

UNIVERSIDAD TECNICA LATINOAMERICANA
U.T.L.A
FACULTAD DE INGENIERIA



SISTEMA ECOLOGICO DE MANEJO
DE RESIDUOS SOLIDOS DE LA REGION METROPOLITANA
DE SAN SALVADOR

TRABAJO DE GRADUACION
PREPARADO PARA LA
FACULTAD DE INGENIERIA

PARA OPTAR AL GRADO DE:
INGENIERO INDUSTRIAL

POR:

LUIS ROBERTO SILIEZAR PERAZA
GUILLERMO ANTONIO PORTAN QUINTANILLA

Nueva San Salvador, marzo de 1996.

UNIVERSIDAD TECNICA LATINOAMERICANA
UTLA

AUTORIDADES

ING. ROSENDO MAURICO SERMEÑO PALACIOS
RECTOR

DR. OSCAR ALFONSO LOPEZ
VICE RECTOR

ING. FRANCISCO ALFREDO CARRILLO LARREYNAGA
SECRETARIO GENERAL

DR. WILFRIDO OVIDIO PINEDA
FISCAL

ING. OSCAR ANTONIO MENDOZA NOLASCO
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA

ING. ROSENDO MAURICIO SERMEÑO PALACIOS
ASESOR

JURADO EXAMINADOR:

ING. MARIA TERESA VASQUEZ
ING. JULIO CESAR VARGAS
ING. MAURICIO MEJIA ALAS

**UNIVERSIDAD TECNICA LATINOAMERICANA
SANTA TECLA
ACTA DE CALIFICACION DEL TRABAJO DE GRADUACION**

ACTA No. QUINIENTOS CUARENTA Y TRES

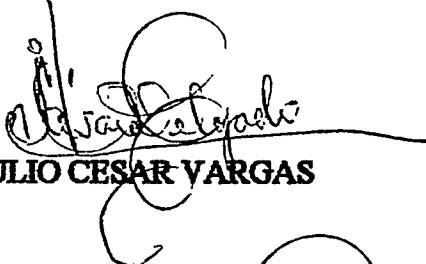
A las nueve horas del día catorce de Julio de mil novecientos noventa y seis.

Reunidos los Miembros del tribunal Examinador del Trabajo de Graduación presentado por : LUIS ROBERTO SILIEZAR PERAZA, en el Salón de Sesiones de la UNIVERSIDAD TECNICA LATINOAMERICANA:

1- Que habiendo analizado y aprobado el trabajo de Graduación escrito titulado: " SISTEMA ECOLOGICO DE MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS DE LA REGION METROPOLITANA DE SAN SALVADOR".

2- Que en base a dicha aprobación, procedió a instalar la defensa oral del trabajo. De acuerdo a los resultados de la defensa oral del trabajo, este tribunal examinador acuerda dar por *APROBADO* el trabajo de Graduación presentado por el alumno arriba detallado, obteniendo a partir de esta fecha su calidad de : INGENIERO INDUSTRIAL.

No habiendo más que hacer constar, damos por terminada el acta que firmamos.


ING. JULIO CESAR VARGAS


ING. MARIA TERESA VASQUEZ


ING. MAURICIO MEJIA ALAS


ING. FRANCISCO ALFREDO CARRILLO LARREYNAGA
SECRETARIO GENERAL



**UNIVERSIDAD TECNICA LATINOAMERICANA
SANTA TECLA
ACTA DE CALIFICACION DEL TRABAJO DE GRADUACION**

ACTA No. QUINIENTOS CUARENTA Y CUATRO

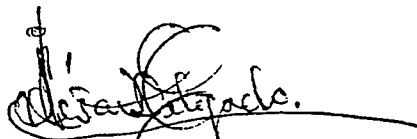
A las nueve horas del día catorce de Julio de mil novecientos noventa y seis.

Reunidos los Miembros del tribunal Examinador del Trabajo de Graduación presentado por : GUILLERMO ANTONIO PORTAN QUINTANILLA, en el Salón de Sesiones de la UNIVERSIDAD TECNICA LATINOAMERICANA.

1- Que habiendo analizado y aprobado el trabajo de Graduación escrito titulado: " SISTEMA ECOLOGICO DE MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS DE LA REGION METROPOLITANA DE SAN SALVADOR".

2- Que en base a dicha aprobación, procedió a instalar la defensa oral del trabajo. De acuerdo a los resultados de la defensa oral del trabajo, este tribunal examinador acuerda dar por *APROBADO* el trabajo de Graduación presentado por el alumno arriba detallado, obteniendo a partir de esta fecha su calidad de : INGENIERO INDUSTRIAL.

No habiendo más que hacer constar, damos por terminada el acta que firmamos.


ING. JULIO CESAR VARGAS


ING. MARIA TERESA VASQUEZ


ING. MAURICIO MEJIA ALAS


ING. FRANCISCO ALFREDO CARRILLO LARREYNAGA
SECRETARIO GENERAL



DEDICATORIA

Dedico éste trabajo:

* A DIOS TODO PODEROSO, por haberme dado la sabiduría, conocimiento e inteligencia para finalizar mi carrera profesional.

* A mi abuela, GUILLERMINA V. DE SILIEZAR, por su incansable esfuerzo e incondicional apoyo que me han brindado toda la vida.

* A mis hermanos, por el ánimo y ayuda que me brindaron.

* A mis demás familiares, amigos y compañeros de trabajo, porque en cada uno de ellos siempre encontré palabras de aliento y una razón mas para esforzarme cada día, a todos GRACIAS.

LUIS ROBERTO SILIEZAR PERAZA

DEDICATORIA

Dedico éste trabajo:

* A DIOS TODO PODEROSO, por acompañarme e iluminar mi camino en todo momento.

* A mis padres, MANUEL ANTONIO PORTAN (Q.D.D.G.) y MAURA QUINTANILLA V. DE PORTAN, por el apoyo, educación y guía espiritual que me han brindado en mi vida.

* A mi esposa, ANA KELLY CARRILLO DE PORTAN, por su constante empeño y ayuda a mi triunfo profesional.

* A mis hijos, GUILLERMO EDGARDO PORTAN CARRILLO Y KARLA MARINA PORTAN CARRILLO, con todo amor y respeto.

* A mis hermanas, CONCEPCIÓN MARINA PORTAN DE CUELLAR Y MARÍA OFELIA PORTAN DE BUDDE, por contar con su comprensión y apoyo.

* A mis demás familiares y amigos en los cuales siempre encontré palabras de aliento.

GUILLERMO ANTONIO PORTAN QUINTANILLA.

ÍNDICE

PAGINA

INTRODUCCIÓN.....	I
CAPITULO I.....	1
ASPECTOS GENERALES.....	2
1.1 ANTECEDENTES.....	2
1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION.....	4
1.2.1 OBJETIVO GENERAL.....	4
1.2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	5
1.3 ALCANCE Y LIMITACIONES DEL ESTUDIO.....	5
1.3.1 ALCANCE.....	6
1.3.2 LIMITACIONES.....	7
1.4 DEFINICION Y CLASIFICACION DE LOS RESIDUOS...	7
1.4.1 DEFINICION DE BASURA.....	7
1.4.2 CLASIFICACION DE LOS RESIDUOS SOLIDOS..	7
1.5 ETAPAS DEL PROCESO DE DISPOSICION DE LOS RESIDUOS SOLIDOS.....	8
1.5.1 GENERACION DE RESIDUOS SOLIDOS.....	8
1.5.2 ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS SOLIDOS.....	11
1.5.3 RECOLECCION DE RESIDUOS SOLIDOS.....	12
1.5.4 TRANSFERENCIA Y TRANSPORTE DE RESIDUOS SOLIDOS.....	13
1.5.5 PROCESAMIENTO Y RECUPERACION DE LOS RESIDUOS SOLIDOS.....	13
1.5.6 DISPOSICION FINAL DE LOS RESIDUOS SOLIDOS.....	15
1.6 SITUACION ACTUAL DE MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS DEL AMSS.....	16
1.6.1 CATEGORIA, COMPOSICION Y PROCEDENCIA DE LOS RESIDUOS SOLIDOS.....	16
1.6.2 CANTIDAD Y COMPOSICION DE LOS RESIDUOS SOLIDOS.....	17
1.6.3 CANTIDAD Y TIPO DE TRANSPORTE EMPLEADO EN LA RECOLECCION DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS.....	19
1.6.4 TARIFAS MUNICIPALES EN CONCEPTO DE ASEO PUBLICO.....	20
1.6.5 COSTOS ACTUALES DE MANEJO DE RESIDUOS POR MUNICIPALIDAD.....	21
CAPITULO II.....	22
INVESTIGACIÓN DE CAMPO.....	23
2.1 METODOLOGIA DEL ESTUDIO.....	23
2.2 CRITERIO DE SELECCION.....	24

2.3	DETERMINACION DE LA POBLACION.....	24
2.4	DETERMINACION DE LA MUESTRA.....	24
2.5	DISTRIBUCION DE LA MUESTRA POR MUNICIPALIDAD.....	25
2.6	REALIZACION DE ENCUESTAS.....	25
2.7	TABULACION Y GRAFICACION DE LOS RESULTADOS DE LA ENCUESTA.....	26
2.7.1	TIPOS DE PREGUNTAS Y RESULTADOS DE LA 8 ENCUESTA.....	26
2.8	INTERPRETACION DE DATOS.....	36
CAPITULO III.....		37
METODOS DE PROCESAMIENTO DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS.....		38
3.1	¿PORQUE PROCESAR LOS RESIDUOS SOLIDOS URBANOS?.....	38
3.2	METODOS DE PROCESAMIENTO.....	44
3.2.1	COMPOSTAJE.....	44
3.2.1.1	METODOS DE COMPOSTEO.....	45
3.2.1.2	PLANTAS COMPOSTADORAS.....	47
3.2.1.3	APLICACIONES DEL COMPOST.....	48
3.2.1.4	OTRAS APLICACIONES DEL COMPOST.....	49
3.3	RECICLAJE.....	51
3.3.1	MATERIALES RECICLABLE.....	51
3.3.2	COMENTARIOS ADICIONALES AL RECICLAJE...	57
3.4	TECNICAS DE PROCESO DE CLASIFICACION DE MATERIALES.....	58
3.4.1	CODIFICACION MAGNETICA.....	58
3.4.2	CODIFICACION DE COLOR.....	59
3.4.3	CODIFICACION RADIOMETRICA.....	59
3.4.4	CLASIFICACION POR DENSIDAD Y FRICCION..	59
3.4.5	CLASIFICACION POR REBOTE.....	60
3.4.6	CLASIFICACION POR PULPEO.....	60
3.4.7	CLASIFICACION MANUAL.....	60
3.5	REUSO.....	60
3.5.1	APLICACIONES DOMESTICAS.....	61
3.5.2	APLICACIONES INDUSTRIALES Y COMERCIALES	62
3.6	PIROLISIS.....	62
3.6.1	METODOS DE PIROLISIS.....	65
3.6.2	FORMAS DE CALENTAMIENTO PIROLITICO.....	66
3.6.3	VARIABLES DEL PROCESO.....	66
3.6.4	USOS PRINCIPALES DE PIROLISIS.....	66
3.7	INCINERACION.....	67
3.7.1	COMBUSTION MASIVA.....	68
3.7.2	TECNICA DEL RDF.....	69
3.7.2.1	PRESENTACIONES DE RDF.....	70
3.8	VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS PROCESAMIENTOS.	74
3.8.1	COMPOSTAJE.....	74
3.8.2	RECICLAJE.....	74

3.8.3 PIROLISIS.....	75
3.8.4 INCINERACION.....	75
3.8.5 REUSO.....	76
3.9 DISPOSICION FINAL.....	76
3.9.1 RELLENO SANITARIO.....	76
3.9.1.1 VENTAJAS DEL METODO.....	77
3.9.1.2 DESVENTAJAS DEL METODO.....	77
3.9.2 SELECCION DEL SITIO DEL RELLENO.....	77
3.9.3 METODO CONSTRUCTICO.....	79
3.9.4 DESCOMPOSICION DE LOS RESIDUOS EN EL RELLENO SANITARIO.....	81
3.9.5 LIXIVIADOS.....	81
3.9.6 GASES.....	83
 CAPITULO IV.....	 85
 SISTEMA ECOLOGICO DE MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS...	 86
4.1 DIAGRAMA GENERAL DE APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS DEL AMSS.....	 87
4.2 RESPONSABLES EN LA PREVENCION Y EL TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS DEL AMSS.	88
4.2.1 COMO ASAMBLEA LEGISLATIVA, GOBIERNO CENTRAL Y MUNICIPAL DEBERAN.....	88
4.2.1 COMO PRODUCTORES O INDUSTRIALES DEBERAN.....	89
4.2.3 COMO CONSUMIDORES DEBERAN.....	90
4.3 ETAPAS PREVIAS AL PROGRAMA DE GESTION DEL SISTEMA DE MANEJO ECOLOGICO DE RESIDUOS SOLIDOS DEL AREA METROPOLITANA DE SAN SALVADOR.....	90
4.3.1 PROGRAMA DE SENSIBILIZACION Y CAPACITACION.....	91
4.3.1.1 ETAPAS DEL PROGRAMA DE SENSIBILIZACION Y CAPACITACION.	91
4.4 GENERACION DE RESIDUOS SOLIDOS CON VISION ECOLOGICA.....	95
4.5 ALMACENAMIENTO ECOLOGICO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS.....	97
4.5.1 PROCESO DE ALMACENAMIENTO ECOLOGICO..	98
4.5.1.1 SELECCION.....	98
4.5.1.2 LIMPIEZA.....	98
4.5.1.3 ALMACENAMIENTO.....	99
4.5.2 ALMACENAMIENTO DOMICILIARIO.....	99
4.5.2.1 RECIPIENTES PARA ALMACENAMIENTO DOMESTICO.....	99
4.5.2.2 UBICACION DE LOS RECIPIENTES...	101
4.5.3 CENTRO DE ALMACENAMIENTO COMUNAL.....	101
4.5.3.1 LOCALIZACION DE LOS CENTROS DE ALMACENAMIENTO COMUNAL.....	101

