



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE INGENIERIA

RECOLECCION Y DISPOSICION DE
DESECHOS SOLIDOS

T E S I S
Que para obtener el Título de
INGENIERO CIVIL
p r e s e n t a:

HILARIO CORRALES MUÑOZ

Director: Ing. Jorge L. Lara González



México, D. F.

1986



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE COLOMBIA

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
60-1-25

Señor HILARIO CORRALES MUÑOZ,
P r e s e n t e .

En atención a su solicitud, me es grato hacer de su conocimiento el tema que aprobado por esta Dirección propuso el Profesor Ing. Jorge L. Lara González, para que lo desarrolle como TESIS para su Examen Profesional de la carrera de INGENIERO CIVIL.

"RECOLECCION Y DISPOSICION DE DESECHOS SOLIDOS"

- I. Introducción.
 - II. Generación.
 - III. Recolección.
 - IV. Disposición.
- Conclusiones.

Ruego a usted se sirva tomar debida nota de que en cumplimiento con lo especificado por la Ley de Profesiones, deberá prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito indispensable para sustentar Examen Profesional; así como de la disposición de la Coordinación de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, a 28 de enero de 1986
EL DIRECTOR

DR. OCTAVIO A. RASCON CHAVEZ.

②
OARCH/RCCH/sho.

I N D I C E

I.- INTRODUCCION

II.- GENERACION

III.- RECOLECCION

IV.- DISPOSICION FINAL

CONCLUSIONES

I.- INTRODUCCION .

El presente trabajo tiene como objetivo, destacar el problema de la contaminación de los desechos sólidos tomando en consideración -- que se ha convertido en uno de los conflictos más significativos de nuestro tiempo.

El tema se desarrolló en forma objetiva y fidedigna, sin pretender con ello coartar la posibilidad de continuación de crítica ya que es susceptible de ser mejorado en un futuro.

El contexto aquí incluido ha tenido varios fines, los cuales se consideran en el último capítulo del presente trabajo, pero el más importante de todos ellos ha sido el de concientizar a todos aquellos, cualquiera que sea el motivo que los impulse a abrirlo, a los graves problemas que atañen a la contaminación de los desechos sólidos.

Se entiende por "desecho" todo aquello que no se puede aprovechar considerándose como inservible ó inútil. Los desechos pueden ser de tres tipos, en términos generales se clasifican en: desechos sólidos, líquidos y gaseosos, es decir, basuras, aguas servidas y gases, respectivamente.

Para nuestro estudio nos enfocaremos únicamente en los desechos sólidos, pero es importante resaltar que existe una combinación de éstos tipos de desechos que ocasiona la necesidad de tener en cuenta a -

los desechos industriales, de los que se mencionará su procedencia e importancia en la contaminación del medio ambiente.

De lo anterior podemos considerar una definición de los desechos sólidos, los cuales son los que se componen de residuos animales, vegetales y minerales procedentes de las actividades diarias del hombre.

Como podemos comprobar los desechos tienen importancia para la salud pública porque pueden originar enfermedades y padecimientos ó --- constituir un medio apropiado para el desarrollo de elementos nocivos a la salud. La mayor parte de las enfermedades de este tipo se transmiten por un vehículo mecánico, como la mosca, los roedores, etc.

En el caso particular de las moscas lo citaremos como ejemplo, para poder visualizar el problema y la importancia que tienen los desechos que no son eliminados adecuadamente.

La mosca por lo general pone sus huevecillos en cualquier mate ria orgánica en descomposición, por postura deposita de 120 a 150 huevos, y puede hacerlo de 2 a 4 veces, por postura el huevo tarda menos de 24 - horas para transformarse en larva desarrollándose como tal de 4 a 6 días, tiempo en el cual se alimenta de la materia orgánica que la rodea, pasado este tiempo se transforma en pupa, condición en la que se conserva de 3 a 6 días lapso en el que abandona su lugar de origen buscando protec--- ción en otro sitio sin húmedad, después de este período se hace mosca, - la cual comienza a caminar hasta que sus alas adquieren la resistencia -

necesaria para emprender el vuelo, su vida es aproximadamente de 60 días.

Es necesario recalcar la peligrosidad de la mosca que radica en su condición de diseminador de gérmenes, bien por inoculación ó al posarse en los alimentos y en los utensilios de uso doméstico, pues su cuerpo y patas peludas se cubren de las bacterias patógenas que también conservan en su aparato digestivo sin ninguna alteración y las expulsa en su excremento ó las regurgita en pequeñas gotas llamadas "manchas de vómito".

En resumen tenemos que las principales enfermedades que las moscas pueden transmitir mecánicamente son: tifoidea, paratifoidea, disentería bacilar y amibiana, diarrea infantil etc., toda la explicación antes dada se puede visualizar en las figuras 1 y 2.

De lo anterior se deduce que si el medio ambiente es insalubre, constituye un problema tan importante que puede juzgarse, posiblemente -- el mayor para la salud pública, se aprecia su importancia cuando faltan o son deficientes los equipos para el alejamiento y las instalaciones para el tratamiento de los desechos. El medio ambiente insalubre se corrige -- o se mejora mediante obras de saneamiento cuyo objeto es prevenir y evitar enfermedades eliminando el efecto nocivo del medio sobre el individuo para lograr un mejor estado de salud física, mental y moral e incrementar la potencialidad económica. El mejoramiento de las condiciones inapropiadas se revela de inmediato por la reducción de las enfermedades.

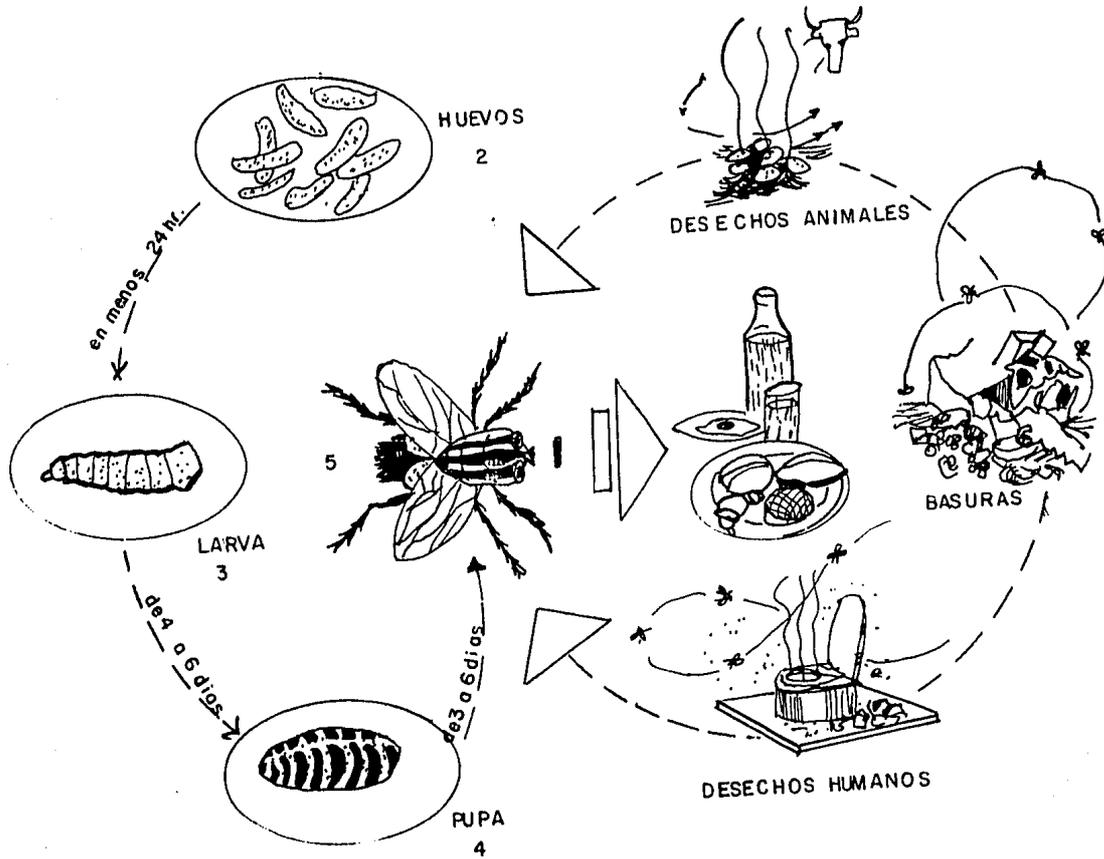


FIGURA 1

Un sistema sanitario para el tratamiento de los desechos es aquel que previene absolutamente el contacto de todos los elementos nocivos producidos por el hombre, puede proporcionar aprovechamiento de los desechos en usos diversos y al no permitir la transmisión de las enfermedades mejora las condiciones de vida de las comunidades y garantiza el desarrollo de las mismas.

La vida moderna acrecenta los problemas de insalubridad del medio ambiente, la industrialización ha favorecido la contaminación por medio de desechos y con ello ha dañado a la salud y economía de importantes grupos sociales, la ganadería, agricultura y la riqueza pesquera y aún la misma industria resienten los efectos de la creciente industrialización.

