



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Comercio y Administración

Aprovechamiento de los Desperdicios

TESIS

Que presenta

Enrique Sánchez Armas Alvelais

Para optar por el título de

LICENCIADO EN ADMINISTRACION DE EMPRESAS

Coordinador: LIC. LADISLAO SOLARES



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

A MI MADRE

Por su cariño y gran
dedicación.

AL LIC. L. SOLARES

Por su orientación y
consejos.

III

A MIS HERMANOS

A MIS AMIGOS

A MIS MAESTROS

I N D I C E

APROVECHAMIENTO DE LOS DESPERDICIOS

- I) Aplicación de Técnicas al Tratamiento de la Basura
- A) lanzamiento al mar y a los ríos
 - B) descarga bruta
 - C) descarga controlada
 - D) descarga sobre agua
 - E) relleno sanitario
 - 1) método de trinchera
 - 2) " " rampa
 - 3) " " área
- II) Sistema Operacional de una Planta de Desechos Sólidos,
- A) área de acceso
 - B) área de producción
 - C) edificio de crivado grueso
 - D) diagrama de flujo
- III) Fermentación Controlada (Composta)
- A) proceso de formación
 - 1) aereación
 - 2) humedad
 - 3) carbono y nitrógeno
 - 4) pérdidas resultantes
 - B) fermentación natural y acelerada

1) gráfica de temperaturas de la composta

C) técnicas

- 1) proceso Indore
- 2) proceso Baccari
- 3) proceso Dano
- 4) proceso B.A.S.E.
- 5) proceso Earp Thomas

D) aplicaciones

IV) Estudio Económico para una Planta de Desechos Sólidos.

A) descripción general

- 1) áreas afectadas
- 2) vías de comunicación

B) aspectos técnicos

- 1) tipo de basura
 - análisis de mercados
- 2) tipo de maquinaria
- 3) personal laboral

C) recolección y transporte a la planta

- 1) inversión
- 2) operación
- 3) mantenimiento
- 4) resumen de los costos

D) aspectos económicos

- 1) estudio financiero
 - análisis contable

E) recolección y transporte a tiraderos cielo abierto.

- 1) inversión
- 2) operación
- 3) mantenimiento
- 4) resumen de los costos
- 5) análisis del sistema propuesto contra el sistema actual.

- tabla comparativa de costos

V) Conclusiones y Recomendaciones

P R E F A C I O

El objeto que me llevó a realizar el presente trabajo de investigación sobre el aprovechamiento de los desechos sólidos, es el hecho de ver la creciente explosión demográfica de las ciudades, y el poco desarrollo que tienen en la actualidad los servicios públicos, en especial los del departamento de limpia.

El razonamiento que seguiremos será el de llegar a crear una necesidad industrial de los desechos sólidos, iniciando en primer término la formación de industrias de algunos de los tantos desperdicios que se pueden obtener de la basura, siendo seguido esto de un aumento en la demanda de desechos sólidos a la vez que se incrementaría la creación de nuevos empleos.

Por otro lado tenemos el caso de pequeñas y grandes sociedades en las cuales no se cuenta con suficientes medios económicos para la realización de tales industrias y para las cuales se proponen otro tipo de técnicas para la eliminación apropiada y salubre de los desechos sólidos.

Tanto en el primer caso como en el segundo hay un fin que no por dejar de ser lucrativo (aparentemente) deja de tener menos importancia y es el de conservar limpias hasta donde sea posible nuestras ciudades, las cuales a fin de cuentas son nuestro "gran hogar".

CAPITULO PRIMERO

APLICACION DE TECNICAS AL TRATAMIENTO DE LA BASURA

Uno de los principales problemas a que se enfrentan aquellas instituciones encargadas de recoger los desechos, que de cualquier clase se generan dentro de una sociedad organizada (Independientemente del gran problema que representa su recolección), es el de su destrucción, aprovechamiento, o simplemente el deshacerse de estos volúmenes de desperdicio, cada sociedad organizada empleará el que esté más a su alcance, bien de tipo económico, técnico, o también la situación geográfica en que se encuentre, todo esto directamente influenciado por la idiosincracia de las personas que habiten en este tipo de sociedades.

A) Lanzamiento al mar y a los ríos:

El hecho de utilizar los ríos y mares como un medio para deshacerse de cualquier tipo de desechos, nos va orillando a un desequilibrio biológico de grandes alcances, actualmente hay reglamentaciones que prohíben este tipo de método para deshacerse de la basura.

Otro problema que presenta el utilizamiento de ríos y mares son las fermentaciones que se producen en el interior de las masas, restando oxígeno del agua, siendo de gran perjuicio para cualquier tipo de vida que exista en esos lugares.

Así mismo tenemos que tomar en cuenta el riesgo que representa para aquellas ciudades que utilizan las aguas de los ríos y mares como medios de subsistencia propia, entendiéndose por esto, el utilizamiento de los recursos naturales

(como es la pesca en plano principal) también el utilización natural de las aguas como tales aunque actualmente se cuenta con avances técnicos que permiten una purificación de las aguas con un porcentaje bastante aceptable de pureza.

Otro problema que encontramos al arrojar cualquier tipo de basura al mar o los ríos, es el que alguno de estos desechos quedan en la superficie causando estragos a aquellos tipos de vida terrestre que de alguna manera tienen relación directa en estas zonas que se utilizan de desecho y que a largo o corto plazo afectarán otra zona distinta a la que las originó, esto debido a las corrientes que se originan en estos sitios las cuales desplazan todo este tipo de desechos.

*A continuación listaremos algunos de los factores que contribuyen de alguna manera a la contaminación de ríos, lagos y mares:

- a) Aguas residuales, domésticas e industriales.
- b) Agua de refrigeración de empresas industriales y centrales eléctricas.
- c) Substancias químicas contenidas en el medio ambiente, tales como biocidas, detergentes, aceites, minerales y abonos.
- c) Otros desechos.

Como se puede apreciar este método no es el adecuado para deshacerse de la basura, ya que como anteriormente se-

*(Información proporcionada por la embajada del Gobierno Federal Alemán).

hizo notar tienen una gran influencia de tipo negativo sobre el equilibrio ecológico, dentro de las regiones que abarcan los ríos y mares afectados, sin olvidar también el paisaje que de alguna manera es afectado en detrimento directo a la propia humanidad.

B) Descarga Bruta:

Por descarga bruta entenderemos aquel lugar en donde se vierten las basuras sin ninguna clase de clasificación o de prevención de tipo higiénico, así podemos encontrar excavaciones hechas con el fin de deshacerse de la basura, o bien aprovechadas con este único fin las excavaciones que originalmente fueron creadas con un fin específico diferente al de servir de tiradero de basura.

Este tipo de método es el más antiguo y el más rudimentario, siendo así el que mayor peligro representa para la salud pública, debido a que las materias orgánicas contenidas en la basura tienen un proceso de fermentación y putrefacción bajo el efecto de los micro-organismos que ella misma contiene; siendo de tipo aerobio, es decir, tomar el oxígeno de la atmósfera para su respiración, o de tipo anaerobio, es decir, tomar el oxígeno de las moléculas de la materia sobre la que se reproducen, y por último de tipo mixto, es decir, aerobios-anaerobios.

Toda esta materia orgánica en presencia de un cierto grado de humedad y después de ciertos años (largo plazo) termina en una completa mineralización.

Así todos los vertederos se encuentran compuestos de polvo mineral y de restos imputrescibles como son cristales, porcelanas, hiervas y plásticos, siendo este último el que-

mayor peligro representa ya que nunca pierde sus características originales de composición, pasando a formar un material que no puede volver a utilizarse una vez que ha sido desechado por ningún tipo de industria ni de comercio, actualmente en europa existe ya en proceso de industrialización un plástico cuyos componentes después de transcurrido algún tiempo se descomponen en materias que fácilmente pueden integrarse al suelo, después de transcurridos algunos años (largo plazo), esta especie de plástico lo encontramos en Francia.

Las descargas de este tipo se hacen generalmente desde de gran altura y varios m^3 cada vez, siendo así que la humedad que puede proporcionar la lluvia es muy débil, el agua que contiene la basura se habrá evaporado por la elevación de temperatura que se produce en su interior; con todo ello la evolución es lentísima y persiste el riesgo de contaminación durante mucho tiempo.

Los restos de alimentos atraen a los moscos y los roedores, que viven y se multiplican entre las masas de basura, siendo ésto de gran peligro ya que generalmente son vehículos propagadores de gérmenes patógenos y de enfermedades contagiosas.

Otro inconveniente se presenta cuando se queman todo este tipo de desechos, ya que al hacerse originan malos olores y humos molestos, además de originarse la dispersión de la basura según la intensidad del viento.

Dentro del aspecto económico podemos considerar los altos costos de operación originados por la distancia de la población al tiradero, ya que el desgaste que se ocasionaría al equipo de transporte sería muy rápido, ya que los

vehículos se verían obligados a transitar, sobre declives -- de desechos saturados de vidrios y otros materiales punzo-- cortantes.

Por otro lado, los terrenos ocupados quedan temporalmente inválidos y los lotes cercanos sufren demérito en su valor comercial,

En un aspecto social, se produce un gran problema, -- ya que como en estos tiraderos se encuentran cualquier tipo de basura, origina que muchas personas de escasos recursos-- económicos recojan parte de esta basura, que posteriormente venden a industrias, obteniendo de esta manera su único ingreso económico este tipo de labor se le conoce con el nombre de "Pepená".

Actualmente la organización que tiene el departamento de limpia en el D.F. ha permitido el ingreso de estas -- personas (marginadas a la sociedad, durante muchos años) a una nueva vida, ya que los contrato como agentes limpiado-- res de la ciudad, teniendo derecho a su salario mínimo (varía según la región de que se trate), así se ha hecho en to dos los estados de la república mexicana, además se les con cedieron casas nuevas de tipo popular, en regiones previa-- mente determinadas por el propio departamento, asegurando -- de esta manera un "modus vivendi" a cada uno de ellos, de -- una manera higiénica y humana.

Para que este método sea funcional desde el punto de vista social e higiénico, deben escogerse como tiradero, un terreno bajo, cuyo nivel se va elevando por el relleno de -- la basura, lo que a veces determina al final un aumento del valor del terreno:

El terreno escogido tiene que ser impermeable, a fin

de evitar que las aguas se infiltren a través de los depósitos y lleguen a contaminar la capa freática y luego el agua de los pozos y manantiales cercanos. Así las basuras deben distribuirse sobre el suelo en capas de un espesor máximo de dos metros, dejando taludes en las orillas, los bancos así formados se deben emparejar y apisonar, para evitar la formación de chimeneas de tiro que podrían provocar, por calentamiento, inflamación de la masa,

De ser posible se echarán preferentemente a estos tiraderos barraduras de calles y cenizas, así como desechos -- no muy voluminosos, que se apisonen fácilmente, evitando -- echar los desperdicios caseros y de alimentos.

Un vaciado sobre tierra requiere un buen control sanitario, a fin de matar con insecticidas las larvas de los moscos, antes que se desarrollen y sean adultos, además destruir por fumigación las ratas que allí aniden, ya que como anteriormente se mencionó pueden ser propagadores de muchas enfermedades contagiosas.

C) Descarga Controlada:

Este método se aplicará a materias no orgánicas, no fermentables a causa de la lentitud de su descomposición tales como minerales, maderas, papeles, cuero, trapos, cenizas, vidrios, etc.; como a materias orgánicas fermentables por descomposición relativamente rápida, tales como residuos animales, restos de alimentos, etc.

Como se puede apreciar se utilizarán los residuos de la vida doméstica con exclusión de las materias fecales, cuya manipulación sería peligrosa.

Este tipo de basuras (anteriormente descrito) se --

vierten sobre un terreno preparado, en capas de 1.5 m. a -- 2.5 m. de espesor, dicho espesor está limitado para evitar una compresión excesiva que impida la entrada del aire al interior de la masa de basura, que es preciso para alimentar los micro-organismos que hacen la fermentación aerobia.

El hecho de hacer las capas entre 1.5 m. y 2.5 m.; -- resulta más caro que hacer las capas más gruesas, pero en ensayos realizados con capas de 3 m. de espesor se demostró que la fermentación se hacía de una manera más lenta que -- utilizando capas más finas.

Para poner más capas es necesario esperar a que la fermentación haya terminado, lo que podemos comprobar cuando la temperatura de la basura depositada baja a la temperatura normal del suelo.

Si las capas son muy gruesas, según hemos indicado, -- la fermentación es muy lenta, y en consecuencia se necesita una mayor extensión de vertedero.

Por otra parte si las capas no sobre pasan los 2.5 m., que anteriormente se señalaron como límites, la temperatura no se eleva, y ello impide también que se incendie espontáneamente.

Una vez que se ha finalizado la descarga hay que nivelar el suelo y hacer taludes en los bordes, para evitar -- que la basura sea arrastrada por la lluvia. Los taludes -- pueden tener varios tipos de inclinación, los más recomendables son aquellos que están hechos a una inclinación de 30° que serán utilizados para los bordes estables y los de 45° -- que serán utilizados para bordes provisionales, especialmente para el frente de la descarga.

El depósito realizado debe ser compacto sin exceso, sin huecos, ni chimeneas; las botellas, las cajas y los recipientes grandes deben romperse, lográndose tal objetivo con el simple hecho de hacer pasar por encima de la basura un bulldozer a cadenas, máquina que haremos servir también para hacer los taludes y empujar la basura.

Todos los camiones transportadores de basura, van a tener un cierto grado de dificultad al estar moviéndose dentro de estos vertederos, ya que como anteriormente se mencionó, no se debe comprimir en exceso todo este tipo de desperdicio, aunque haciéndolo de manera contraria se beneficie la circulación de los camiones transportadores de basura.

Antes de las 72 hrs. de la descarga, deberá ser cubierta la basura con tierra, cal o arena, incluida en ésta la parte de los taludes.

Dicha cobertura deberá ser de 10 a 30 cm. según lo que se emplee, ya que éste evitará el desarrollo de moscos y roedores, ya que las ratas no podrán escarbar por debajo de la tierra debido a la existencia de hierros, cristales y porcelánas cortantes, y además por elevarse rápidamente la temperatura de la basura, habiendo poco oxígeno disponible para su respiración, encontrándose además una saturación de bióxido de carbono (CO_2) y cuando la temperatura desciende ya no hay alimentos que los roedores puedan comer, por haber sido destruidos por la fermentación.

