se muestra.

PROCESO DE SELECCION Y APROVECHAMIENTO DE D.S.

1 ETAPA

RECEPCION DE D.S.

2 ETAPA

SELECCION DE D.S.

3 ETAPA

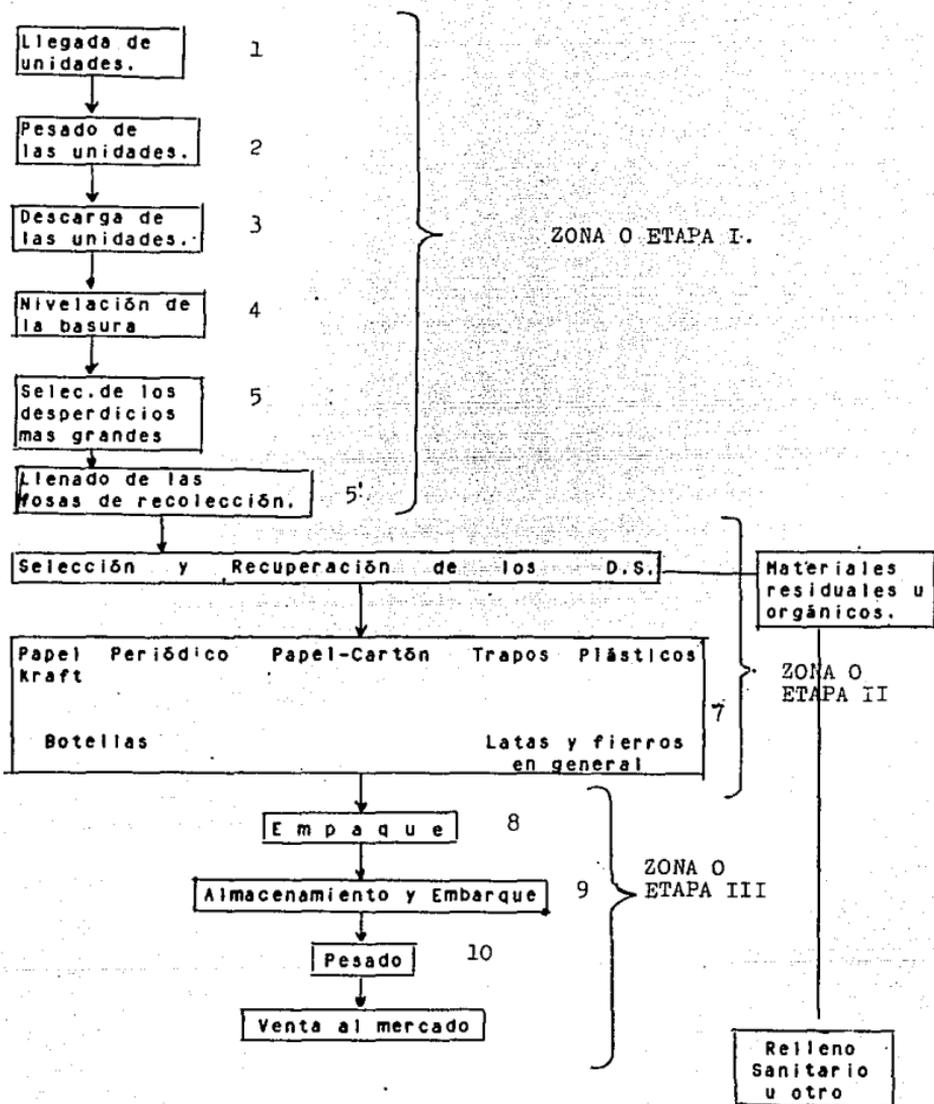
ALMACENAJE DE D.S.

La primera etapa como su nombre lo indica es la recepción de las unidades recolectoras y/o trailers de la unidad de transferencia, en esta primera etapa se tienen estudiadas las llegadas o en caso contrario se pueden llegar a estudiar.

La segunda etapa; en esta se lleva a cabo el proceso de recuperación de los desechos sólidos. Los cuales van siendo recolectados de acuerdo al tipo que pertenezcan, mediante estaciones de recolección, (posteriormente se describirá detalladamente esta etapa).

En la última etapa se lleva a cabo el embalaje y almacenaje de los distintos desperdicios aprovechables, previamente seleccionados por tipo y cantidad para poder realizar su venta.

Diagrama General del Proceso.



Descripción del Proceso

I Recepción de los D.S.

Llegada de vehículos o unidades de recolección. Los vehículos recolectores de basura arriban a la planta procesadora y se lleva un control de hora de ingreso, posteriormente, pasan al área de pesado (2). A continuación llegan a la zona de descarga (3), donde depositan los desechos sólidos que transportan.

Una vez descargado el material en la zona de recepción (1), la basura será nivelada por obreros(4), y posteriormente serán llenadas las fosas de recolección (5'). En estas fosas se localizan las bandas transportadoras, las cuales llevan la basura a la zona de selección y recuperación de los desechos sólidos (11).

Al mismo tiempo que se llenan las fosas de recolección (5') se seleccionan los desperdicios más grandes (5) para ser transportados inmediatamente por las bandas.

En el centro del área de recepción se localizan las fosas de recolección, las cuales tienen una disposición en paralelo, aquí mismo se encuentran las bandas transportadoras.

Esta zona de recepción debe de ser cerrada; la razón son los paros y retrasos en la operación originados por el mal tiempo.

Por ser cerrada esta zona es necesario tener una ventilación eficiente, así como mantener limpia la zona para evitar condiciones de trabajo insalubres y malos olores.

Para lograr una buena ventilación se utilizarán potentes ventiladores colocados en el techo, así como puertas de acceso.

Para permitir que la limpieza de esta zona se haga fácil y rápidamente, el suelo tendrá un declive hacia el centro y paredes de concreto.

II Proceso de recuperación de los D.S.

Los desechos sólidos que vienen por las bandas transportadoras, pasarán por las estaciones de recolección (7) de la zona de recuperación (II).

Los materiales serán removidos en las estaciones de recolección con el siguiente orden: papel de envoltura, cartón, papel periódico, papel mezclado, alfombras, plásticos, botellas, latas y material ferroso.

También están previstas estaciones para recoger otros materiales como son: vidrio, hule, madera, cuero, etc. Dependiendo de que exista demanda en el mercado para estos materiales, para que resulte económico hacerlo.

La secuencia escogida de recolección se debe a las siguientes causas:

- Una gran proporción de la basura viene en bolsas y cajas de cartón, las cuales deben ser vaciadas para exponer la basura que contienen, por lo que estas estaciones serán las primeras.

- Posteriormente estarán las estaciones que removerán los elementos más voluminosos, por lo que el papel periódico, papel mezclado, trapo y botellas, siguen en el orden de recolección.

- Cada obrero recogedor tiene en su puesto de trabajo un vertedero en el cual depositará los materiales escogidos. Los materiales depositados en los vertederos serán transportados por medio de toboganes y bandas transportadoras a la zona de embalaje.

Por otra parte, las botellas son manejadas de distinta forma, con el objeto de evitar que los obreros recolectores se retrasen por tener que seleccionar las botellas por tipos, estas serán depositadas en un vertedero especial, el cual consta de una cama de agua para que estas floten y por medio de una banda, sean llevadas al área de embalaje.

En esta área serán seleccionadas por tipo de botella de que se trate.

Cada línea de transporte cuenta con una consola de control en un lugar alto, desde donde el operador puede supervisar tanto el área de recepción, como el área de recolección, y poder controlar la operación de acuerdo al suministro y la demanda.

Las estaciones de recolección previstas para recoger los materiales que el mercado solicite como vidrio, madera, etc.

Pueden ser utilizados para aumentar la capacidad de recuperación, sin incurrir en costos extras, únicamente aumentando el personal.

Por otra parte los desechos que no fueron recogidos en las estaciones, serán recogidos al final de las líneas de recolección, y elevados a una tolva para ser posteriormente depositados y cargados en camiones para retirarlos de la planta.

Esta basura que no fue recuperada, esta basicamente compuesta por ; Comida, desechos de carne, de verduras y frutas, cuero, huesos, madera, etc. Puede aprovecharse de las siguientes formas :

1) Puede ser utilizada como biomasa, entendiendo por esta a toda materia orgánica o bien a la que proviene de esta.