4.5.3.2	TAMAÑO IDEAL Y DISTRIBUCION DE UN CENTRO DE ALMACENAMIENTO COMUNAL.....	102
4.5.3.3	EQUIPO BASICO DE UN CENTRO DE ALMACENAMIENTO COMUNAL.....	103
4.5.3.4	PERSONAL REQUERIDO.....	103
4.5.3.5	MANEJO DE MATERIALES EN LOS CENTROS DE ALMACENAMIENTO COMUNALES.....	103
4.5.4	ALMACENAMIENTO INDUSTRIAL Y COMERCIAL..	107
4.6	PROCESAMIENTO Y RECUPERACION ECOLOGICA DE LOS RESIDUOS SOLIDOS.....	108
4.6.1	PROCESAMIENTO DE LOS RESIDUOS ORGANICOS CASEROS.....	108
4.6.1.1	METODOS DE COMPOSTAJE.....	109
4.6.1.2	PROCESAMIENTO DE RESIDUOS ORGANICOS MUNICIPALES.....	112
4.6.1.3	MERCADO DEL COMPOST EN EL SALVADOR.....	113
4.6.2	PROCESAMIENTO Y RECUPERACION DE LOS RESIDUOS SOLIDOS INORGANICOS.....	113
4.6.2.1	REUSO DE RESIDUOS SOLIDOS INORGANICOS.....	113
4.6.2.2	RECICLAJE DE RESIDUOS SOLIDOS..	114
4.6.3	MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS PELIGROSOS..	117
4.6.4.1	CRITERIOS PARA EL MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS PELIGROSOS....	119
4.6.4	RECOLECCION Y TRANSPORTE DE RESIDUOS SOLIDOS.....	120
4.6.5	DISPOSICION FINAL DE LOS RESIDUOS SOLIDOS.....	121
4.7	MEJORAS AMBIENTALES DEL PROGRAMA DE GESTION ECOLOGICA.....	124
4.7.1	PROGRAMA DE GESTION GENERAL.....	124
4.7.2	PROGRAMA DE SENSIBILIZACION Y CAPACITACION.....	125
4.7.3	PROGRAMA DE INTEGRACION DE GRUPOS SOCIALES.....	125
4.7.4	PLAN DE RECOLECCION Y TRANSPORTE.....	126
4.7.5	CENTRO DE ALMACENAMIENTO COMUNAL.....	126
4.7.6	COMPOSTAJE.....	126
4.7.7	FUTURO RELLENO SANITARIO.....	127
4.8	DETALLE DEL COSTE DE IMPLEMENTACION.....	128
4.9	PAPEL DE LA INGENIERIA INDUSTRIAL EN LA IMPLEMENTACION DEL SISTEMA ECOLOGICO DE MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS DEL AMSS.....	128

CAPITULO V.....	133
5.1 CONCLUSIONES.....	134
5.2 RECOMENDACIONES.....	136
GLOSARIO.....	138
SIGLAS.....	141
ANEXO # 1 "FORMULARIO DE ENCUESTA".....	143
ANEXO # 2 "HISTORIETA EDUCATIVA No 1".....	146
ANEXO # 3 "HISTORIETA EDUCATIVA No 2".....	151
BIBLIOGRAFIA.....	156

INTRODUCCIÓN

Muchos estudios sobre el manejo de Residuos Sólidos del Area Metropolitana de San Salvador (AMSS) han sido realizados, sin embargo muy pocos enfocados en tratar de hacer un uso adecuado de esos materiales como por ejemplo: reusándolos, reciclándolos, compostándolos y tratando apropiadamente todos aquellos otros materiales que no tiene ningún uso final.

La generación de residuos sólidos no es nada nuevo, el hombre desde su inicio ha generado residuos que originalmente eran reintegrados a su ecosistema; sin embargo en las comunidades actuales, el hecho de haberse transformado en grandes asentamientos humanos, ha interrumpido la continuidad del ciclo natural de los desperdicios a través del cual es posible reintegrar los desperdicios a la naturaleza. Pasando hacer así problema de algún cuerpo especializado de la sociedad.

x En las sociedades actuales cada individuo pierde el control de sus propios desperdicios; y que bueno !, dirán muchos, debido a lo desagradable que es manipular la basura. Pero la consecuencia de esta actitud de desdén nos afecta a todos de manera grave: perjudica nuestra salud y degrada nuestro ambiente natural.

Las razones expuestas anteriormente son la base para el desarrollo del presente sistema, el cual trata de exponer un Sistema de Manejo Ecológico de Residuos Sólidos del Área Metropolitana de San Salvador con la finalidad de aprovechar al máximo los recursos naturales en favor de medio ambiente, asegurando a las presentes y futuras generaciones un lugar saludable donde vivir.

El trabajo fue desarrollado en varias etapas: Revisión Bibliográfica, Investigación de campo, y Formulación del Sistema. En el Capítulo I se incluye: información general sobre la realidad nacional del manejo de los residuos sólidos en el área urbana y un breve resumen de diferentes tipos de procesos de disposición de residuos sólidos urbanos; en el Capítulo II, se refiere a la investigación de campo realizada en el Area Metropolitana de San Salvador, los resultados obtenidos y la interpretación de la información obtenida; el Capítulo III presenta técnicas avanzadas de procesamiento de residuos sólidos a nivel mundial que nos permiten obtener los máximos beneficios sociales, económicos, políticos y

ecológicos. Presentando ventajas y desventajas de los diferentes tipos de procesamiento; el Capítulo IV plantea el Sistema Ecológico de Manejo de Residuos Sólidos del Área Metropolitana de San Salvador, en él se plantean las diferentes etapas involucradas en el manejo de residuos sólidos urbanos, enfatizando en el aprovechamiento de los residuos generados a través de diferentes métodos de procesamiento y la protección del medio ambiente; en el Capítulo V, se presentan las conclusiones y recomendaciones generales del estudio realizado, enfatizando en la implementación del Sistema Ecológico de Manejo de Residuos Sólidos con ayuda internacional a través de las Organizaciones No Gubernamentales (ONG's).

El objetivo general del proyecto es proponer un sistema que ayude a resolver la problemática actual aprovechando todos aquellos residuos sólidos que tenga algún valor industrial, comercial o agrícola; teniendo en cuenta que un proyecto de esta índole podría no ser económicamente rentable para los gobiernos o empresas corto placistas, pero que ayudaría significativamente a proteger nuestro ecosistema y asegurar una Área Metropolitana de San Salvador limpia y natural.

CAPITULO I

CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1 ANTECEDENTES:

La mayor parte de actividades que el hombre realiza generan residuos sólidos o algún tipo de desperdicio, comúnmente conocidos como basura. Desde los orígenes de la humanidad esto ha estado sucediendo. Sin embargo cuando el hombre se encontraba en su estado nómada y la naturaleza le proveía sus alimentos, no se preocupaba mucho por los residuos que generaba puesto que al desplazarse de un lugar a otro, la descomposición de éstos no le afectaba, y se transformaban en material aprovechable para animales y plantas.

✚ Hoy en día pensar en la basura nos causa un rechazo inmediato hacia ésta; sin embargo aunque no se quiera debemos hablar de ella y tratar de darle una solución real a éste problema. Todos los residentes de las grandes urbes del mundo nos vemos obligados a convivir con la basura, y no simplemente en nuestros hogares, si no a la vuelta de la esquina, en las orillas de las carreteras o en los muchos tiraderos que proliferan por todas partes.

✚ Es muy difícil de aceptar que la basura es un desecho producido por nosotros mismos, desde lo más íntimo de nuestro metabolismo hasta lo más superficial de las actividades de la sociedad. Cuando nace un nuevo ser, todo su cuidado está en manos de las personas mayores, las cuales tienen que

Xmanipular los desechos que él genera como parte vital de su proceso de desarrollo; y esto dura varios meses. Después de ese tiempo el nuevo ser humano comienza a hacerse cargo de sus propios desechos de dos maneras: mediante el control de su cuerpo y aprendiendo a depositarlo en lugares específicos; y hasta ahí queda su responsabilidad y, la de los grandes. Una vez depositada en una bolsa para basura, ¿de quién es la responsabilidad del destino final de los desperdicios que se generan en una comunidad?

En las comunidades actuales, el hecho de haberse transformado en asentamientos urbanos ha interrumpido la continuidad de los circuitos a través de los cuales es posible reintegrar los desperdicios en forma orgánica. Pasando así hacer problema de algún cuerpo especializado de la sociedad. El manejo de los desechos sólidos generados por una comunidad no es tarea fácil y además no puede ser delegada totalmente a una entidad gubernamental o privada. Todos nosotros los generadores de desperdicios orgánicos e inorgánicos debemos ser entes activos de manejo de desperdicios.

†Nuestro planeta, si se considera exclusivamente como fuente de recursos utilizables para la industria, tal vez pueda soportar la insensata acumulación creciente de basura; pero si se le concibe como un cuerpo con un complejo tejido vivo, ciertamente no puede soportarlo. Y aún está por verse si la constitución vital del planeta podrá sobrevivir lo suficiente para permitir que reemplacemos éstas formas destructoras con una sociedad humana ecológicamente orientada hacia el cuidado de éste.

En el caso específico del Área Metropolitana de San Salvador, se están manejando diferentes tesis de como debe manejarse los residuos sólidos generados por los trece municipios que la conforman. Una de las tesis y quizás la más fuerte puesto que está siendo promovida por la Alcaldía Municipal de San Salvador es la de incinerar todos los desperdicios utilizando estos como combustible para generar energía eléctrica. Concibiendo nuestro planeta como un complejo tejido vivo y tomando como referencia la experiencia de otras ciudades creemos que incinerar la basura en su totalidad no es la solución para la presente y mucho menos para las futuras generaciones.

Por esta razón desarrollamos éste estudio de investigación que nos muestra un sistema ecológico para manejar los residuos sólidos generados en el Área Metropolitana de San Salvador y que además recaba información que puede ser utilizada en otros estudios prácticos en futuras investigaciones.

1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION

1.2.1 OBJETIVO GENERAL :

Proponer un Sistema de Manejo Ecológico de los Residuos Sólidos en Area Metropolitana de San Salvador; que ayude a resolver la problemática actual y que favorezca el desarrollo social y económico del área, preservando a sí mismo el estado natural de medio ambiente.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS :

- * Presentar empresas recicladoras de materiales plásticos, aluminio, papel y metales.

- * Detallar un programa de concientización que involucra a cada individuo de la comunidad en la separación de los desperdicios que él genera; y el mecanismo de recolección por parte de la comunidad o municipalidad.

- * Dar a conocer el valor que tienen los residuos sólidos orgánicos y su procesamiento para la elaboración de compost a nivel casero. Además de dar los lineamientos para el compostaje a gran escala.

- * Mostar las bases en que se debe apoyar el diseño de un depósito sanitario para el manejo de los residuos sólidos que no tienen ningun valor ecológico.

- * Dar lineamientos para el manejo de residuos sólidos hospitalarios y otros peligrosos; para la salud humana y el medio ambiente.

1.3 ALCANCE Y LIMITACIONES DEL ESTUDIO

1.3.1 ALCANCE

La presente investigación comprende un Sistema de Manejo Ecológico de los Residuos Sólidos Urbanos; por lo que podrá ser utilizado como guía para el tratamiento de los residuos sólidos de cualquier municipalidad de la República de El Salvador.

1.3.2 LIMITACIONES

* Este estudio de ninguna manera enfocará aguas residuales urbanas ; ni su impacto en el medio ambiente.

* En el Area Metropolitana de San Salvador, se está desarrollando un proyecto de incineración de los desechos sólidos generados en la región. El cual de acuerdo al estudio de factibilidad realizado por la Alcaldia Municipal de San Salvador, será autofinanciable con la generación de energía eléctrica. Este proyecto limita en gran medida la implementación del presente proyecto. Todo esto debido a que un sistema de manejo ecológico de desechos sólidos urbanos requiere mucho más tiempo de implementación que el montaje de un incinerador.

* El presente estudio es inminentemente investigativo y no práctico, por lo que podrá ser utilizado como base en futuras investigaciones sobre el manejo de residuos sólidos del AMSS.

* La falta de bibliografía en El Salvador fué una de las mayores limitantes que se pueden observar a lo largo de la elaboración de este proyecto. La mayoría de textos utilizados en la investigación se importaron de Mexico específicamente.

1.4 DEFINICION Y CLASIFICACION DE LOS RESIDUOS SOLIDOS.

1.4.1 DEFINICION DE BASURA

Se define como basura a todos aquellos bienes que ya no tienen ningún valor o uso para su propietario, lo que supone un deseo de eliminarlo, de deshacerse de él, de desaparecerlo ya que no se le atribuye ningún valor para conservarlo. La basura denota suciedad, falta de higiene, mal olor, desagrado a la vista, contaminación, fecalismo, impureza y otros.

El término basura en la continuación de este estudio será sustituido por el término Residuos Sólidos ya que esta terminología es mucho más apropiada. De acuerdo al diccionario de la Real Academia de la Lengua Española, define residuos como: lo que resulta de la destrucción o descomposición de una cosa, parte o porción que queda de una cosa; y sólidos: los estados de la materia en estudio.

1.4.2 CLASIFICACION DE LOS RESIDUOS SOLIDOS

Los residuos sólidos se clasifican en dos grandes grupos: los orgánicos y los inorgánicos.

Los residuos sólidos orgánicos son todos aquellos de origen biológico, que en algún momento tuvieron vida; es decir, todo residuo sólido que ha sido originado por todo aquello que nace, vive, se reproduce y muere. Generalmente están compuestos de sobrantes de comida, restos de cocina y restos de plantas y vegetales.

Los residuos sólidos inorgánicos son todos aquellos que están constituidos por materiales no biodegradables: vidrio, plástico, metales, etc.

Los residuos sólidos también pueden clasificarse de acuerdo a su origen de generación en: DOMÉSTICOS, COMERCIALES, INDUSTRIALES, HOSPITALARIOS, E INSTITUCIONALES.

1.5 PROCESO DE DISPOSICION DE LOS RESIDUOS SOLIDOS.

1.5.1 GENERACION DE RESIDUOS SOLIDOS

✦ El crecimiento demográfico influye así mismo, en la generación global de residuos, en la medida en que cada persona que se integre a la ciudad, desecha una cantidad de materias al satisfacer sus necesidades. Esto implica un crecimiento constante en el volumen de los residuos.

Por otro lado, los ingresos altos posibilitan la adquisición de gran número de bienes de consumo, así como el desecho frecuente de objetos y elementos que podrían seguirse utilizando en su mismo estado o bien con una pequeña reparación, en caso necesario.

✦ La generación de desechos sólidos, es muy difícil de controlar, debido que para ello, tendría que modificarse conductas generalizadas que son reforzadas cotidianamente por las características de vida de la ciudad; puesto que por las, cada vez mayores, necesidades de consumo de la población, sobre todo en materia de alimento, y a los problemas de abasto que se presentan, la población va optando, por comprar productos que puedan conservarse por más tiempo, pero por

otra parte, generalmente tienen la desventaja de crear más desechos de origen sintético.

De acuerdo a su fuente de generación los residuos sólidos se clasifican en:

a) Residuos Sólidos Domésticos:

Son todos aquellos residuos generados en los hogares. Generalmente en una composición de desperdicios de comida, papel, plástico, material de goma, productos textiles, vidrio, metales, polvo y basura de jardín. La composición de los residuos domésticos puede variar dependiendo de factores como: época del año, la localización geográfica, grado de industrialización de la zona, nivel de ingreso, y otros.

b) Residuos Sólidos Comerciales/Institucionales:

Son todos aquellos residuos sólidos generados en edificaciones destinadas al comercio en general y en oficinas públicas y privadas. Estos residuos están compuestos generalmente por restos de comida, papel, cartón, etc.

c) Residuos Sólidos Industriales:

Son todos los residuos sólidos resultantes de procesos industriales. Estos residuos pueden ser orgánicos o inorgánicos, dependiendo de la naturaleza de la industria. Aunque generalmente son mezclas de los dos materiales. Como ejemplo de éste tipo de residuos se puede mencionar: madera, papel, vidrio, goma, textiles, pequeñas cantidades de restos de comida, metales, plásticos, etc.

d) Residuos Sólidos Hospitalarios:

Son todos residuos generados en los centros de atención de salud durante la prestación de un servicio asistencial, incluyendo los generados en los laboratorios.