Incluso las larvas de las moscas no podrán salir a través de la capa de tierra quedando de esa manera enterradas sin alimento y mueren.

Lo más recomendable es llevar a cabo fumigaciones periódicas contra las moscas y los roedores tanto en el área de desechos, como en los alrededores, ya que de esta manera se podrá tener un control más fuerte sobre estos animales y auxiliar a las medidas que anteriormente se mencionaron para su control.

Así cuando la fermentación ha terminado hay que seguir los pasos anteriores, para las siguientes capas que vamos colocando encima hasta alcanzar los límites previamente establecidos.

Posteriormente todos estos terrenos pueden ser fácilmente aprovechados como zonas verdes o campos deportivos, además durante el período en que se utilice como vertedero, no dará un aspecto antihigiénico ni desagradable, lo que favorecerá a las zonas que estén cercanas.

De ser posible hay que instalar alrededor del vertedero una cerca de tela metálica de aproximadamente 2 m. de altura, para evitar que los papeles sean llevados por el viento; habrá que hacer con alguna frecuencia limpieza de esta cerca y retirar los papeles que quedaron adheridos a ella, además tratar de plantar una cortina de árboles alrededor del vertedero, cosa que favorecerá grandemente a toda la zona, además claro está, de mantener, con una imagen sana al vertedero.

El aprovechamiento de estos desechos viene siendo al cabo de unos meses, ya que entonces, encontraremos un terreno rico en humus, con material de celulosa de descomposición muy lenta.

Después de 2 o 3 años se puede utilizar como tierra-rica en materia orgánica y comercialmente se vende después de examinarlo cuidadosamente, encontrándose generalmente de un 25 a 30% de rechazo. Este producto mineralizado es po-
bre en humus y se utiliza algunas veces en los jardines.

Después de 5 a 10 años está totalmente mineralizado- y ya no tienen ningún valor en la agricultura.

Todos estos terrenos si se desean poner en cultivo, - habrá que poner una capa de tierra tal, que al arar no sal- gan a la superficie restos de basuras, como por ejemplo tro-
zos de chatarra.

Los rendimientos normales se obtendrán a partir del- tercer año y para los árboles hay que esperar una media de- ocho años, para que las raíces profundas se puedan desarro-
llar.

Si se quiere edificar sobre estos terrenos hay que - esperar de 25 a 30 años y además han de ser construcciones-
muy ligeras.

Así podemos mencionar de nueva cuenta, que el mejor-
aprovechamiento de estos terrenos es el de ser empleados co-
mo zonas verdes o campos deportivos, previamente nivelado -
el terreno.

El lugar donde se localice el vertedero debe locali-
zarse en un punto donde el transporte resulte lo más barato
posible, y que al mismo tiempo esté lo suficientemente apar-
tado de zonas pobladas, para que de esta manera no cause mo-
do

lestias, incluso por el ruido de tráfico de los camiones.

Se tiene que tomar en cuenta las posibles filtraciones sobre capas de agua en explotación, para evitarlas o -- preverlos dentro de la zona que se hubiera designado, e interponer una capa de arcilla endurecida en caso de fisura -- calcáneas.

Las filtraciones no suelen ser muy frecuentes y po-- drían ser de dos tipos:

- 1) biológicas (presencia de nitritos)
- 2) químicas: (presencia de nitratos)

Todo este tipo de basuras no están saturados de agua, así que la evaporación es intensa por la elevación de la -- temperatura y en consecuencia, no habrá filtraciones; por -- otra parte los micro-organismos patógenos serán raros, pues habrán sido destruidos por la elevación de temperatura y -- las condiciones del medio.

Alguna de las dificultades que encontramos, serán -- los incendios de las superficies, los cuales son escasos y -- fáciles de controlar, y los incendios en los taludes, los -- cuales son más graves, a causa del gas que se inflama; para poder combatir este tipo de incendio será necesario o bien -- la extracción de la masa que esté quemándose, o bien la in-- troducción de masas de nieve carbónica que crean un ambien-- te no favorable para la propagación del fuego.

Dentro de este tipo de fuegos no funciona el hecho -- de recubrirlo con tierra, ya que resulta totalmente inefi-- caz.

Otro problema que encontramos es el de que cada vez resulta más difícil encontrar grandes terrenos, apropiados para vertederos y que no estén muy alejados (cosa muy difícil debido al gran crecimiento de las ciudades), ya que esto aumentaría aún más los costos de operación tanto en vehículos de transporte y de las máquinas que se utilicen para cubrir la basura.

Así pues nos encontramos ante un sistema que está en vías de utilizarse como auxiliar, puesto que las inversiones a realizar son reducidas en función de los gastos de explotación y se puede utilizar en combinación con otros procedimientos como vía de escape en las grandes ciudades para recibir la basura en caso de avería en la planta de tratamiento, y absorber puntas estacionales (aumentos en los volúmenes de basura durante una época determinada), o los mismos desechos de las plantas industrializadoras de la basura.

D) Descarga sobre Agua:

La descarga sobre agua es un caso muy especial, se podría clasificar dentro de la descarga controlada, pero para fines prácticos lo haremos dentro de un tema en particular.

En este método es muy común utilizar antiguas canteiras inundadas, pero esto representa una gran cantidad de riesgos debido a la posible contaminación de la capa freática y por causa del medio anaerobio que desarrollan las bacterias sulforreductoras, liberando ácido sulfhídrico (H_2S), el cual tiene un olor muy desagradable, para poder contrarrestar este efecto, es posible acidular y bajar el ph, lo-

que evita la reproducción de estas bacterias.

Para que este sistema pueda ser aprovechado es necesario cuidar ciertos aspectos o cumplir con ciertas condiciones.

En primer lugar hay que compartimentar con diques, estancos que sobrepasen en 2 m. el nivel del agua y suficientemente anchos y fuertes para permitir la circulación de camiones sobre ellos.

También es necesario rellenar rápidamente cada compartimiento en el plazo máximo de 1 o 2 meses; la descarga se debe hacer sobre la superficie de la basura.

Aquí debemos de tomar en cuenta que el aspecto del agua es desagradable, pues siempre habrá restos de basura flotando en la superficie.

Así podemos apreciar que este método es mucho más complicado y caro que la descarga bruta, por lo que no es muy recomendable su uso.

Con este método las dificultades van creciendo día a día, ya que los papeles, embalajes y plásticos van aumentando en las basuras, en detrimento de las cenizas, siendo por esta razón cada vez más difíciles de compactar, además también la circulación de los camiones transportadores de basura se va haciendo más difícil sobre las capas descargadas.

E) Relleno Sanitario:

El relleno sanitario difiere de la descarga sobre --

tierras, en que en el relleno se compactan las basuras y se procura tapar con tierra, mientras que en la descarga sobre tierra quedaban al descubierto.

Además de las ventajas sanitarias que ofrece este sistema, conviene señalar la posibilidad de ubicar los tiraderos cerca de los centros urbanos, sin dificultades.

El relleno sanitario permite la transformación de zonas barrancosas o tierras inservibles en parques, jardines, áreas de recreo y deporte o de estacionamientos de autos, inclusive de pistas de aterrizaje para pequeños aviones, etc...

En algunas ciudades se permiten la construcción de viviendas sobre rellenos semejantes, pero es necesario establecer un buen cimiento a través del relleno. A continuación haremos una breve explicación de algunos de los métodos de relleno sanitario.

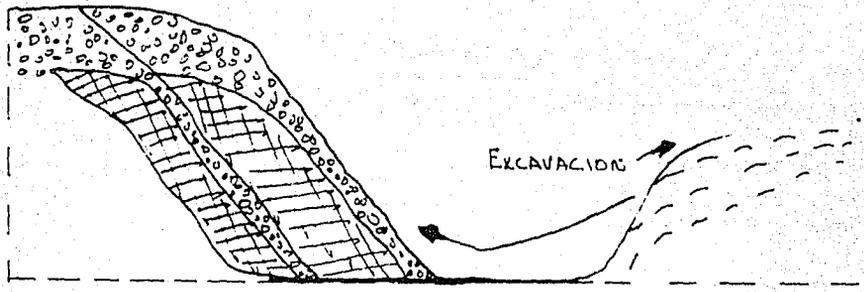
En principio el sistema operacional es el mismo para todos los métodos de relleno sanitario, ya que el frente de trabajo debe ser mantenido tan angosto como sea posible con una pendiente mantenida constantemente lo más cerca posible a los 30° de inclinación.

1) Método de trinchera.

Este tipo de relleno es el más popular, en el cual se usa un tractor para cavar una trinchera donde se volcará la basura para después recubrirla y compactarla. Muchas poblaciones usan un sistema de una sola trinchera que se va -

alargando progresivamente para disponer la basura de cada día. Este método se conoce también por el método de pendiente progresiva; a continuación presentaremos en forma ilustrada este tipo de procedimiento.

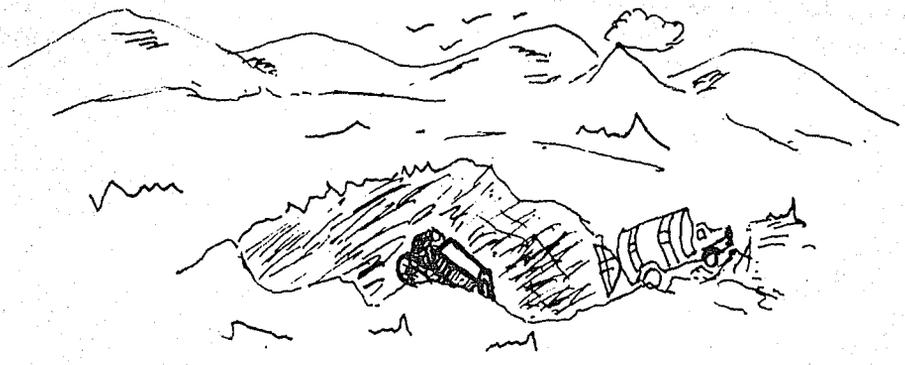
METODO DE PENDIENTE PROGRESIVA



SECCION TRANSVERSAL LONGITUDINAL



SECCION TRANSVERSAL



VISTA SUPERIOR

2) Método de rampa.

Este tipo de método se emplea cuando se hacen todas las operaciones sobre el nivel normal del terreno, siempre y cuando se encuentre en la cercanía una zona con suficiente tierra para recubrimiento, pues este método es aplicable en áreas donde el nivel de agua subterráneo es alto, o en terrenos con roca o poca profundidad, u otras formaciones que dificulten la excavación.

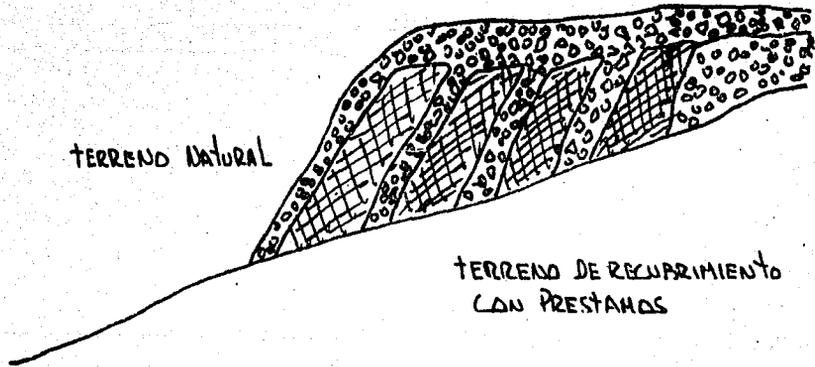
En un terreno con pendiente de rampa se construye hacia el lado más alto del área compactándola y recubriéndola con material de préstamo, conforme va avanzando la sección--rellenada con basura hacia las áreas bajas, la altura va aumentando, hasta nivelar el terreno a un terraplén determinado.

En este método se deben levantar rampas laterales -- con recubrimientos de 60 cm. pues la basura quedaría expuesta sin este recubrimiento lateral.

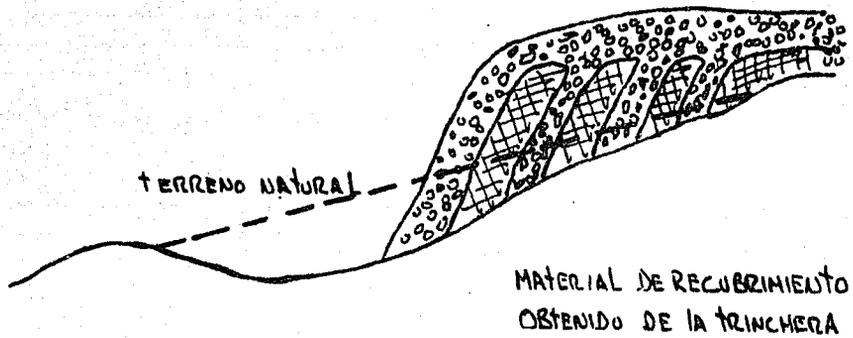
Por lo general el método de rampa siempre se combina con el método de trinchera ejecutando un 50% del trabajo de cada método, como se ilustra a continuación.

METODO DE RAMPA

18



METODO DE RAMPA INTEGRADO CON EL METODO DE TRINCHERA



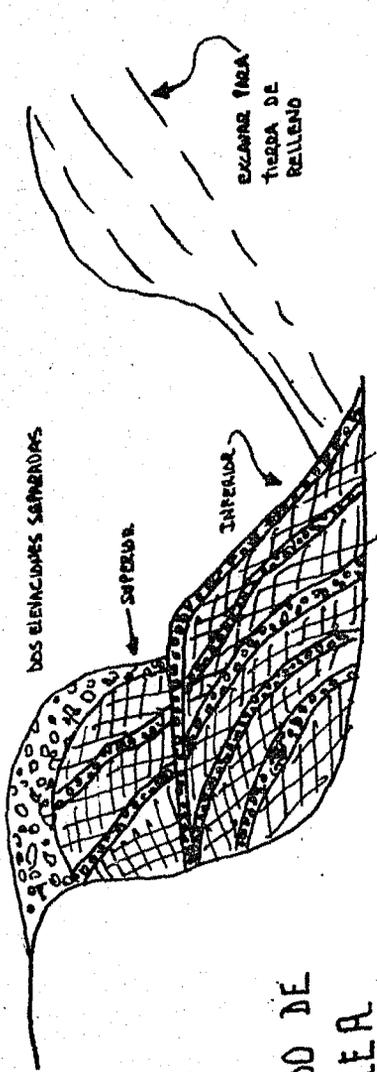
3) Método de Area.