La biomasa puede convertirse en una fuente de generación de productos químicos y fertilizantes.

Esto mediante un proceso de fotosíntesis. Durante esta transformación, la biomasa libera gas metano, el cual puede ser utilizado como combustible tanto para uso doméstico, así como para generar electricidad. Y con esto se lograría un ahorro de nuestros energéticos, muchos de los cuales no son renovables.

2) Otro uso que se le puede dar a estos desechos, es el de utilizarlos como relleno de tierras que no son productivas. Dado que la composición de este material actuará como abono y enriquezera la calidad de la tierra, además de mantener el suelo suelto y a retener la humedad.

Esta aplicación sería de un gran valor en la reforestación de nuestros bosques, y ayudaría a recuperar la gran cantidad de zonas victimas de la tala.

Con estas posibles aplicaciones de estos desechos, los cuales en la actualidad casi no se aprovechan, podremos obtener : energía, fertilizantes, y productos químicos entre otros, lo que canalizado de una manera eficiente traerá importantes beneficios a la humanidad, en lugar de ser el grave problema que es actualmente.

III Embalaje, Almacenaje, y Embarque de los D.S. recuperados

Una vez seleccionados los materiales por las respectivas estaciones recolectoras (7), serán transportados por las bandas a la zona de empaque III (8). Esta zona contará con igual número de estaciones de trabajo que la zona de recuperación II.

Se tendrán embalajes adecuados para cada tipo de producto recuperado, que no puedan ser compactados.

Una vez efectuada la operación de empaquetado o compactado, el material será transportado por medio de montacargas al área de almacenamiento (9), esta tendrá como capacidad mínima, la de los productos generados en una semana laboral.

Antes de que el producto sea despachado al comprador, será pesado (10) y se mantendrá un registro al igual que cuando la basura ingreso a la planta (1). La razón de esto es llevar datos que ayuden a controlar de una forma eficiente la producción, y contar con datos estadísticos para futuras ampliaciones de la planta, estacionalidad de la composición de la basura, etc.

IV.3 - DISEÑO DE PLANTA.

IV.3.1 - Capacidad de la Planta.

Dado que este proceso está compuesto básicamente por bandas transportadoras, no se presentan problemas con la cantidad de desechos sólidos a procesarse.

La capacidad de la planta esta determinada por la cantidad de estaciones de recolección y por el personal con que cuenten estas a lo largo de las lineas de recuperaci3n.

La capacidad m3nima requerida para nuestro sistema es de 500 toneladas de basura al d3a, las cuales podr3n ser aumentadas dependiendo de la efectividad, as3 como el impulso que ofrezcan el Gobierno y/o la iniciativa privada en cuanto a la inversi3n y desarrollo del mismo.

IV.3.2 - Distribuci3n de Planta.

El objetivo principal es el optimizar el proceso productivo minimizando las distancias y los costos.

El tipo de distribuci3n utilizado para esta planta es el de l3nea de producci3n, o bien de producto debido a la naturaleza del ciclo, el cual como se mencion3 anteriormente se basa en canales o lineas de recuperaci3n en forma continua.

Existen varios factores para llegar a una distribuci3n de planta 3ptima, los cuales son:

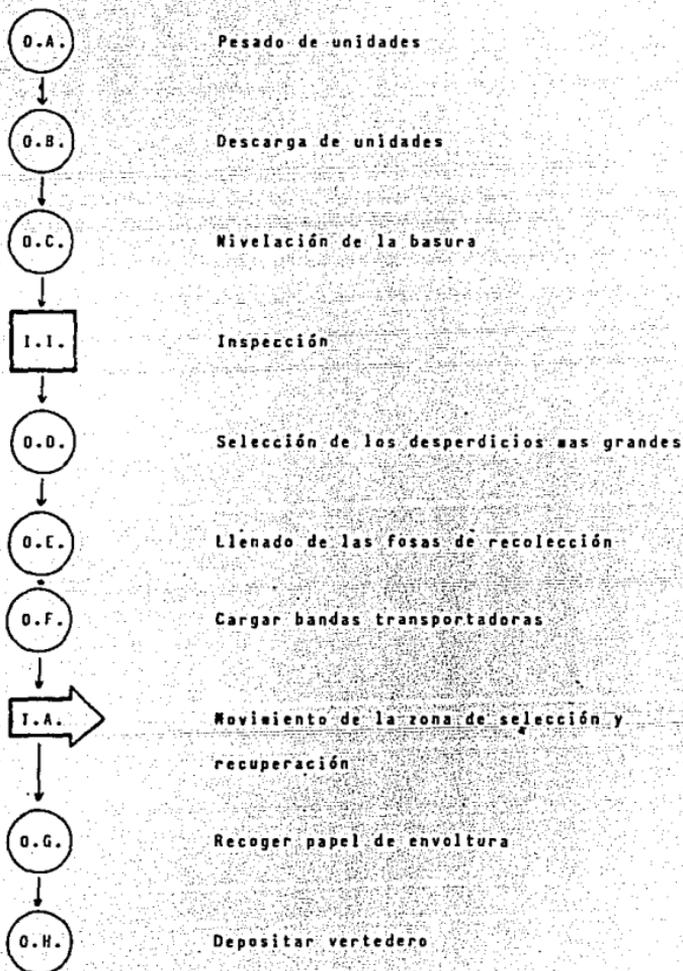
1. Determinaci3n del flujo de materiales.
2. Tabla de relaci3n de actividades.
3. Cuadro de relaci3n de actividades.
4. Relaci3n de requerimientos de espacio.

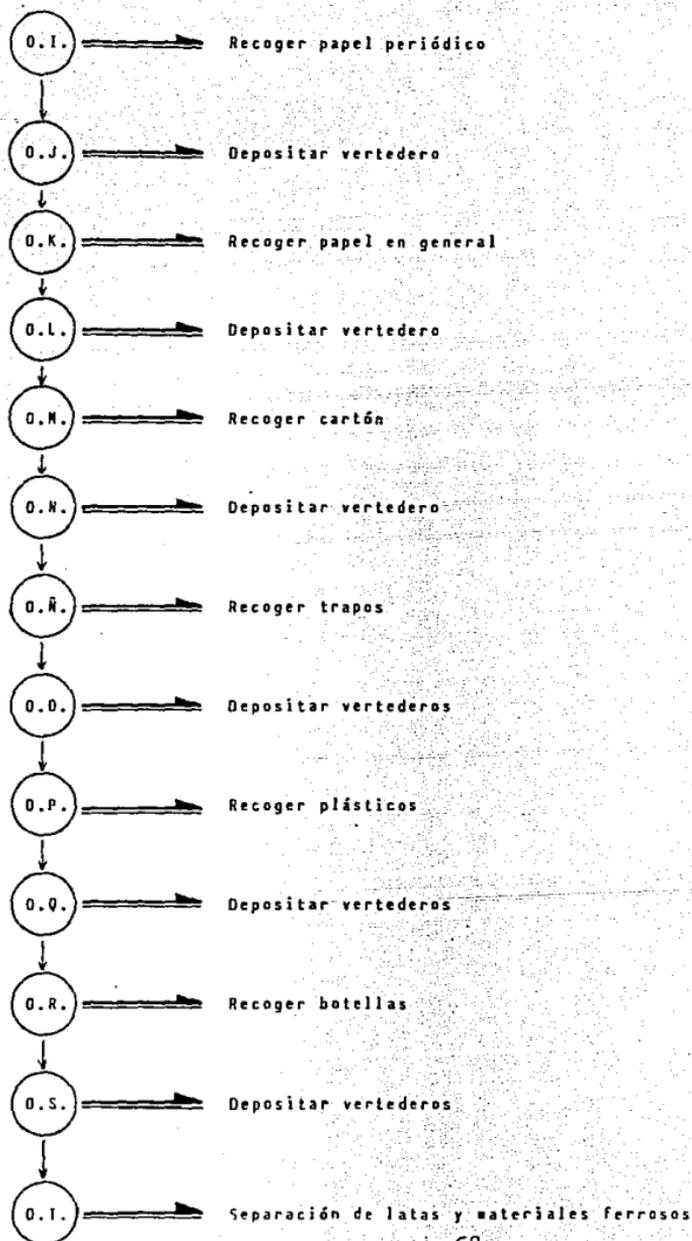
1. La determinaci3n del flujo de materiales es el factor principal para la creaci3n de la distribuci3n de planta. Adem3s, este flujo proporcionar3 la secuencia de actividades a desarrollarse.