Figura 1.1 Residuos Sólidos Hospitalarios.

Clasificación de los Residuos Sólidos Hospitalarios:

1) Infecciosos:

Son todos aquellos generados durante las diferentes etapas de la atención de la salud y por lo tanto, han entrado en contacto con pacientes humanos o animales. Estos residuos representan diferentes niveles de peligro potencial, de acuerdo con el grado de exposición que hayan tenido con los agentes infecciosos que provocan las enfermedades.

2) Especiales:

Son los residuos generados durante las actividades auxiliares de los centros de atención de salud que no hayan entrado en contacto con los pacientes ni con los agentes infecciosos. Estos residuos constituyen un peligro para la salud por sus características de corrosividad, reactividad, inflamabilidad, toxicidad, explosividad y radiactividad.

3) Comunes:

Aquellos generados por las actividades administrativas, auxiliares y generales que no correspondan a ninguna de las categorías anteriores. No representan peligro para la salud pública y sus características son similares a los residuos domésticos.

1.5.2 ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS SOLIDOS

El almacenamiento de la basura se da en condiciones por lo general inadecuadas, ya que los recipientes varían demasiado: bolsas de papel o plástico, cajas de cartón, barriles de lámina o plásticos, depósitos de madera y otros recipientes fabricados para almacenar residuos sólidos específicamente. La diversidad de recipientes, generalmente propicia la presencia de malos olores, insectos y filtraciones de líquidos escurridos por los residuos.

Igualmente, el lugar donde se depositan los residuos es impropio, generalmente es la cocina, puesto que los diseños arquitectónicos de las residencias en las ciudades no tienen muchas áreas disponibles.

✕ Otro aspecto importante a considerar en el almacenamiento de los residuos sólidos es la frecuencia de recolección y esto específicamente para los residuos sólidos orgánicos, ya que éstos entran en un proceso de descomposición y pueden dañar la salud de los habitantes de la casa. Para los residuos orgánicos la frecuencia en recolección no puede ser mayor de 8 días.

La selección del lugar de almacenamiento y el tipo de recipiente a utilizar debe obedecer básicamente a los siguientes aspectos:

- * Sanitarios: Que no permita la proliferación de vectores dañinos para la salud humana.

- * De bienestar: Comunidad y estética.

1.5.3 RECOLECCION DE RESIDUOS SOLIDOS

La etapa posterior al almacenamiento, es la recolección de los residuos sólidos. Si una región no cuenta con un adecuado sistema de recolección, se creará un ambiente favorable para la procreación de insectos y roedores, a pesar de que la comunidad colabore con un buen almacenamiento de los residuos. Por otra parte, en los sistemas de manejo de residuos sólidos actuales realizadas por las alcaldías, el costo de recolección de residuos representa casi un 80 % del costo total de manejo.

Para obtener un buen programa de recolección de residuos sólidos, se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- a) Número de residentes en la zona.
- b) Cantidad de residuos sólidos a recolectar.
- c) Puntos de recolección.
- d) Residuos a recolectar.
- e) Frecuencia de recolección.
- f) Diseño de ruta.

Tomándose en cuenta los aspectos arriba detallados, puede elaborar un plan de recolección que asegure que todos los residuos generados en las municipalidades son recolectados y transportados a los sitios de procesamiento y recuperación o los sitios de disposición final.

1.5.4 TRANSFERENCIA Y TRANSPORTE DE LOS RESIDUOS SOLIDOS

Una vez recolectados los residuos sólidos éstos son transportados a los centros de procesamiento y recuperación o a los sitios de disposición final. Todos los municipios del Área Metropolitana de San Salvador, transportan los residuos sólidos hacia los sitios de disposición final en los mismos camiones en que realizan la recolección. Esto se debe a que los sitios de disposición final no se encuentran muy lejos de las municipalidades.

1.5.5 PROCESAMIENTO Y RECUPERACION DE LOS RESIDUOS SOLIDOS

El procesamiento y recuperación de residuos sólidos es la etapa donde se trata de obtener beneficios de los residuos, ya sean estos de índole económica o de reducción de volumen para los sitios de disposición final.

Esta etapa en la mayoría de países subdesarrollados no esta presente ya que requiere técnicas especiales, equipo, instalaciones y en algunos casos insumos, siendo transportados los residuos del sitio de generación hasta el de disposición final directamente.

†Existen diferentes tipos de procesamiento de residuos sólidos dentro de los que podemos mencionar:

↓ a) compostaje: Este procesamiento usa los residuos sólidos orgánicos y los transforma en abono orgánico o compost.

× b) Reciclaje: Se separan los residuos sólidos como papel, vidrio, metales magnéticos y no magnéticos; que a través de procesos alternativos pueden ser convertidos en materias primas para las industrias de origen o para otras que sus procesos acepten este tipo de material.

× c) Reuso: Este proceso es muy aplicado en las industrias cerveceras, licoreras y embotelladoras de bebidas carbonatadas. Este proceso separa materiales que pueden ser reusados por las industrias generadoras o por otras alternativas.

× d) Pirólisis: Consiste en la descomposición térmica de los compuestos vegetales en un ambiente carente de oxígeno para la producción de gases y líquidos combustibles.

× e) Incineración: Es un proceso de combustión controlada que transforma los residuos sólidos en dióxido de carbono, otros gases y agua, reduciendo significativamente su volumen

y peso. En muchos países del viejo mundo y Norte América se han instalado plantas incineradoras de residuos sólidos que usan los residuos como combustible para la generación de energía eléctrica.

1.5.6 DISPOSICION FINAL DE LOS RESIDUOS SOLIDOS

Esta es la última etapa del proceso de disposición de residuos sólidos. En ésta etapa se disponen todos aquellos residuos que no tienen ninguna utilidad, así como del material residual de algún procesamiento.

El método más empleado en la disposición final es el Relleno Sanitario, el cual se define de la siguiente manera:

" El Relleno Sanitario es un método que utiliza principios de Ingeniería para la disposición de los residuos sólidos en el suelo, sin causar perjuicio a la naturaleza ni molestias para la salud pública; en donde se distribuyen los residuos sólidos en capas compactadas al menor volumen posible y son cubiertas con una capa de tierra al final de cada jornada."

1.6 SITUACION ACTUAL DE MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS DEL AMSS.

1.6.1 CATEGORIA, COMPOSICION Y PROCEDENCIA DE LOS RESIDUOS

Todos los habitantes del Área Metropolitana de San Salvador (AMSS) se generan residuos sólidos en la medida que se realizan las actividades cotidianas. Los residuos generados son categorizados dependiendo del lugar de generación, así tenemos residuos domésticos, comerciales/institucionales, industriales y otros varios.

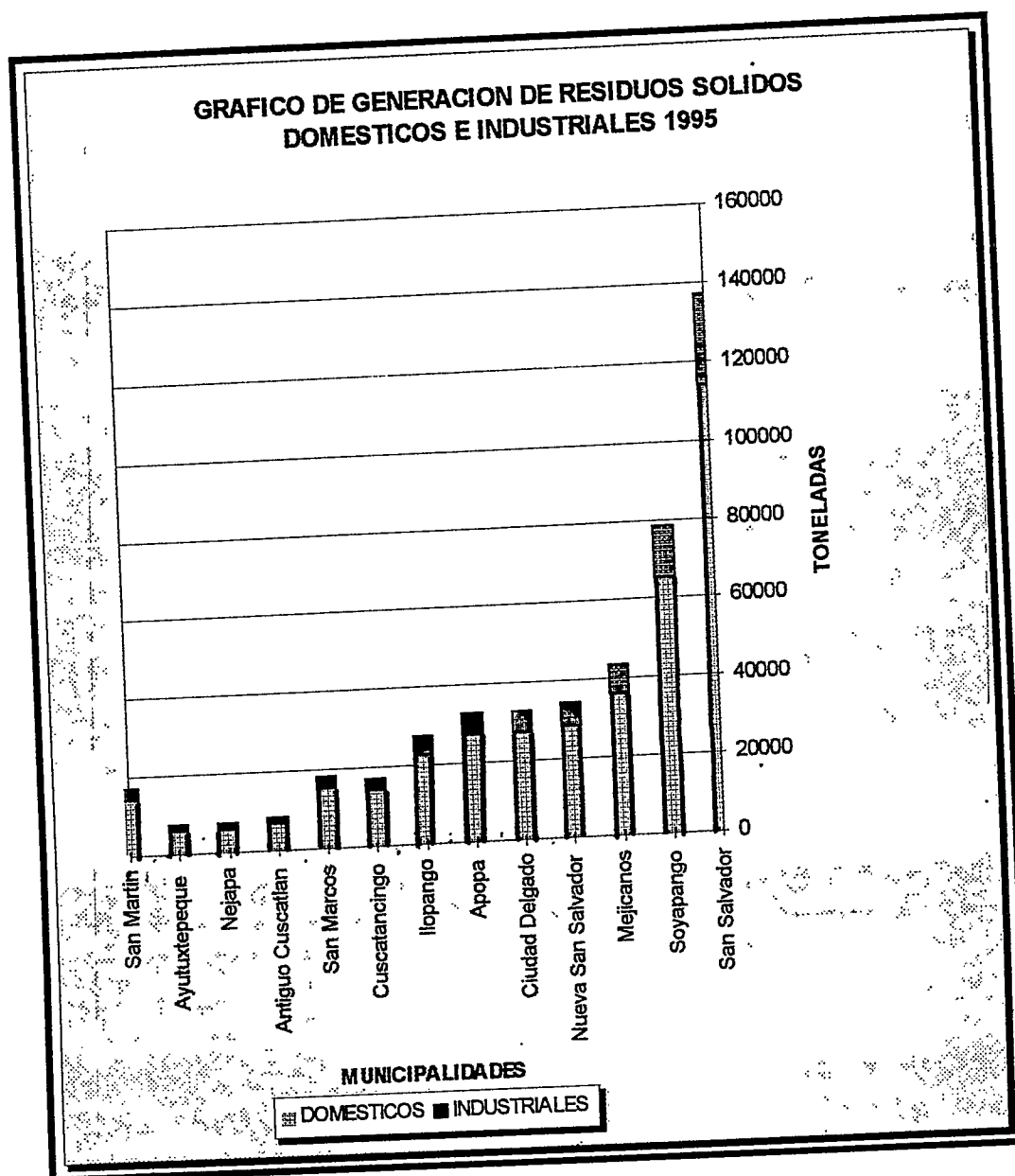
Tabla 1.1 Categoría, Composición y Procedencia de la Residuos Sólidos Urbanos.

CATEGORIA	COMPOSICIÓN	PROCEDENCIA
Desechos Domésticos	Desechos de cocina Papel/Cartón Plástico Madera, cenizas Caucho Vidrio Metal Textiles(trapos) Desechos voluminosos (llantas, muebles, etc.)	Casas Departamentos Pequeños comercios
Desechos comercial/institucional	Igual que los desechos domésticos; y desechos hospitalarios	Tiendas Mercados y supermercados Hoteles Oficinas Hospitales, laboratorios Bases militares
Desechos industriales	Varios como papeles, metales, plásticos, madera, caucho, textiles, etc.	Fabricas de transformación, de tratamiento, de empaques, de ensamblaje, etc.
Varios	Carrocerías de automóviles Desechos de construcción y demolición Desechos de calles, etc.	Calles, terrenos públicos, obras de construcción, incendios

Fuente: Alcaldía Municipal de San Salvador

1.6.2 CANTIDAD Y COMPOSICION DE LOS RESIDUOS SOLIDOS DEL AMSS

Figura 1.2 Generación de Residuos Sólidos.



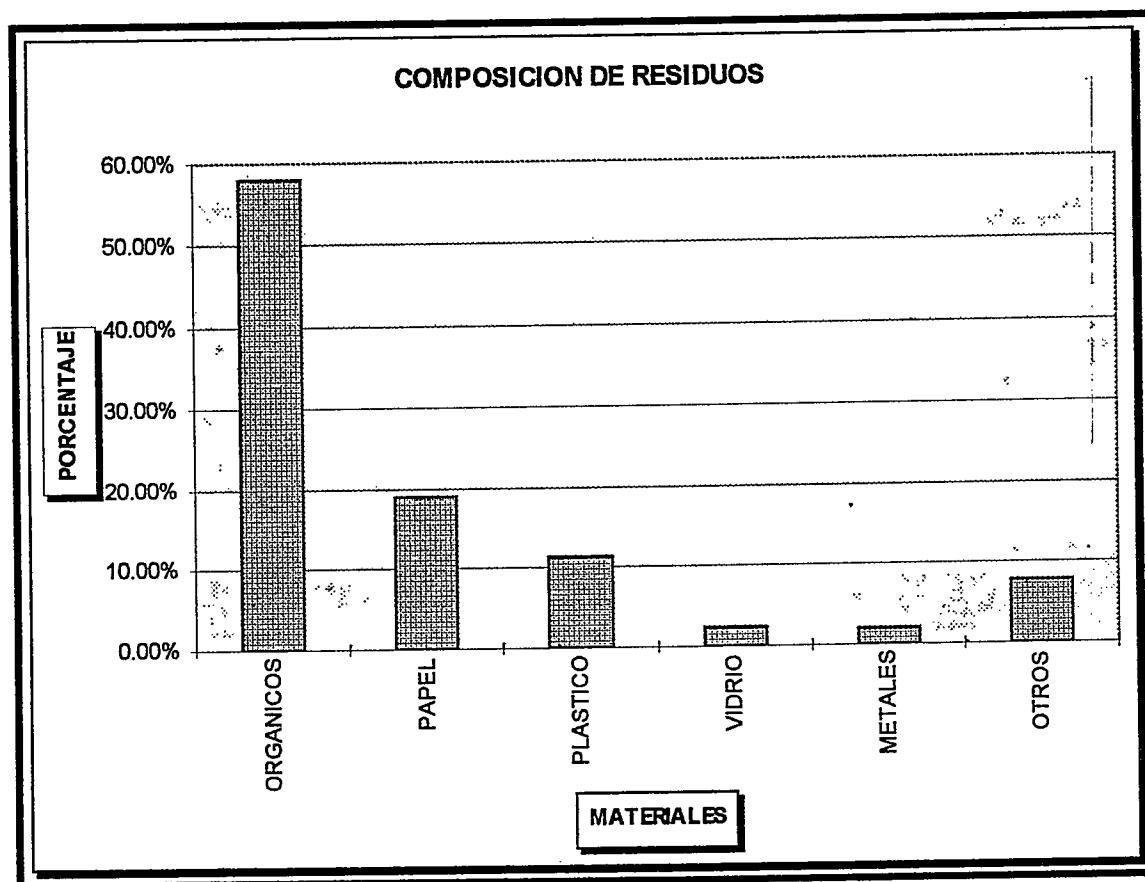
Fuente: Alcaldía municipal de San Salvador.