Este procedimiento se usa en sitios donde hay hondadas relativamente profundas y sin aprovechar, depresiones, barrancos o tierra bajas próximas a ríos, donde puede volcarse la basura. Este se compacta luego mediante tractores y se recubre con tierra sacada de colinas adyacentes. En esta operación la tierra es acarreada en escrepas, tractores, o en tornapules.

La basura se deposita y compacta en capas de 1,15 m. a 3,00 m. de profundidad y se recubre con una capa de tierra de unos 0,60 m.

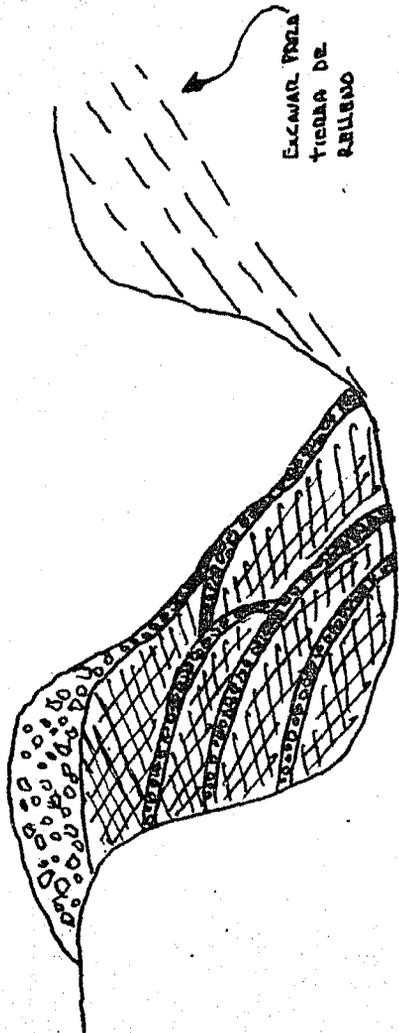
El método de operar un relleno de área probablemente variará más que cualquier otro debido a que las áreas bajas son de varios tamaños y formas, con muy variadas condiciones de suelos y de humedad, por lo que no es posible describir todas las condiciones posibles que puedan existir en este método de operación por otra parte, este método es el que tiene mayor valor de recuperación de todos.

En la siguiente ilustración se puede apreciar más claramente este método.



METODO DE AREA

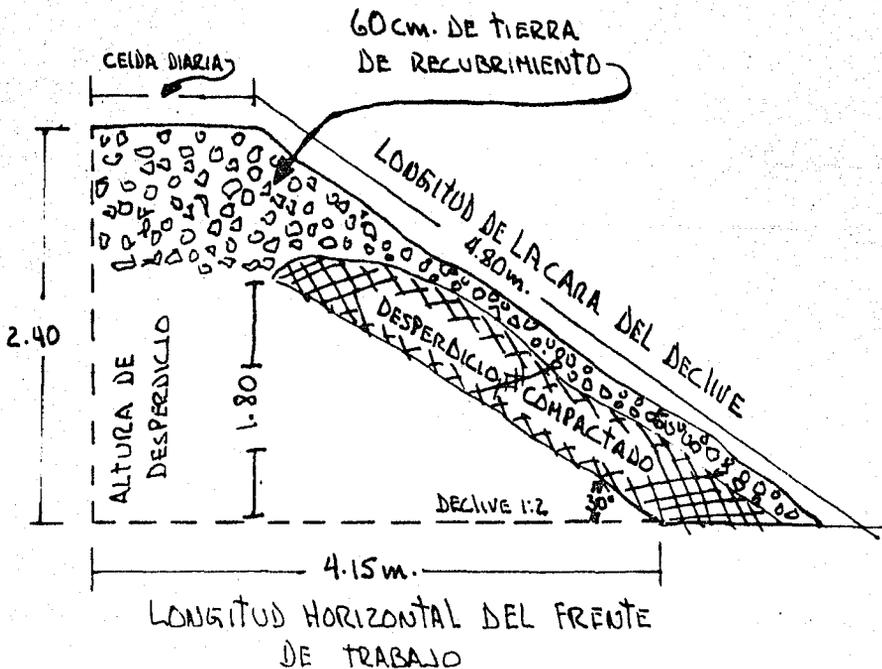
SECCION DE CORTE LONGITUDINAL



UNA ELEVACION EN ETAPAS PROGRESIVAS

SECCION DE CORTE LONGITUDINAL

FRENTE DE TRABAJO DE UN RELLENO SANITARIO



El uso de estos rellenos sanitarios tienen múltiples aplicaciones, entre los cuales mencionaremos que pueden hacer desaparecer los viejos tiraderos a cielo abierto excavando una trinchera y echando la basura en ella, compactándola continuamente y finalmente cubriéndola con 0.60 m. de tierra. Se recomienda mover parte de la basura para permitir que la o las trincheras queden lo más cerca posible de la acumulación mayor, ya que generalmente esta basura contiene cenizas y material descompuesto en cantidad suficiente para ligarse bien no siendo necesario colocar esta basura en celdas.

Puede compactarse sobre una pendiente o tenderse en trincheras. Pueden encontrarse condiciones donde solo sea necesario excavar poca trinchera.

Si el área seleccionada para el relleno sanitario -- queda separada del viejo tiradero, la basura acumulada en él también tendrá que eliminarse donde quiera que se encuentre. Ningún desecho putrescible debe permanecer sin cubrirse más de un día.

Por otro lado no se ha tratado de definir que método es el mejor, ya que se trató de dar una visión amplia de alguna de las formas más sanitarias y a la vez con más base técnica para el desecho de las basuras únicamente, puesto que como lo veremos en capítulos posteriores hay otras formas más complejas y que requieren una mayor técnica, pero en las cuales no únicamente nos podremos deshacer de los desechos sólidos sino que podremos llegar a transformarlos -- nuevamente en bienes de servicio los cuales tendrán un mercado definido y así de esta manera llegar a obtener utilidad para poder acrecentar y mejorar este tipo de industrias.

CAPITULO SEGUNDO

SISTEMA OPERACIONAL DE UNA PLANTA DE DESECHO.

Con base en la recepción de quinientas toneladas diarias de desechos sólidos, el equipo se ha programado para procesar dicha cantidad en dos y medio turnos, empleando el medio turno restante para el mantenimiento industrial, el cual necesita de este mantenimiento en primer lugar para la conservación y el buen funcionamiento del equipo y en segundo lugar para conservar las condiciones de higiene, que si bien deben ser necesarias en cualquier tipo de industria, en este caso en especial deben de considerarse de manera especial por las condiciones de la materia prima de trabajo.

Bajo la base anterior (quinientas toneladas diarias en recepción), en el proceso se utilizan dos líneas, a capacidad promedio de doce toneladas por hora, de materia orgánica por línea.

Las instalaciones de la planta, edificios industriales, edificios auxiliares, patios, etc., proveen un aumento en la capacidad de procesamiento a setecientas cincuenta toneladas diarias, es decir, una tercera línea de molienda gruesa.

A) Area de Acceso:

1.- Recepción.

Dentro de los desechos que diariamente llegan a la

planta, existen normalmente, materiales que debido a sus ca racterísticas, no pueden ser procesadas por el equipo insta lado para su tratamiento, y por consiguiente, esos produc-- tos no deben pasar a los molinos.

En esta primera etapa es conveniente hacer del cono cimiento del personal encargado, de una correcta clasi ficación de subproductos ya que en algunos casos estos suelen ser de manejo peligroso y debido a esto deben de ser separa dos, entre algunos de estos subproductos mencionaremos los-- siguientes:

Recipientes cerrados.

Piedras.

Piezas metálicos de gran tamaño.

Llantas y compuestos ahulados.

Piezas de madera.

Objetos que puedan ser explosivos.

Recipientes con sustancias inflamables.

Otra fase importante dentro de la recepción es aque-- lla que consiste en pesar el volumen de desechos que llegan a la planta por medio de los camiones transportadores de ba sura; de esta manera podemos obtener un control y un sumi-- nistro correcto de desechos a la planta,

Se cuenta con dos básculas del tipo puente una con -- capacidad de treinta toneladas y la otra capacidad para cin cuenta toneladas, entre otros usos de estas básculas tene--

mos el control de pesos de los subproductos y la composta que se obtenga.

Posteriormente pasan los camiones por una rampa de acceso a las tolvas de recepción, las cuales tienen una capacidad de 1,700 m³ en total.

Existe una plataforma junto a estas tolvas, donde se depositan los materiales voluminosos previamente separados por el personal encargado de la recepción. Se tiene dentro de la misma plataforma, una tolva conectada directamente al almacén de cartón y papel.

2.- Grúa con almeja:

Los desechos depositados en las tolvas de recepción se transportan a las tolvas de alimentación, por medio de una grúa tipo almeja cuya operación es electrohidráulica, esta grúa está formada por un puente móvil con un claro del que se suspende la grúa.

La capacidad de esta grúa con almeja es de 1.5 m³. Junto a las tolvas de alimentación existen dos cabinas, de las cuales se realiza el control.

A continuación haremos mención al proceso por medio del cual se lleva a cabo una alimentación continua y correcta de las tolvas por medio de este tipo de grúa almeja:

Abrir la almeja y colocarla encima de la basura.

Cerrar la almeja y al mismo tiempo levantarla (en esta forma se consigue un máximo de capacidad).

Colocar la almeja sobre el eje de una de las tolvas de alimentación.

Bajarla lo más posible sobre la parte superior de la tolva de alimentación, evitando que la almeja oscile y golpee paredes. En el fondo de las tolvas de alimentación se encuentran los alimentadores de tablillas, los cuales tienen una inclinación de 25° , dando como resultado que los desechos se distribuyan por caída libre sobre toda la superficie y de esa manera conseguimos una alimentación uniforme.

Así mientras se vacía el contenido de una de las tolvas, se repiten los pasos anteriormente descritos, teniendo como resultado que nunca se vacía completamente una tolva de alimentación, todo esto en base al cálculo de la capacidad y los tiempos que emplea la grúa almeja.

3.- Tolvas de transferencia:

En estas tolvas se depositan los desechos para iniciar el proceso y poder alimentar en forma eficiente los equipos subsecuentes, en el fondo de estas tolvas se encuentra el transportador de tablillas, cuyo uso y funcionamiento se describen en las subsecuentes etapas.

B) Area de Producción:

1.- Transportadores de tablillas:

Los desechos son transportados y dosificados desde las tolvas de alimentación por medio de un transportador de tablillas de construcción muy resistente, el cual es movido y controlado por un motovariador a fin de poder regular la cantidad de alimentación, tanto por lo que se refiere a la selección manual, como a la capacidad del molino.

Además la marcha del transportador de tablillas y la banda de clasificación regulan automáticamente la carga que lleva el molino, evitándose así, congestionar el sistema por variaciones en la calidad de los desechos. La transmisión de cadena entre el moto-variador y el transportador de tablillas, está dotado de un perno de seguridad. Este perno es un dispositivo destinado a evitar sobre cargas, previniendo así, que se force el moto-variador, pues en el instante que se rompe dicho perno, se oprime un botón de alarma que avisa el desperfecto, para que se proceda a quitar la sobre carga, cambian el perno y ponen en marcha nuevamente esta sección del equipo.

2.- Banda clasificación.

Los desechos que vienen del transportador de tablillas caen a través de una tolva sobre la banda de clasificación, la cual está prevista de una banda transportadora del tipo borde. La velocidad está calculada de tal forma, que los clasificadores puedan recoger y separar los sub-productos eficazmente.

A lo largo y a ambos lados de la banda se encuentran ubicadas tolvas de separación, que han sido diseñadas para lograr una selección eficaz de los materiales recibidos.

Las tolvas de separación desembocan en bandas transversales para los siguientes sub-productos: papel, plástico, vidrio, trazo y hojalata.

Para sub-productos menores, tales como hueso, madera u otros, las tolvas de separación descargan en recipientes o vehículos.

Las bandas de clasificación tienen distribuidos a lo largo, dos botones de emergencia, para que en caso necesario, cualquier persona que trabaje en ellas pueda detenerlas, así como el transportador de tablillas que le precede en la secuencia de arranque.

3.- Banda para sub-productos.

Para el manejo del papel clasificado se instalaron dos bandas, cada una con dos secciones, es decir, una parte horizontal debajo de las bandas de clasificación y una parte inclinada que alimenta la prensa de papel.

El vidrio se clasifica en dos tipos: vidrio de color y vidrio blanco. Cada tipo de vidrio es llevado a través de bandas horizontales e inclinadas que descargan a un recipiente o vehículo.

Una banda para plástico, compuesta por una parte ho-

horizontal y otra inclinada, que se vacía en un recipiente o vehículo, pudiéndose antes llevar el plástico a una prensa para compactarlo y así reducir su volumen.

Una banda, también con dos secciones, es destinada para la hojalata; esta banda alimenta una prensa.

Por último una banda horizontal para trapo, al final de la cual el material puede ser clasificado en diferentes calidades, si así fuera necesario.

4.- Molinos de martillos.

La banda de clasificación alimenta, a través de una tolva apropiada, el molino casi exclusivamente con materia orgánica. Por medio de la acción de los martillos contra la parrilla, la materia orgánica es triturada.

Por efecto de la velocidad rotacional y de la fuerza centrífuga, la materia orgánica se proyecta sobre el cuerpo del molino, que está revestido de placas de acero totalmente resistentes al desgaste, dichas placas tienen como objeto incrementar el efecto de molienda y son fáciles de cambiar, como también lo son las parrillas y los martillos. Para la revisión o cambio de los martillos o parrillas, se puede abrir el molino en pocos instantes.

Los martillos tienen doble vida, es decir, cuando el lado "A" está gastado se gira en 180 grados para utilizar el lado "B". Para tener un buen balance del rotor, es necesario pesar los martillos y montarlos de tal forma, que el martillo que está opuesto (180 grados) tenga el mismo peso.

Si por alguna razón se tapara el molino se procede - de la siguiente manera: Parar bandas de clasificación y -- transportador de tablillas; abrir el molino de los lados; - sacar la materia que se encuentre en el molino; cerrarlo; y arrancarlo nuevamente.