En nuestro caso, el an3lisis consistir3 en varios productos debido a la diversidad de materiales a procesar.

IV.3.3.- Diagrama de Operaciones

Basura
(llegada de unidades)





Y EVALUACION ECONOMICA

La evaluación económica se realizó en base a estudios semejantes *_/ por lo que solamente se actualizaron y adecuaron a la planta propuesta.

Este estudio contempla desde la inversión hasta proyecciones financieras de la planta, para poder ver si es o no rentable dicha planta.

V.1 INVERSION.

V.1.1.- Terreno.

El terreno requerido para la planta propuesta es de 15,000 m², comprendiendo desde la área de recepción hasta las áreas de servicios.

A continuación se presenta una tabla con los requerimientos de espacio necesario conforme a las distintas áreas.

No.	AREA	ESPACIO REQUERIDO M ² .
1	RECEPCION Y DESCARGA	800
2	RECUPERACION Y EMPAQUE	1750
3	ALMACENAJE	850
4	TOLVA DE DESECHOS	30
5	SUBESTACION	25
6	MANTENIMIENTO	80
7	ALMACEN	20
8	OFICINAS	110
9	COMEDOR	625
10	BAÑOS Y VESTIDORES	150
11	ENFERMERIA	12
12	CISTERNA	150
13	ESTACIONAMIENTO	250
14	AREA DE MANIOBRAS	1000
15	RESTO DE LA PLANTA	9148
TOTAL		15,000

 *_/ Ver Bibliografía.

Por lo tanto la inversión que es necesaria para la adquisición del terreno es de :

$$15,000 \text{ m}^2 \times \$62700 = 940,500,000.$$

V.1.2.- Edificios y Obra Civil.-

Será una estructura prefabricada de acero en techo de lámina acanalada de asbesto cemento, las paredes serán de lámina teniendo como único muro la división del área de recepción con la de recuperación. Las áreas de de servicios también serán prefabricadas contando con la siguiente inversión:

Edificios de Procesos y estructuras para maquinaria:

$$3,555 \text{ m}^2 \text{ a } \$432,911 = 1,539,000,000$$

Edificios de Servicios:

$$897 \text{ m}^2 \text{ a } \$112,040 = 997,500,000$$

Obra Civil:

(pavimento, cisterna, etc) 399,000,000

\$ 2,935,500,000

V.1.3.- Mobiliario y Equipo.-

Oficinas	21,090,000
Comedor	51,350,000
Inst. Telefónica	34,200,000
Bodega	8,650,000
Baños y Vestidores	13,452,000
Otros	6,840,000

TOTAL \$ 135,582,000

V.1.4.- Equipo de Carga

- Dos tractores con cuchilla para el área de descarga.

125,400,000

- Cuatro montacargas para el área de selección y almacenaje.

273,600,000

TOTAL \$ 399,000,000

V.1.5.- Transformador , Equipo e Instalación Eléctrica.

Tenemos una potencia requerida de 275 KV. con una capacidad extra de un 20%, teniendo 330KV.

El costo de un transformador de 350 KV, con tableros e instalación es de :

\$ 627,000,000

V.1.6.- Maquinaria.-

A continuación se menciona el equipo necesario para la operación de la planta propuesta:

- Báscula de plataforma de 3 x 21m para camiones.
- 2 Bandas transportadoras del tipo cama deslizante.
- 2 Bandas elevadas para recolección.
- 6 Bandas colectoras.
- 10 Bandas de transferencia
- 6 canales de recolección
- 10 Vertederos.
- 10 Bandas de rodillos
- 2 Camas de agua para botellas y clasificación.
- 2 Separadores magnéticos.
- 2 Bandas elevadoras para residuos.
- 1 Tolva de almacenamiento para residuos.
- Plataformas.
- Etc.

El monto total de la inversión de la maquinaria es de:

\$ 10,830,000,000

V.I.7.- EXTRACTO DE LAS INVERSIONES.

TERRENO	940,500,000
EDIFICIO Y OBRA CIVIL	2,935,500,000
MOBILIARIO Y EQUIPO	135,582,000
EQUIPO DE CARGA	399,000,000
TRANSFORMADOR, EQUIPO E INST. ELECTRICA.	627,000,000
MAQUINARIA	10,830,000,000

TOTAL \$ 15,867,582,000

V.II.- COSTOS Y GASTOS

Para este análisis de los costos y gastos se tomó un turno de trabajo en el área de recuperación y dos turnos en el área de descarga durante los 306 días del año.

V.II.1.- Sueldos y Salarios.-

- Mano de Obra directa	326	Empleados
- Mano de Obra indirecta	8	Empleados
- Personal de confianza	14	Empleados

Los sueldos mensuales de cada grupo son:

- Mano de obra directa	186,596,000
- Mano de obra indirecta	15,668,000
- Confianza	48,735,000

	\$ 251,000,000

El total anual será de \$ 3,012,000,000. Estos sueldos contemplan todas prestaciones otorgadas por la ley.

V.II.2.- Mantenimiento y Limpieza del Edificio.

El costo anual se estimó en un 1.5% de su valor

$$2,935,500,000 \times 0.015 = \$ 44,032,500$$

V.II.3.- Material de Oficina.-

El gasto de material se calculo en \$ 570,000 mensuales por lo que el gasto anual será de:

$$\$ 6,840,000.$$

V.II.4.- Seguro.-

Se estimo el gasto en un 3.5% anual del costo del equipo a asegurar

$$\$ 14,927,082,000 \times 3.5\% = \$ 522,447,870.$$

V.II.5.- Energía Eléctrica.-

0.8 por lo que el gasto de energía electrica utilizado anual será de:

Energía anual = Carga conectada x factor de utilización
x días al año x hrs/día

$$\begin{aligned} \text{Energía anual} &= 330 \times 0.8 \times 360 \times 8 \\ &= 646,272 \text{ kw hr/año} \end{aligned}$$

Con un costo de 380.00 Kw/hora nos da un gasto anual de:
\$ 245,583,360.

V.II.6.- Agua.

3

El consumo se estimó en 291 m³ diarios a un costo de \$450. por lo que el gasto anual será de:

$$291 \times 450 \times 306 = 40,070,700$$

V.11.7.- Teléfono.

Se estima un gasto de 340,000. mes, al año será de :
\$ 4,080,000.

V.11.8.- Operación y Mantenimiento del Equipo de Carga.

Tomando un factor de utilización del 75% y 62% tenemos los costos de operación por hora de los vehículos de \$1,550 y \$2,200 incluyendo gasolina, aceite y mantenimiento cada 6,000 hrs de trabajo:

Montacargas

\$ 1,500-hr x 8 hrs/día x 0.75 x 306 x 4 vehículos =
\$ 11,383,200.

Tractores

\$ 2,200-hr x 16 hrs/día x 0.62 x 306 x 2 vehículos =
\$ 13,356,228.

En seguida se clasificarán los costos y gastos anuales .

COSTO DE FIJOS	
Mano de obra	2,239,152,000
COSTOS VARIABLES	
Mano de Obra Indirecta	188,016,000
Energía Eléctrica	245,583,000
Mantenimiento y Limpieza del Edificio.	44,032,500
Agua	40,070,000
Operación y Mantenimiento del Equipo.	24,740,000
TOTAL	542,444,500

GASTOS ADMINISTRATIVOS

Sueldo Personal de Confianza	585,820,000
Materiales de Oficina	6,840,000
Seguros	522,448,000
Teléfono	4,080,000
Honorarios Contadores	2,160,000

TOTAL 1,121,348,000

TOTAL DE COSTOS Y GASTOS=3,862,874,500

V.III. ANALISIS DE VENTAS DE LA PLANTA DE SELECCION Y APROVECHAMIENTO DE DESPERDICIOS SOLIDOS.

Tenemos que actualmente se genera en el D.F. un promedio de 10,995,425 Ton/día 1/, con lo que tenemos una generación per capita de 0.968 kg/Hab/día 1/, y si a esto aunamos el problema de incremento, así como el aumento de volumen y un servicio de limpia insuficiente, nos genera un problema crítico, por lo que a continuación haremos un análisis cuantitativo y cualitativo de los desperdicios sólidos.