La cantidad de residuos sólidos generados en el Área Metropolitana de San Salvador para el año de 1994 fue de 347,821 toneladas métricas, con un factor de crecimiento de

3% anual. Lo que nos indica que la cantidad de residuos a generar para el año 1995 es de aproximadamente 358,255 ton.

La composición de los residuos en la categoría industrial varía mucho debidos a que las zonas industriales en el área urbana no están bien delimitadas. Esta razón nos impidió poder hacer un diagrama representativo de como están compuestos los residuos sólidos urbanos industriales. Para el caso de los residuos sólidos domésticos urbanos tenemos la siguiente composición; aunque ésta composición no es fija puesto que se ve afectada a corto plazo por el cambio de estación.

Figura 1.3 Composición de Residuos Sólidos del AMSS.



Fuente: Salvanatura.

1.6.3 CANTIDAD Y TIPO DE TRANSPORTE EMPLEADO EN LA RECOLECCION DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS

La recolección de residuos sólidos urbanos es la base fundamental de los programas de manejo de residuos de los países en vías de desarrollo. En el caso de nuestro país, y mas específicamente a la región metropolitana de San Salvador, se cuentan con los siguiente recursos por cada municipalidad:

Tabla 1.2 Recursos y Eficiencia de Recolección de Residuos Sólidos.

MUNICIPIO	COMPACTADORES	VOLTEOS	OTROS	EMPLEADOS	EFICIENCIA DE RECOLECCIÓN (%)
San Salvador	32	11	4	1200	85
Soyapango	4	-	2	64	60
Mejicanos	4	-	1	71	ND
Nueva San Salvador	ND	ND	ND	ND	ND
Ciudad Delgado	4	-	-	28	ND
Apopa	2	1	-	19	45
Ilopango	3	-	1	31	75
Cuscatancingo	2	4	-	12	60
San Marcos	4	-	-	44	70
Antiguo Cuscatlan	3	5	-	99	ND
Nejapa	-	-	1	3	100
Ayutuxtepeque	1	1	-	10	97
San Martín	-	2	-	16	ND

Fuente: ISDEM.

ND: No Determinado.

1.6.4 TARIFAS MUNICIPALES EN CONCEPTO DE ASEO PUBLICO

Las tarifas mensuales en concepto de aseo público han sido establecidas en función de áreas. Además se han establecido tarifas diferenciadas para domésticos, comercial e industrial; tal como se muestra en el siguiente cuadro.

Tabla 1.3 Tarifas Municipales por de Aseo Público (1995).

MUNICIPIO	TARIFAS MENSUALES (COLONES/ M2)			FECHA DEL DECRETO LEGISLATIVO
	DOMÉSTICOS	COMERCIAL	INDUSTRIAL	
San Salvador	0.06 - 8.00	0.06 - 0.15	10.00 - 300.00	8/08/94
Soyapango	0.05	0.05	0.05	1/01/93
Mejicanos	0.06	0.15	0.15	mar-93
Nueva San Salvador	ND	ND	ND	ND
Ciudad Delgado	0.06	0.15	0.15	22/12/92
Apopa	0.06	0.45	0.45	22/01/93
Ilopango	0.08	0.07	0.07	4/03/93
Cuscatancingo	0.30	0.30	0.30	18/12/92
San Marcos	0.05	0.05	0.12	may-93
Antiguo Cuscatlan	0.07	0.15	0.20	1/07/94
Nejapa	0.02	0.03	0.40	1/03/93
Ayutuxtepeque	0.07	0.14	0.21	ND
San Martín	0.06	0.10	0.15	22/03/93

Fuente: Municipios

1.6.5 COSTOS ACTUALES DE MANEJO DE RESIDUOS POR MUNICIPALIDAD

Los costos actuales por manejos de los residuos sólidos de la región metropolitana de San Salvador, para el año de 1994 ascendieron a ¢45,970,000 colones. El costo promedio de manejo por tonelada métrica para ése período fue de ¢109.37 colones, a continuación se detalla los costos de gestión por cada una de las 13 municipalidades que conforman la zona metropolitana de San Salvador.

Tabla 1.4 Costos Actuales de Manejo de Residuos Sólidos.

LOCALIDAD	COSTO DE GESTIÓN EN ¢ '000 / AÑO				
	RECOLECCIÓN	TRANSPORTE	ELIMINACIÓN	TOTAL	¢/T.M.
San Salvador	8597	10322	4109	23028	¢ 176.70
Soyapango	2314	3467	0	5781	¢ 110.00
Mejicanos	1284	1733	0	3017	¢ 103.49
Nueva San Salvador	1003	3018	0	4021	¢ 175.65
Ciudad Delgado	976	924	0	1900	¢ 85.89
Apopa	721	220	0	941	¢ 57.11
Ilopango	1003	299	299	1601	¢ 70.22
Cuscatancingo	510	686	0	1196	¢ 103.40
San Marcos	598	1381	0	1979	¢ 144.67
Antiguo Cuscatlan	228	598	0	826	¢ 158.93
Nejapa	193	35	0	228	¢ 51.92
Ayutuxtepeque	228	316	0	544	¢ 104.98
San Martín	501	246	149	896	¢ 78.85
TOTAL	¢18156	¢23245	¢4557	¢45958	¢ 109.37

Fuente: Alcaldía Municipal de San Salvador.

CAPITULO II

CAPITULO II

INVESTIGACIÓN DE CAMPO

Este capitulo presenta los diferentes paso realizados con el objeto de determinar el nivel de involucramiento de ciudadanos residentes en el área metropolitana de San Salvador, con respecto al manejo de los residuos sólidos que genera.

En la realización de éste capitulo se tuvo la colaboración de las entidades ecológicas, amigos residentes en el área metropolitana de San Salvador y compañías recicladoras.

2.1 METODOLOGIA DEL ESTUDIO.

La investigación se realizó a nivel regional, tratando de cubrir en su totalidad los trece municipios que componen el Area Metropolitana de San Salvador y repartiendo el tamaño de la muestra en forma proporcional a la cantidad de habitantes de cada municipalidad. El proceso de investigación comprendió las siguientes etapas:

- * Criterio de Selección.
- * Determinación de la población de AMSS.
- * Determinación de la muestra total del AMSS.
- * Distribución de la muestra por cada municipalidad en función de su población.
- * Realización de encuestas.
- * Tabulación y graficación de resultados.
- * Interpretación de datos.

2.2 CRITERIO DE SELECCION.

El área estudiada seleccionada es toda aquella que comprende los trece municipios del AMSS, los cuales son:

- 1- San Salvador
- 2- Soyapango
- 3- Mejicanos
- 4- Nueva San Salvador
- 5- Ciudad Delgado
- 6- Apopa
- 7- Ilopango
- 8- San Marcos
- 9- Cuscatancingo
- 10- San Martín
- 11- Antiguo Cuscatlán
- 12- Nejapa
- 13- Ayutuxtepeque

Para la realización de las encuesta se seleccionó a los encuestados basándose principalmente el criterio que debería ser residentes del área metropolitana de San Salvador en cualquiera de sus trece municipios.

2.3 DETERMINACION DE LA POBLACION DEL AMSS.

La población del Area Metropolitana de San Salvador se determinó haciendo uso de los datos demográficos obtenidos del censo poblacional realizado en el año de 1992, el cual nos reflejó un total de 1,494,513 habitantes en los trece municipios de la región en estudio.

2.4 DETERMINACION DE LA MUESTRA.

Debido a la complejidad del estudio y al tamaño de la población se usó la siguiente formula para determinar el tamaño de la muestra:

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q}{E^2}$$

DONDE:

Z = Nivel de confianza requerido para generalizar los resultados hacia toda la población, que puede ser, entre otros resultados, 95% ó 99%.

$p \text{ q}$ = Variabilidad del fenómeno estudiado, donde $p = 0.5$
y $q = 0.5$

E = Presión con que se generalizarán los resultados que bien puede ser: 0.05, si corresponde a un Z de 95%; ó 0.01, si Z se ha determinado en un 99%.

Sustituyendo en la formula anterior, utilizando un nivel de confianza (Z) del 95% y otorgando un 5% de formularios extra para complementar extraviados y mal llenados, se obtuvo una muestra de:

$$n = 384 + 19 = 403 \text{ (número de encuestados)}$$

2.5 DISTRIBUCION DE LA MUESTRA POR MUNICIPALIDAD.

La muestra se distribuyó de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 2.1 Relación Población / Asignación de Cuestionarios.

LOCALIDAD	POBLACIÓN CENSO 1992	PORCENTAJE DE POBLACIÓN TOTAL	ASIGNACIÓN DE CUESTIONARIOS
1- San Salvador	415,346	27.8 %	112
2- Soyapango	261,122	17.5 %	71
3- Mejicanos	144,855	9.7 %	39
4- Nueva San Salvador	113,863	7.6 %	31
5- Ciudad Delgado	109,179	7.4 %	30
6- Apopa	109,179	7.3 %	29
7- Ilopango	90,634	6.1%	25
8- San Marcos	59,913	4.0 %	16
9- Cuscatancingo	57,485	3.8 %	15
10- San Martín	56,530	3.7%	15
11- Antiguo Cuscatlán	28,187	1.9 %	8
12- Nejapa	23,891	1.6 %	6
13- Ayutuxtepeque	23810	1.6 %	6
TOTAL DEL ÁREA	1,494,513	100.0%	403

2.6 REALIZACION DE ENCUESTAS.

Las encuestas realizadas tenían como fin principal, conocer la opinión que tienen los residentes del AMSS, sobre el manejo de residuos sólidos actual y además explorar la posibilidad de aceptar un programa de manejo ecológico de residuos sólidos para la región.

Otro de los aspectos explorados, fue la connotación psicológica que tienen los residuos sólidos abandonados a las orillas de las carreteras y en las esquinas de las comunidades. Así mismo el nivel de conocimiento que tiene los ciudadanos capitalinos sobre el valor que tienen los muchos residuos reciclables.

La encuesta fue elaborada en forma corta y sencilla, de manera que sirviera para encuestar en forma personal y por medio telefónico o vía fax. La información recogida fue respondida por los dos medios antes mencionados y luego agrupada para su posterior análisis.

2.7 TABULACION Y GRAFICACION DE RESULTADOS DE LA ENCUESTA

2.7.1 TIPOS DE PREGUNTAS Y RESULTADOS DE ENCUESTA

Pregunta # 1

¿ Edad del Entrevistado ?

Resultados de la Encuesta:

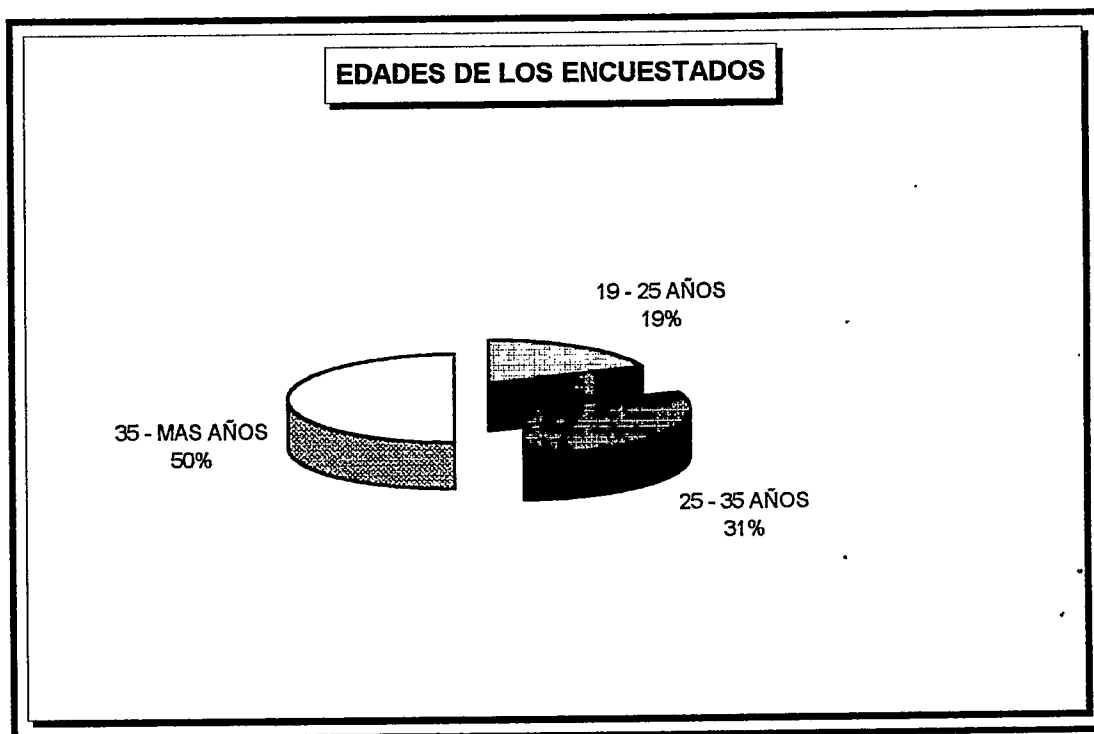


Figura 2.1

Pregunta # 2

¿ Sexo del Entrevistado ?

Resultados de la Encuesta:

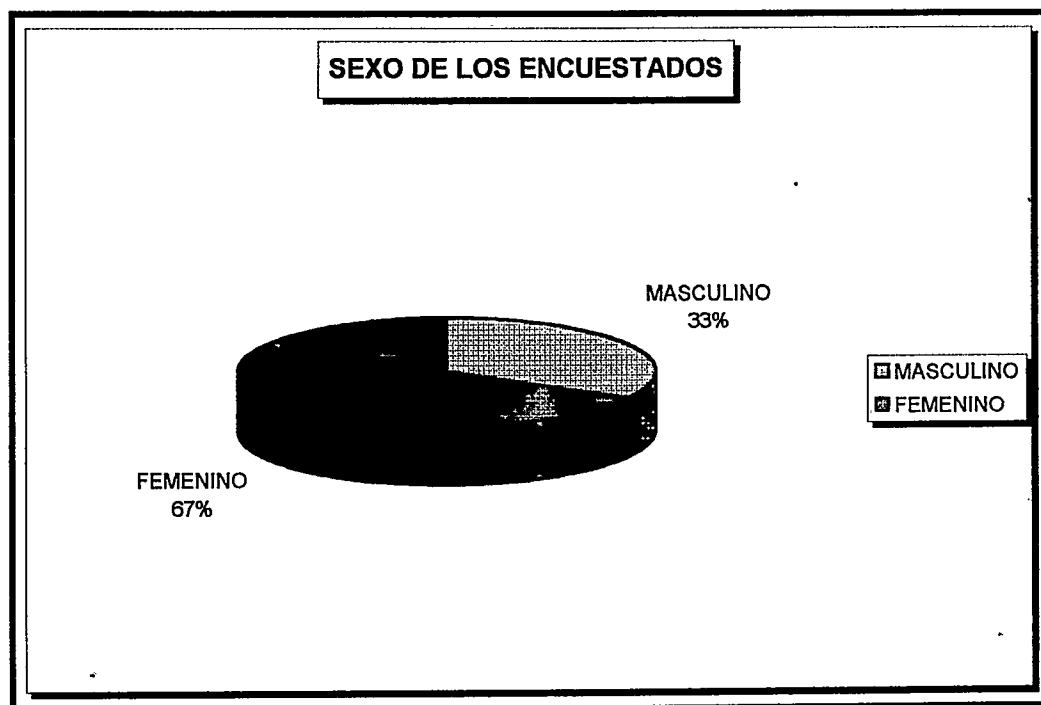


Figura 2.2

Pregunta # 3

¿ Lugar de Residencia del Entrevistado ?