Normalmente el molino no se tapa, dado que está pre- visto de un sistema de seguridad para evitar sobre cargas.

Este sistema de seguridad se hace consistir en una - interconexión eléctrica entre el transportador de tablillas y la banda de clasificación, para regular la capacidad de - transporte de la primera por la carga que lleva el molino.- Este sistema funciona de la manera siguiente: Cuando el mo- lino se encuentra sobre cargado, sube el amperaje accionan- do un relevador térmico, que detiene simultáneamente el -- transportador de tablillas y la banda clasificadora; conse- cuentemente, no existe alimentación al molino.

Una vez que el molino no es alimentado con materia - orgánica en un lapso determinado, normaliza su carga lo que origina que baje el amperaje. Entonces el relevador térmico vuelve a su posición original, lo que provoca la reinicia- ción de la marcha del transportador de tablillas y la banda clasificadora.

La materia orgánica triturada, cae a través de una - tolva alimentadora al elemento subsecuente.

5.- Transportador de cadena.

En una caja de transporte cerrado, de chapa de acero

y de sección rectangular, marcha una cadena sin fin, prevista de travezaños. El tramo superior de la misma, que se desliza por el fondo del piso intermedio, constituye el elemento de transporte propiamente dicho, en tanto que el tramo de regreso se conduce por el fondo de la caja, por debajo del producto.

En el lado de la salida, la cadena pasa por una rueda motriz dentada y en el lado de retorno por un rodillo de inversión.

El producto entregado, cae por una tolva de entrada sobre la cadena del piso superior, arrastrando forzosamente la capa de material depositado entre los eslabones. De este modo, el producto forma dentro de la caja, juntamente con la cadena, una cadena de velocidad uniforme. En la salida, el material transportado se descarga sobre el siguiente elemento.

La cadena, el elemento más importante del transportador, está constituido por eslabones longitudinales de acero especial forjado, estampado con bujes de acero inoxidable y travezaños soldados a los eslabones. Los eslabones están unidos con pernos de acero inoxidable; estos eslabones poseen alta resistencia a la dilatación y tracción, así como a la acción de productos abrasivos y corrosivos.

La cadena se desliza sobre carriles de guía, de acero al manganeso.

Periódicamente se debe vigilar el desgaste de eslabones, rieles, rueda motriz y rueda de retroceso.

La transmisión de cadena está prevista de un perno - de seguridad igual al de los transportadores de tablillas, - pero sin botón de alarma.

C) Edificio de Cribado Grueso:

1.- Alimentador vibratorio.

En una estructura metálica se encuentra montada, sobre resortes, la canaleta vibratoria. Sobre un soporte de dicha canaleta, están colocados dos motores vibratorios, -- los cuales tienen acoplados en su parte superior e inferior, dos excéntricos, los que proporcionan la vibración. Este movimiento permite el transporte y un desmenuzamiento de la materia orgánica, que muchas veces viene compactado del -- transportador de cadena. Una vez que la materia orgánica -- ha pasado por este alimentador, cae directamente sobre el -- separador magnético.

2.- Separador magnético.

El separador magnético es del tipo tambor. La materia orgánica pasa sobre este tambor magnético giratorio y -- cae en la criba. Las partículas metálicas son separadas de la materia orgánica por la acción magnética del tambor, en un sector de 180 grados, enviando las partículas metálicas a una banda especial.

3.- Banda para partículas metálicas.

Esta banda sirve para recoger las partículas metáli-

cas de los separadores magnéticos de las líneas de tratamiento.

En virtud de que las partículas metálicas atrapadas por el separador magnético, todavía llevan un porcentaje de materia orgánica recuperable, se instaló; al final de la banda de partículas metálicas, otro separador magnético tipo sobre-banda.

4.- Separador magnético tipo sobre-banda.

Este aparato está montado paralelamente sobre la polea de mando de la banda descrita anteriormente (número 3).

Las partículas metálicas al pasar por este segundo separador, son atraídas por el magneto; a causa del impacto, la materia orgánica, que está pegada a las partículas, se separa del metal y cae nuevamente a la banda de partículas metálicas. Esta banda descarga sobre otra que conduce la materia orgánica a otra tolva, donde se junta con la materia orgánica del cribado.

Las partículas metálicas, a su vez, son impulsadas, por la velocidad de la banda magnética, fuera del edificio del cribado grueso a un lugar previsto para su recolección.

5.- Criba vibratoria.

La criba vibratoria se destina a la separación de todos aquellos productos que no deben ir con la composta y que han escapado a la clasificación manual, como son: Papel, trapo; bolsas de polietileno, pedacería de hule y productos

similares.

La criba está formada por un armazón metálico de soporte, en el cual se apoya por medio de resortes, el bastidor vibratorio con sus tamices. Del armazón se encuentran suspendidos, también las tolvas de salida, una de las cuales se destina a rechazos y la otra composta.

El movimiento oscilatorio es producido por un eje con poleas contrapesadas, una de las cuales está comandada por el motor.

El producto entregado por el alimentador vibratorio se distribuye a todo lo ancho del tamiz, avanzando paulatinamente por el movimiento de oscilación, de tal forma, que el producto pueda caer por las perforaciones del tamiz, pero no los productos rechazados, los que continúan a todo lo largo de éste.

Dependiendo de la granulación deseada, se pueden variar las perforaciones del tamiz y la amplitud de la vibración de la criba. Se suministran tamices de 100 milímetros de diámetro y por separado de 80 milímetros de diámetro (para una composta más fina).

Los cambios de tamices y amplitud de vibración de la criba son muy simples y se pueden efectuar en un tiempo máximo de una hora.

6.- Banda para materia orgánica triturada.

El objeto de esta banda es coleccionar la materia orgánica

nica triturada, de las cribas vibratorias y conducirla sobre el transportador de cadena que va al patio de prefermentación.

Esta unidad está compuesta por cabezal motriz y de retorno, tensor, rodillos de soporte, rodillos retorno e impacto, armazón general de soporte, limpiador, colgantes intermedios y grupo de mando.

El producto entregado uniformemente sobre la banda de hule para transporte, que los conduce hacia el transportador de cadena.

7.- Banda para rechazos.

Esta banda conduce los productos rechazados hacia el área correspondiente, donde está prevista una prensa embaldora para este tipo de subproductos.

Esta banda ha sido diseñada en forma similar a la descrita en el párrafo anterior.

8.- Transportador de cadena.

Esta unidad comunica el edificio de cribado grueso con el patio de prefermentación. Su funcionamiento y componentes son totalmente similares a los descritos en la etapa en donde se encuentra el transportador de cadena, con excepción de su tamaño, ya que está diseñado para admitir la capacidad de tres líneas de proceso.

a) Banda viajera reversible.

Esta unidad se destina a transportar la materia orgánica triturada, para su pre-fermentación, al lugar pre-determinado, y alimenta al transportador de cadena montada en el puente móvil.

Esta unidad está compuesta por dos cabezales motrices y tensores, integrados por: Polea, rascador pedular, dispositivo tensor para el conjunto, incluyendo grupo de mando y transmisión, armazón intermedio en perfiles estructurales, juego de rodillos cortadores, rodillos de retorno y rodillos autolineables.

Todo el conjunto se encuentra articulado, flexible y montado sobre ruedas, de tal forma que tiene desplazamiento longitudinal.

Una vez seleccionado el sitio donde descargará el puente móvil, se conduce la banda hacia ese lugar; en ella se han instalado grupos de mando en ambos extremos, a fin de que el movimiento de viaje pueda cubrir toda la longitud del patio a partir del punto central.

Colocando el motor correspondiente al sentido de transporte seleccionado en posición de arranque, se conduce la composta por prefermentar de la banda viajera reversible al puente móvil.

10.- Puente móvil con transportador de cadena.

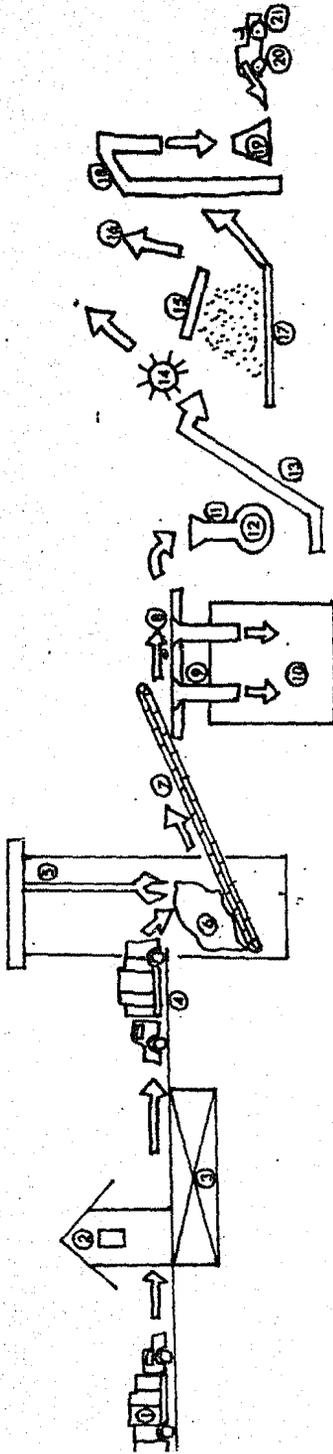
El puente móvil está construido por dos carros motrices en los extremos, que están ligados por una trabe maes-

tra general de soporte. De esta trabe, penden los colgantes que suspenden el transportador de cadena (distribuidor en patio).

El transportador está diseñado en forma similar al transportador de cadena, con excepción de que el transporte se efectúa por la parte inferior y no tiene piso.

Colocando el puente en posición, el producto proveniente de la banda viajera cae sobre una tolva de alimentación colocada sobre el transportador, este último conduce el producto y lo deja caer inmediatamente, formando la pila, la que al alcanzar la altura del transportador, actúa como piso, obligando al producto a salir un poco más adelante, hasta volver a alcanzar dicha altura y así sucesivamente hasta que se alcanza la estación de mando y se forma una pila piramidal de 6 m. x 25 m., de base y 3.5 m., de altura, donde el producto comienza a fermentarse.

DIAGRAMA DE FLUJO PLANTA INDUSTRIALIZADORA



17- CARRO RECOLECTOR
18- CASITA DE ACCESO
19- BARRICA PARA CAMIONES
20- MAQUINA DE ACCESO A TOLVA DE RECEPCION

5- GRUA ALMEJA
6- TOLVA DE RECEPCION
7- TRANSFERIDOR DE TRAVAJAS
8- CANTON DE CLASIFICACION

9- TOLVA PARA SUB-PRODUCTOS
10- AREA DE ANHECENAMIENTO Y EMPAQUE SUB-PRODUCTOS
11- TOLVA DE ALIMENTACION A MOLINO
12- MOLINO

13- BARRA ALIMENTADORA DE CELSA
14- ELECTRO INHRO
15- CELSA
16- BARRA PARA RECARGA DE CEMENTO

17- BARRA ALIMENTADORA DE BENTE
18- PISTA FONOTONAS DE FILAS
19- PISTA
20- MAQUINA PARA REPARTICION DE FILAS

21- PISTA DE FARMACIA

CAPITULO TERCERO

FERMENTACION CONTROLADA "COMPOSTA"

La fermentación aeróbica de los desechos sólidos, es un proceso exotérmico debido a la presencia y actividad de micro-organismos, ya que constituyen un compuesto orgánico-mineral sumamente complejo que contiene una gran variedad de gérmenes vivos y todas las sustancias necesarias para su alimentación y crecimiento.

Los desechos sólidos contienen una serie de bacterias, hongos, protozoas, así como, larvas y huevecillos de parásitos, cuya destrucción se persigue. En general este proceso es del tipo auto-fermentación, acompañado de reacciones químicas y biológicas que son sumamente complicadas. En una forma general puede compararse con el fenómeno de la respiración, se absorbe oxígeno y se desprende gas carbónico, favoreciéndose el metabolismo de ciertos elementos con liberación de calor, que se traduce en un incremento de la temperatura. Por lo anterior, es sumamente importante mantener las mejores condiciones para lograr la destrucción de los compuestos inorgánicos y orgánicos remanentes, evitando pérdidas grandes de producto. Por lo tanto, todas las operaciones para complementar el proceso, solamente se adaptarán si resultan prácticas, económica y sanitariamente válidas.

A) Procesos de Formación

Para darnos una idea de lo que significa esta transformación de desechos sólidos a "composta" o abono orgánico, lo dividiremos en cuatro factores componentes que serán la aereación, la humedad, el carbono y nitrógeno, además de las pérdidas resultantes, las cuales trataremos por separado a continuación.

1) Aereación.

Este es un factor básico del proceso y determina el tipo de fermentación que se obtiene. Diversas investigaciones muestran que debe suministrarse una buena ventilación - al producto, de tal forma que la producción de gas carbónico sea continua. Lo anterior es particularmente importante en la primera etapa de fermentación y se logra volteando - las pilas frecuentemente, o bien, con ventilaciones forzadas en los procesos acelerados.

La aereación a escala industrial, es fácil de realizar volteando las pilas por medios mecánicos, diseminando - el producto y exponiéndolo al contacto con el aire.

Bajo las condiciones industriales la masa de la pila alcanza una temperatura de 65 grados centígrados, en 48 horas y posteriormente hasta un máximo de 75 grados centígrados, después de lo cual empieza a decrecer paulatinamente.

Con el fin de aerear el producto, éste sufre su primer volteo, disminuyendo de temperatura por unas cuantas horas, y volviendo a elevarse rápidamente al valor inicial.

En la gráfica 3.1 se podrán observar más objetivamente las condiciones de evolución de la temperatura en función de la aereación y del tiempo transcurrido.

En base a las indicaciones generales de la gráfica - 3.1, y tomando en cuenta la calidad de la basura, el contenido de humedad y diferentes pruebas de laboratorio como el químico-biológico, deberá fijar los tiempos y la humedad - más conveniente del producto, para realizar los volteos.

2) Humedad.

El siguiente factor en importancia es el agua, ya que un exceso de humedad trae consigo problemas en la molienda y la posibilidad de que la plasticidad de la materia orgánica obstruya los conductos naturales de ventilación.

Cuando el grado de humedad es bajo, es necesario agregar agua, pues en otra forma, al alcanzarse el periodo termofílico, la evaporación llega a ser tan alta que el contenido de agua no es suficiente para mantener el proceso.