V.III.1.- COMPOSICION DE DESPERDICIOS SOLIDOS EN EL D.F.

Los datos obtenidos 2/ son promedios de los subproductos de los desechos sólidos, ya que es imposible obtener un porcentaje exacto, ya que este varía dependiendo de la época del año por ejemplo, en época escolar el porcentaje de papel aumenta considerablemente, así como el vidrio en época decembrina.

Como se sabe la mayoría de los desperdicios sólidos son reincorporables al ciclo productivo como materia prima del mismo producto, o bien como combustible u otro servicio, por lo que existe un mercado para este tipo de desperdicio.

V.III.2.- PRECIOS PROMEDIO DE LOS DESPERDICIOS SOLIDOS.

Se tienen los siguientes precios de compra de los diferentes productos en la tabla 3, estos precios varían dependiendo primeramente del estado en que se encuentren, y posteriormente de la cantidad y del comprador.

1/ VER TABLA 1 PAG 79

2/ VER TABLA 2 PAG 80.

V.III.3.- CALCULO DE RECUPERACION.

El siguiente cálculo esta basado en un turno de 8 horas, en el área de recuperación y 2 turnos en el área de descarga para procesar un total de 500 Ton/día, así como en los porcentajes de la tabla 2, por lo que se tiene en la tabla 4 los volúmenes recuperables de desperdicios sólidos.

Se tiene que nuestra planta de selección y aprovechamiento de desperdicios sólidos laborará todo el año excepto los días de descanso, así como los días festivos, lo que nos dá un promedio de 306 días laborables efectivos. Con lo que obtendremos primeramente las toneladas promedio anuales recuperables en la tabla 5.

Habiendo obtenido las toneladas anuales recuperables multiplicaremos estas por el precio promedio existente en el mercado, lograndose esta manera obtener las ventas anuales 5/, para hacer un análisis económico posterior.

TABLA 1

GENERACION DE DESECHOS SOLIDOS DOMICILIARIOS POR DELEGACION
PARA EL AÑO DE 1988

DELEGACION	POBLACION	GENERACION TOTAL	GENERACION PER-CAPITA kg/Hab/Día
ALVARO OBREGON	821.826	647.335	0.788
AZCAPOTZALCO	773.372	609.245	0.788
BENITO JUAREZ	700.548	732.845	1.046
COYOACAN	767.721	762.200	0.993
CUAJIMALPA	117.255	117.061	0.998
CUAHUTEMOC	1,047.812	1,598.869	1.526
GUSTAVO A. MADERO	1,945.707	1,662.111	0.854
IZTACALCO	733.327	577.830	0.788
IZTAPALAPA	1,622.991	1,428.816	0.880
M. CONTRERAS	222.559	187.151	0.841
M. HIDALGO	698.207	671.277	1.248
MILPA ALTA	68.934	61.903	0.898
TLAHUAC	188.898	130.076	0.689
TLALPAN	474.386	313.223	0.660
V. CARRANZA	890.848	1,074.187	1.206
XOCHIMILCO	279.614	222.655	0.796
TOTAL	11,354.005	10,995.425	0.968

FUENTE: D. D. F. DIRECCION TECNICA DE DESECHOS SOLIDOS. Período
1984-1994, México, 1984.

TABLA 2

PORCENTAJE DE DESECHOS SOLIDOS DOMICILIARIOS EN EL D.F.

PRODUCTO	PORCENTAJE PROMEDIO
ALGODON	0.23
CARTON	3.28
CUERO	0.65
RESIDUO FINO	0.94
CARTON ENCERADO	1.42
FIBRA VEGETAL	4.91
FIBRA SINTETICA	0.47
HUESO	0.82
HULE	0.21
LATA	1.59
LOZA Y CERAMICA	0.74
MADERA	0.58
MAT.DE CONSTRUCCION	0.77
MAT.FERROSO	0.51
MAT. NO FERROSO	0.21
PAPEL	12.43
PAÑAL DESECHABLE	3.00
PLASTICO (PELICULA)	2.72
PLASTICO (RIGIDO)	2.50
POLIEURETANO	1.44
POLIESTIRENO	0.32
RESIDUOS JARDINERIA	3.97

TABLA 2

PORCENTAJE DE DESECHOS SOLIDOS DOMICILIARIOS EN EL D.F.

PRODUCTO	PORCENTAJE PROMEDIO
RESIDUOS ALIMENTICIOS	44.14
TRAPO	2.37
VIDRIO COLOR	2.50
VIDRIO TRANSPARENTE	4.32
OTRO	2.37
TOTAL	99.23

FUENTE: D.D.F. DIRECCION TECNICA DE DESECHOS SOLIDOS.
Período 1984-1994, México, 1984.

TABLA 3

LISTA DE PRECIOS DE ALGUNOS DESECHOS SOLIDOS.

PRODUCTO	PRECIO POR TON. (PESOS)
ALGODON	89,378
CARTON	266,210
HUESO	88,230
LATA	190,150
FIERRO IMPUREZAS DEL 10% 5 MENOS	262,407
MAT.NO FERROSO DEPENDE DEL TIPO	1,140,000
PAPEL COMERCIAL	171,135
PLASTICO (PELICULA)	76,060
PLASTICO (RIGIDO)	45,640
TRAPO	86,625
VIDRIO COLOR	83,680
VIDRIO TRANSPARENTE	83,680
BOTELLAS	* 61

* Unidad.

FUENTE: PLANTA INDUSTRIALIZADORA DE DESECHOS SOLIDOS DE SAN JUAN DE ARAGON.

TABLA 4

VOLUMENES RECUPERABLES DE DESECHOS SOLIDOS.

PRODUCTO	%	TONS/DIA
ALGODON	0.23	1.15
CARTON	3.28	16.40
HUESO	0.82	4.10
LATA	1.59	7.95
FIERRO	0.51	2.55
MAT.NO FERROSO	0.21	1.05
PAPEL COMERCIAL	12.43	62.15
PLASTICO (PELICULA)	2.72	13.60
PLASTICO (RIGIDO)	2.50	12.50
TRAPO	2.54	12.70
VIDRIO COLOR	2.50	12.50
VIDRIO TRANSPARENTE	4.32	21.60
BOTELLAS	*	*

* Se tiene un peso promedio de 250 gramos por cada botella, por lo que serán 4,000 botellas por tonelada, al año se recuperan 20,000,000 botellas aproximadamente.

FUENTE: PLANTA INDUSTRIALIZADORA DE DESECHOS SOLIDOS DE SAN JUAN DE ARAGON.

TABLA 5

VOLUMENES Y VENTAS ANUALES
(PRIMER AÑO)

PRODUCTO	VOLUMEN TON.	VENTAS (PESOS).
ALGODON	352.0	31,458,240
CARTON	5018.4	1,335,149,634
HUESO	1254.6	110,693,358
LATA	2432.7	462,577,905
FIERRO	780.3	204,756,182
MAT. NO FERROSO	321.3	366,282,000
PAPEL COMERCIAL	19018.0	3,254,645,430
PLASTICO (PELICULA)	4161.6	316,531,296
PLASTICO (RIGIDO)	3825.0	171,573,000
TRAPO	3886.2	336,642,075
VIDRIO COLOR	3825.0	320,037,750
VIDRIO TRANSPARENTE	6610.0	553,058,700
BOTELLAS	20,000,000 *	1,220,000,000
	TOTAL	8,686,405,570

* UNIDADES.

V. IV.- ANALISIS ECONOMICO

Habiendo obtenidos los costos y gastos, así como el análisis de la generación y venta de los desperdicios sólidos podremos hacer un pequeño análisis económico para poder determinar si nuestra planta es rentable y cumple con su objetivo.

Primeramente haremos el estado de perdidas y ganancias en un plazo de 10 años, así como las inversiones requeridas para poner en marcha la planta, en segundo término veremos nuestras depreciaciones y amortizaciones y la vida útil de nuestros equipos y edificios y por último encontraremos nuestro punto de equilibrio.

Habiendo vaciado esta información en las tablas correspondientes podremos entonces hacer nuestro cálculo de la tasa interna de retorno para compararla con el CPP actual, así como hacer el cálculo del valor presente neto y la relación beneficio-costo, para concluir si es o no rentable la planta de aprovechamiento de desperdicios sólidos.