De lo antes mencionado se pueden citar ejemplos como es el caso del tratamiento de los desechos líquidos de ciertas industrias, que causan más problemas que las aguas negras de la comunidad en la cual están situadas. Los metales y productos químicos tóxicos pueden detener la actividad biológica de las corrientes o plantas de tratamiento y convertir a las aguas receptoras en impropias para usos futuros. En la elaboración de productos orgánicos los desechos pueden impartir a las aguas; olores y sabores cuya remoción puede ser casi imposible aún en plantas potabilizadoras. Los ácidos y álcalis fuertes pueden volver corrosivas a las aguas y muy costoso su tratamiento. La concentración excesiva de materia orgánica puede sobrecargar la planta de tratamiento o agotar rápidamente la capacidad natural de autopurificación de la corriente recep

DESECHOS EN LA TRANSMISION DE ENFERMEDADES

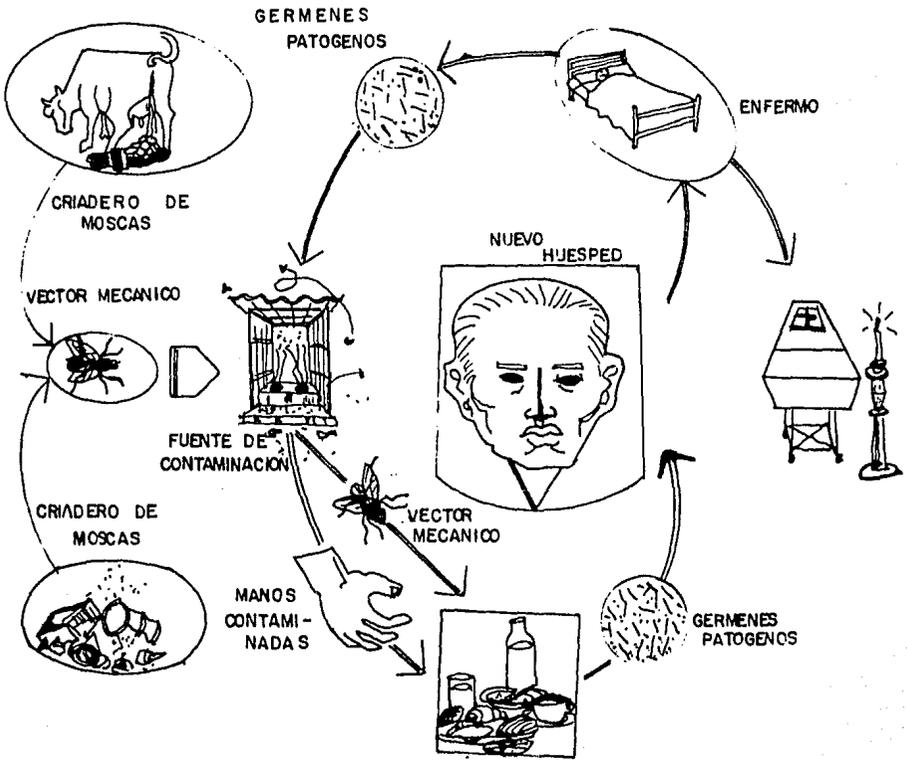


FIGURA 2

tora.

Debido a la complejidad de los requisitos y operaciones industriales y a la diferencia tan grande que existe en las necesidades de cada localidad, el tratamiento de los desechos industriales debe estudiarse en cooperación con técnicos expertos en procesos industriales e ingenieros sanitarios. (Ver figura 3 y 4)

Tomando en consideración lo antes explicado nos damos cuenta -- que el manejo inadecuado de los desechos sólidos provocan condiciones insalubres, creado por los desechos humanos, constituyendo un serio peligro para la salud de los individuos, por ello es importante conocer la manera de tener un buen manejo de estos desechos, la cual podemos considerar en tres fases:

- 1).- Almacenamiento en las casas-habitación establecimientos -- comercial ó industrias, etc.
- 2).- Recolección y confinamiento.
- 3).- Tratamiento ó eliminación.

Las 3 fases tienen importancia y entraremos a detalle en los capítulos subsecuentes a éste, es importante considerar que si una de -- ellas se descuida, la efectividad total del manejo de los desechos sólidos disminuye.

CONTROL DE CONTAMINACION

La contaminación de las corrientes de agua originan muchos inconvenientes. Para su mejor comprensión en la figura 3 y 4 se ilustran algunas condiciones que resultan adversas y que, de un modo esquemático son:

- 1.- El abastecimiento de agua a la población sea en su núcleo principal o en las casas aisladas resulta costoso y difícil, ya que el agua de be ofrecerse potable.
- 2.- La contaminación de la corriente afecta a la ganadería al originar - pérdidas en las zonas de pastos; proporcionar agua impropia para la bebida del ganado; impedir el correcto desarrollo de los animales o finalmente, ocasionar su muerte.
- 3.- El agua es impropia para el riego, limitándose así el desarrollo de la agricultura.
- 4.- Las industrias aumentan sus presupuestos por los altos costos que re quieren para procesar el agua.
- 5.- No es permisible la práctica de muchos deportes.
- 6.- La propiedad se devalúa.
- 7.- Los peces y otros animales sufren y terminan por morir.
- 8.- El agua corroe los cascos de las embarcaciones afectando así la navegación.

Sí, en cambio, por la aplicación conjunta y sistemática de las medidas apropiadas para el saneamiento, se evita la contaminación de esa corriente, puede obtenerse una imagen como la que se ilustra después, -- con la eliminación de los inconvenientes señalados en los 8 puntos enum rados.