3) Carbono y Nitrógeno.

El carbono es la fuente principal de energía para los micro-organismos termófilos, ya que se estima que dos tercios son quemados y convertidos en gas carbónico y un tercio entra a formar parte del protoplasma de los nuevos organismos lo anterior es particularmente importante para la formación de proteínas en combinación con el nitrógeno absorbido. La experiencia ha demostrado que la relación más favorable C/N se encuentra entre 35 y 25. Prácticamente no se encuentran, en ningún tipo de basuras, relaciones inferiores a 25, pero si superiores a 40, por lo cual se hace necesario extraer productos tales como papel y cartón, para reducir esta relación.

4) Pérdidas resultantes.

Durante la fermentación ocurren pérdidas importantes que pueden llegar hasta un 30% de la materia sólida; tanto como resultado de la transformación del carbón en gases volátiles, cuanto por la evaporación durante la fermentación,

debida a las altas temperaturas que se alcanzan, y que es claramente visible cuando se voltean las pilas.

B) Fermentación Natural y Fermentación Acelerada.

En el presente capítulo trataremos de distinguir las diferencias que existen tanto en la fermentación natural, como en la fermentación acelerada en cuanto a procedimientos. (ambas son un tipo de fermentación controlada).

En el caso de la fermentación natural en montón se colocan pilas triangulares de 1.50 m. a 2 m. de alto y de base en el área que denominaremos de fermentación, que en general suele ser cementada, pero que no es indispensable.

La fase principal de la fermentación aerobia dura de 2 a 3 meses y se efectúa sin olores y sin molestias, si los montones son de la altura normal y si se remueven regularmente para realizar una aereación natural que active los microorganismos aerobios que descomponen las materias hidrocarburadas.

Cada volteamiento se debe hacer cuando la temperatura disminuye, prácticamente cada 10 días durante el primer mes, después más espaciadamente, luego observaremos una brusca elevación de temperatura provocada por una nueva iniciación de la actividad de las bacterias aerobias cimotoérmicas. Esta fermentación se termina después de una segunda fase menos activa que dura de 1 a 3 meses y cuando un nuevo basculamiento no provoca más que una elevación de la temperatura. Esto es observado por medio de termómetros sonda que se fijan en los montones.

Si no removemos las pilas se pasa a una fermentación anaerobia que produce poco calor, y seremos alertados de ello por los malos olores que provienen de las composiciones químicas formadas por los microorganismos anaerobios, como ácido butírico, mercaptans, óxido de carbono, protóxido de ázoe, metano, etc. Al final de esta maduración se puede almacenar el compost sin peligro en montones más altos, de 4 a 5 m. por ejemplo, sobre una área contigua e idéntica al área de almacenamiento.

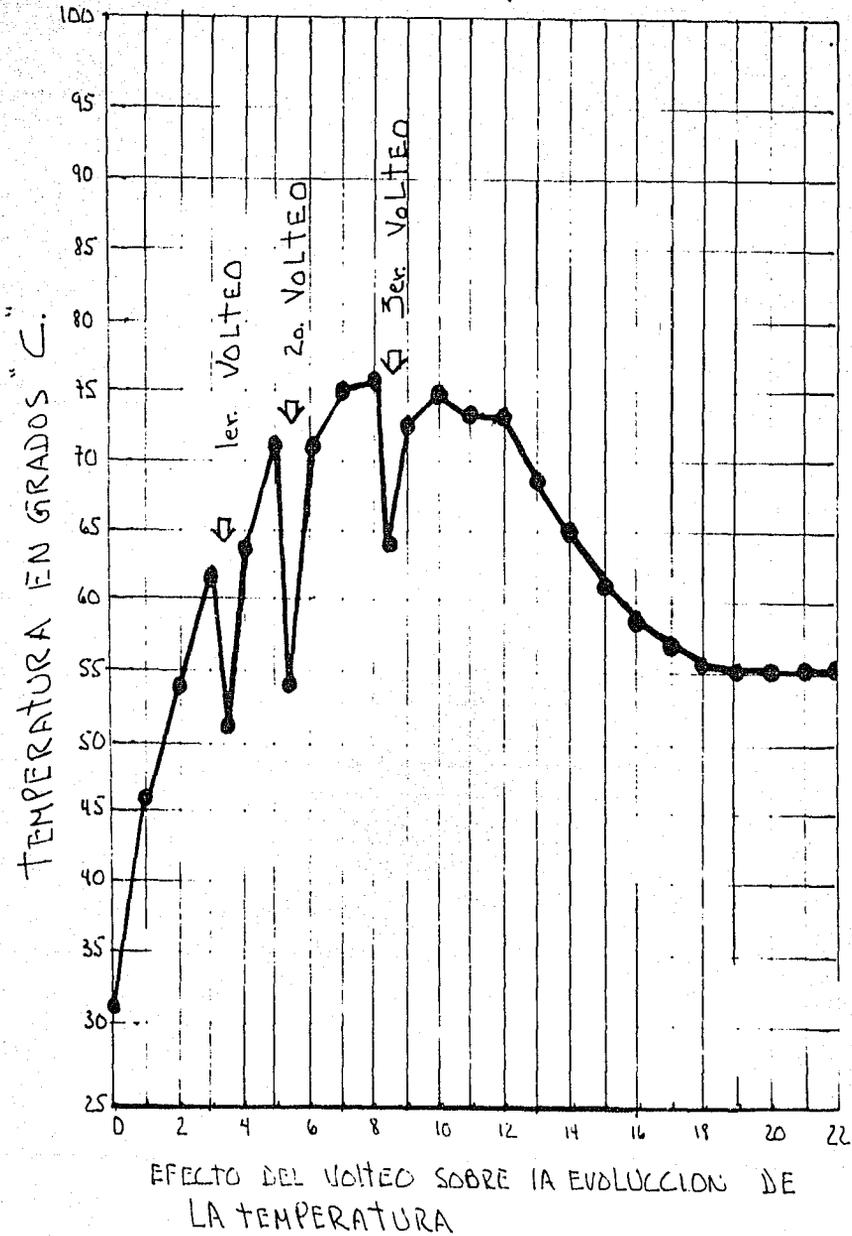
Todo los transportes de las basuras y el removido de los montones se pueden efectuar con la ayuda de diversos aparatos como grúas semiautomáticas transportadores, bulldozer, etc.

Asimismo, en función del trabajo y de la circulación de los camiones y su tonelaje, será necesario que dispongamos de áreas de fermentación y almacenaje muy sólidos, para que no sean rápidamente deterioradas por el paso de los vehículos y a los acelerones y frenazos bruscos.

En la gráfica de la fig. 3.1 se puede apreciar en forma ilustrada el efecto de volteo sobre la evolución de temperatura.

GRAFICA DE TEMPERATURA DE LA COMPOSTA

FIG. 3.1



En cuanto a la fermentación acelerada, podemos decir que es un método que nos permite guiar mejor la fermentación y llegar a un producto de mejor calidad, se influye de una manera más directa sobre los factores del medio, como la humedad, aereación, temperatura e incluso sobre la composición química y bacteriológica.

Para llevar a cabo este tipo de control es necesario la construcción de células de digestión o silos, lo cual aumentará la inversión económica, aunque tendremos una fermentación más rápida, y por ello necesitamos áreas de fermentación de superficies más reducidas.

Con este sistema tendremos las condiciones óptimas de fermentación y la fase activa de ésta durará sólo de 2 a 7 días. El final de la maduración se hará en un área exterior; y su duración será menos que en el caso de la fermentación natural, aproximadamente un mes.

Este procedimiento tiene la ventaja de producir menos riesgos que en la fermentación natural, especialmente por el control más completo de la fermentación, por no existir contactos exteriores con pájaros, roedores y moscos puesto que se trabaja en naves cerradas, y por la destrucción más completa de los gérmenes patógenos, ya que la temperatura se mantiene con más regularidad.

Algunas veces se recomienda un prelanzamiento de la fermentación por medio del "pie de cubo", es decir, añadiendo fermentos seleccionados. Otras veces se añade ázoe para alimentar los microorganismos, disminuir la relación C/N y con ello acelerar y mejorar las condiciones de fermenta--

ción. A veces después de un cierto número de experiencias, se observa que la influencia de estas medidas es mínima, e incluso nula, por lo que los gastos que ello representa no son rentables. Por ello estos sistemas para iniciar la fermentación están prácticamente abandonados, al menos por el momento.

En la fig. 3.2 se puede apreciar de una manera gráfica el procedimiento anterior descrito.

FERMENTACION ACELERADA EN TORRE VERTICAL

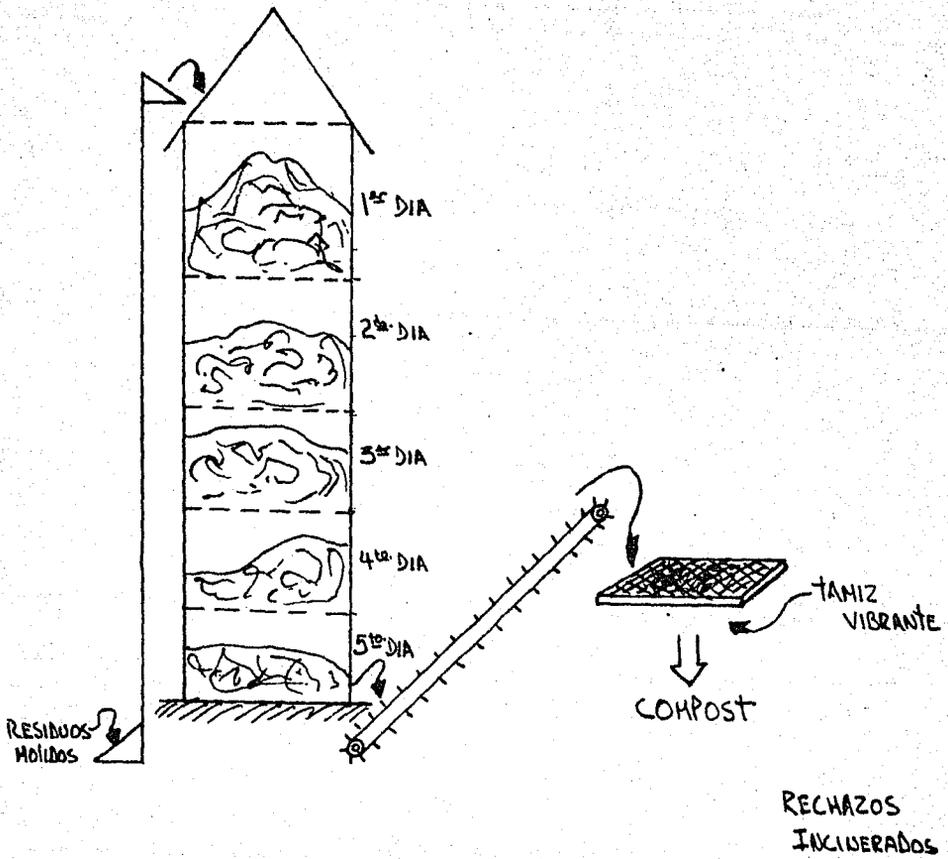


FIG. 3.2

C) Técnicas.

A continuación se hará una descripción de algunas de las técnicas que existen para la transformación de los desechos en abonos orgánicos, señalando también los "pro" y las contra que se pudieran presentar con la utilización de cada técnica en particular.

1) Proceso Indore.

Este proceso es originario de la India y consiste en amontonar en pilas de 1.50 m. de altura, estiércol principalmente, y otros materiales fácilmente putrescibles volteando esta masa un par de veces durante el período de transformación que es de 6 meses, en ocasiones para acortar este tiempo se muelen los materiales, se agrega agua y se hacen los volteos más frecuentemente con el objeto de conseguir una transformación aeróbica, lo cual dura 3 meses.

2) Proceso Baccari.

Este sistema está patentado, además de ser ampliamente usado y consiste en una celda de concreto o de mampostería, la cual se carga por la parte superior y después se cierra herméticamente para evitar la salida de olores desagradables. La descarga se efectúa por una puerta localizada al frente de la parte inferior.

La descomposición es anaeróbica en la primera fase y en la segunda aeróbica ya que se abren unas ventilas que permiten la entrada de aire.

Este proceso requiere de 5 a 6 semanas para lograr la transformación.

3) Proceso Dano.

La corporación Dano de Dinamarca, diseña un digestor mecánico llamado Bio-estabilizador, que consiste en un cilindro grande de acero, parecido a un horno de cemento. Gira lentamente y está un poco inclinado respecto del horizontal. La aereación se obtiene por medio de la serie de chiflones localizados a lo largo del cilindro por donde se introduce el aire a presión. Retiene la basura de 5 a 10 días y posteriormente el composte se estabiliza formando pilas.

Este método requiere de selección, cribado, trituración y transportes por medio mecánicos.

4) Proceso B.A.S.E.

Este proceso es una modificación al proceso Dano, y consiste en que el cilindro gira dentro de un depósito de agua seccionado, se bombea agua de la sección central que es la más caliente, a la sección por donde entra el material para darle un precalentamiento. El cilindro queda sumergido en el agua hasta una altura igual a la mitad del diámetro. De acuerdo con los inventores, el periodo de transformación dura 4 días aproximadamente en el cilindro y 2 meses de estabilización en pilas.

Este proceso también requiere selección, trituración, cribado, y transportes mecánicos, lo cual aumenta nuestros-

costos de una manera definitiva.

5) Proceso Earp Thomas.

Este tipo de procedimiento transforma la basura en - 24 horas en un composte rico en materia orgánica la cual es muy necesaria para los suelos agrícolas, esta técnica se -- lleva a cabo por medio de un digestor mecánico de basura.

La operación técnica será descrita a continuación:

a) Patio de Recepción.

Con la superficie de terreno suficiente para cuatro- días de recolección, para caso de almacenamiento imprevis- to.

Existe también una tolva de recepción de basura de - forma circular y declive convergente a la banda de selec- - ción.

Asimismo se contará con un tractor agrícola armado - con hidráulico y cuchilla tipo bulldoser, para empujar la - basura al pie de la banda, dentro de la tolva de recepción.

b) Banda de Selección.

Esta banda será horizontal y de altura media, de lo- na revestida de hule, del ancho y longitud capaces para - - transformar el aporte diario de basura en 8 horas. Equipada con banda transversal electro-imán en el extremo posterior.