Después de haber obtenido esta información puede encontrar el punto de equilibrio, o sea donde cubrimos nuestros gastos y costos y en donde nuestra utilidad es cero, así como ver si tenemos utilidades.

Con los datos obtenidos, tenemos el siguiente punto de equilibrio, así como la gráfica del mismo.

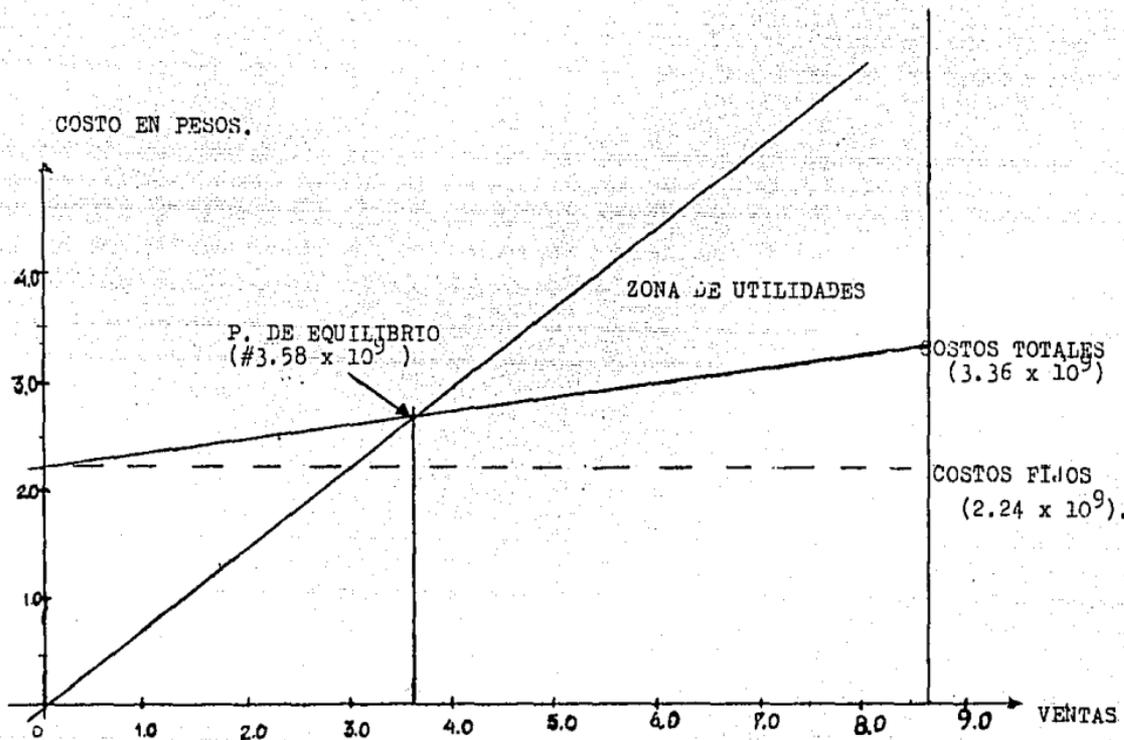
$$\text{PUNTO DE EQUILIBRIO} = \frac{\text{COSTOS FIJOS}}{\text{COSTOS VARIABLES} - \text{VENTAS}}$$

$$\text{P. EQUILIBRIO} = \frac{2,240,000,000 + 1,122,000,000}{543,000,000 - 8,687,000,000}$$

P.EQUILIBRIO = \$ 3,586,000,000.

Con los resultados arrojados, se puede observar que las ventas deben ser \$ 3,586,000,000., logrando de esta manera cubrir nuestros costos. A partir de esta ventas en adelante se generan utilidades.

GRAFICA DEL PUNTO DE EQUILIBRIO.



I N V E R S I O N E S D E L P R O Y E C T O (M I L E S D E P E S O S)

CONCEPTOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
INVERSION FIJA	15867600											6780980
INVERSION DIFERIDA	66000											
CAPITAL DE TRABAJO		330783										330783
VALORES RESIDUALES	15933600	330783										7111763

PROYECCION DEL ESTADO DE PERDIDAS Y GARANCIAS (MILES DE PESOS)

AÑOS

CONCEPTOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INGRESOS POR VENTA:	8684405	9120726	9576763	10055600	10555380	11046230	11640615	12222646	12833777	13475467
COSTOS DE OPERACION:	3902941	3902941	3902941	3902941	3902941	3902941	3902941	3902941	3902941	3902941
UTILIDAD BRUTA	4781465	5217785	5673822	6152659	6655439	7183289	7737674	8319705	8930836	9572526
GASTOS FINANCIEROS										
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS.	4781465	5217785	5673822	6152659	6655439	7183289	7737674	8319705	8930836	9572526
IMPUESTOS SOBRE UTILIDADES *										
UTILIDAD DESPUES DE IMPUESTOS.	4781465	5217785	5673822	6152659	6655439	7183289	7737674	8319705	8930836	9572526
FLUJO DE PERDIDAS Y GARANCIAS.	4781465	5217785	5673822	6152659	6655439	7183289	7737674	8319705	8930836	9572526

* CONSIDERANDO UN INCREMENTO ANUAL DEL 5% EN VENTAS.

* NO HAY IMPUESTOS DEBIDO A UNA CONSIDERACION OTORGADA POR GOBIERNO POR 30 AÑOS.

NO SE SUMARON A LOS COSTOS.

D E P R E C I A C I O N E S Y A M O R T I Z A C I O N E S .

DESCRIPCION	VIDA UTIL (AÑOS)	VALOR DE ADQUISICION (PESO\$)	VALOR DE RESGATE (PESO\$)	TASA DE DEPRE- CIACION O AMOR- TIZACION	DEPRECIACION O AMORTIZACION (PESO\$)
DEPRECIACIONES:					
TERRENO	--	940,500	940,500	-----	-----
EDIFICIO Y OBRAS CIVIL	30	2,935,500	1,957,000	3%	88,065
MAQUINARIA Y EQUIPO	10	135,562	13,500	10%	13,558
EQUIPO DE CARGA	10	399,000	39,900	10%	39,900
INSTALACION Y EQUIPO ELECTRICO.	15	627,000	220,000	6%	37,620
MAQUINARIA	15	10,830,000	3,610,000	6%	649,800
TOTAL		15,867,562	6,708,900		828,943
AMORTIZACIONES:					
ESTUDIO	--	30,000	-----	20	1,500
HONORARIOS	--	20,000	-----	20	1,480
PUESTA EN MARCHA	--	8,000	-----	20	250
TOTAL		66,000			3,230

CALCULO DE LA TASA INTERNA DE RETORNO (TIR) (MILES DE PESOS).

AÑO	INVERSIONES	PRODUCCION	FLUJO NETO DE EFECTIVO	TASA 20% FACTOR	VALOR ACTUAL	TASA 50% FACTOR	VALOR ACTUAL
0	(15,938,600)	-----	(15,938,600)	1.000	(15,938,600)	1.000	(15,938,600)
1	(330,783)	4,783,165	4,454,682	0.833	3,710,420	0.666	2,968,603
2		5,217,785	5,217,785	0.6944	3,623,230	0.444	2,318,784
3		5,673,822	5,673,822	0.5787	3,283,441	0.2963	1,601,153
4		6,152,659	6,152,659	0.4822	2,966,812	0.1975	1,215,150
5		6,655,439	6,655,439	0.4019	2,674,821	0.1317	876,521
6		7,183,289	7,183,289	0.3349	2,405,683	0.0878	630,692
7		7,737,674	7,737,674	0.2791	2,159,585	0.0585	452,653
8		8,319,705	8,319,705	0.2326	1,935,163	0.0390	317,448
9		8,930,836	8,930,836	0.1938	1,730,796	0.0260	232,291
10		9,572,526	9,572,526	0.1615	1,545,963	0.0115	165,605
11		7,111,763	7,111,763	0.1346	957,243	0.0076	54,049
					11,059,530		-5,020,741

$TIR = TASA MENOR + \frac{DIFERENCIA ENTRE TASAS}{\frac{VALOR ACTUAL NETO DE LA TASA MENOR}{SUMA ABSOLUTA DE VALORES ACTUALES NETOS DE LAS TASAS MENOR Y MAYOR}} = 20 + 30 \frac{11,059,550}{16,080,271} = 40.63\%$

CALCULO DEL VALOR PRESENTE NETO Y RELACION BENEFICIO-COSTO.