CONTROL DE CONTAMINACION

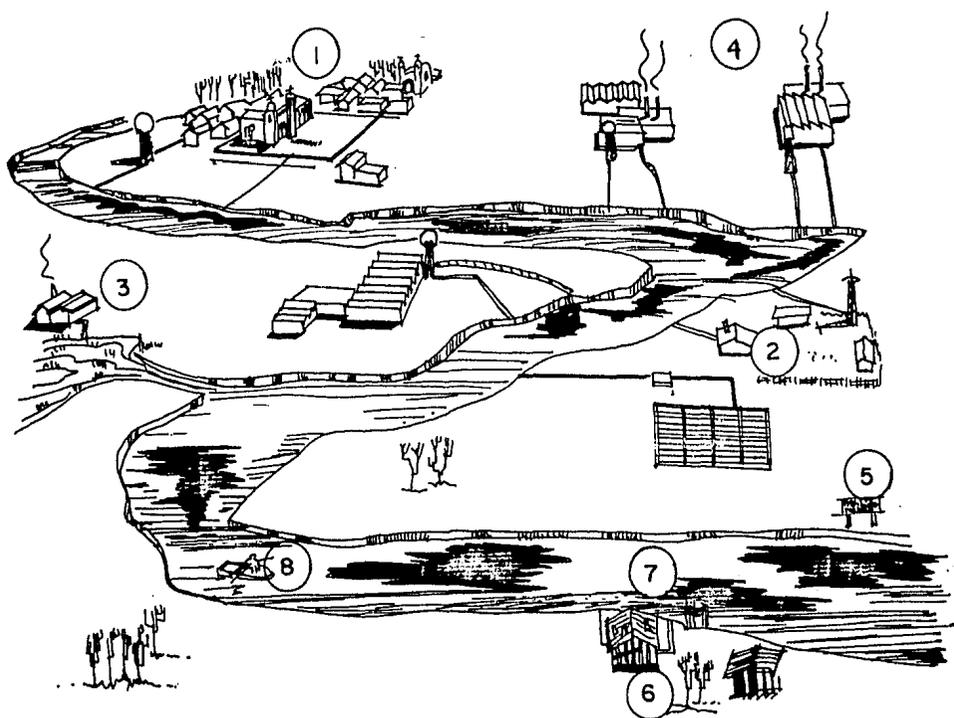


FIGURA 3

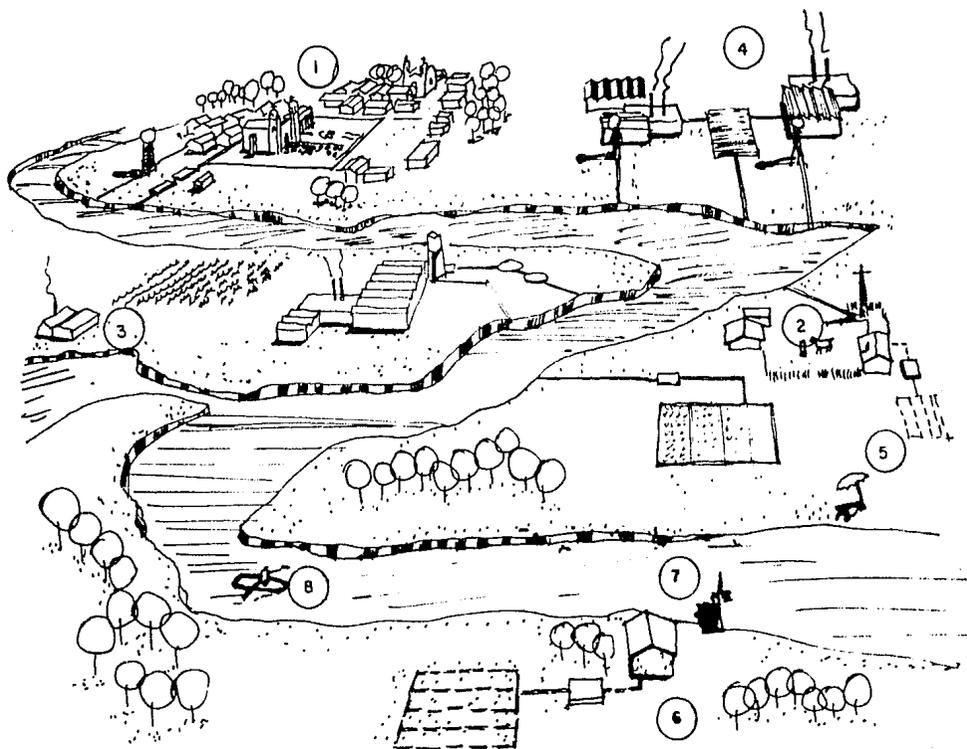


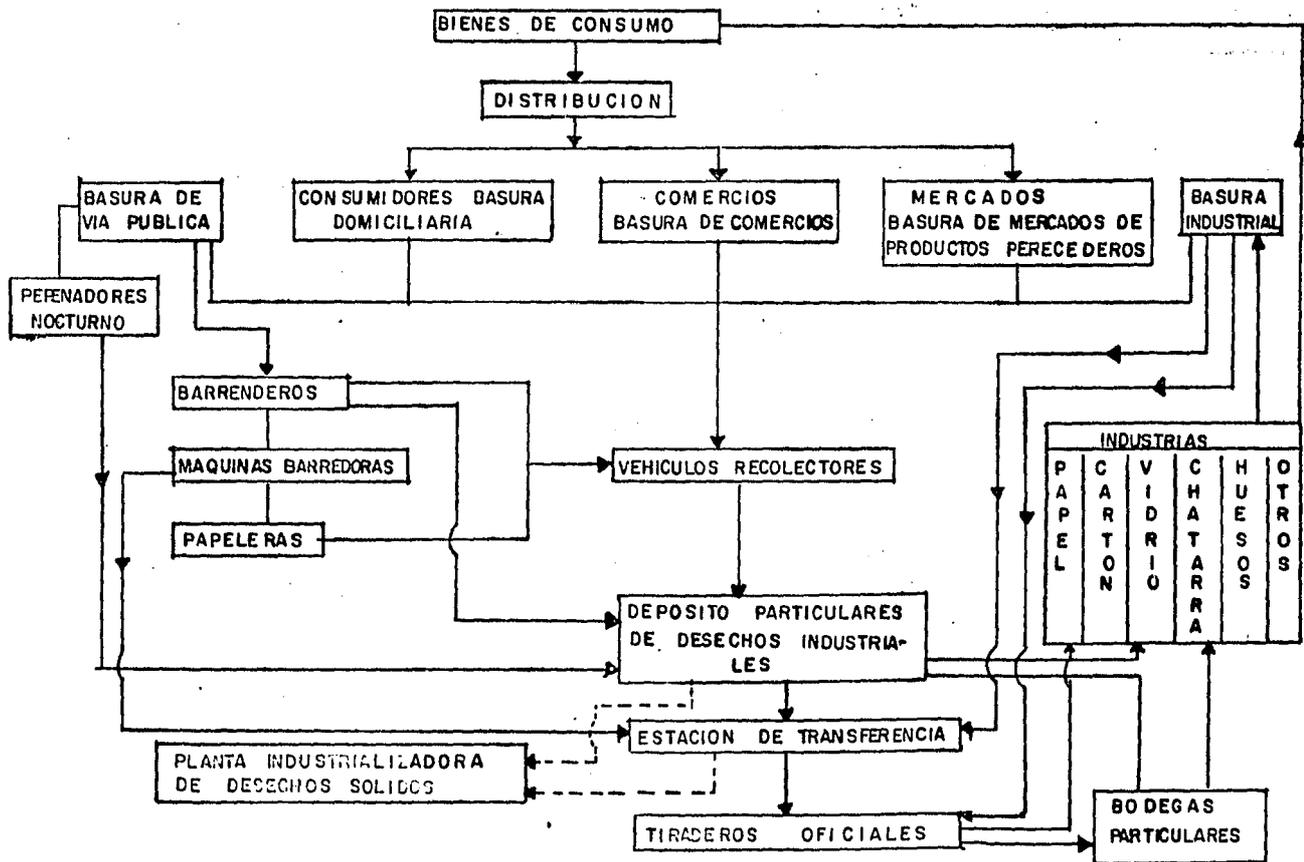
FIGURA 4

II. G E N E R A C I O N .

Hablar de la cantidad de desechos sólidos que se producen en una población determinada es relacionarla con el aumento de esta misma, ya que se tiene intrínsecamente la creciente necesidad del consumo generado de los desechos sólidos, aunque esto no es precisamente el parámetro indicador de que se produzcan en cantidades mayores ó menores, sino más bien se tienen otros aspectos como son; el tipo de las condiciones socioeconómicas de la población, su infraestructura, etc.

Podemos considerar que los desechos sólidos se manejan en un sistema cerrado llamado medio ambiente y es dentro de este sistema que presente un ciclo de desecho y reaprovechamiento (en algunos casos particulares, ver cuadro No. 1), anteriormente se mencionó que diariamente los habitantes de una población necesitan del consumo o del uso de diversos Artículos en mayor ó menor proporción, según su estratificación social, su participación en la producción o bien, sus propios y muy particulares hábitos, pero es un hecho, que todos consumen o utilizan algún producto desechable diariamente. Este consumo y uso de los productos origina la formación y acumulación de basura, es decir de restos de comida, envases, envolturas, papeles, cajas, botellas, etc., ó bien de artículos que por su tiempo de uso dejan de resultar útiles o prácticos, como la ropa vieja, juguetes rotos, radios, llantas, muebles, colchones, etc. Lo anterior no quiere decir que es la única forma de generar basura sino que también existen medios para obtenerla como son la vía pública, los comercios, los mercados y las industrias.

CIRCULACION DE LOS DESECHOS SOLIDOS EN EL D.F.



CUADRO I

Se han elaborado estudios referentes a la composición de la basura clasificándola en desechos orgánicos e inorgánicos, de los cuales el segundo aumenta considerablemente en Países industrializados con respecto a la primera, debido en gran parte a los procesos de industrialización y comercialización de los productos primarios, al aumento del consumo de éstos artículos ya elaborados y a la nueva conciencia del usar y tirar, bajo la cual se rigen cientos de artículos en la sociedad moderna.

Para darnos una idea de cuanto es la cantidad aproximada de basura, que genera un habitante al día en un País industrializado y comparándolo a un País subdesarrollado, las estadísticas nos confirman que para los E.U.A., en 1980 se generó un promedio por habitante de 3.6 Kg. de basura al día, este número no considera ubicación geográfica (área rural ó urbana), así como también no está incluida la basura industrial, en la República Mexicana en el año de 1979 se generó un promedio por habitante de 1.5 Kg. de basura al día, se puede observar la relación de 2 veces en proporción de cantidades comparativas de basuras son mayores en Países industrializados.

La generación misma de los desechos sólidos puede agruparse en varios tipos de acuerdo al medio que se este hablando y al tipo de población; así podemos especificar que de acuerdo a la siguiente clasificación tendremos una idea de donde provienen las basuras:

- 1).- Basura Orgánica.-Es la de cualquier naturaleza que se puede descomponer por procesos naturales dentro de un período razonable, son --

los derivados de la preparación de los alimentos, restos de comida, desechos de mercado (basura cruda), desperdicios de fábricas de - productos agropecuarios, animales muertos, despojos, etc.

- 2).- Desperdicios Comerciales de comida.- Incluye los restos de comida - que se originan en los restaurantes, hoteles, hospitales, etc., a - menudo se recolectan separadamente y son vendidos como alimentos - de animales.
- 3).- Basura Doméstica.- Se origina en los hogares y está formada por re- siduo de alimentos, cenizas, polvo, papeles, cartones, maderas, hue- sos, vidrios, plásticos, trapos, restos de verdura y frutas, flores y algunas veces de excreta humana y de animales domésticos, etc.
- 4).- Basura Tropical.- En algunos Países se tienen desechos de plantas - tropicales como el mango, coco, melón, sandía y restos similares.
- 5).- Desperdicios Comerciales.- Incluye los desechos comerciales no in- cluídos en el punto 2 y provenientes de la operación y mantenimien- to de los establecimientos comerciales, fábricas, tiendas, almace- nes, talleres, etc. Comprende principalmente papel cartón madera,- botes, etc.
- 6).- Basura de establo y caballerizas.- Está constituida por estiércol, paja, pasto, resto de forrajes, alimentos concentrados, pelos, etc.