En esta banda se hace la separación de materiales no

procesables, seleccionando por una parte los que son susceptibles de aprovechamiento en otras industrias, como papel, trapo, hueso, vidrio, cuero, etc. y por otra las que carecen de valor alguno, como piedras, tepalcates, fibras, etc. El material ferroso y la latería son separados por el electro-imán.

Este trabajo de selección puede ser desempeñado por pepenadores de los antiguos tiraderos a cielo abierto, pero ahora en calidad de obreros y en condiciones higiénicas y sanitarias, muy superiores, además de tener una remuneración y prestaciones que antes no tenían.

c) Banda Rápida de Hule.

Esta es otro tipo de banda, utilizada para elevar el material procesable a la cernidora.

d) Cernidora de Basura.

Este tipo de cernidora será rotatorio, con desplazamiento libre del material con malla desplegada de 1/4 de pulgada, elevada a cierta altura del piso para que vierta el material aprovechable sobre la boca de la trituradora. Por su parte inferior caerá la tierra removida directamente a un carro remolque.

En esta cernidora se separa la tierra y polvo contenidos en la basura, con el propósito de aumentar el porcentaje de materia orgánica de producto final y disminuir la abrasión de las unidades subsecuentes. La basura, si se procesa sin esta remoción de tierra produce un composte con

15 a 22% de materia orgánica, pero con este cernidor se obtiene un material con un contenido de 40 a 60%.

e) Trituradora.

Está formada de martillos oscilantes, con barras sustituibles para la parrilla, de diseño especial para evitarlos atascamientos por humedad y con una capacidad de 5 a 8-ton. por hora. El espacio entre la zona de ataque de los martillos y la parrilla, así como la separación de las barras que la forman, están calculadas para obtener la mayor cantidad de material con la finura necesaria para el proceso digestivo.

La trituradora con motor de 75 HP. irá montada en una estructura que la mantendrá elevada del piso, para descargar el material directamente a la siguiente unidad.

f) Banda transportadora, de hule.

Este es otro tipo de banda diferente de la que se citó anteriormente; tiene una estructura ligera móvil, con inclinación variable y las dimensiones necesarias para desalojar el producto de la trituradora y colocarlo en la zona radial cercana a la alimentación.

La parte del proceso que se desarrolla hasta esta unidad, se realiza en el primer turno, la subsecuente se lleva a cabo en 24 horas.

g) Alimentación.

Por medio de tolvas móviles con capacidad para 100

kilos, se hace la dosificación manual de los materiales en proceso, según la capacidad del digestor.

De acuerdo con la relación carbono-nitrógeno (C/N) y de su humedad, y para mejorar el desarrollo bacteriano se hace el siguiente mezclado:

Basura triturada
Desperdicios agrícolas (si hay)
Roca fosfórica o superfosfato
Urea
Melaza
Excitador # 1
Agua

h) Excitador # 1.

Conforme el procedimiento lo indica, se surte un cultivo concentrado de bacterias depuradoras que intervienen en el proceso. A fin de lograr un desarrollo intenso y controlado de estas bacterias, previo a su aplicación a la basura se prepara la mezcla que a continuación se indica:

Composte
Basura triturada
Melaza
Bacteria depuradora
Humedad requerida

La proliferación se controla por temperaturas limitadas y después de dos días de reposo queda lista la masa para ser inoculada a la basura.

i) Banda alimentadora.

En esta unidad se recibe la dosificación continua del material de las tolvas y lo conduce a la parte superior y periférica del digestor.

j) Digestor.

El digestor consiste en un cilindro vertical metálico o de concreto, dividido en 8 pisos, con una flecha central que acciona con un sistema de arados en cada uno de ellos y da una vuelta cada 4 ó 6 min.

El material que entra al primer piso (superior) en tres horas es desplazado hacia el centro donde se localiza una perforación por donde el material cae al segundo piso. En este compartimiento la inclinación de los arados es contraria para desplazar el material hacia la periferia en donde se encuentra otro orificio que permite la caída del material al tercero y así sucesivamente.

Por su diseño especial, los arados, al mismo tiempo que desplazan lentamente el material, lo van revolviendo con objeto de que haya una aereación controlada, para que el proceso sea totalmente aeróbico.

En la parte superior de cada cámara hay una tobera de admisión de aire y diametralmente opuesta otra para salir

da de vapores. Todos los tubos, tanto de entrada como de salida, cuentan con ocluidores para regular la entrada de aire y la salida de vapor y controlar las temperaturas.

Si el digestor es metálico, deberá tener un aislamiento térmico a base de fibra de vidrio o de asbesto cemento, no haciéndose necesaria esta protección en caso de digestores de concreto.

El proceso de digestión se inicia en el primer piso (de arriba hacia abajo) en donde las bacterias sintetizan el azúcar y se multiplican rápidamente, produciendo enzimas reductoras del almidón y minerales. El ritmo de desarrollo de las bacterias anaeróbicas es inhibido inmediatamente.

En el segundo piso, la bacteria proteolítica produce enzimas que reducen las proteínas a amino-ácidos. Se producen sulfatos de amonio, nitritos y nitratos, que son después utilizados por los organismos reductores de la celulosa en el siguiente piso.

En el tercer piso el ritmo de oxidación bacteriana aumenta. La temperatura se eleva a los límites óptimos para la bacteria celulosa, que se multiplica e inicia la reducción de hemi-celulosas, alfa-celulosas y ligninas.

Del cuarto al octavo piso los aeróbicos termofílicos calientan y ablandan los tejidos resistentes, hidrolizan y deshidratan los cuerpos bacterianos decadentes y la materia orgánica, los anaerobios resistentes y las esporas, en la mayoría de los casos revientan en su interior vaporizadas o hidrolizadas.

La aereación y la digestión se combinan para eliminar el crecimiento anaeróbico y evitar la condición de recalentamiento posterior.

De acuerdo con la calidad de la basura procesada, el composte resultante tiene las siguientes características físico-químicas:

Datos obtenidos directamente del laboratorio físico-químico de la planta Industrial de desechos sólidos en el - D.F.

Humedad	15 al 10%
Materia orgánica	35 al 50%
Nitrógeno	1.2 al 1.7%
Fosfato	1.0 al 1.5%
Potasio	1.0 al 1.5%

Vestigios animales.

El composte que sale del digestor va digerido en un-80%. El resto del material sin digerir es el que utilizan las bacterias de la segunda inoculación para su sostenimien-to.

A fin de impedir el recalentamiento del producto, - conservar ese 20% de nutrientes orgánicos y llevar el PH - del composte a 7, es indispensable la adición del estabilizador, ya que la bacteria nitrificante prospera en un medio comprendido entre 6.6 y 7.4 de PH.

El PH debe controlarse para favorecer el desarrollo de los microorganismos del suelo.

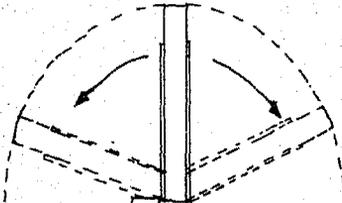
k) Almacenamiento del Composte.

El almacenamiento del composte se hace en pilas pues el material ya no es atractivo para las moscas, ni para los roedores, además de no presentar condiciones insolubles.

A continuación presentaremos en forma gráfica el proceso Earp Thomas, para que de esta manera quede aclarado lo anteriormente descrito.

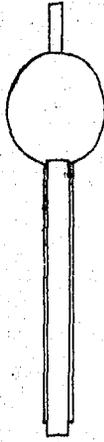
PROCESO ERAP THOMAS

VISTA DE PLANTA

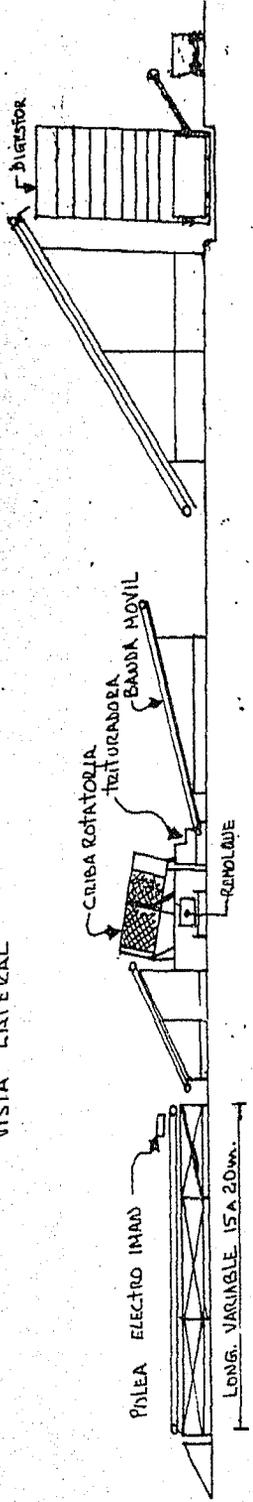


BANDA PEPEÑA 90cm. ANCHO

PASARELA PERPENDICULAR



VISTA LATERAL



CRIBA ROTATORIA
BANDA MOVIL
PERPENDICULAR

PALEA ELECTRO IMPULS

LONG. VARIABLE. 15 A 20cm.

DIAGNOSTIC

D) Aplicaciones.

Entre las principales aplicaciones que podemos obtener de la composta, nos encontramos la agricultura, en esta rama tiene un campo muy amplio, ya que si bien no es un tipo de abono elaborado para un cierto tipo de terreno, si en cambio, puede utilizarse con gran éxito en una gran mayoría de áreas cultivables, las cuales por su gran explotación comienzan a tener un agotamiento extremo en materia orgánica. Esta pérdida tiene consecuencias muy graves, ya que tal circunstancia permite la concentración de sales, que provocan grados nocivos de alcalinidad que impiden el aprovechamiento de los abonos sintéticos, debido a la capacidad absorbible de los suelos.

Como se puede apreciar en la agricultura existe un campo muy amplio para poder aplicar este tipo de fertilizante ya que sus elementos son mucho más asimilables por las plantas que los iones minerales libres. Así el humus, vuelve absorbibles por las raíces; los iones fertilizantes, jugando al mismo tiempo el papel de tapón de nutrición, de almacenamiento y de regular del PH; el exceso es eliminado por el fenómeno de absorción. Por otra parte, estas materias coloidales dan una estructura adecuada al suelo y una cohesión interna. Ellos nos permite tener un suelo estable, resistente a la erosión por sus agregados, reteniendo la humedad y permitiendo una cierta respiración al suelo.

Este tipo de abono es muy conveniente para las tierras pesadas. Estas materias orgánicas entran en el composte a razón del 10 al 40% del total. Es también un abono cálcico, ya que contiene aproximadamente el 5% de cal en peso, por lo que se recomienda precaución en su uso para tierras cálcicas.

Podemos añadir que los agrónomos piensan que la flora microbiana importante 15 a 30×10^3 gérmenes por grano de composta seco (contra 50 millones 2×10^8 en el suelo en estado natural) tiene una influencia beneficiosa sobre el crecimiento de las plantas. Estos gérmenes son principalmente amonificadores, nitrificadores, denitrificadores amilo, célula y proteicos.

La utilización clásica en la agricultura corresponde a extender 30 ton. por hectárea, equivale a extender 125 unidades de ázoe, 105 unidades de ácido fosfórico y 110 unidades de potasa. La cantidad a utilizar es muy variable según el cultivo de que se trate y puede llegar hasta 200 ton. por hectárea; así mismo se puede utilizar todos los años, cada dos y hasta cada tres, dependiendo también del cultivo.

Otro aspecto importante es la aplicación de la composta en áreas verdes dentro de las ciudades, con lo que el gobierno puede ahorrar una fuerte suma de dinero ya que se evitaría el uso de fertilizantes especializados.

CAPITULO CUARTO

ESTUDIO ECONOMICO PARA UNA PLANTA DE DESECHOS
SOLIDOS

A continuación presentaremos diversos aspectos que - consideraremos fundamentales para llevar a cabo la iniciación de una planta procesadora de desechos sólidos, los cuales podrían dividirse en dos partes la primera consistente en un aspecto de tipo social y la segunda un aspecto financiero, obteniendo de la combinación de estos aspectos el máximo aprovechamiento que nos brindará una planta de este tipo y cuyas características funcionales anteriormente señalamos.

A) Descripción General.

La zona para la construcción de la planta industrializadora de desechos sólidos, fué elegida después de un cuidadoso análisis del área, en el cual se tomaran varios elementos en consideración, entre los cuales tenemos el tipo de construcciones que la circundarían, la distancia a la cual se encontraría de las grandes zonas de población, así como los medios de comunicación vial tan necesarios en dicha operación y cuya importancia es un factor que no podemos olvidar.

1) Areas Afectadas.

Dentro de algunas de las construcciones importantes encontramos:

Villa Panamericana (Conjunto habitacional,
INFONAVIT).

Estadio Azteca.

Panteón del Angel.

Zona Industrial.

Ciudad Universitaria.

I.M.A.N.

Escuela Primaria del D.D.F.

Villa Olímpica.

Planta de Asfalto del D.D.F.

Como se puede apreciar ésta es área que no ha sido - explotada, así, las construcciones que encontramos son más- bien para el servicio público, la villa panamericana y las- próximas construcciones habitacionales, lejos de quedar per- judicadas, serán beneficiadas ya que la construcción de es- ta planta dotaría de áreas verdes a estas zonas, debido a - que se plantarían cortinas de árboles y secciones verdes pa- ra evitar en un gran porcentaje el posible mal olor de la - basura en su etapa de proceso industrial, además se cuenta- con la acción de los vientos que por información del obser- vatorio metereológico de la ciudad de México e información- de los centros de investigación que operan en ciudad univer- sitaria, dichos vientos, sobre el área de estudio, son los- del norte y noroeste que están orientados hacia el lado con- trario donde se encuentran estas zonas habitacionales. En - caso de haber variaciones en los vientos estos estarían - - orientados hacia la zona industrial o hacia el panteón, pu-

diendo quedar afectado en algunos casos el Estadio Azteca.

El terreno que se propone para la construcción de la planta es actualmente terreno baldío, ubicado en la Col. Pedregal de Sta. Ursula, perteneciente a la delegación de Coyoacán, Z.P.º 22, en la calle de Liga Tlalpan - Insurgentes.