AÑOS	INVERSIONES	COSTOS DE OPERACION	TOTAL DE COSTOS	COSTOS ACTUALIZADOS	INGRESOS	INGRESOS ACTUALIZADOS	TASA 34.5%
0	15,933,600	-----	15,933,600	15,933,600	-----	-----	1.0000
1	330,783	3,902,941	4,233,724	3,145,233	6,686,405	6,453,130	0.7629
2		3,902,941	3,902,724	2,187,147	9,129,726	5,833,728	0.5519
3		3,902,941	3,902,941	1,600,295	9,576,763	3,926,472	0.4100
4		3,902,941	3,902,941	1,100,835	10,055,600	3,062,935	0.3046
5		3,902,941	3,902,941	803,235	10,550,360	2,309,361	0.2263
6		3,902,941	3,902,941	656,084	11,006,230	1,863,595	0.1681
7		3,902,941	3,902,941	487,477	11,640,615	1,453,912	0.1249
8		3,902,941	3,902,941	362,192	12,222,646	1,134,251	0.0928
9		3,902,941	3,902,941	260,912	12,833,777	884,247	0.0689
10		3,902,941	3,902,941	199,830	13,975,467	715,543	0.0512
11					7,111,763	270,246	0.0360
TOTALES				26,912,750		27,187,430	

VALOR PRESENTE NETO = (INGRESOS ACTUALIZADOS) - (COSTOS ACTUALIZADOS) = 274,680

RELACION BENEFICIO - COSTO = $\frac{\text{INGRESOS ACTUALIZADOS}}{\text{COSTOS ACTUALIZADOS}}$ = 1.01

CONCLUSIONES.-

Primeramente la T.I.R. nos muestra una tasa del 40.63% lo cual indica que la empresa es capaz de generar valores internos por encima del costo de oportunidad del dinero, si se tiene en cuenta que la relación BENEFICIO-COSTO utilizando como factor una tasa igual al CPP actual da un valor igual a 1, y el valor presente neto a esa misma tasa de actualización tiene valores positivos, y el punto de equilibrio tiene un valor de \$3,586,000,000 podemos concluir que si bien la operación no presenta un alto índice de rentabilidad si por lo menos es autosuficiente, capaz de mantener el valor de la inversión y además tiene una tasa de rendimiento unos puntos por arriba del valor bancario, por lo que se puede concluir que dicha planta es rentable.

En una empresa cuyo interes es definitivamente social y de alto beneficio colectivo, podemos asegurar que en el ambito de la empresa del Sector Público es una muestra de lo que socioeconómicamente se puede hacer sin costo inflacionario para los fondos públicos.

VI .- COHENTARIOS Y CONCLUSIONES

En el desarrollo del presente trabajo se ha analizado el grave problema de la basura en la Ciudad de México, tomando en cuenta la recolección, transporte y disposición de la misma. Por lo que la creación de este tipo de sistema representa grandes ventajas, tanto del orden ecológico como económico y sobre todo humanas en lo referente a salud pública.

En lo referente al orden económico se tiene la creación de empleos dignos, así como la reincorporación de materiales al ciclo productivo, los cuales se pensaba que eran inservibles.

Si se procesan 500 toneladas diarias se pueden reincorporar al ciclo productivo aproximadamente 200 toneladas diarias, las cuales serán vendidas a diversas industrias, teniendo además el aprovechamiento de desechos orgánicos para la elaboración de compost, también se propone utilizar los residuos de las plantas incineradoras como abono, así como la creación de reservas ecológicas por medio del relleno sanitario.

En cuanto a la inversión, esta se justifica en el capítulo 4 donde se analiza la rentabilidad, así como diversos puntos de equilibrio.

Se recomienda elaborar campañas masivas de comunicación, y proporcionar una buena información en las escuelas elementales sobre el grave problema de la contaminación, así como de la disposición y recolección de productos seleccionados como son: cartón, botellas, latas, etc. Los cuales se pagarían a la gente a un precio justo por el tipo y selección de la basura, ya que ahorraría tiempo y sería más fácil su selección, trayendo consigo que la gente no tiraría la basura en la calle.

Actualmente el problema de los desechos sólidos se va incrementando día a día, por lo que los actuales métodos no han sido la solución al problema.

Estos sistemas representan una falsa economía, debido a que ocasionan problemas de contaminación ambiental (tiraderos a cielo abierto), así como condiciones inhumanas de vida a los pepenadores y a sus familias, ya que dichas personas viven en la basura, trayendo consigo un sin número de infecciones.

Otro problema es abuso por parte de asociaciones trayendo consigo la explotación de dicha gente, estas son algunas de las causas por lo que los tiraderos a cielo abierto ayudan al problema, pero no son la solución.

Implementar turnos nocturnos para recolectar la basura de los contenedores, en las esquinas previamente seleccionadas, evitando de esta manera el horario fijo de recolección, ya que muchas personas no pueden depositarla en la mañana, por lo que pueden depositarla ya sea muy temprano o después de llegar de su trabajo.

Creación de cementerios industriales para desechos peligrosos (hospitales, laboratorios, etc).

Actualmente se tiene el grave problema de dependencia tecnológica en cuanto a las unidades de recolección, así como de refacciones, por lo que se recomienda la fabricación de unidades nacionales que satisfagan las necesidades, e ir substituyendo paulatinamente las unidades importadas existentes.

Elaborar y realizar un programa efectivo de mantenimiento tanto preventivo como correctivo, ya que a finales del sexenio pasado el 60% de las unidades se encontraba fuera de servicio a causa de mantenimiento, teniendo que rentar unidades no adecuadas para esta actividad, además se debe considerar un almacén de refacciones, expediente de cada una de las unidades, así como cursos de capacitación en el manejo de las unidades, para alargar la vida útil de las mismas.

En cuanto a las rutas, estas representan una parte importante en la optimización de este sistema, ya que disminuye substancialmente tiempos y costos, por lo que se recomienda el uso de paquetería para el diseño de microrutas como de macrorutas.

Creación de más unidades de transferencia aparte de las 10 ya existentes, teniendo de esta manera una mayor cobertura en las Ciudad de México, así como un estudio detallado de su localización.

En cuanto a la legislación actual referente a los desechos sólidos, se tiene que es muy completa pero desgraciadamente esta no es aplicada debidamente.

Dar la concesión de la disposición y recolección de la basura a la iniciativa privada, trayendo consigo una disminución de la fuerza sindical.

ANEXOS

VII .1.- MERCADO TECNOLÓGICO.

En esta última sección se analizó el mercado tecnológico tanto Internacional como Nacional de las diferentes tecnologías mencionadas.

MERCADO INTERNACIONAL.

El total de empresas asciende a 27, de las cuales 16 se encuentran en Europa, 8 en Estados Unidos de América y una

Mexicana.

Dichas empresas ofrecen una o varias tecnologías identificándose 12 de reciclaje, 14 de composteo, 12 de incineración y 3 de relleno sanitario, así como tecnologías complementarias.

En lo que respecta a las distintas fases del sistema (recolección, tratamiento y disposición final), encontramos que la mayoría se concentra en la fase de tratamiento y 14 en fase de disposición final y 9 en la recolección. También se identificó las empresas con mayor número de tecnologías así como de fases. En primer lugar se identificó a SOBEA, WORTHINGTON, BUHLER, MIAG, TRIGA, Etc. *

En segundo término se encuentran BROWNING FERRIS IND. y B.K.K. En función de lo anterior, estas empresas pueden ubicarse como la más viables de aplicar al sistema de aprovechamiento de desperdicios sólidos.

Dentro de las empresas analizadas tenemos que las más importantes en función de las tecnologías de reciclaje y composteo son:

* Ver tabla de empresas oferentes.

RECICLAJE:

FLAKT, DE BARTOLOMEIS y WORTHINGTON, FLAKT ha instalado una de las plantas de reciclaje más grande del mundo, en Holanda.

COMPOSTEO:

Existe un mercado internacional con un sin número de empresas, destacan como la más importantes: BUHLER MIAG con integración de varias tecnologías, y exclusivamente en composteo: WORTHINGTON, TRIGA y SOBEA.

MERCADO NACIONAL

En el caso de nuestro país, la actividad tecnológica en cuanto a la basura ha sido incipiente en relación a otros países.