- 7).- Basura de la calle.- Está constituida por polvo, estiércol, hojas, ramas, papeles, pelos, colillas de cigarro, tierra, arena, piedrecillas, animales muertos, etc.
- 8).- Desperdicios provenientes de mercados.- Ferias, kioscos, vendedores ambulantes, etc. Los que producen restos de frutas, verduras, envases, papeles, etc.
- 9).- Escombros.- Se originan de los restos fraccionados de material de demolición (cascajo), tales como adobes, tierra de revoques y enlucido, papeles, palos, trazos de concreto, acero y hierro, etc.
- 10).- Cenizas.- El término se refiere a los residuos provenientes de la combustión de carbón, madera y otros materiales utilizados en el hogar, industria ó establecimiento comercial con propósito de calefacción.
- 11).- Desechos Industriales Líquidos.- La mayoría de éstos provienen de las industrias de las unidades de enfriamiento, lavado, extracción, impregnación, tratamiento químico y operaciones de limpieza, son tan variados en cantidad y naturaleza, como los productos y procesos de donde provienen.

De lo anterior podemos tomar un ejemplo estadístico de la Ciudad de México, referente a la diversidad de los desechos sólidos que se generan en un día, considerada de 6,000 Ton/día, en el año de 1975 en --

los períodos de Enero a Octubre, y esto podemos observarlo en el cuadro número dos.

CUADRO 2

COMPOSICION PORCENTUAL DE LOS DESECHOS SOLIDOS DE LA CIUDAD DE MEXICO

M A T E R I A L	%	TON /DIA
PAPEL	15.309	913.54
CARTON	4.202	252.12
VIDRIO BLANCO	5.640	338.40
VIDRIO AMBAR	1.522	91.32
VIDRIO VERDE	1.097	65.82
LATA	2.803	168.18
FIERRO	0.347	20.82
PAPEL ESTAÑO	0.107	6.42
MATERIAL DE COCINA	49.507	2,970.42
PLASTICO (PELICULA)	2.718	163.08
PLASTICO (RIGIDO)	1.085	65.10
POLIESTIRENO	0.030	1.80
MATERIAL DE CONSTRUCCION	1.280	76.80
HUESO	1.293	77.58
MADERA	0.801	48.06
TRAPO Y ALGODON	4.210	252.60
CUERO	1.023	61.38
FIBRAS DE ESCLERENQUIMA	0.307	18.42
ENVASES TETRAPACK	1.181	70.86
HULE ESPUMA	0.036	2.16
MATERIA PERDIDA	5.500	330.10
T O T A L	100.000	6,000.00

III.- RECOLECCION .

Los sistemas de recolección de basura pueden considerarse de diversas formas y variantes de acuerdo a las necesidades de una comunidad, pero podemos darnos una idea al clasificarla someramente en: Recolección Doméstica, Recolección Municipal y Recolección en Calles (barrido manual y mecánico).

Recolección Doméstica.- En zonas urbanas se utiliza en las casas habitación un depósito de basura como ilustra la figura No. 5, en este sistema se tienen 2 opciones de recolectar los desechos. La primera consiste en utilizar un solo recipiente para todo tipo de basura, lo cual reduce el costo de servicio de recolección municipal y es más fácil para las personas. En Países más desarrollados se utiliza el segundo método el cual obliga a separar en dos depósitos diferentes los desperdicios de comida y los desechos del hogar aunque esta separación tiene la desventaja de aumentar el costo de recolección municipal porque se necesita de una mayor cantidad de vehículo, trabajadores especializados para recoger cada tipo de materiales y por consiguiente cada ruta se recolecta por más de una vez, por otra parte la recolección combinada de desechos hace el material más seco, menos desagradable y existen pocas posibilidades de la cría de agentes generadores de enfermedades, esto elimina también la dificultad de hacer comprender a los ciudadanos la necesidad de la separación, pero es importante remarcar que las basuras separadas son de una gran utilidad para su reuso. En zonas rurales son carentes o escasos los

ALMACENAMIENTO DOMESTICO

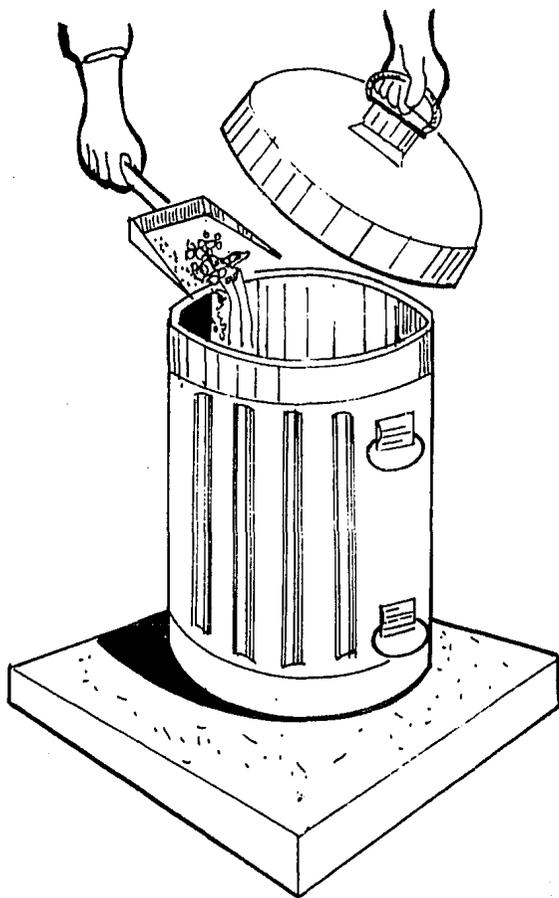


FIGURA 5

servicios municipales de recolección de basuras, por lo que a falta de - este servicio es necesario inculcar a la gente la manera de eliminarla - en un incinerador casero al cual podemos ilustrar en la figura No. 6

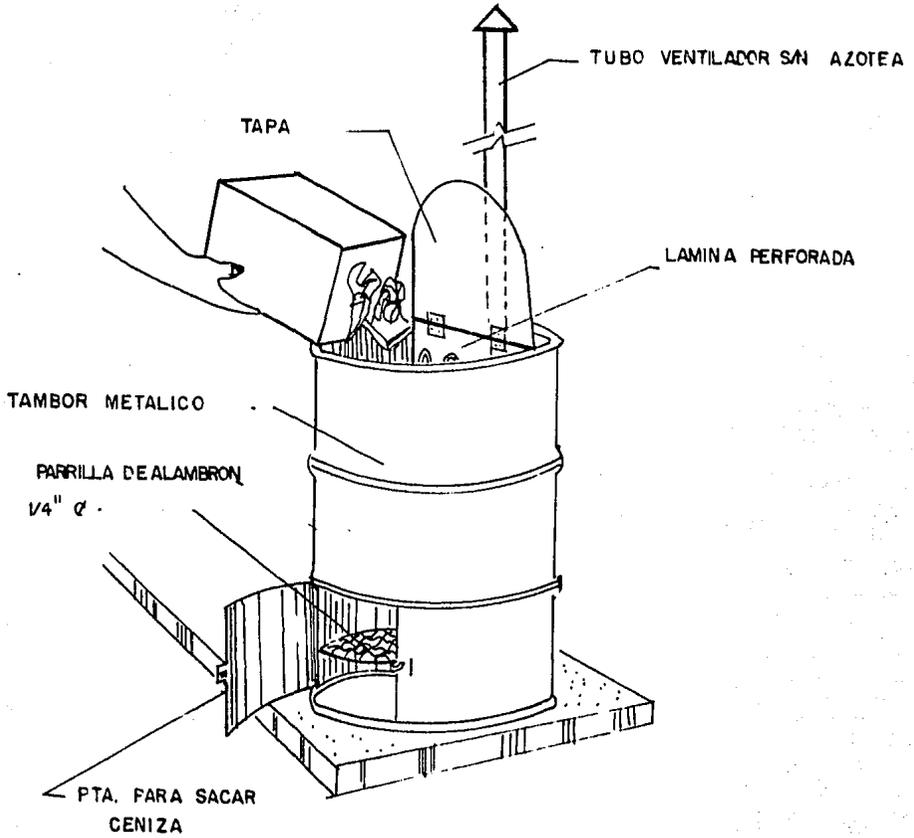
Recolección Municipal.- La recolección de basura es el lazo de unión entre la disposición inicial en el domicilio y el sistema de disposición final, para lograr que un servicio de recolección sea eficiente es necesario planearlo, debiendo ser de tal modo que permita un servicio eficiente sin producción de malos olores, polvos, ruidos molestos, desorden y en condiciones aceptables para un servicio de ésta naturaleza.

En términos generales se pueden agrupar en dos sistemas típicos de operación la recolección de las basuras; recolección municipal y recolección de las basuras por contrato.

La recolección municipal es la que se efectúa con el equipo y personal pagado por el municipio, generalmente es gratuito sufragándose los gastos con los ingresos del municipio. En la recolección por contrato, la municipalidad paga a una empresa o contratista para que ejecute el trabajo.