Respuestas de los Encuestados:

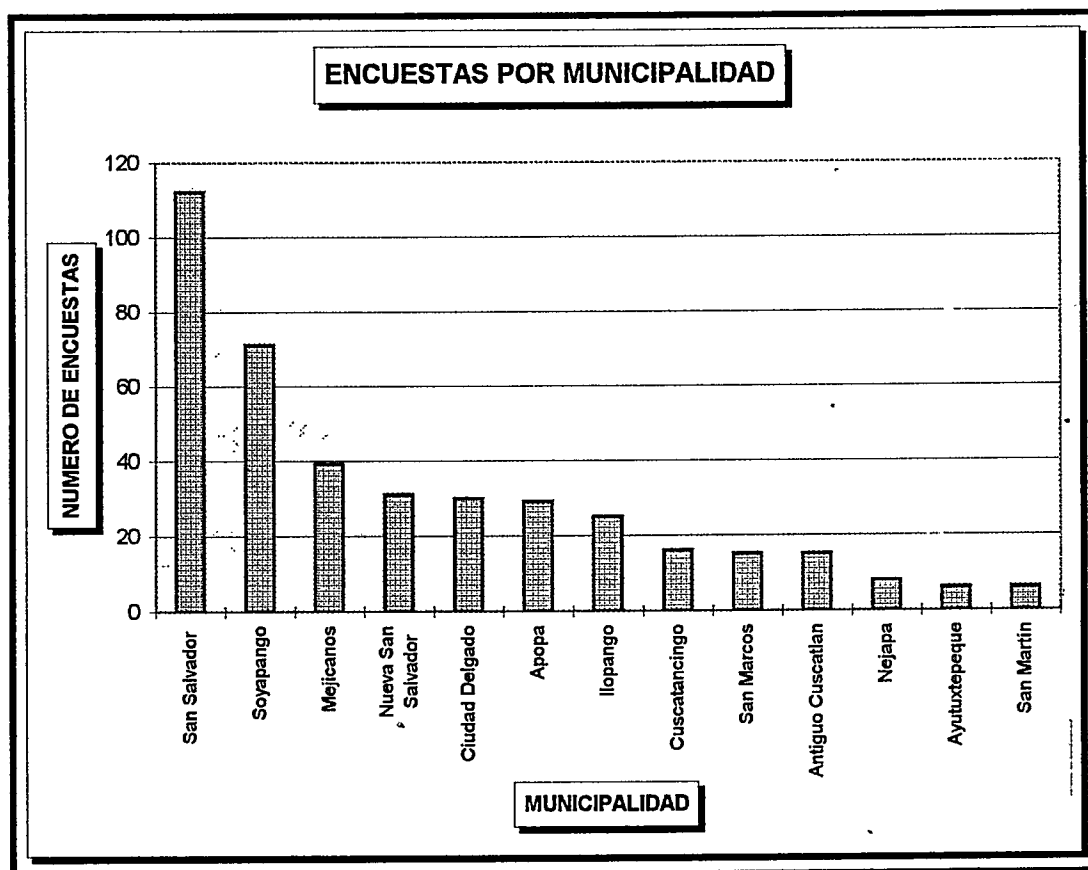


Figura 2.3

Finalidad de las preguntas 1, 2 Y 3:

La razón principal por la cual se incluyeron éste tipo de preguntas en el cuestionario, fue para tener una idea de las personas que más frecuentemente están en contacto con los residuos sólidos generados y su lugar de residencia.

Una razón secundaria fue la de servir de introducción al llenado de cuestionario.

b) Tipo de Pregunta: Cerradas Exploratorias

Pregunta # 4

¿ Qué opina del sistema de recolección de basura en su colonia ?

Posibles Respuesta:

- a) Bueno
- b) Regular
- c) Malo

Respuestas de los Encuestados:

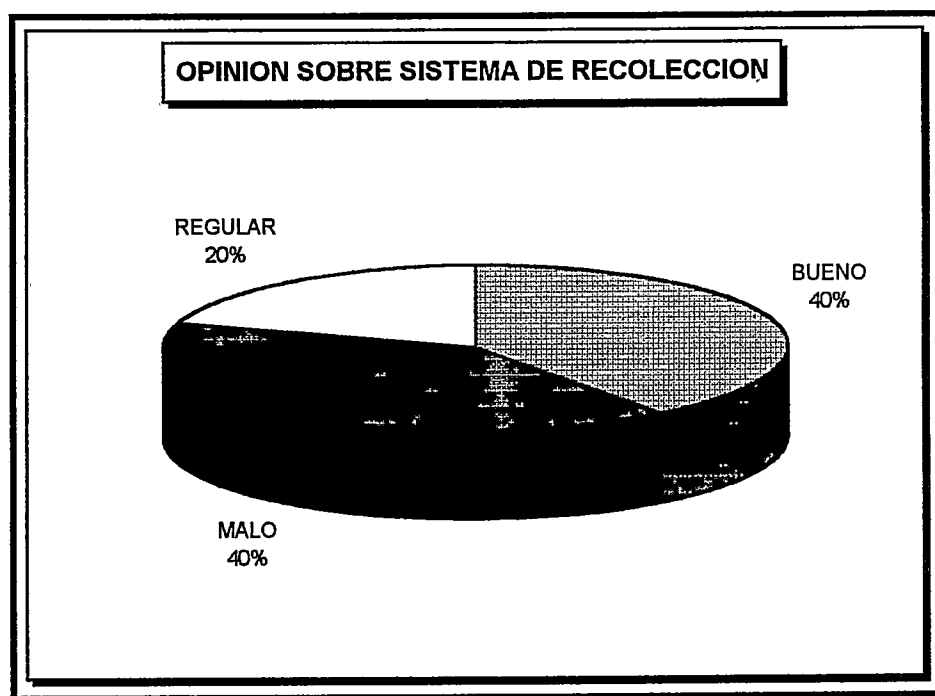


Figura 2.4

Finalidad de la Pregunta :

La finalidad de ésta pregunta era determinar el nivel de conformidad que tienen los residentes con relación a la atención que brindan las alcaldías municipales en concepto de recolección de residuos sólidos. Esta pregunta es específica para RECOLECCIÓN DE RESIDUOS, no incluye manejo.

Pregunta # 5

Cuando usted ve un promontorio de basura a la orilla de la calle, ¿ Quién cree que es el responsable ?

Posibles Respuestas:

- a) La Alcaldía Municipal
- b) La Comunidad
- c) Usted

Respuestas de los Encuestados:

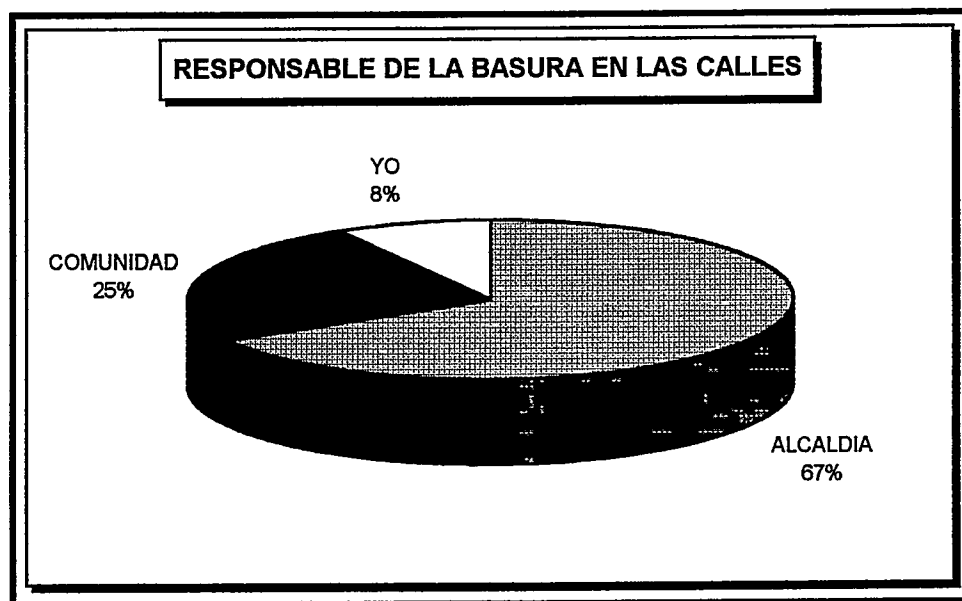


Figura 2.5

Finalidad de la Pregunta :

Esta pregunta fue introducida al cuestionario para determinar el nivel de responsabilidad que tiene los residentes del área metropolitana de San Salvador, sobre la generación de los residuos sólidos y su posterior manejo.

Además, la base de éste cuestionamiento tenía como punto de partida que la basura es responsabilidad de la persona que la genera y solamente ella puede cambiar la situación actual.

Pregunta # 6

¿ Sabe usted cuánto cuesta una libra de papel periódico para ser reciclado ?

Posibles Respuestas:

- a) No sé
- b) 10-30
- c) 30-60
- d) 60-90

Respuestas de los Encuestados:

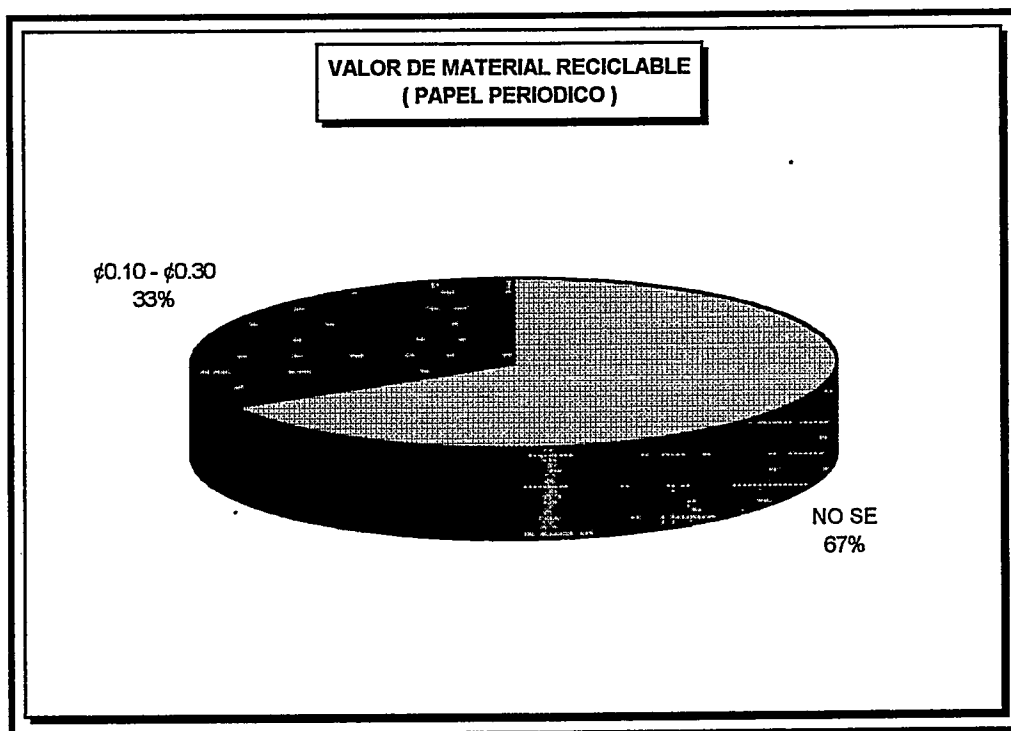


Figura 2.6

Finalidad de la Pregunta :

El papel periódico es uno de los materiales reciclables y reusables más comunes. Por ésta razón se seleccionó éste para determinar el nivel de conocimiento que tiene la comunidad con relación al valor de los materiales reusables y reciclables.

Pregunta # 7

¿ Cree usted que incinerar la basura es la solución a ésta problemática actual ?

Posibles Respuesta:

- a) Si
- b) No

Respuestas de los Encuestados :

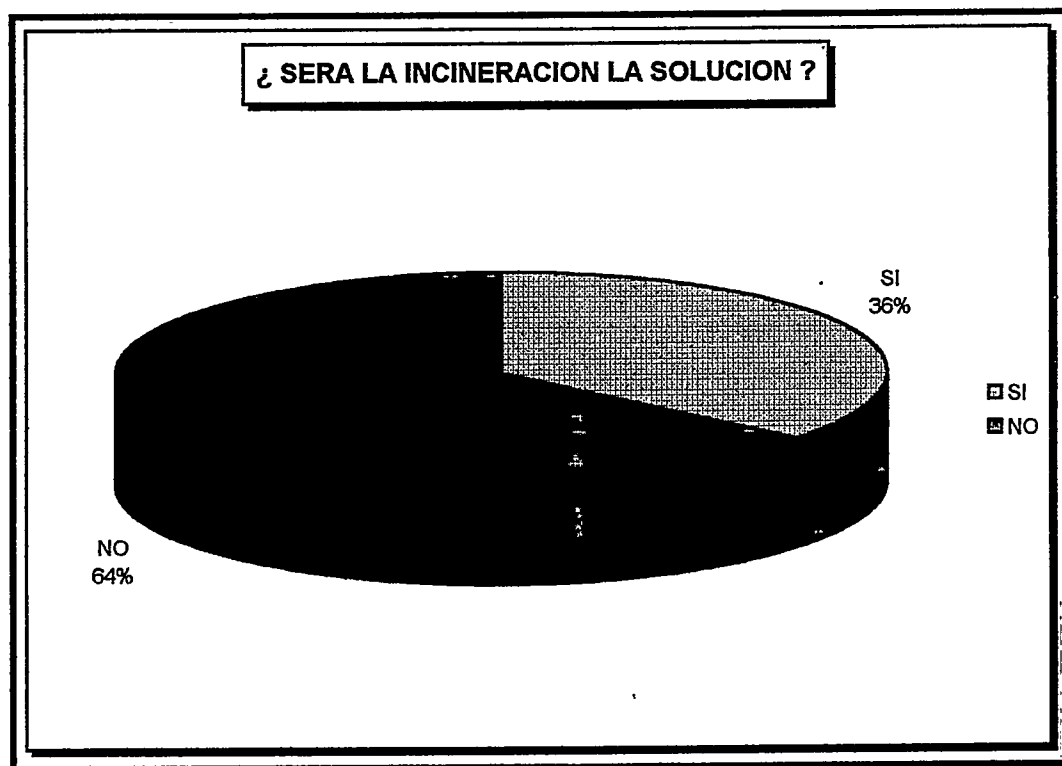


Figura 2.7

Finalidad de la pregunta:

Mucho se ha promocionado por la Alcaldía Municipal de San Salvador en el año de 1995 la compra de un incinerador, para eliminar así el problema social que actualmente tenemos. La pregunta en sí trataba de determinar si los habitantes de área conocían los efectos contaminantes al aire que causan éste método de manejo de residuos sólidos.