OFERTA

TECNOLOGIAS EXTRANJERAS.

Existe en México representación de algunas empresas extranjeras que ofrecen distintas tecnologías, como son:

-BUHLER MIAG.

Pionera y cuenta con la mayor experiencia en el país, es la única empresa que ha sido capaz de introducirse y perdurar en el mercado nacional, instalando plantas de composteo con reciclaje en el D.F., Guadalajara, Monterrey.

-OFAG.

Con experiencia reciente, ofrece plantas de incineración para desechos sólidos peligrosos.

-HAZEMAT.

Instaló equipo y maquinaria de composteo y reciclaje en la planta de Toluca.

-COUDARD.

Instaló una de las líneas de selección manual en Guadalajara.

TECNOLOGIA NACIONAL.

Existe únicamente una organización, con oficinas principales en Guadalajara llamada (Equipo Industrial Técnico Administrativo para plantas procesadoras de basura.) . La cual ha realizado proyectos importantes en Guadalajara, Monterrey y Acapulco con reciclaje y composteo, y en varios casos su equipo ha sustituido al instalado por BUHLER MIAG y COUDARD. Presentando ventajas respecto a las extranjeras, reduciendo las necesidades de equipo, tiempos de instalación y entrega de refacciones, así como el conocimiento del mercado mexicano de los productos recuperados.

INFRAESTRUCTURA ACTUAL.

Existen pocas instalaciones de reciclaje y composteo en México, las cuales se encuentran en las grandes ciudades como son:

- D.F. San Juan de Aragón (Buhler-Miag).
- Guadalajara (Buhler-Miag, Equipo Industrial).
- Monterrey (Buhler-Miag, Equipo Industrial).
- Toluca (Hazemat, Sayer).
- Acapulco (Equipo Industrial).

Como se puede observar, la infraestructura existente es responsabilidad de Buhler-Miag y Equipo Industrial.

RELACION DE EMPRESAS OFERENTES DE TECNOLOGIAS.

EMPRESA	PAIS	TECNOLOGIA(S)
Worthington	Italia	Reciclaje, Composteo
de Bartolomeis	Italia	Reciclaje, Incineración
Sorrain Cechinni	Italia	Reciclaje
Oda	Francia	Trituración, Composteo
Triga	Francia	Incineración
Sobeas	Francia	Incineración, Composteo Relleno Sanitario.
Voest-Alpine	Austria	Composteo
Pravapan	Suiza	Reciclaje Especializado
Ofag	Suiza	Incineración
Von Roll	Suiza	Incineración
Widmer & Ernest	Suiza	Incineración
Buhler Miag	Suiza	Composteo
Martin	Alemania	Incineración
Flakt	Suecia	Reciclaje
Matrec	Inglaterra	Reciclaje, Compactación
B.K.K.	U.S.A	Relleno Sanitario
Browning	U.S.A	Relleno Sanitario
Getty	U.S.A	Recuperación Energia
McClain	U.S.A	Recolección, Concentración
Equipo Industrial	México	Composteo
Etc.		

VII .2.- LEGISLACION SOBRE DESECHOS SOLIDOS.

Las disposiciones legales más completas en cuestión de contaminación por desechos sólidos se encuentra en la nueva Ley Federal de Protección al ambiente. El capítulo quinto de esta ley establece la protección de los suelos y dice:

Artículo 34.- Queda prohibido descargar, depositar o infiltrar contaminantes en los suelos, sin el cumplimiento de las normas técnicas correspondientes. La Secretaría de Salubridad y Asistencia autorizará el funcionamiento de los sistemas de recolección, depósito, alojamiento, uso, tratamiento y disposición final de desechos sólidos, líquidos o gaseosos.

Artículo 35.- Las personas físicas o morales que aprovechen o dispongan de los desechos sólidos o basura, deberán hacerlo sujetándose a la reglamentación que al efecto se expida y, en su caso, de acuerdo con los proyectos, instalaciones y normas de funcionamiento relativas, que aprueben las dependencias competentes.

Artículo 36.- Los desechos sólidos que originen contaminación provenientes de usos públicos, domésticos, industriales, agropecuarios o de cualquier otra especie, que se acumulen o puedan acumular en los suelos, deberán reunir las condiciones necesarias para prevenir o evitar:

I. La contaminación del suelo.

II. Las alteraciones nocivas en el proceso biológico de los suelos.

III. La modificación, trastornos o alteraciones, ya sea en el aprovechamiento, uso o explotación del suelo o en la capacidad hidráulica de los ríos, cuencas, cauces, lagos, embalses, aguas marinas, mantos acuíferos y otros cuerpos de aguas.

La Secretaría de Salubridad y Asistencia, en coordinación con la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología asesorará a los Gobiernos Estatales y Municipales en la evolución y mejoramiento del sistema de recolección, tratamiento y disposición de los desechos sólidos, incluyendo la elaboración de inventarios de desechos sólidos, industriales y basura, identificación de alternativas de reutilización y disposición final, así como la formulación de programas para dicha reutilización y disposición final de los desechos sólidos.

Artículo 37.- Los procesos industriales que generen desechos sólidos que por su naturaleza sean de lenta degradación, como plásticos, vidrio, aluminio u otros materiales similares, se ajustarán al reglamento que al efecto se expida.

Artículo 38.- Los proyectos de obras e instalaciones necesarias para la utilización o explotación de los suelos para fines urbanos, industriales, agropecuarios, recreativos y otros, se someterán a la autorización de la Secretaría de Salubridad y Asistencia, en lo que respecta a protección del ambiente y resolverá tomando en cuenta el dictamen que emitan las dependencias competentes, según el tipo de obra o instalación de que se trate.

La dependencia oficial creada como instrumento jurídico fundamental para coordinar las actividades de saneamiento ambiental, es la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología.

VII .3.- ESTIMULOS FISCALES SOBRE DESECHOS SOLIDOS.

DIARIO OFICIAL LUNES 3 DE AGOSTO DE 1987

PODER EJECUTIVO

SECRETARIA DE HACIENDA Y CREDITO PUBLICO

DECRETO que establece estímulos fiscales para el fomento de las actividades de prevención y control de la contaminación ambiental.

Al margen del sello con el Escudo Nacional que dice: Estados Unidos Mexicanos .-Presidente de la República.

MIGUEL DE LA MADRID H. Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos en ejercicio de la facultad que me confiere el Artículo 89, fracción I de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y con fundamento en los Artículos 31, fracción IV y 37 fracción I de la ley Orgánica de la Administración Pública Federal, 8o y 12 inciso b) de la ley Federal de Protección al Ambiente, 14 de la Ley de Ingresos de la Federación para el Ejercicio Fiscal de 1987 y 39 del Código Fiscal de la Federación.

CONSIDERANDO

Que el Plan Nacional de Desarrollo 1983-1988 establece que el mantenimiento y mejoramiento de la ecología es un problema de atención prioritaria en el país, mismo que se ha expresado como una demanda política de la comunidad.

Que hay industrias que resulta inconveniente y en algunos casos peligrosa para la preservación, mejoramiento del ambiente y la salud pública.

Que es indispensable que el sector productivo contribuya, por la naturaleza de sus actividades, en la prevención y control de la contaminación ambiental, para preservar y restaurar los sistemas ecológicos y mejorar la calidad de vida y bienestar social de la población.

Que el gobierno Federal siguiendo las directrices del Programa Nacional de Ecología 1984-1988, estima necesario apoyar y estimular la construcción de obras así como la adquisición y uso de sistemas y equipo para la prevención y control de la contaminación ambiental.

Que en el marco de las acciones 1987-1988 del Gobierno Federal para hacer frente a los principales desequilibrios ecológicos, en forma coordinada con los Estados y Municipios y concertada con la sociedad, he tenido a bien expedir el siguiente:

DECRETO QUE ESTABLECE LOS ESTIMULOS FISCALES PARA EL FOMENTO DE LAS ACTIVIDADES DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL.

ARTICULO 1o.- El presente Decreto tiene por objeto estimular las actividades de prevención y control de la contaminación ambiental, fomentando la utilización de sistemas y equipo de prevención y control de la contaminación ambiental, la realización de obras necesarias para su instalación y la de aquellas obras civiles que incidan directamente en la prevención y mejoramiento del ambiente.