Para efectuar la recolección municipal es necesario tener vehículos y mano de obra especialista para este tipo de trabajo, enfocando nuestra atención al primero es necesario mencionar que existen varios tipos, como el camión abierto, el cubierto y de compactación, el rango de capacidad de éstos es de 7 a 29 M3., en el segundo se necesita una --

FIGURA 6



QUEMADOR DOMESTICO PARA BASURA

tripulación de un chofer y dos ayudantes, adiestrados para la recolección de la basura de una manera sanitaria y eficiente.

Se puede recomendar lo siguiente para un buen planteamiento -- del sistema de recolección:

- a).- Ubicar en un plano de la ciudad los puntos de disposición final de la basura, para elaborar rutas lo mas corto posibles, en algunos -- casos es recomendable utilizar estaciones de transferencia de las -- cuales mas adelante mencionaremos.
- b).- El siguiente punto es conseguir que los distritos atendidos por cada unidad de recolección sea como máximo una vez por semana.
- c).- Inspeccionar las rutas recorridas por los camiones para estudiarlas y reducir al mínimo el tiempo improductivo.

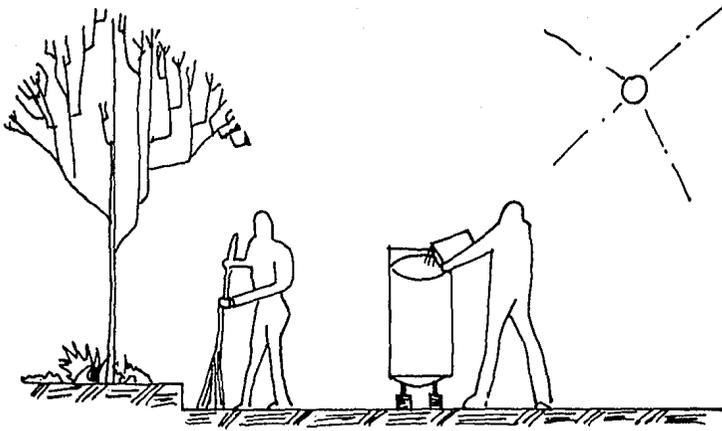
De las recomendaciones anteriormente se contemplan las estaciones de transferencia, son intermediarias entre los camiones recolectores y su disposición final, solucionan los problemas de grandes distancias -- del punto de terminación de la recolección a la disposición última de -- las basuras, asi como también se evitan problemas de tránsito de los vehículos, menor desgaste de los mismos y aumenta el rendimiento de recolección al no tener pérdidas en el acarreo de la basura a su destino final.

Utilizando una tripulación de un chofer y dos ayudantes, se puede estimar una recolección por minuto ó seiscientas por día para llenar un camión de 5 toneladas. Donde la población es extremadamente densa cada tripulación puede hacer más de una recolección por minuto, mientras que en áreas de baja densidad el tiempo de recolección se incrementa.

Los usuarios del servicio de recolección de basura deben almacenarlas en depósitos apropiados y llevarlas al paso del camión recolector en los días y horas previamente determinados por el servicio de recolección como lo muestra la figura No. 7

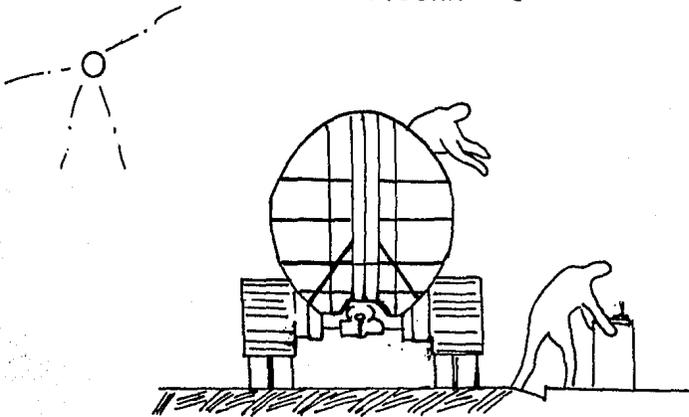
Recolección en calles.- Dentro del sistema de limpia de una población se contempla el barrido de calles para dar una imagen de pulcritud y limpieza, la cual se realiza de 2 maneras dependiendo del estrato socioeconómico de la ciudad; manual y mecánica.

El barrido manual es sumamente costoso y debe tratar de emplearse lo menos posible, normalmente la forma de realizar la recolección de basuras en calles, se realiza con cuadrillas de barrenderos con su equipo completo, como indica la figura No. 8, el rendimiento promedio observado es aproximadamente de 3 a 4 Km., de guarnición recorrida, por persona en un turno de 8 horas, este rendimiento lógicamente se ve afectado por situaciones especiales, ya que a cada cuadrilla se le asigna una ruta determinada a seguir.



RECOLECCION EN CALLE

FIGURA 8



RECOLECCION DE BASURA

FIGURA 7

La recolección de los desechos en el barrido manual se realiza en botes de 18 litros, para ir recolectando la basura barrida que es posteriormente vaciada al vehículo recolector.

El barrido mecánico se realiza por medio de máquinas barredoras, las cuales se pueden clasificar por el número de ruedas o por la forma de descarga, en cuanto a la última clasificación, las hay de descarga frontal o nivel y descarga frontal elevada, las primeras al verter la basura lo hacen al piso y esto produce un manejo adicional de la misma ya que el volumen de los desechos se palean al camión, la segunda tiene la capacidad de elevar la tolva de almacenamiento, mediante brazos mecánicos para depositarla en un camión, siendo de las dos la más recomendable la segunda clasificación de barredoras se divide en dos grupos, las de tres y las de cuatro ruedas, las primeras son de baja velocidad de operación y una gran maniobrabilidad y se usan con ventajas en calles donde existen algunos obstáculos como autos estacionados, las segundas tienen una gran velocidad de operación pero de menor maniobrabilidad, éstas se recomiendan en vías rápidas con pocos obstáculos, los elementos principales con que cuenta una barredora son: cabina de control, tolva, tanque de agua, cepillos, chasis, motor, carrocería.

Este método es la otra alternativa para realizar la limpieza en calles, avenidas y vías rápidas de una ciudad, la que se lleva a cabo con equipo especializado con una capacidad de 7 metros cúbicos de cada vehículo, pero es importante señalar que este equipo es costoso, y su mantenimiento también, por supuesto que en términos de operación, este método tiene rendimientos de limpieza mayores que el anterior.

IV.- D I S P O S I C I O N .

Normalmente la operación última en los procesos del manejo de los desechos sólidos en su disposición final, es la última fase que se realiza en la organización de un sistema de operación integrada, la cual se debe planear primero puesto que además de ser interdependiente con -- los otros procesos tienen gran influencia tanto en las instalaciones ó superficies requeridas para acumular los desechos, como es el caso de la recolección y transporte de los mismos.

La eliminación es probablemente el aspecto más descuidado en el sistema total de operación de los desechos, si bien las otras fases -- de recolección y transporte, también son, en la mayoría de los casos susceptibles de mejorarse técnicamente.

Por lo antes mencionado es necesario elegir el método de tratamiento adecuado que se deba aplicar en una localidad, se deben asesorar las autoridades por ingenieros sanitarios para aplicar la técnica de selección del sistema.

El método de eliminación que se utilice debe conseguir su propósito, con producción mínima de olores, con la menor cantidad de resi--duos y de molestias, con la menor producción de vectores y todo ello en la forma más económica factible.

Lo anterior es con la finalidad de que el proceso que se escoja e--

limine los desechos sólidos para hacerlos perder sus cualidades insalubres, para esto se dá una amplia explicación de los métodos que se pueden emplear para la disposición final.

Se tiene que los métodos para definir la situación última de los desechos, es variada, los cuales podemos dividir en 2 grupos: aquellos que significan una disposición final de los desperdicios en el mismo estado en que se recolectan y aquellos que implican un tratamiento para el reuso parcial de los desechos.

Del primer grupo se mencionan a continuación:

- 1).- Tiraderos a cielo abierto.
- 2).- Relleno sanitario.
- 3).- Vertido al mar ó grandes cursos de agua.
- 4).- Vaciado al alcantarillado.

Y del segundo grupo:

- 5).- La incineración.
- 6).- La fermentación.
- 7).- La industrialización.
- 8).- Alimentación de animales.

- 1).- Tiraderos a cielo abierto.

Consisten en grandes depósitos receptores de desechos, situados en lugares que generalmente no han sido seleccionados, sino que la ma yo r pa rte de los casos son sitios con depresiones naturales ó arti ficiales originados por el hombre.

Este sistema es el menos recomendado ya que pasan a constituir un foco permanente de insalubridad, produciendo malos olores y mal as pecto, constituyendo un criadero de insectos y roedores, a éstos - lugares se les denomina muladares, tiraderos, vertederos a cielo a bierto, etc.