Pregunta # 8

¿ Sabe usted qué cantidad (lb/día) de basura genera cada residente del Área Metropolitana de San Salvador ?

Posibles Respuesta:

- a) No Sé
- b) 1.0 - 1.5 lbs
- c) 1.5 - 5.0 lbs
- d) 5.0 - 10.0 lbs

Respuestas de los Encuestados:

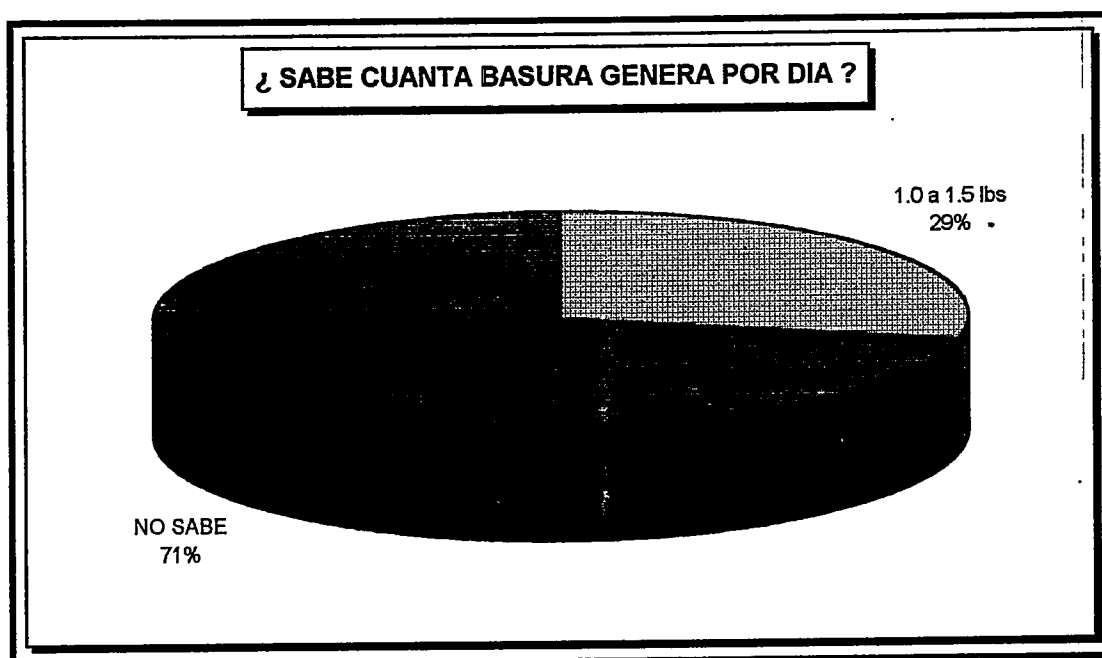


Figura 2.8

Finalidad de la pregunta:

El problema de los residuos sólidos comienza con su generación, si los residentes del área no tiene una idea de cuántos residuos generan; el problema se vuelve incontrolable.

La pregunta fue planteada de tal manera que nos mostrara una relación entre conciencia de generación, limpieza de comunidad y nivel de vida.

Pregunta # 9

De acuerdo a su criterio, ¿ Cómo cree que se va a ver el Área Metropolitana de San Salvador en el año 2000 ?

Posibles Respuesta:

- a) Limpio
- b) Sucio

Respuestas de los Encuestados:

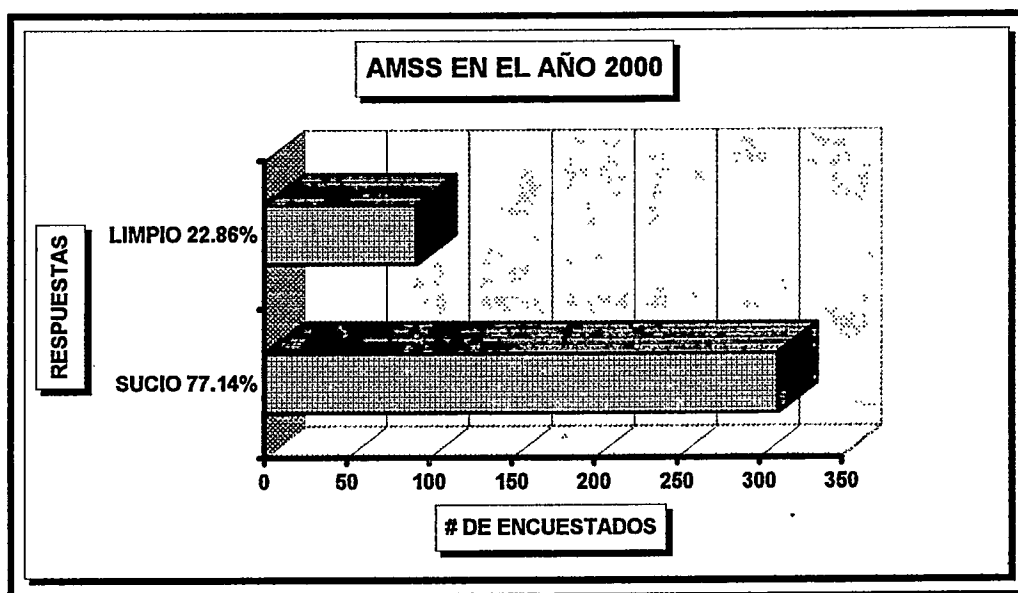


Figura 2.9

Finalidad de la Pregunta:

Fundamentados en que el éxito de un programa de manejo ecológico de residuos sólidos, depende en gran medida de la visión del futuro que tengan los residentes del área y con el propósito de establecer bases para la formulación de estrategias de conscientización se formuló el cuestionamiento anterior.

Pregunta # 10

¿ Cree usted que exista algún método de manejo de basura que no dañe el medio ambiente ?

Posible Respuestas:

- a) Si
- b) No

Respuestas de los Encuestados:

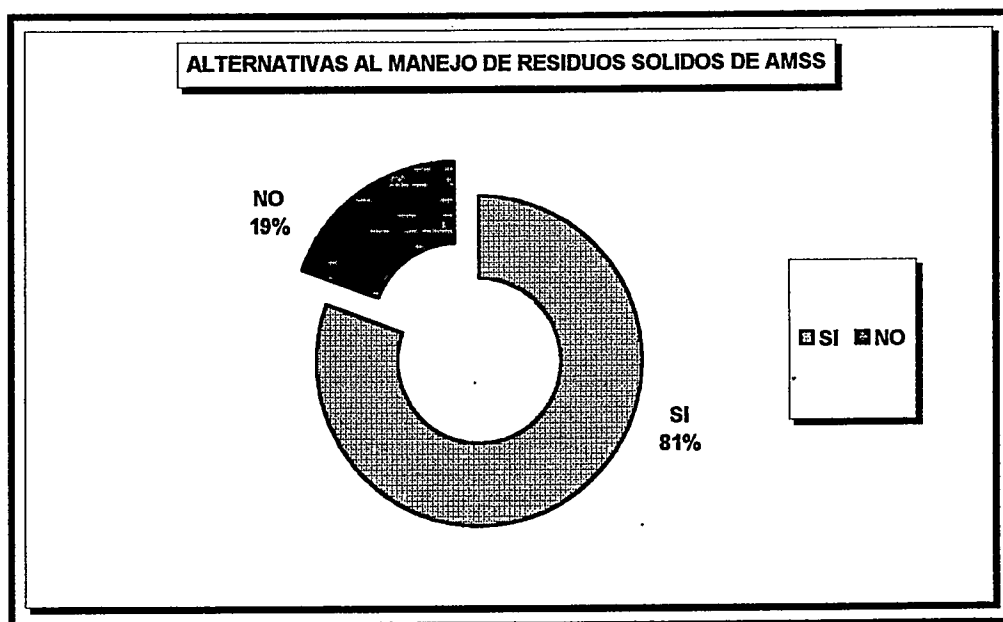


Figura 2.10

Finalidad de la Pregunta:

El Salvador, tanto como muchos otros países Latino Americanos, ya dejaron de ser países ignorantes y están siendo expuesto a la mayoría de adelantos tecnológicos, sociales y ambientales. El propósito de esta pregunta era determinar el nivel de conocimiento de los residentes del Área Metropolitana de San Salvador en materia ambientalista.

2.8 INTERPRETACION DE DATOS.

Los datos obtenidos por medio de las encuestas, nos hacen concluir lo siguiente:

1. De un total de 403. encuestados, el 67% fueron mujeres; de las cuales el 50% eran mayores de 35 años.

2. El municipio de San Salvador es el más poblado de los trece municipios que conforman el AMSS. A éste se le asigno un total de 27.8% de las encuestas que formaban la muestra total.

3. La respuesta obtenidas sobre el sistema de recolección actual fueron muy buenas, ya que el 60% de todos los residentes del AMSS opinan que esta entre regular y bueno y solamente el 40% opina que debería mejorar.

4. El 67% de los residentes de AMSS, opinan que la basura abandonada en las calles, orias de rios y quebradas es responsabilidad de las Alcaldias Municipales.

5. Se pudo de terminar a través de la encuesta que más del 67% de los ciudadanos capitalinos desconocen el valor económico que tienen los residuos sólidos reciclables y que la mayoría de ellos no estan interesados en recuperar nada.

6. A raíz de la propaganda sobre la instalación de un incinerador de residuos sólidos autofinanciable con la generación de energía electrica, se incluyó en ésta encuesta la pregunta # 7, a la cual respondieron los encuestados (64%) que incinerar no es la mejor solución.

7. Este estudio de campo nos afirma que más del 70% de los residentes no tienen ni idea de cuantas libras de residuos sólidos genera al dia, y que ademas ellos saben que de seguir a si, para el año 2000, San Salvador será un lugar sucio donde vivir.

8. Más del 81% de los habitantes del AMSS, han oido hablar de métodos alternativos para el manejo de residuos sólidos menos dañinos al medio ambiente que la incineración y los tiraderos a cielo abierto.

CAPITULO III

CAPITULO III

MÉTODOS DE PROCESAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

3.1 ¿PORQUE PROCESAR LOS RESIDUOS SOLIDOS URBANOS?

Existen muchas razones por las cuales debemos procesar los residuos sólidos generados, pero la principal y quizás más importante es que al procesar los residuos no hay perdedores. Todos ganan: los pepenadores e intermediarios del sector informal, por ser ésta una actividad generadora de ingresos para una población con alta tasa de desempleo; ganan las municipalidades por tener menos volumen de residuos que recoger y transportar; ganan los rellenos sanitarios porque se reduce el volumen de residuos recibidos, alargando la vida útil de éstos; gana la población en general, por sentirse que están contribuyendo a la solución de éste problema ambiental; gana el medio ambiente y se beneficia la salud de la población, por existir menos basura en lugares inadecuados y gastando menos los recurso existentes; y ganan las empresas e industrias que compran los materiales recuperados a precios alternativos.

Los problemas que causan los residuos sólidos son múltiples, sin embargo se pueden clasificar en:

- a) Problema Psicológico
- b) Problema Social / político
- c) Problema Económico
- d) Problema Ecológico

a) Problema Psicológico:

El hombre moderno no quiere ver nada sucio o contaminante en el área que él se desenvuelve. Todos los objetos o materiales que no presentan ningún uso actual los concibe como estorbos y su deseo primordial es el de desecharlos, no importando su destino futuro. Cuando vemos una naranja en su forma natural nos llama la atención su color, frescura y aroma. Sin embargo después de haberla exprimido para obtener su jugo, todo aquello que antes nos pareció apetecible, ahora nos causa desagrado y más aún después de 12 horas, cuando ésta se vuelve criadero de insectos y atracción de roedores; entonces hay que eliminar ésta basura de cualquier manera y donde sea.

Los residuos sólidos se vuelven un problema psicológico cuando no son manejados apropiadamente; la basura no desaparece por arte de magia, si queremos vivir en lugar limpio debemos depositar la basura en los lugares apropiados y recordar que entre más desperdicios se generan más trabajoso es su manejo.

Figura 3.1 Niños de la Basura en Acción.



b) Problema Social / Político

†En todos los países de América Latina, o países en vías de desarrollo, existe un grupo de persona que viven de los residuos que los demás ciudadanos generan. Este grupo social en El Salvador se llama PEPENADORES. Su función es recuperar todo lo que tenga un valor realizable de los residuos generados, ya sea en los camiones transportadores, en puntos específicos en la trayectoria de éste, o en los botaderos. Muchas de estas personas el único trabajo honorable que han logrado conseguir es el de recoger bolsas plásticas para vendérselas a mayoristas y otros es lo único que quieren hacer ya que siempre han vivido de la basura y ellos le llaman EL PAN DE CADA DÍA.

×Aunado al problema social viene el problema político, ya que en los países en vías de desarrollo, donde la población crece desproporcionalmente, con los servicios prestados; el problema de la basura es parte del paquete político de cualquier candidato a las alcaldías municipales. Desgraciadamente el problema de los residuos no se puede resolver a través de política, si no que a través de una concientización social donde todos los residentes de las áreas metropolitanas administren sus residuos.

Figura 3.2 Madre e Hija en Busca del PAN DE CADA DÍA.



c) Problema Económico

Cada material u objeto que nosotros tiramos a la basura tiene su valor de recuperación o de reuso. Para el año de 1994 los pepenadores del área metropolitana de San Salvador recuperaron un valor de casi \$8,500,000 en concepto de plástico, papel, aluminio y vidrio.

Los Salvadoreños residentes en el área metropolitana de la ciudad capital generan más de 1,000 toneladas métricas de residuos sólidos de los cuales una muy pequeña cantidad esta siendo recuperada.

Otro factor importante es el costo de manejo de los residuos sólidos urbanos, las municipalidades gastan alrededor de \$110 colones/ tonelada en concepto de manejo de residuos. Esto nos indica que para el año de 1995, las alcaldías del área metropolitana de San Salvador se gastaron alrededor de \$46,000,000 de colones empleando a casi 1600 personas.