ARTICULO 2o.- Podrán disfrutar de los estímulos fiscales que establece este Decreto las personas físicas o morales de nacionalidad mexicana, residentes en el país, que adquieran sistemas o equipo para la prevención y control de la contaminación ambiental realicen las obras necesarias para su instalación o las obras civiles que contribuyan directamente en la preservación y mejoramiento del ambiente en cualquiera de los siguientes establecimientos:

- I. De extracción y beneficio de minerales.
- II. De la industria de transformación.
- III. Talleres que cuenten con equipos de medición y diagnóstico de la contaminación ambiental.
- IV. Panificadoras, lavanderías, hospitales, centros recreativos, baños públicos, hoteles y otros similares.
- V. Plantas móviles de emergencia generadoras de energía eléctrica; plantas móviles elaboradoras de concreto, vehículos automotores de combustión interna cuando formen parte de flotillas de servicio público concesionado de carga, de pasajeros, o de otros servicios cuando se destinen exclusivamente a ellos; aviones fumigadores y barcos.

Se excluyen de los beneficios que concede este Decreto:

a).-La Federación, Estados Y Municipios así como los organismos descentralizados, por la participación en el capital social o en los gastos que a ellos corresponda.

b) Las empresas que se constituyan a partir de la vigencia del presente Decreto y que por Ley deban instalar los equipos, sistemas y obras civiles a que se refiere el presente ordenamiento, o que deban llevar a cabo obras del tipo que en el mismo se señalan.

ARTICULO 3o- Para los efectos de este Decreto se entenderá por:

I.-Sistema y equipo de prevención y control de la contaminación ambiental: dispositivos y aditamentos diseñados para medir, prevenir y controlar la contaminación del aire, agua, suelo, por ruido, energía contaminante y aquellos que determine la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología.

II.-Instalaciones: Las obras necesarias para el montaje de los sistemas o equipos de prevención y control de la contaminación ambiental.

III.-Obra Civil: Construcción o conjunto de construcciones directamente vinculadas con las actividades que lleven a cabo las personas físicas o morales, en los términos del artículo 2o. de este Decreto, destinadas a prevenir o controlar la contaminación ambiental.

ARTICULO 4o.-Los estímulos fiscales establecidos en este Decreto se otorgarán mediante certificados de Promoción Fiscal que son los documentos que se hace constar el derecho de su titular para acreditar su importe contra cualquier impuesto federal a su cargo, exceptuándose los destinados a un fin específico.

El derecho consignado en los Certificados tendrá una vigencia de cinco años contados a partir de la fecha de su expedición y su ejercicio estará condicionado al cumplimiento de los requisitos establecidos en este Decreto.

ARTICULO 5o.-Las personas físicas o morales de nacionalidad mexicana, residentes en el país, que adquieran e instalen sistemas o equipos de prevención y control de la contaminación ambiental, o que realicen obras civiles destinadas al mismo fin, tendrán derecho a un crédito contra impuestos federales no destinados a un fin específico equivalente a:

I. 25% sobre el valor de la factura comercial del sistema o equipo nuevo, de fabricación nacional y directamente relacionado con la naturaleza de la actividad que desarrolle el solicitante, quien deberá ser el usuario final de dicho sistema o equipo.

Podrá otorgarse el estímulo respecto del sistema o equipo nuevo, de fabricación extranjera cuando este no se produzca en el país en la cantidad y con las condiciones técnicas requeridas conforme la naturaleza de las actividades productivas que se desarrollen.

II. 25% del monto de las inversiones efectuadas en los términos del concepto señalado en la fracción II del Artículo 3o. de este Decreto.

III. 25% del monto de las inversiones efectuadas en aquellas obras civiles que a juicio de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, incidan directamente en la preservación y mejoramiento del ambiente.

ARTICULO 6o.- De conformidad con lo previsto en el artículo 3o. anterior, se considerarán como sistemas y equipos de prevención y control de la contaminación ambiental:

I. Sistemas o equipos de medición de los niveles de contaminación.

II. Sistemas o equipos de prevención y control de la contaminación atmosférica.

III. Sistemas o equipos de control de la contaminación del agua.

IV. Sistemas o equipos de prevención y control de la contaminación del suelo.

IV.1 Recipientes de almacenamiento mayores de 500 lts.

IV.2 Roll-off-roll-on.

- IV.3 Tolvas especializadas para lodos, residuos a granel, etc.
 - IV.4 Tolvas de recepción.
 - IV.5 Equipos de compactación.
 - IV.6 Digestores.
 - IV.7 Biodigestores.
 - IV.8 Incineradores.
 - IV.9 Segregadores.
 - IV.10 Destiladores.
 - IV.11 Intercambiadores iónicos.
 - IV.12 Reductores.
 - IV.13 Proceso de destoxificación.
 - IV.14 Tolva dosificadoras.
 - IV.15 Tolvas alimentadoras.
 - IV.16 Transportadoras de tablillas..
 - IV.17 Bandas clasificadoras.
 - IV.18 Molino de martillos.
 - IV.19 Separador Magnético.
 - IV.20 Cribas vibratorias.
 - IV.21 Embalajes para residuos.
- Etc.

V. Sistemas o equipos de medición de los niveles de contaminación en el suelo.

VI. Sistemas y equipo de prevención y control de la energía contaminante.

Para determinar los estímulos y el procedimiento a seguir para dichos estímulos, así como las obligaciones que de estos emanan, consultar el Diario Oficial de la Federación del día 3 de agosto de 1988.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Fundamentos de Investigación de Operaciones.
Ackoff, R. L. y Sasieni, Mw
Ed. Wiley 1972
- 2.- Investigación de Operaciones.
Shamblin Iaves E.
Mc.Graw Hill 1984
- 3.- Diseño de Macrorutas y Microrutas de Recolección de
Basura Doméstica.
M.I.Vidales Albarrán Humberto.
- 4.- Ingeniería Industrial
Benjamin W. Niebel
Representaciones y Servicios de Ingeniería S.A. México
- 5.- Programas, juegos y sistemas de transporte.
Bergue, C y Ghouila, H.A.
Ed. CECSA 1a. Ed. 1965.
- 6.- Linear Programming and Network Flows.
Mokthar s. Bazaraa
Jhon J. Jarvis
Ed. Limusa 1982.
- 7.- Aspects of Enviromental Protection.
Jenkins. Enviroment 72.
International Conference.
- 8.- Basura Urbana.
Iópez Garrido
Editores Técnicos Asociados S.A.
- 9.- Decreto Diario Oficial de la Federación
3 de agosto de 1987
Secretaría de Hacienda y Crédito Público.
Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología.
- 10.- Legislación Sobre Desechos Sólidos.
Ed. Andrade 1895.
- 11.- Contabilidad en la Administración de Empresas.
Anthony.
Ed. UTEHA. 1983.

- 12.- Solid Wastes: Engineering Principles and Management Issues.
Tchobanoglous. Mc.Graw Hill. 1975.
- 13.- ALUVISSE
Análisis Financiero de una Planta de Aprovechamiento de Basura.
Widmer and Ernst AG, Wettingen, Septiembre 1980
- 14.- COMPREHENSIVE TECHNOLOGIES INTERNATIONAL
General Analysis of Wastewater and Solid Waste Treatment Alternatives.
C.T.I., Inc. Septiembre, 1981
- 15.- DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL
Manual de Operaciones de Planta Industrializadora de Desechos Sólidos.
Noviembre 1974
- 16.- DIAZ TENA, JOSE RICARDO
Recolección, Tratamiento y Disposición Final de Residuos Urbanos.
- 17.- Estudio Sobre la Recolección y Tratamiento de Basura en la Zona Urbana del Valle de México.
Dimsa, México 1984.
- 18.- INDUSTRIALIZADORA MEXICANA DE DESECHOS URBANOS S.A.
Planta INDUSA para Tratamiento de Desechos Urbanos.
Indusa, México 1984
- 19.- SECRETARIA DE DESARROLLO URBANO Y ECOLOGIA
Plan Nacional de Desarrollo Urbano
SEDUE, México 1984.
- 20.- PROFESIONISTAS ESPECIALIZADOS EN ASESORIA.
REFORMAS FISCALES DE 1989.
P.E.A MEXICO 1989.

IMPRESOS:MOYA:

TESIS URGENTES
libros folletos
offset sociales

Roberto Moya A.
ATENCION PERSONAL

cuba 99 desp 24

centro