Es probable que este método sea una solución para la disposición - final de los desechos sólidos, siempre y cuando el sitio esté lo - suficientemente alejado y aislado de las ciudades y núcleos pobla- cionales, y se tomen las medidas para evitar que los animales noci vos sean transportados a la ciudad mediante los mismos vehículos - de recolección de los desechos, sin embargo el costo que significa el transporte de los desechos de la ciudad hasta el tiradero es in costeable, por lo que el método tiende a desaparecer debido a los inconvenientes mencionados.

En el caso de la ciudad de México es aplicado este método, con --- ciertas situaciones especiales, ya que existen seres que se encar- gan de separar los desechos que se reutilicen, llamados pepenado--- res, los cuales están organizados formando una especie de oficio - al cual se les hacen concesiones, a tal punto se les tiene en cuen

ta que cuando los desechos son arrojados a los tiraderos existentes en esta Ciudad (Sta. Cruz Meyehualco, Sta. Catarina, Santa FÉ, etc), disponen de ellos para retirar los materiales que tienen aceptación en el mercado para su reuso, como es el caso de el papel, vidrio, - materiales de construcción, plástico, etc.

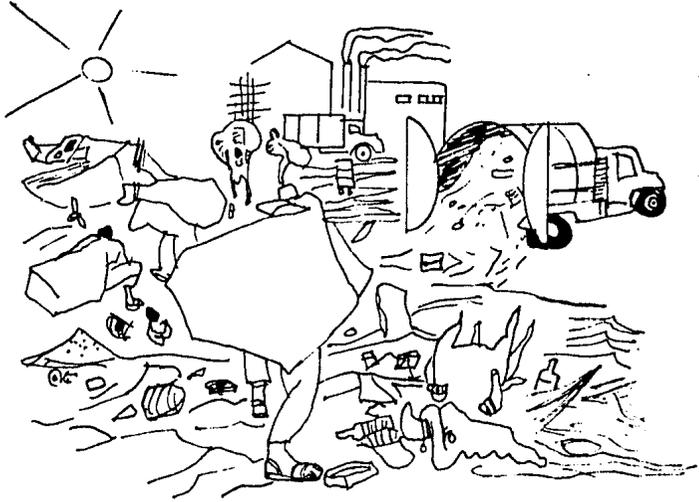
La figura siguiente nos dá una panorámica de como se ve un tiradero en la Ciudad de México (figura No. 9)

2).- Relleno Sanitario

El relleno sanitario es un sistema de disposición final de los desechos sólidos, económico y satisfactorio, desde el punto de vista de la salud pública y que en muchas ocasiones puede ser una de las soluciones al problema. En escencia consiste en vaciar en un lugar - conveniente seleccionado, los desechos sólidos recogidos en el día y cubrirlos apropiadamente, previa compactación, al final de la jornada diaria, con tierra, arena, etc.

Los principios básicos de operación del relleno sanitario son:

- a).- Supervisión permanente del relleno sanitario, mientras se está vaciando ó cubriendo los desechos.
- b).- La basura debe compactarse en capas de 1.5 a 30 Cm.



TIRADERO A CIELO ABIERTO

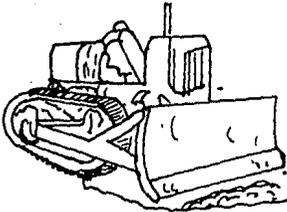
FIGURA 9

- c).- La profundidad del relleno no debe ser excesiva.
- d).- Todo desecho recibido diariamente debe quedar cubierto con una capa temporal de tierra ó material similar de 10 a 15 cm.
- e).- El recubrimiento final debe hacerse con una capa de tierra ó material similar de por lo menos 60 cm. de espesor.
- f).- Adoptar medidas necesarias para evitar incendios, desarrollo de insectos ó ratas.
- g).- Los depósitos que contienen principalmente animales muertos o materiales similares deben recubrirse inmediatamente con una capa de 60 cms.

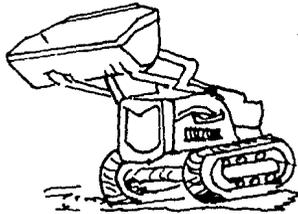
El equipo necesario para realizar la operación completa del relleno sanitario ó en otros términos ejecutar la excavación del terreno, esparcimiento de la basura, compactación de la misma, remoción de la tierra de recubrimiento y transporte de ésta dentro del recinto que forma el relleno sanitario, los que normalmente se utilizan en este método son: buldozer, cargador frontal, draga, etc. -- (Ver figura No. 10)

De acuerdo con la topografía del terreno el procedimiento de operación del relleno sanitario, puede ser de; "trinchera" "area" ó "rampa"

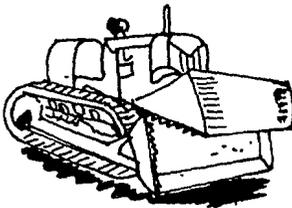
FIGURA 10



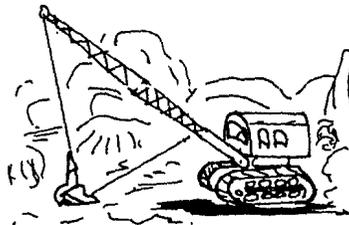
BULLDOZER



CARGADOR FRONTAL



TRACTOR CON CUCHARON
DE ALMEJA



DRAGA CON CUCHARON

EQUIPO UTILIZADO EN TIRADEROS A CIELO
ABIERTO Y RELLENO SANITARIO.

Trinchera.— Es adecuado para terrenos más o menos planos, el procedimiento de este método consiste en excavar una trinchera con dirección normal a la de los vientos dominantes de la región, una vez terminada la zanja se deposita la basura en ella, hasta un metro abajo del nivel del suelo, se apisona la basura reduciéndola a una tercera parte, se cubre con tierra y se repite la operación hasta que finalmente se cubre todo con una capa gruesa de tierra apisonada; a un metro de la zanja se cava otra y se repite el procedimiento. (Ver figura No. 11)

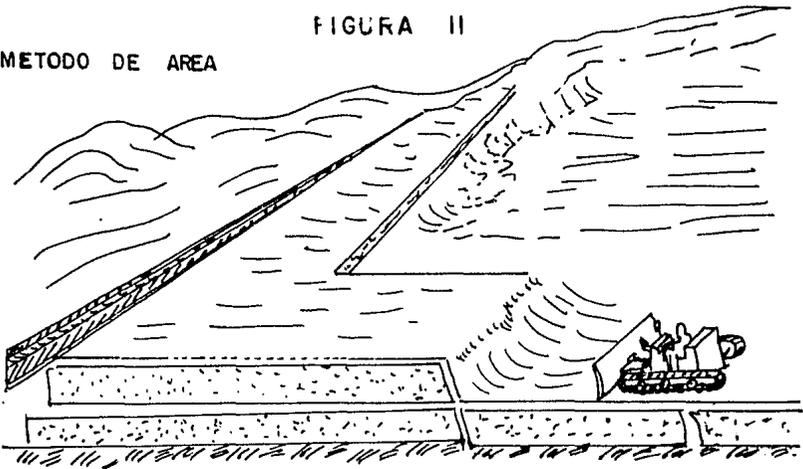
Area.— Este procedimiento de relleno sanitario se emplea cuando se dispone de terrenos con depresiones, hondonas naturales y artificiales, etc. Elegido el sitio para este procedimiento de la disposición final de los desechos sólidos, se arrojan las basuras en el sitio, posteriormente se extiende y apisona con tierra que se acarrea de otro sitio, repitiendo posteriormente el procedimiento que se siguió para el método de trinchera. (Ver figura No. 12)

Rampa.— Este método es adecuado en terrenos ondulados ó pantanosos, se usa una pendiente natural o se construye una rampa, donde se vacía la basura en el fondo de la rampa, se extiende y se apisona contra la sección de la pendiente, se continúa la operación avanzando sobre el terreno conservando la rampa y se repite la operación que se indicó en el procedimiento de trinchera. (Ver figura No. 13)