El terreno en su totalidad tiene una extensión de 90,000 M2, obteniendo a través de la delegación correspondiente un precio de 230 pesos metro cuadrado.

Teniendo un costo total el terreno de 20 millones 700 mil pesos,

2) Vías de comunicación.

Dentro de este aspecto podemos decir que la zona de estudio a que nos referimos anteriormente, tiene vías de acceso directas entre las cuales podemos considerar la más importante al "periférico", el cual pasa a un lado del terreno que se propone para la creación de la planta industrializadora de desechos sólidos, lo que facilitará en un cien por ciento el transporte de la basura en los camiones, ahorrando de esta manera tiempo en los viajes que tendrán que efectuar dichos camiones desde sus lugares de recolección.

B) Aspectos Técnicos.

Ahora pasaremos a mencionar algunos de los aspectos técnicos, que pueden considerarse como básicos para el funcionamiento de nuestra planta procesadora, entre los cuales haremos mención al tipo de la basura y al tipo de maquina--

ria que usaremos en nuestra planta.

Por otro lado pero dentro de este mismo tema trataremos un factor muy importante, el cual no podemos olvidar, ya que se trata del tipo de personal que utilizaremos para que labore en nuestra planta.

1) Tipo de basura.

Como podemos ver el tipo de basura que recojamos para industrializar en nuestra planta debe ser en su gran mayoría, basura de tipo orgánico para que de esta manera se pueda aprovechar, con el fin de producir un abono orgánico de contenido mineral alto, el cual podamos utilizar de una manera más completa, repercutiendo esto en nuestra productividad industrial, es decir, que el aprovechamiento individual de nuestros obreros se vería incrementado de una manera significativa, ya que podría emplearse la fuerza de trabajo, "ahorrada" (en especial en el área de cribado), en otras secciones (como la de sección de patios de fermentación), obteniéndose todo esto con el mismo número de operarios.

En base a lo anterior se realizó un estudio en varios mercados del D.F. obteniéndose resultados muy positivos los cuales se detallan más adelante.

Se estudiaron los mercados de la Merced, Mixcoac, Tacubaya y Sn. Angel, debido a que tienen las características "tipo" de la mayoría de los mercados en el D.F. resultado de una investigación previa y confirmado además por el D.D.F.; en lo único que hay diferencias es en la cantidad -

de volumen de basura que manejan diario todos los mercados, de los cuales el más significativo es el de la merced, del cual haremos un estudio más a detalle al finalizar nuestro análisis de mercados.

ANALISIS DE MERCADOS

(PORCENTAJES)

TIPO DE BASURA	MERCED	MIXCOAC	TACUBAYA	SN. ANGEL
Verduras, desperdicios de frutas y de jugos	44%	48%	50%	55%
Desperdicio de flores y empaques para frutas.	28	18	19	15
Paja, varas y canastos	17	7	6	5
Desperdicio de papel y cartón.	6	10	12	13
Desperdicio de vidrio.	2	2	2	2
Botes y latas.	3	5	5	0
Desperdicio de carnes y pescado.	0	5	0	5
Tierra y material no-recuperable (plásticos).	0	5	6	5
	<u>100%</u>	<u>100%</u>	<u>100%</u>	<u>100%</u>

Como resultado de la anterior tabla de análisis, podemos concluir con los siguientes promedios por tipo de basura, ya en una forma total.

Verduras, desperdicios de frutas y de jugos	49.25%
Desperdicio de flores y - empaques para fruta.	20.00%
Paja, varas y canastos.	8.75%
Desperdicio de papel y - cartón.	10.25%
Desperdicio de vidrio.	2.00%
Botes y latas.	3.25%
Desperdicios de carnes y - pescado.	2.50%
Tierra y material no recuperable (plásticos).	4.0 %
	<hr/>
	100.0 %

Como se ha podido comprobar la mayor parte de los desperdicios arrojados por los mercados son de tipo orgánico los cuales son perfectamente susceptibles de industrialización, para la obtención de la composta.

MERCADO DE LA MERCED

Este tipo de mercados generan gran cantidad de desechos orgánicos, por lo cual se necesita una muy especial atención al aspecto de higiene, ya que son zonas de contaminación no únicamente para el área donde se encuentran sino en general para la ciudad, el mercado de la merced es un caso muy claro que nos demuestra estas afirmaciones, así pues, deja mucho que decir, ya que si bien en los locales de venta existe una "cierta limpieza", ésta no es lo satisfactorio que se pudiera esperar, pero analizaremos algunos de los factores que originan estas anomalías:

- Falta de preparación escolar.
- Falta de conciencia social.
- Falta de adecuados sistemas de limpieza.
- Depósitos para la concentración de basura inadecuadas.
- Canales para la salida de desperdicios del mercado insuficientes.

En lo que respecta a preparación escolar y la creación de una conciencia social el gobierno ya tomó las medidas que hasta ahora parecen ser las más adecuadas, como creación de más escuelas a nivel popular, y sobre todo ha--

cer del conocimiento de todos por medio de una publicidad - adecuada, el hecho de que todos pueden estudiar lo único - que se necesita es querer.

En cuanto a los sistemas de limpieza que se emplean en la merced, son los de tipo tradicionalista, es decir, - que únicamente se recoge la basura que encuentran tirada, - y esto después de un período de tiempo irregular que se pre - senta con cada ronda que tienen que cumplir los encargados - de recolectar la basura. Se puede notar que no existe una - correcta organización tanto funcional como administrativa - en estos sistemas, como tampoco para los depósitos de con-- centración de basura, además de la insuficiencia en los - - transportes de desperdicio que se encargan de llevar la ba - sura a los actuales tiraderos a cielo abierto que existen - en el D.F., estos últimos factores quedarán eliminados casi en su totalidad con la creación de la industrializadora de - desechos sólidos, ya que se tendrían camiones especiales pa - ra el transporte de la basura a la planta, además de que - con esto disminuiría casi en su totalidad, la cantidad de - basura para acumularse, puesto que el trabajo de estos ca-- miones sería diario, más adelante se explicará a detalle el factor transporte, por otro lado los tiraderos a cielo - - abierto recibirían menos basura de tipo orgánico que es la - principal generadora de focos de infección tanto para el - área donde se encuentran localizadas como para la ciudad en general.

En la merced existen 3974 locales registrados bajo - el mercado los cuales producen un total de 300 toneladas de basura al día aproximadamente.

2) Tipo de maquinaria.

El tipo de maquinaria que utilizaremos lo podemos - clasificar en tres secciones, la maquinaria industrial, - - equipo diverso, y el equipo de laboratorio.

Por maquinaria industrial se entiende, todo aquello - que será instalado en la procesadora con objeto de llevar a - cabo un proceso industrial previamente identificado en la - planta.

Dentro del equipo diverso incluiremos todo el equipo - con capacidad de movimiento a través de motores, para diri - girse a diferentes lugares, es decir, tenemos en esta sec - ción al equipo de transporte, con sus variaciones respecti - vas.

El equipo de laboratorio, es aquel que será utiliza - do para la investigación de nuevos productos, mejoras a - los fertilizantes que se obtengan y diversos estudios, los - cuales se consideren pertinente realizar. Este equipo no - tendrá nada que ver con la industrialización de la basura - en cuanto a producción normal se refiere.

En forma general podemos decir que el total del equi - po es en un 70% de fabricación nacional, el resto será im - portado de Suiza, debido a previos convenios llevados a ca - bo por nuestro gobierno en esta especialidad (que es la in - dustrialización de la basura), en la cual están sumamente - adelantados tanto en la aplicación de técnicas como en la - fabricación de equipo industrial para este efecto.

Todo este equipo será similar al que se utilizó en -

la planta industrializadora de desechos sólidos situada en la colonia Aragón.

En base a los datos obtenidos en esta industrializadora (Col. Aragón) el total de inversión que requiere nuestro equipo de laboratorio es de 2 millones 500 mil pesos, y nuestra maquinaria industrial (considerando también las importaciones) será de 17 millones 500 mil pesos. Nuestro - - equipo diverso lo analizaremos en forma más detallada en ca pí tu l o s posteriores.

3) Personal laboral.

El personal que estará laborando dentro de la empresa, en su parte obrera, no es necesario que tengan ningún - tipo de preparación escolar, ya que se tratará de emplear - a los "pepenadores", para posteriormente darles algún tipo de preparación técnica para que de esta manera puedan integrarse a la sociedad.

Además se les proporcionarán casas, de la misma man era que se hizo en la planta de la colonia Aragón, dando así un paso más para la integración de los pepenadores a nú- cleos de trabajo, lo cual les permite obtener una remuneración, que les permita vivir en condiciones salubres y dentro de la sociedad.

Por otro lado tenemos el personal técnico el cual es tará capacitado para hacer frente a los problemas y al mane jo de la maquinaria con que se laborará dentro de la planta. Tomando en cuenta un total de 180 obreros con el salario - mínimo en dos turnos, además del personal técnico y adminis tr o.

trativo, tenemos un total de 7 millones 500 mil pesos de -
presupuesto para nuestro personal anualmente.

C) Recolección y Transporte a la Planta.

En este inciso trataremos de presentar un panorama -
de lo que significa el equipo de transporte y recolección -
que utilizaremos para el acarreo de los desperdicios de la-
merced a nuestra planta procesadora.

1) Inversión.

Un camión compactador de caja especial, para mayor -
carga incluyendo chasis (precio de gobierno en 1976) - - - -
- - \$ 350,000.00

Si se van adquirir cinco camiones de estas caracte--
rísticas serán entonces un total de- - - - -
- -\$1'750,000.00.

Tomando en cuenta que cada unidad tiene una duración
promedio de 7 años y recoge 10 toneladas por viaje, hacien-
do seis viajes al día recogerá un total de 60 toneladas al-
día.

En base a lo anterior podemos deducir que el costo -
por tonelada durante esos 7 años va a ser de \$ 2.31 pesos,-
y moverá un total de 151,200 toneladas durante esos 7 años.

2) Operación.

Personal.- Un chofer \$132.50 diarios, salario esta--
blecido al resultado promedio que ganan otros choferes en -

otras compañías.

Así tenemos que el costo personal por tonelada es -
de:

$$\frac{132.50}{10 \text{ Ton.}} = \underline{13.25}$$

Gasolina.- Se recorrerán aproximadamente 132 Km. di
riamente producto de seis viajes por cada camión. El ren
dimiento de la gasolina es aproximadamente de 4.5 Km. por li-
tro, resultando de esta manera un total de 29.3 litros.

El litro de gasolina es de 2.10 teniendo un costo -
diario por camión de \$ 61.55, de tal manera que nuestro cos
to por tonelada en gasolina será de:

$$\frac{61.55}{10 \text{ Ton.}} = \underline{6.15}$$

En base a lo anterior tenemos un costo de operación-
por tonelada de:

$$13.25 + 6.15 = 19.40$$

3) Mantenimiento.

A continuación presentaremos una serie de factores -
que hay que considerar para tener siempre en buen estado -
nuestro equipo.

Servicio	cada	4000 Km.	\$ 340.00	\$0.085
Llantas	"	120000 Km.	16,699.20	0.139
Rotación ruedas	"	12000 Km.	100.00	0.008
Afinación mayor	"	10000 Km.	450.00	0.045
Anillos	"	80000 Km.	4,600.00	0.057
Clutch	"	40000 Km.	950.00	0.023
Frenos	"	40000 Km.	1,300.00	0.032
Hojalatería y - pintura.	"	70000 Km.	1,750.00	0.025

El precio de las llantas está bajo la base de \$2,783.20 C/U.

El resultado total que obtenemos es de \$0.414 por km. tomando en cuenta los 132 Km. de recorrido diario y las 10-toneladas de carga por el camión, tenemos el siguiente costo por tonelada de mantenimiento:

$$\frac{0,414 \times 132}{10 \text{ Ton.}} = \underline{5.46}$$

4) Resumen de los Costos.

Resumiendo todos los anteriores datos tenemos el costo por tonelada en recolección y transporte, como sigue:

Inversión	2.31
Operación	19.40
Mantenimiento	<u>5.46</u>
T o t a l	27.17

D) Aspectos Económicos.

A continuación trataremos de presentar en forma de -
síntesis y en un cuadro concreto, todos los tipos de costos,
y como influyen estos en nuestras utilidades.

I) Estudio Financiero.

Para la formación de una planta de desechos sólidos -
se necesitan bases sólidas de tipo financiero las cuales -
nos ayuden a ver cuales son las posibilidades reales que -
tienen esta planta para poder llevarse a cabo, así, una vez
establecidas nuestras bases se podrán realizar proyectos a -
futuro, para la mejoría tanto técnica como laboral de la -
planta.

En el siguiente análisis de tipo contable podremos -
apreciar de una forma más objetiva como influyen algunos -
de los factores más importantes en nuestros resultados de -
tipo económico, aunque claro está, que también debemos to- -
mar en cuenta y en forma muy particular los objetivos so- -
ciales que perseguimos con la construcción de una planta de
este tipo.

El sistema que seguiremos (contablemente) será el -
de llevar a cabo una amortización del capital en 5 años, -
por medio de la amortización acelerada contando previamente
con la autorización de la Secretaría de Hacienda y Crédito-
Público.

De esta manera se afectarán las utilidades, pero ob- -
tendremos un pago de impuestos menor al que normalmente se -
obtendría, si amortizáramos nuestro capital en un plazo ma-
yor de tiempo.

ANALISIS CONTABLE

COSTO DE INSTALACION
(MILLONES DE PESOS)

Terrenos y edificio	4,300	
Maquinaria	3,500	
Equipo de transporte	350	
Equipamiento de lab.	500	8,650

C O S T O S

(MILLONES DE PESOS)

Costo del proceso	7,500	
Venta y propaganda	250	
Admón. y gastos grales.	150	7,900

PRESUPUESTO DE OPERACION ANUAL
(MILLONES DE PESOS)

Ventas,		
(fertilizantes y sub-produc-		
tos).	16,800	16,800

UTILIDAD ANUAL 250
====

Como podemos ver claramente el método de emplear -- plantas procesadoras de desechos sólidos, nos produce múltiples beneficios tanto a nivel económico como a nivel social.

Con la creación de una red de plantas situadas estratégicamente, podríamos tener aún costos más bajos por tonelada, ya que los camiones tendrían una distancia menor que recorrer, se eliminarán poco a poco los focos de contaminación de la ciudad además de mejorar el servicio de recolección de basura en la ciudad.