Figura 3.3 Costo de Manejo de Una Tonelada Métrica de Basura.



d) Problema Ecológico

hay dos razones fundamentales para considerar el problema ecológico de los residuos sólidos:

1) Su efecto contaminante cuando simplemente se entierran en las orillas de las ciudades.

2) De los residuos sólidos se obtienen materias primas para reciclaje industrial que evitan seguir agotando los recursos naturales y además ahorran agua y energía en los procesos de fabricación.

Las materias principales que se recuperan de los residuos son papel, plástico, vidrio, metal, y materia orgánica.

Como se sabe el papel en su gran mayoría proviene de los árboles, y un porcentaje cercano al 20% del total de los residuos es papel que puede reciclarse hasta 10 veces. Así, por cada tonelada de papel y cartón reciclados dejan de cortarse 10 árboles o de usar 2.5 toneladas de madera, además de ahorrar agua y energía en su producción.

Respecto al plástico, casi el 100% del contenido de los residuos es reciclable por sus propiedades de termoplásticos permiten fundirlos nuevamente, reutilizarlos como materia prima para otros productos.

El vidrio contenido en la basura representa el 5% del total y para producir una tonelada de vidrio se necesita 600 kg. de arena sílica, 200 kg. de cloruro de potasio, 200 kg. de caliza, 70 kg. de feldespato y 4,500 kw/hr de energía, y en su fabricación se generan 200 kg. de residuos por extracción y 15 kg. de contaminantes ambientales suspendidos en el aire. El reciclaje del vidrio evita los gastos para la obtención de los componentes y ahorra un 40% de energía.

En el caso de los metales magnéticos o no es la misma situación que la del vidrio. Reciclandolos se reduce en un 95% el gasto de energía y los desechos contaminantes.

La materia orgánica es algo que de alguna manera la tierra nos ha brindado y no le regresamos nada a cambio; la naturaleza se convierte en una especie de despensa de la cual solo extraemos, con lo que se rompe el ciclo ecológico.

Tratar de devolver, en la medida de lo posible, las sustancias y la energía contenida en los residuos sólidos y tender a que el hombre solo tome de la naturaleza la cantidad de materia prima que necesita para su consumo, es la forma más eficaz de preservar el medio ambiente.

Figura 3.4 Degradación Ambiental.



3.2 MÉTODOS DE PROCESAMIENTO.

3.2.1 COMPOSTAJE.

El compost es un producto negro, homogéneo generalmente en forma granulada, sin restos gruesos, siendo un producto húmico y cálcico. El compost se obtiene a partir del proceso de fermentación de los residuos sólidos orgánicos dando al final un producto similar al humus.

El humus es un material orgánico presente en todos los suelos fértiles, procedente de la descomposición progresiva de restos vegetales y animales que caen al suelo y que por actividad saprofita de hongos y bacterias se transforman en componentes minerales. Sin humus no puede existir vida en el suelo, ya que este desempeña un papel fundamental en la biología de los suelos, en la regulación de la alimentación de las plantas y cultivos. El compost elaborado a partir de los residuos sólidos urbanos aplicado sobre los suelos actúa física, química y biológicamente, similar al humus.

La situación actual de generación de residuos sólidos orgánicos es una excelente oportunidad para transformar esa materia prima en abonos orgánicos o compost; ayudando así a retribuir los nutrientes al suelo, además de resolvernos en gran medida el problema de manejo de residuos sólidos sin dañar el ambiente.

El compostaje ofrece las siguientes ventajas:

a) Es la única técnica operativa actual para reutilizar la materia residual orgánica.

b) Es adecuada para manejar residuos industriales de empresas productoras de cárnicos, vegetales, etc.

c) Si el clima es extremadamente caliente ayuda al proceso.

d) Mejora las propiedades físicas del suelo, al facilitar su arado y capacidad para absorber humedad.

e) Mejora la actividad biológica del suelo; descomponiendo los minerales insolubles y reduciendo la lixiviación del nitrógeno y fósforo.

f) La cantidad de fertilizantes químicos requeridos disminuye en los suelos tratados con compost.

También representa algunas desventajas :

a) Posee altos costos de instalación y funcionamiento a nivel industrial, debido a que los residuos orgánicos llegan a los centros de procesamiento contaminados con diferentes tipos de residuos inorgánicos.

b) Por falta de conocimiento el mercado es inestable, estacional o inexistente.

c) La ubicación de la planta es difícil debido a las molestias que ocasiona en los alrededores.

Las operaciones modernas del composteo sólo difieren de las antiguas en la forma de lograr la aireación, etapa de molienda y como eliminar contaminantes presentes. Condiciones para que sea eficaz el proceso composteo:

- * La materia inorgánica deberá tener una relación carbono / nitrógeno de 50/1 y poseer un pH entre 5.5 y 8.0.

- * Triturar los materiales y mezclar para el tratamiento en pilas o en silos.

- * La humedad debe ser durante todo el proceso de composteo entre 50% y 60%.

- * Suministrar aire en toda la masa del material en tratamiento; para actuar sobre los microorganismos aerobios y oxidar varias moléculas orgánicas.

3.2.1.1 METODOS DE COMPOSTEO

En general, las técnicas de fermentación son de dos tipos:

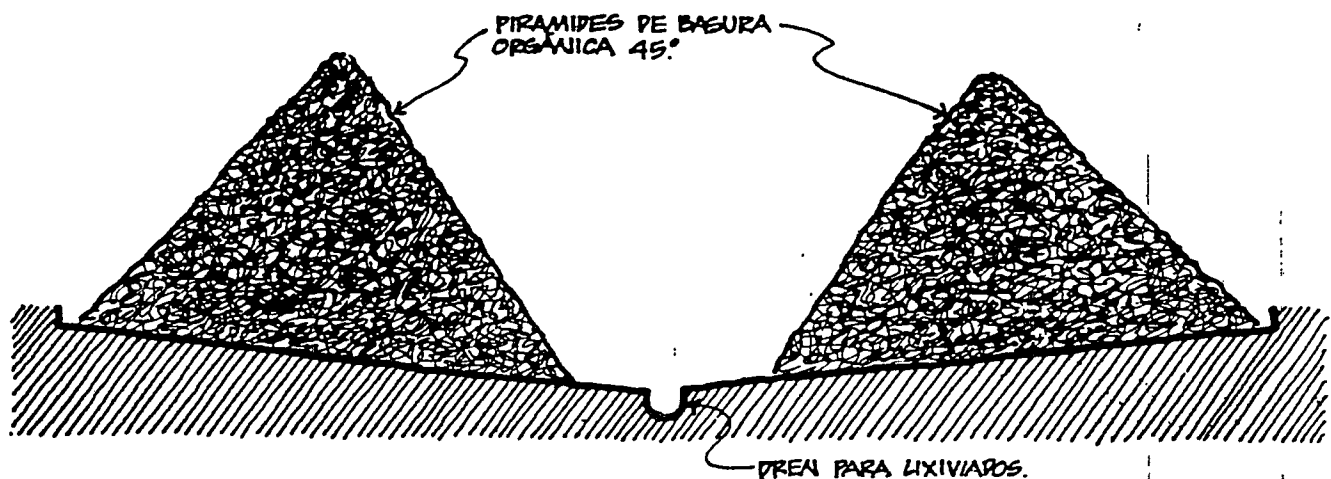
a) Composteo Estático (Depósito en Pilas)

Se produce una fermentación natural en la cual después de molido y regado con agua se hacen pirámides de 2 metros de alto sobre el área o pilas. Durante el primer mes debe removerse cada 10 días; y una vez al mes durante los dos siguientes.

Después de cada voltéo se observará una brusca elevación de la fermentación de las bacterias aeróbicas termofílicas.

Transcurrido tres meses la fase activa de la fermentación estará terminada y quedará solo la de maduración.

Figura 3.5 Composteo Estático en forma de Pirámides.



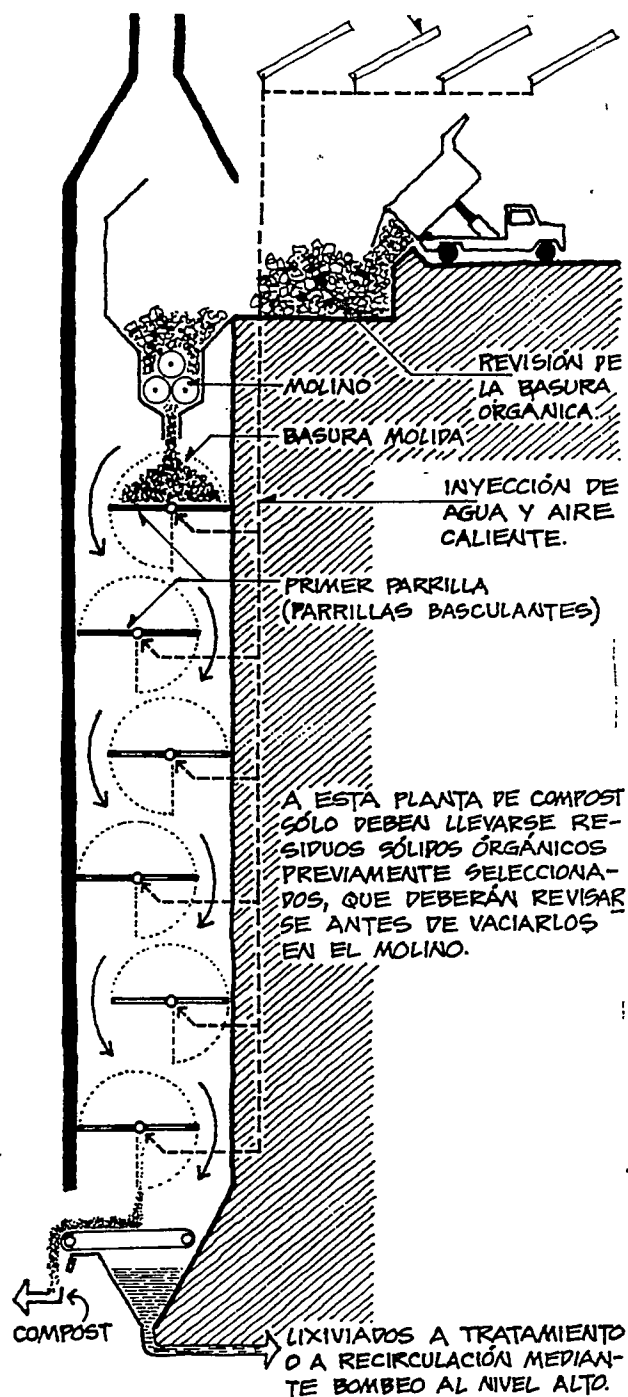
b) Composteo Dinámico (Depósito en Silos)

Se produce una fermentación acelerada, en la que el producto triturado se almacena en torres, silos, cilindros o barriles; se añade agua o se inyecta aire y el producto se pone en movimiento rotatorio.

La fase de fermentación dura 15 días, favorece la oxidación de los compuestos orgánicos y se evita los contactos exteriores con insectos, fauna nociva o roedores.

Durante el proceso una gran parte del agua contenida en los residuos se deposita en el fondo del digestor o de los silos; y ya que es muy rica en fermentos se recicla a la entrada de los silos ayudando así a la fermentación.

Figura 3.6 Esquema de Composteo Dinámico.



3.2.1.2 PLANTAS COMPOSTADORAS

A partir de 250 viviendas organizadas, hasta unas 20 mil en conjuntos habitacionales; vale la pena montar una pequeña planta; la cual puede ir creciendo modularmente siempre y cuando lleguen solo residuos orgánicos de fácil molienda y fermentación.

Los datos iniciales requeridos, en la rama de ingeniería para el diseño de una planta de compost son:

- * Toneladas al día por procesar.
- * Terreno disponible para la planta.
- * Usos previstos del producto.
- * Firma en que será retirado el compost de la planta.
- * Análisis químicos y físicos de los residuos.

Los Componentes Básicos de una planta son:

- * Área de recepción de residuos.
- * Tolva de alimentación y molino.
- * Equipo de transporte (bandas transportadoras).
- * Equipo de clasificación (separador magnético).
- * Equipo de reducción de volumen.
- * Área de fermentación (pilas o silos).
- * Área de laboratorio.
- * Área de material de empaque.
- * Área de rechazo.

3.2.1.3 APLICACIONES DEL COMPOST

El mercado natural del compost es el mismo de los abonos como los son el estiércol animal y la paja.

El compost favorece la proliferación de la flora microbiana que ayuda a la baja productividad de los suelos por usar abono mineral.

También es importante resaltar su elevado poder antibiótico; ya que pueden descartarse un buen número de enfermedades fungosas en los cultivos especialmente hortalizas.

La composición del compost calculadas aproximadamente y que pueden variar por condiciones de suelo y clima son:

Materia orgánica total: 36.000%
Materia orgánica oxidable: 8.000%
Nitrógeno total: 0.550%
Fosfórico total: 0.300%
Potasio total: 0.240%
Magnesio total: 0.015%
Humedad máxima: 30.000%
pH: 6.8

Se presenta tabla representativa que es base para la adición de compost y abonos minerales que deben usarse en los diferentes cultivos y obtener máximo resultado de cosecha:

Tabla 3.1 Combinación de Compost y Abonos Minerales.

CULTIVO	SUPERFICIE	CANTIDAD	SULFATO	SUPERFOSFATO	CLORURO	NITRATO
	A CULTIVAR	COMPOST (KG.)	AMONICO (KG.)	DE CAL (KG.)	POTASIO (KG.)	SODICO (KG.)
MAÍZ	1 HECTÁREA	8000	150	350	100	
ARROZ	1 HECTÁREA	20000	600	600	300	
ALGODÓN	1 HECTÁREA	20000	300	500	250	
TABACO	1 HECTÁREA	18000	275	300	225	
PAPA	1 HECTÁREA	20000	300	400	300	
TOMATE	1 HECTÁREA	18000	350	750	250	
HORTALIZAS 1	1 HECTÁREA	18000	250	500	200	
HORTALIZAS 2	1 HECTÁREA	18000	300	600	250	DOSIS 125
RECOMENDACIONES:						
MAÍZ: LA MITAD DEL ABONO MINERAL SE ENTERRARA CON COMPOST						
ALGODÓN: ENTERRAR EN PROFUNDIDAD DE 20-30 CMS ANTES DE SEMBRAR						
TABACO: ENTERRAR COMPOST Y TAPARLO ANTES DEL TRANSPLANTE.						
TOMATE: PONER ABONO Y COMPOST DOS VECES ANTES DEL TRANSPLANTE						

3.2.1.4 OTRAS APLICACIONES DEL COMPOST

Para la producción del compost en gran escala es necesario encontrarle otros usos o asignarles propiedades nuevas, que permitan competir favorablemente con otros productos.

Algunas de éstas nuevas propiedades son:

a) Material de cubierta para rellenos sanitarios.

Reduce la erosión y permite un crecimiento de vegetación más rápida encima del relleno.

b) Material fibroso.