En los tres procedimientos, la basura depositada deberá cubrirse el

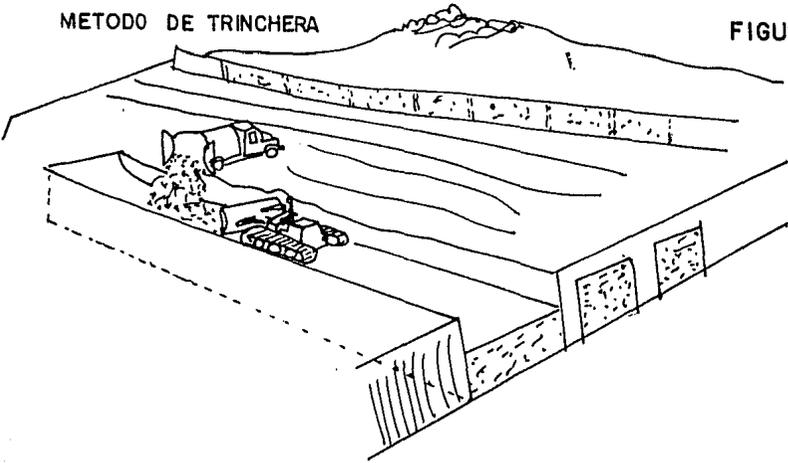
FIGURA II

METODO DE AREA



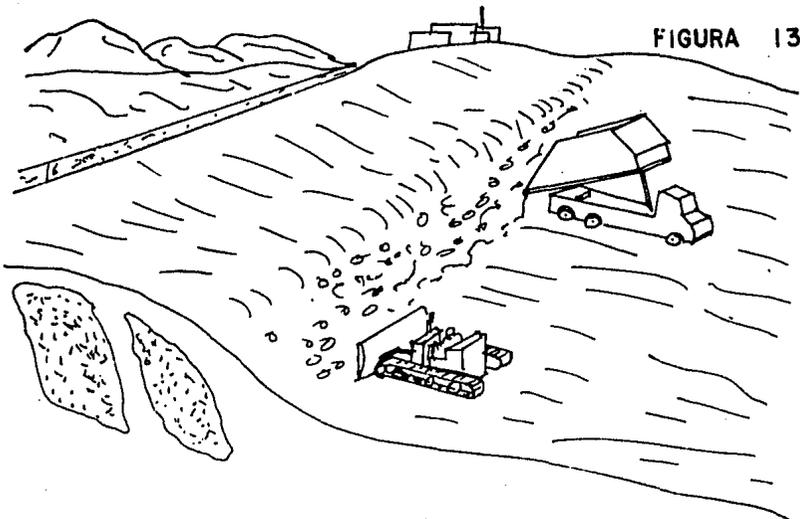
METODO DE TRINCHERA

FIGURA 12



METODO DE RAMPA

FIGURA 13



mismo día, es conveniente mencionar que de la compactación del relleno sanitario depende en gran medida el asentamiento que pueda tener.

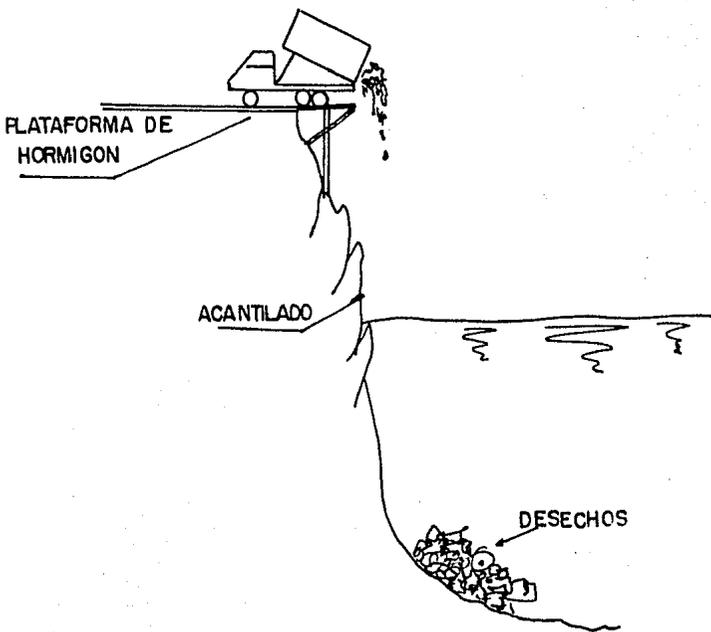
El asentamiento normal de un relleno sanitario ocurre fundamentalmente en el primer año y conforme pasa el tiempo va decreciendo el asentamiento. Según las estadísticas disponibles, el asentamiento de los rellenos en el primer año está en el rango de 10 al 12% del volumen compactado, y al año siguiente tiene una baja considerable del 4% al 5%.

3).- Vertido al mar o grandes cursos de agua.

Un buen número de grandes ciudades situadas cerca del mar, ríos navegables o lagos, han recurrido al sistema de vaciar la basura en el agua. Cuando se vacia en el mar, se transporta la basura a distancias de 8 a 30 Km., de la playa, lo que necesita una infraestructura necesaria para efectuar el vaciado, como se puede observar en la figura No. 14.

Este método de eliminación está cayendo mercedamente en desuso, ya que con frecuencia la basura es arrojada a la playa por los vientos y el oleaje, además el aspecto de las playas resulta muy desagradable, produciéndose muchas molestias sanitarias, así como también se provoca la contaminación de los mares, los mismos inconvenientes y aun peores se encuentran en el vaciado de basura en los ríos, ya que después de vertido, el material es arrastrado por la corriente

FIGURA 14



VERTIDO AL MAR DESDE
ACANTILADOS

a una cierta distancia y se detiene a lo largo de los márgenes del río -- produciendo los mismos efectos anteriormente mencionados.

4).- Vaciado al alcantarillado.

La descarga de la basura a la red de alcantarillado, es un método -- parcial, donde solo se vacía la parte de fácil descomposición, lo -- que representa entre un 10% y 25% en volumen total de desperdicio, -- realmente ésta depende de las características de la población como -- son clima, hábitos de vida, condiciones geográficas, recursos econó-- micos idiosincrasia de las gentes, etc.

El método consiste en triturar la basura y descargarla a través de -- un determinado volumen de agua al sistema colector de aguas negras.

Este método tiene algunos inconvenientes como la proliferación de -- vectores en la red de alcantarillado y fuerte azolve en la misma, -- provocando problemas secundarios a la red.

5).- La incineración.

La planta de incineración bien proyectada representa una muy buena -- solución, desde el punto de vista sanitario, para eliminar los des-- perdicios de una comunidad, de esta forma todas las bacterias y los -- insectos se destruyen en forma rápida, como también se eliminan en -- forma muy satisfactoria las materias ó constituyentes combustibles --

tales como hojalatas, vidrios y otros peligrosos como botes de aerosol, basura impregnada de cualquier combustible peligroso, se eliminan antes de la incineración.

Es posible lograr aprovechar parte de la energía calorífica disponible de la basura, a través de un horno incinerador bien diseñado, - proyectado y operado, siempre y cuando el contenido de humedad, cenizas y el calor de la combustión de las basuras así lo permitan, - energía que puede ser utilizada con propósitos municipales, industriales ó domésticos.

El proceso de la incineración se efectúa en Europa, específicamente en Dinamarca, siendo de dos formas distintas; el primer procedimiento se efectúa calentando los desechos hasta una temperatura de 1650° F., en ausencia del aire. El producto final es un gas y un residuo sólido el cual contiene principalmente materia inorgánica. Este -- proceso tiene muchas ventajas por ejemplo; contiene muy baja emisión de aire (no contamina), tiene un eficiente depurador húmedo de gas. El segundo tratamiento de desechos es por medio de variar el calor al que se somete, la energía recuperable es en forma de un gas combustible fácil de vender y distribuir. Es una tecnología -- simple, consiste en pulverizar los desechos, es alimentado el reactor e indirectamente calentado el gas y el residuo sólido son removidos de la base del reactor, el gas es enfriado para remover impurezas, después de limpiado, el gas es usado para calentar los reactores por sí mismos y el sobrante es vendido para otros propósitos,

el fragmento de hierro es separado de los residuos sólidos y el gas carbonizado sobrante puede ser usado para otros propósitos.

6).- La fermentación.

El tratamiento de basuras a través de la fermentación es un método que en términos generales se define como la descomposición biológica de material orgánico, para obtener un humus estabilizado, que puede ser utilizado para mejorar los terrenos dedicados a la agricultura y en especial a la jardinería. La transformación puede realizarse en condiciones aerobias, es decir en presencia del oxígeno o anaerobia en ausencia del oxígeno. Este método fué practicado por los antiguos agricultores, en sus cultivos, en la actualidad se sigue utilizando este procedimiento se le llama también: composta, digestión bacteriana, etc.

Se citarán para el procedimiento de la fermentación, en la disposición final de los desechos sólidos dos métodos distintos en cuanto a procedimiento de eliminación, pero con la misma finalidad;

a).- Sistema Abierto Fermentación al Aire (libre método indore)

Consiste en amontonar sobre el terreno ó colocar en zanjas, capas de material de fácil descomposición, durante el proceso de descomposición se dá vueltas dos ó tres veces, la altura de las pilas es de 1.50 M., y el período de descomposición dura alrededor de 6 a 8 meses en algunos sitios se hacen huecos pa-

ra la reacción, pero en todo caso el proceso es esencialmente anaerobio.

b).- Sistema Dano.

Los camiones de recolección de basuras la depositan en pozo de carga, desde donde son llevadas, a través de una banda sin fin a un alimentador que abastece el silo; el cual es un cilindro metálico de eje horizontal de 2 a 3 metros de diámetro y de 8 a 10 metros de longitud, que gira a una velocidad de 2 a 3 revoluciones por minuto, el material permanece en el silo por 24 horas, donde se mezcla, revuelve lentamente produce una aireación y consigue un considerable grado de molienda ó pulverización: la basura sale del silo transportada por una banda a la máquina de motor llamada "egsetor". El egsetor es un cilindro metálico que tiene unos 4 ó 5 metros de diámetro y unos 3 metros de longitud que gira a una velocidad de 12 revoluciones por minuto.