E) Recolección y Transporte a Tiraderos de Cielo Abierto.

A continuación trataremos de analizar los costos que intervienen en este tipo de operación, los cuales compararemos posteriormente con los que se obtuvieron en el sistema propuesto.

Ambos sistemas estarán cuantificados de la misma forma, es decir, a partir de la recolección en una determinada zona, en este caso del mercado de la merced.

1) Inversión.

Se utilizarán camiones de tipo compactador de caja especial, para mayor carga incluyendo chasis (precio gobierno 1976)----- \$ 350,000.00

Se necesitarán un total de 6 camiones con las características anteriores----- \$ 2,100,000.00

Cada unidad tiene una duración promedio de 7 años y recoge un total de 10 toneladas por viaje, haciendo cinco viajes al día recogerá un total de 50 toneladas diarias. El total de viajes disminuyó del anterior sistema, debido a la distancia a recorrerse por los camiones, la cual es mayor y será especificada más adelante,

En base a lo anterior se deduce que el costo por tonelada durante esos 7 años va a ser de \$ 2.77 pesos y moverá un total de 126,000 toneladas durante esos 7 años.

$$\frac{350,000}{126,000 \text{ TON.}} = \underline{2.77}$$

2) Operación.

Personal.- Un chofer \$ 132.50 mismo salario que en nuestro sistema propuesto, establecido bajo las mismas bases.

Así tenemos que el costo personal por tonelada es de:

$$\frac{132.50}{10 \text{ TON.}} = 13.25$$

Gasolina.- Se recorrerán aproximadamente 195 Km. diariamente, producto de cinco viajes por cada camión, cada viaje es de aproximadamente 39.0 Km, y tardará un promedio de 1 hora 20 minutos, para cubrir el viaje entre el mercado de la merced y el tiradero a cielo abierto ubicado en Sta.-Cruz Meyehualco.

El rendimiento de gasolina 4.5 km. por litro, resultando de esta manera es de un total de 43.3 lts.

El litro de gasolina es de 2.10 teniendo un costo diario por camión de \$ 90.95, de tal manera que nuestro costo por tonelada en gasolina será de:

$$\frac{90.95}{10 \text{ TON.}} = \underline{9.09}$$

En base a lo anterior tenemos un costo de operación por tonelada de:

$$13.25 + 9.09 = \underline{22.34}$$

3) Mantenimiento.

A continuación presentaremos una serie de factores que hay que considerar para tener siempre en buen estado nuestro equipo.

Servicio	cada	4,000 Km.	340.00	0.085
Llantas	"	120,000 Km.	16,699.20	0.139
Rotación ruedas	"	12,000 Km.	100.00	0.008
Afinación mayor	"	10,000 Km.	450.00	0.045
Anillos	"	80,000 Km.	4,600.00	0.057
Clutch	"	40,000 Km.	950.00	0.023
Frenos	"	40,000 Km.	1,300.00	0.032
Hojalatería y pintura.	"	70,000 Km.	1,750.00	0.025

El precio de las llantas está cotizado bajo la base de \$ 2,783.20 C/U.

El resultado total que obtenemos es de \$ 0.414 por km. tomando en cuenta los 195 Km. de recorrido diario y las 10 toneladas de carga por el camión, tenemos el siguiente costo por tonelada de mantenimiento:

$$\frac{0.414 \times 195}{10 \text{ TON.}} = \underline{8.07}$$

4) Resumen de los Costos.

Resumiendo todos los anteriores datos tenemos el costo por tonelada en recolección y transporte, como sigue:

Inversión	2.77
Operación	22.34
Mantenimiento	8.07
	<hr/>
T o t a l	33.18

5) Análisis del sistema propuesto contra el sistema actual.

Como se ha podido observar y comprobar el hecho de la creación de este tipo de industrializadoras de desechos sólidos, nos da como resultado un aprovechamiento al máximo (dentro de nuestras limitaciones) de los desperdicios urbanos; además de obtener ventajas de tipo social, tenemos ven

tajas de tipo económico ya que existe la posibilidad de obtener una cierta ganancia del procesamiento de la basura, - cosa que no sucede con el sistema actual de desecho en los desperdicios, los cuales van a parar a tiraderos a cielo - abierto y como consecuencia no obtendremos ningún tipo de - remuneración económica, y si en cambio una serie de costos - los cuales nunca podrán ser amortizados, además de crear fo - cos de contaminación para la ciudad.

TABLA COMPARATIVA DE COSTOS
(POR TONELADA)

	Sistema Actual	Sistema Propuesto
Inversión	2.77	2.31
Operación	22.34	19.40
Mantenimiento	<u>8.07</u>	<u>5.46</u>
T o t a l	33.18	27.17

Como se puede ver objetivamente es más conveniente - llevar a cabo un programa de construcción de este tipo de - plantas industrializadoras de desechos sólidos, las cuales - ayudarán en mucho a la conservación de áreas limpias y zo- - nas verdes en la ciudad a más de aportar un beneficio so- - cial y económico esto sin mencionar la aportación de abonos al sector agrícola.

NOTA: Todos los precios anteriormente cotizados fue- - ron evaluados antes de la devaluación de la - moneda en México.

CAPITULO QUINTO

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como hemos podido apreciar en capítulos anteriores - las basuras urbanas se componen de materiales muy variados, diferenciando su composición según el clima, la estación del año, las condiciones locales de la ciudad y hasta el barrio del cual provienen. Además las basuras son ricas en materias orgánicas, que tienen disposición a fermentar gracias a las numerosas bacterias que contienen, bacterias cuya actividad logra la lenta transformación de la materia orgánica en materia mineral.

La presencia de nitrógeno, fósforo y potasio en los desperdicios los confieren un valor indiscutible empleados como abono para fertilizar las tierras de cultivo, sin embargo los procesos clásicos de eliminación de las basuras, tienden a la destrucción más o menos completa de ellas.

La descarga sobre tierra, que es el sistema de eliminación más usual, deja en los tiraderos masas de basuras que fermentan, provocando un foco de infección, en el cual se desarrollan microbios a veces peligrosos. Insectos diferentes, como moscas y mosquitos, se crían rápidamente en ese medio, así como las ratas, que hayan en esos montones alimento abundante. La combustión provocada por el fuerte calentamiento de la masa durante la fermentación, se desarrolla internamente despidiendo gases malolientes. Todos estos inconvenientes obligan a colocar el tiradero a varios kilómetros de la población y en rumbo tal que no hay en lo posible vientos que vuelvan a arrastrar humos, malos olores

y moscos sobre la ciudad.

Además se requieren cuidados muy especiales, que rara vez se toman, para evitar la migración de las ratas, que se multiplican en el tiradero, hacia zonas habitadas.

Por otro lado, si bien este tipo de descarga aparentemente resulta el más económico, puede no serlo a la larga, y esto por varios motivos. En primer lugar la ubicación - alejada del tiradero obliga a los carros de transporte a recorridos muy largos, tanto para el acarreo de basuras, como para el retorno del mismo ya vacío, todo esto es muy costoso en carburantes, mano de obra y desgaste del equipo sin - contar que se agudiza el mal servicio a la comunidad.

Todos estos tipos de tiraderos propician "ciudades - pérdidas" en las cuales las condiciones de vida son infra-humanas debido a la carencia de una entrada económica que - pudiera soportar un tipo de vida con los mínimos necesarios para llevar a cabo una vida en la cual estén cubiertas todas las necesidades primarias que surgen de la vida moderna.

En vista de los actuales problemas, se propone una - solución, es decir, la industrialización de los desechos solidos, por medio de industrias especializadas.

El problema del Distrito Federal es bastante agudo, - y podría llevarse a cabo un plan de financiamiento de varias de estas industrias las cuales serían construídas en - secciones (o en delegaciones) dependiendo del número de habitantes de cada sector, y de los lugares disponibles, una planta para uno o varios de estos sectores.

Las plantas estarían construidas bajo las bases que se mencionan en capítulos anteriores y bajo las mismas técnicas.

En el presente programa he tratado de establecer a partir de una industrialización de desechos sólidos un doble programa el cual traería beneficios inmediatos tanto en el aspecto social como en el económico.

Como podemos notar inmediatamente, la creación de fuentes de trabajo es uno de los primeros beneficios que tenemos al empezar con la industrialización de los desperdicios, además se acabarían con todos los focos de infección para las ciudades, ya que no habría más "ciudades perdidas" y consecuentemente el nivel de vida infrahumana de todos los habitantes, que en su mayoría viven de la pepena de la basura, quedarían eliminados ya que serían absorbidos por las mismas industrias que se construirían, además de llevar a cabo una capacitación la cual elevaría el nivel técnico y humano del obrero además de cambiar en cierta manera su modo de pensar con respecto a la sociedad y crearle una conciencia más madura la cual lo llevaría a superarse cada día más.

Ahora en el caso de pequeñas comunidades en las cuales la construcción de una procesadora de desechos sólidos sea totalmente incosteable, se plantean soluciones en estas, por medio de rellenos sanitarios, los cuales pueden ser aplicados con mucho éxito en estas comunidades.

En México existe ya, afortunadamente, un interés que cada día toma más auge para la utilización de los desperdicios urbanos, debido a los problemas tan grandes que re-

presenta debido únicamente, al hecho de no concederles ninguna importancia, por el contrario, si se les concede la importancia debida, pueden ser grandes ayudas inclusive para el desarrollo de la comunidad y del campo en el cual se utiliza la composta para enriquecer, en su medida, suelos agotados agrícolamente hablando.

Como hemos podido mostrar, el hecho de utilizar los desechos de una manera técnica y administrativa nos producen una serie de resultados muy favorables, tanto a corto plazo como puede ser a un largo plazo debido a que por medio de un sistema de "pirólisis", el cual se practica en otros países, se pueden obtener agentes energéticos, pues de la composta se derivan aceites con poder colorífico similar al del petróleo crudo del grado 9.

Así pues encontramos como otra sugerencia el crear centros de investigación para el aprovechamiento de los desechos sólidos de una manera muy especializada ya que en un momento dado dentro de nuestro presente o de nuestro futuro podamos aprovechar estos materiales que aparentemente no nos proporcionan nada más que problemas, y esto debido únicamente a la ignorancia que nos rodea respecto a estos temas y al hecho de no considerarlos como una solución para prevenirnos de fertilizantes para nuestros suelos y de futuros proveedores de materiales energéticos en la medida y calidad que nuestras técnicas nos proporcionen.

Otro punto de considerar es el referente a la agricultura, ya que por medio del fertilizante que obtenemos, se puede ayudar a incrementar o por lo menos hacer que las tierras no sufran un agotamiento rápido en un lapso de tiempo relativamente corto, pues con la ayuda de este fertili-

zante se puede nutrir el suelo de elementos minerales; así pues no se tratará de substituir ni de entablar una competencia con los actuales fertilizantes, los cuales debido a su elaboración especial para cada tipo de suelo son muy superiores a nuestra "composta", de esta manera lo único que se trataría de hacer es el poner al alcance de todo campesino un fertilizante el cual pueda usar en toda época del año, debido a sus propiedades y sobre todo también a su precio, factor que será de mucha importancia (actualmente es de -- \$325.00 pesos por tonelada puestas en planta) ya que propiciará una venta mayor. Todo esto aprovechando los fertilizantes necesarios y hechos a propósito para un tipo de suelo en especial que se utilizarán esencialmente en alguna época del año.

Como se puede apreciar, lo que tratamos de hacer "objetivo", es que la basura tiene un valor real, así como la creación de estos tipos de planta. Se irá creando una demanda por la basura, lo que permitirá que en el futuro no existan basuras sin control, ya que se propicia un medio de mejorar los diversos métodos de recolección teniendo como resultado un mejor servicio para la comunidad.

Con la creación de varias plantas en el D.F. o áreas circunvecinas, podremos tener un sistema de transporte a las plantas, así quedarán varios "centros" de recolección de basuras, (generalmente puntos intermedios entre la planta y el área de limpieza) para que a partir de ahí se translade a camiones especializados y con mayor capacidad para transportar dicha basura a la planta, obteniéndose con esto, un servicio de recolección más continuo, además los mercados contarán con carros especiales para la recolección de sus basuras, como se hizo mención en anteriores capítulos --

con el mercado de la merced, consiguiendo con esto una mayor higiene para el mercado, además de eliminar un posible foco de contaminación como pudiera ser el tener la basura - en el mismo mercado por uno o dos días sin que se le recoja o se le de algún tratamiento especial.

Así pues la creación de plantas industrializadoras - de desechos sólidos es una necesidad para aquellas comunidades que forman grandes concentraciones de gente, en especial el D.F. y algunas ciudades de la república, para aquellas sociedades que no poseen un gran conglomerado de habitantes, se proponen técnicas para disponer de la basura de una manera higiénica y que a la larga puedan aprovecharse - los lugares de eliminación.

B I B L I O G R A F I A

- 1.- EHLERS Y STEEL. "Saneamiento Urbano y Rural"- Editorial Latinoamericana, - México, 1948.
- 2.- CATERPILLAR TRACTOR CO. "Preguntas y Respuestas sobre Rellenos Sanitarios".
- 3.- A.S.C.E. COMMITTEE ON- "Composting and Crinding". - REFUSE COLLECTION AND Proceding. Vol. 80, Sep. 556, DISPOSAL. 1954.
- 4.- CIA. MEXICANA DE ABONOS Varios volantes acerca del - AGRICOLAS, S.A. procedimiento Edaphon.
- 5.- F. SUAREZ DE CASTRO. "Perdidas por erosión de ele- mentos nutritivos bajo dife- rentes cubiertas vegetales". Agricultura Tropical, Núm.8, 1952.
- 6.- ESTUDIOS Y PROYECTOS "Los Desperdicios Urbanos". - 1955.
- 7.- CALIFORNIA UNIVERSITY, An Analisis of Refuse Collec- BERKELEY. tion and Sanitary, Landfill Disposal. Technical Bulletin No. 8. - Sanitary Engineering Pro- jects.

8.- HAROLD B. GROTAAS.

"Composting". Embajada Americana.

9.- CALIFORNIA UNIVERSITY
BERKELEY.

"Reclamation o Municipal Refuse By Composting". Technical Bulletin, No. 9, Sanitary Engineering Research Projects.