El compost fresco se amontona en los terrenos destinados a la estabilización ó lugares de almacenamiento a una altura máxima de 2.00 metros.

7).- La industrialización.

El futuro del tratamiento final de los desechos sólidos está reservado a las plantas industriales, como son las llamadas de recicl-composta, las de recicl-pulverización-relleno, pirolisis y reduc-

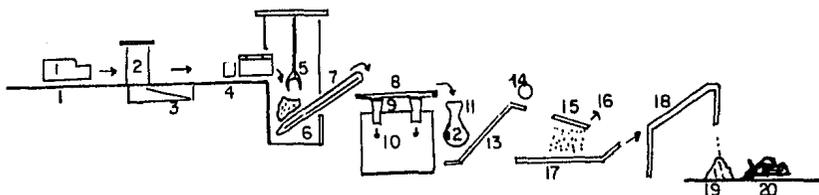
ción por citar algunas, ya que se puede tener un número indeterminado de proyectos a futuro para tener la mejor manera de poder aprovechar los desechos sólidos a un 100% de su volúmen generado.

Del primer tratamiento de industrialización que se mencionó anteriormente se puede dar una idea de como se maneja la basura, la cual llega por medio de vehículos que la descargan en tolvas de donde las grúas la conducen hasta la banda de selección, en la que se tendrá gente situada a ambos lados de las bandas y contribuirán a separar el vidrio, el papel, el hueso, etc., el resto de los componentes que es de aproximadamente la mitad, pasa a unos molinos, y ya triturado ese material se coloca en los depósitos de fermentación, para que con los procedimientos requeridos por la fermentación se conviertan en abono, el procedimiento antes explicado se puede observar en la figura No. 15.

El segundo tratamiento de industrialización es semejante al primero, pero con la diferencia de que la materia orgánica se destina a los rellenos sanitarios.

La pirolisis es el tercer método industrial de disposición de los desechos sólidos, aún este método se encuentra en período de experimentación, consiste en someter a la basura a grandes temperaturas, en ausencia del oxígeno para provocar reacciones endotérmicas que modifican la estructura molecular, previamente a esto se retiran todos los elementos inorgánicos, resultando los productos obtenidos hidrocarburos pesados y humedad, y además un residuo sólido como el

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO PRINCIPAL DE LA PLANTA INDUSTRIALIZADORA DE DESECHOS SOLIDOS (COMPOSTEO)



1.- Camión recolector

2.- Caseta de Acceso

3.- Báscula para camiones

4.- Rampa de acceso a tolva de recepción

5.- Grúa de almeja

6.- Tolva de recepción

7.- Transportador de tablillas

8.- Banda de clasificación

9.- Tolva para Subproductos

10.- Área de almacenamiento y empaque de subproductos

11.- Tolva alimentadora de molino

12.- Molino

13.- Banda alimentadora de criba.

14.- Electro-imán

15.- Criba

16.- Banda para rechazo

17.- Banda alimentadora de puente.

18.- Puente formador de pilas.

19.- Pila

20.- Trascabo

21.- Patio de fermentación.

FIGURA 15

carbón, los cuales pueden ser reutilizados.

El método de la pirolisis es un innovador, ya que de éste se pueden derivar los métodos para la obtención del gas butano, todavía se encuentra este procedimiento de industrialización de la basura en etapa de experimentación también, este utiliza estiércol y materias similares para lograrlo, hasta la fecha no se han tenido resultados concretos.

Tenemos el último de los procedimientos industriales para la transformación de las basuras, mencionados anteriormente llamada "La Reducción" el cual tiene como finalidad el de recuperar la grasa contenida en los desechos sólidos, tendiente a utilizarla en ciertos procesos industriales tales como la fabricación de glicerinas, velas, jabones, etc., este proceso solo se aplica a un determinado tipo de basura, fundamentalmente a los desperdicios de comida que tengan grasa.

En la disposición de los desechos sólidos mediante la reducción, se tienen dos métodos generales para el proceso anteriormente mencionado, los cuales son:

- a).- Secado.- Consiste en moler los residuos y secarlos por medio de calor, los sólidos se colocan en estanques y se tratan con solventes como: gasolina, éter, etano, con el objeto de extraer las grasas, el líquido resultante se destila.

b).- Cocción.- Consiste en colocar las basuras en recipientes en donde se cuecen, el líquido obtenido se recupera y de él se extraen las grasas por separación, los residuos sólidos se secan y se utilizan como fertilizantes.

8).- Alimentación de animales.

La alimentación de animales, primordialmente cerdos, con desperdicios ha creado grandes polémicas y discusiones, ya que el sistema tiene sin duda, algunas ventajas y también inconvenientes. En efecto, las aves de corral como es sabido se mantiene tanto de las sobras de comida como de los desperdicios de la cocina. En las ciudades con recolección separada los mismos granjeros pueden retirar la basura que les interesa creando muchos casos una fuente adicional de ingresos municipal, a la vez que disminuye el costo de explotación del servicio de recolección, transportes y disposición final de la basura por la reducción del volumen correspondiente. Sin duda alguna la ventaja fundamental de este sistema influyen en el aspecto económico, ya que la utilización de la basura conduce a aumentar la disponibilidad de proteínas para la población a través de la crianza de animales y que de otra manera se perdería o tendría un aprovechamiento mínimo. Entre una de las desventajas merece destacarse el peligro de la propagación de la triquinosis mediante el consumo de la carne de cerdo insuficientemente cocida.

CONCLUSIONES

Finalmente se presenta a continuación las conclusiones del trabajo desarrollado, pero es necesario hacer la advertencia respecto a los comentarios que se mencionarán, ya que son susceptibles de mejorarse debido a la serie de alternativas que se presentaron en los capítulos anteriores.

En el caso de la recolección se citaron diferentes formas de efectuarlo, tanto para la recolección doméstica y municipal y me inclino a considerar que la recolección doméstica de los desechos sería más efectiva si se consideran dos recipientes, uno destinado para desechos de comida y el segundo para desechos del hogar, dándonos como resultado los siguientes beneficios;

- a).- Educar a la comunidad para la selección de basura.
- b).- Reutilizar los desechos sólidos en la industria y la alimentación de los animales.
- c).- Para la recolección municipal se beneficia debido a que las distancias recorridas de los camiones se reduciría, al no salir de la ciudad.

Con respecto a la recolección municipal, es el enlace entre la generación y disposición final de los desechos sólidos, siendo recomendable

para el proceso de recolección, efectuar estudios de las rutas de recorrido más cercanas a la estación de los camiones y programarlos todos los días, para abatir tiempo de recorrido y aumentar rendimiento de recolección de los desechos, tomándose en consideración factores que intervienen en ellos (tránsito de vehículos, tipo de población, tipo de recolección doméstica, disposición final de los desechos, etc.), los beneficios que tendrían al efectuar un servicio continuo;

- a).- Abatir costo de mantenimiento de las unidades de recolección.
- b).- Servicio de recolección diario y eficiente.
- c).- Interviene directamente en la salud pública para evitar la contaminación.

De los Métodos de Disposición Final de los Desechos Sólidos me inclino a considerar los siguiente: El relleno sanitario, la alimentación de los animales y la industrialización, por los siguientes beneficios que se presentarán de cada uno de ellos;

El primer Método tiene las siguientes ventajas;

- a).- No necesita alguna transformación de los desechos, tal y como se recolectan van a dar a los rellenos.
- b).- Pueden efectuarse en áreas dentro de la comunidad (en zonas verdes)

lo que facilitaría la operación recolección, disposición final, ya que el transporte de los desechos sería corto.

- c).- No se produce fauna nociva ni malos olores ni contaminación alguna, excepto en zonas donde el nivel freático de la zona este a una profundidad cercana al nivel del suelo.

La segunda alternativa es la de utilizar el desperdicio de los alimentos, para los animales, lo cual pienso sería recomendable en zonas rurales donde se fomenta la cría de animales.

El tercer método es la alternativa que nos arroja un sin número de ventajas de las cuales a continuación se mencionan;

- a).- El considerar en un futuro no muy lejano el reaprovechamiento de un 100% de los desechos sólidos.
- b).- Se crearían fuentes de trabajo.
- c).- El obtener ingresos por la transformación de materia prima gratuita
- d).- Se controlaría la contaminación en la salud pública.

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

- LA SOCIEDAD DE LA BASURA.

HECTOR F. CASTILLO BERTHIER.

- INSTRUCTIVO SANITARIO.

SECRETARIA DE SALUBRIDAD Y A-
SISTENCIA COMISION CONSTRUCTO
RA E INGENIERIA SANITARIA.

- MANUAL DE OPERACION PLAN
TA INDUSTRIALIZADORA DE
DESECHOS SOLIDOS.

D. D. F.

- BASURA METODO DE RECOLEC
CION Y DISPOSICION.

ESCAMELLON Y REVELA.

- DESECHOS SOLIDOS Y SU IN
DUSTRIALIZACION.

E. S. I. A. - I. P. N.