Usado para paredes falsas, agregados para ladrillos y fertilizantes.

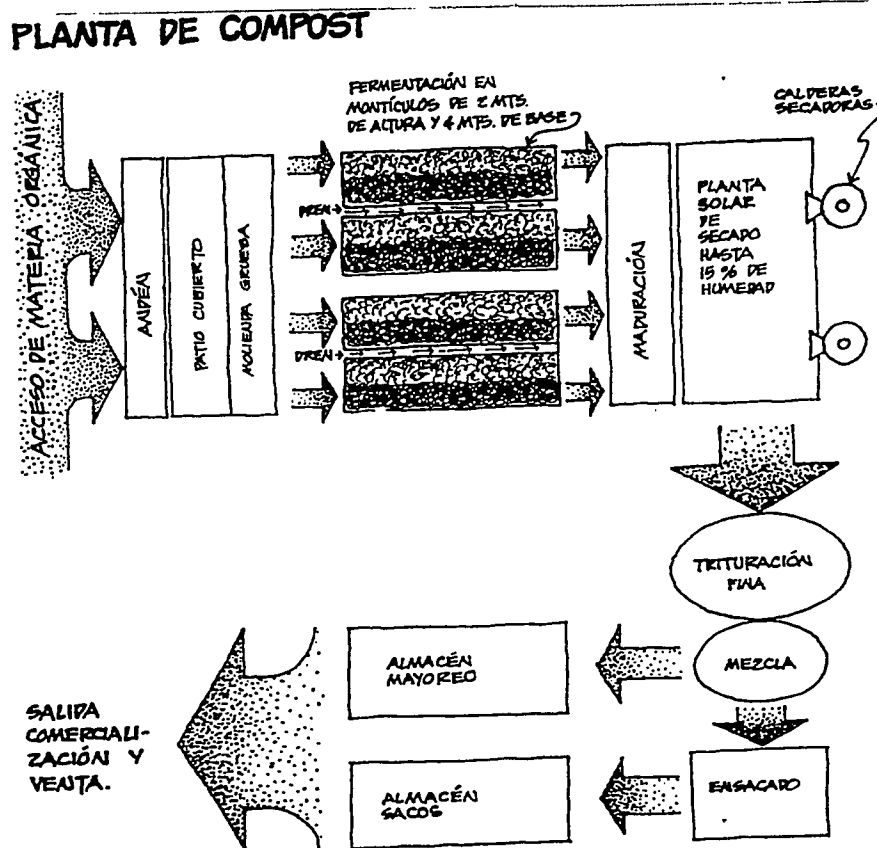
c) Material de trasplante.

Al usar compost en el trasplante de árboles, éstos tienen mayor posibilidad de vivir. En frutas y vegetales reduce la necesidad de usar fungicidas y veneno para plagas y malezas.

d) Complemento Fertilizante.

Al mezclar compost con fertilizantes, agua y semillas de pasto que forman un lodo de baja viscosidad y con esta mezcla se riegan sitios en donde se desea un rápido crecimiento vegetal tales como camellones, campos deportivos, parques y camellones de carreteras.

Figura 3.7 Planta Compostadora.



X 3.3 RECICLAJE.

Si se tratan los residuos sólidos enterrándolos, quemándolos o simplemente tirándolos a la orilla de los ríos, barrancas, lagos y mares nada desaparece; solo adopta otras formas que en la mayoría de ocasiones contamina el medio ambiente.

Un método o proceso en que los residuos sólidos adquieren un alto nivel de reutilización con un mínimo riesgo de contaminación y degradación medio ambiental, a un costo de proceso accesible es el RECICLAJE.

Tomando en cuenta que la recuperación de materiales, reduce, pero no elimina todos los residuos sólidos generados, nos demuestra que éste método no es la única solución.

El reciclaje tiene como finalidad primordial reducir la cantidad de residuos sólidos llevados a los basureros; y como secundario el bajar el consumo de materias primas puras y de energía. Hoy en día, muchas empresas continúan con la tarea de buscar oportunidades para la recuperación de materiales, que puedan ser utilizados como materias primas para otros procesos.

El problema del mercado de materiales reciclables no consiste simplemente en encontrar formas para volver a usarlos; ya que para la mayoría se han encontrado usos bastantes buenos. Pero para que sea económicamente factible debe cumplirse:

a) Los materiales a reciclar deben mostrar pureza alta.

b) Las cantidades deben ser apropiadas, almacenarse en lugares adecuados y en el tiempo preciso.

La recuperación de materiales como papel, cartón, vidrio, textiles, metales no ferrosos y otros esta relativamente avanzada en los residuos de la industria y del comercio; pero tiene un carácter marginal en los residuos domésticos.

X 3.3.1 MATERIALES RECICLABLES

Una condición indispensable para considerar que un material sea reciclable, es que tenga mercado. Esto hace que de un lugar a otro pueda variar la lista de los materiales provenientes de la basura.

X Materiales comúnmente reciclados:

- a) papel y cartón
- b) vidrio
- c) plásticos
- d) metales (ferrosos y no ferrosos).

Entre algunas de las razones que limitan el aprovechamiento de los materiales reciclables Tenemos:

* Renuncia y concientización por parte de la industria, para reconocer que los materiales reciclables preparados adecuadamente sirven igual que los preparados con materia prima pura.

* La falta de demanda de productos que contengan material reciclado.

* En algunos casos abundancia de materia prima pura a bajos costos.

* Falta de capital adicional para procesos de recuperación de materiales.

* Adquisición de tecnología más desarrollada.

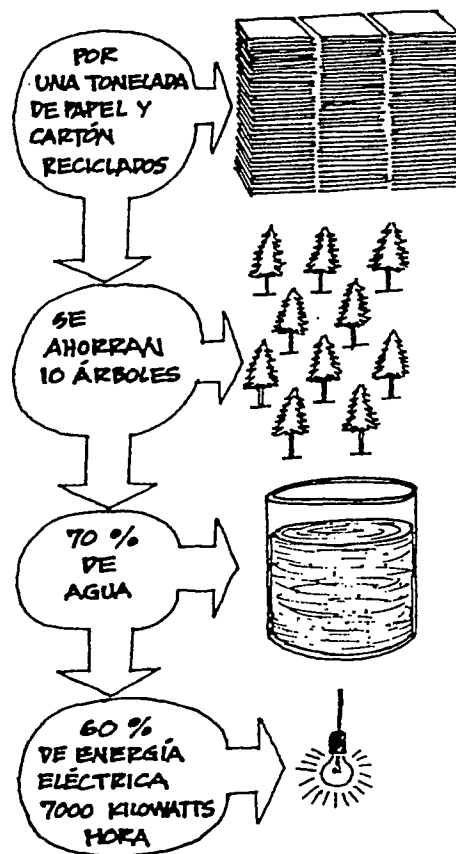
* El desarrollo de oportunidades no percibida por los empresarios.

a) Papel y Cartón.

Son algunos de los componentes de la basura urbana con mayor potencial de recuperación, con lo cual se esta evitando la tala de millones de árboles cada año ya que :

una tonelada de papel en la basura corresponde a 10 árboles, 315,000 lts de agua (70%), y 7,000 kw/hr.

Figura 3.8 Ahorros en el Reciclaje de Papel y Cartón.



✕ El papel reciclado se clasifica en tres grupos:

1) Mezcla de papel y materiales burdos de papel:

En éste grupo están los papeles que tiene presencia de elementos extraños o suciedad donde encontramos cajas de cartón, empaques diversos, cartón corrugado, bolsas de papel, papel periódico y otros.

El reciclaje de éste grupo se usa para fabricar rollos de papel para máquina de multcilindros.

2) Papel a base de pulpas blanqueadas químicamente:

Libros, revistas, y folletos impresos los cuales al reciclarlos con adición de tratamientos mecánicos y químicos; y ya sin tintas la fibra base es pulpa nueva para la manufactura de libros, revistas, folletos y otros documentos de buena calidad.

3) papel desechado en blanco y limpio:

Se puede volver a reciclar sin ningún tratamiento previo pasando a ser pulpa como base de producción para papel similar.

En el proceso del reciclaje los procesadores consideran que el mayor problema es la presencia de contaminantes como látex, plásticos, resinas, ceras, brea, espumas plásticas y materia orgánica ya que éstas interfieren con la adherencia de goma al medio corrugante del papel; ésto conlleva un recargo económico por eliminación y disposición de agentes contaminantes previos al proceso de reciclaje.

Sin embargo el papel contaminado, se puede usar hasta cierto grado; donde los contaminantes son menos problemáticos produciendo etanol, pirólisis, e hidrogenación.

b) Vidrio.

El proceso de fusión del vidrio virgen requiere grandes cantidades de energía; los ahorros a base del reciclaje se obtienen en energía, tomando en cuenta que la composición química del material reciclado sea la misma que la del conjunto y que no existan contaminantes.

En la manufactura del vidrio se mezcla cierta cantidad de vidrio reciclado con materias primas básicas, así hay ahorro económico por materias vírgenes y se incrementa la velocidad de fusión logrando de ésta mayor producción con hornos de tamaño y complejidad más pequeña.

El tipo de vidrio obtenido de la basura presenta diversas composiciones y colores ya que son distintos productores por lo cual para hacer efectiva la recuperación es necesario:

- 1) Apilar según color y naturaleza.

- 2) Retirar etiquetas de papel y otros contaminantes.

- 3) Pasar las botellas clasificadas por separado a una trituradora, obteniendo partículas más o menos uniformes.

- 4) Lavar el vidrio triturado agregando elementos químicos.

5) Pasar los fragmentos por una banda transportadora imantada para extraer metales contaminantes.

6) Seleccionar para su empaque indicando tipo, color y proporciones de mezcla a usar.

Ya en sí en el proceso normal del vidrio se usan proporciones pequeñas de vidrio reciclado para mantener al final un vidrio terminado heterogéneo sobre todo en color recordando no usar vidrios coloreados en producción de vidrio transparente.

Otras alternativas para usar el vidrio recuperado son:

* Mezcla de plástico y vidrio con asfalto usado para proporcionar resistencia al pavimento evitando el agrietamiento.

* Mezcla de vidrio-asfalto como sellador para pavimento o terraza.

* Mezcla de vidrio - estiércol de ganado para fabricar productos vitrificados que se pueden cortar, pintar y lijar.

* Materia prima base en la manufactura de materiales de fibra de vidrio, considerando esta manufactura con gran potencial de consumir vidrio recuperado; aunque requiere de mucha tecnología para lograr quitar agentes contaminantes como polvo, metales que influyen en el proceso de fusión.

X(c) Plásticos.

En general éstos materiales se pueden clasificar en termoplásticos y termoestables.

1) Plásticos Termoplásticos:

Se forman al aplicar varias veces calor y presión y sus características estructurales van desde los amorfos hasta los completamente cristalinos y se deforman por su propio peso entre 150 y 250 F. En ésta gama se encuentra la mayoría de los plásticos domésticos.

2) Plásticos Termoestables:

Al someterlos por primera vez, al calor y a la presión se convierten en sólidos rígidos y se vuelve difícil

deformarlos mediante calor o solventes químicos ya que su estructura está formada por redes de uniones cruzadas con cadenas moleculares, y pueden soportar temperaturas hasta de 450 F.

Por dificultades técnicas y económicas se rescata poco plástico de la basura para reciclar, ya que en la basura las dos fracciones (termoplástica y termoestables) están entremezcladas incluso entre un mismo producto.

Se ha intentado separar la fracción termoplástica de la termoestable por fusión a cierta temperatura o bien por disolución en solventes selectivos. Sin embargo aún fundido el plástico no fluye, por eso se requiere usar aire caliente al vacío o vapor en la separación.

Muy importante es mencionar que en algunos países las autoridades sanitarias prohíben el uso de plásticos reciclados en recipientes para contener alimentos y medicinas, lo que reduce el mercado potencial de la fracción recuperada.

Los plásticos para su reciclaje requieren prepararlos en trozos pequeños que al fundirlos emanan gases nocivos los cuales contaminan el ambiente y siendo ésta una limitante para su reciclaje donde no se cuenta con tecnología avanzada y adecuada.

d) Metales magnéticos y no magnéticos.

El reciclaje de metales se da principalmente en los países desarrollados teniendo como fuente la chatarra de los autos abandonados que se puedan reciclar en las fundidoras.

En la basura urbana, la fuente más importante de metales son los botes y recipientes derivados del consumo múltiples, alimentos y bebidas, pero el mayor problema en el reciclaje de éstos, es la obtención del metal libre de elementos extraños.

El reciclaje que puede tener más éxito es el de las latas de aluminio por su alto valor, sobre todo en países donde la basura es rica en latas de aluminio; su reciclaje se facilita porque solo se requiere fundirlas y además el aluminio es un elemento no biodegradable que no se daña al estar en los residuos urbanos.

El proceso más adecuado aplicado a latas de aluminio es triturar las latas hasta obtener pedazos de una pulgada y las partículas muy finas generadas se recogen en ciclones de alta eficiencia, luego se separan las impurezas magnéticas; cumpliendo con este proceso se eliminan las posibilidades de que el material triturado se introduzcan cantidades residuales de agua y contaminantes en los hornos de fundición.

Cabe mencionar que también en la basura urbana se encuentran latas o botes de hojalata las cuales tienen alto porcentaje de estaño por uniones y empalmes que llevan; la eliminación de los residuos del estaño requiere de métodos aliados de separación magnética, incineración y limpieza, sigue el pesarlos, quemarlos y molerlos todas estas operaciones hacen que los costos del reciclaje se eleven y además el riesgo de no obtener garantía absoluta de lograr el desestañado, esto paralelo a que deberán usarse en fundiciones de baja calidad; estas situaciones en muchos países subdesarrollados no es muy prometedor.

3.3.2 COMENTARIOS ADICIONALES AL RECICLAJE

Si fuera factible, técnica y económicamente, separar los residuos urbanos mezclados; aún así quedan factores cruzados ya que un mismo empaque están presentes varias mezclas así por ejemplo en una lata puede ser con tapa de aluminio y con hule o papel adheridos.

Con base a las experiencias, primero se debe identificar los mercados y luego el sistema de recuperación a utilizar.

En algunos casos deberá existir un estudio de tonelaje mínimo de residuos a procesar para que la operación resulte económica.

Así en una forma general y más concreta en cada material que se puede reciclar encontramos las ventajas básicas existentes:

1) En aluminio, al fundir latas en lugar de bauxita, el ahorro de energía es del 96%.

2) En el reciclaje del papel el ahorro de energía es de 1/2 a 1/5 del consumo normal, que si se usara materia prima virgen.

3) En el vidrio, al fundir vidrio reciclado se consume menos energía manteniendo parámetros que en una carga de vidrio con 10% reciclado se ahorra 2.4% de energía.

3.4 TECNICAS DE PROCESO DE CLASIFICACION DE RESIDUOS SOLIDOS.

La eficiencia e incremento de una planta y de sus procesos de reciclaje dependerán en la clasificación de los residuos sólidos.

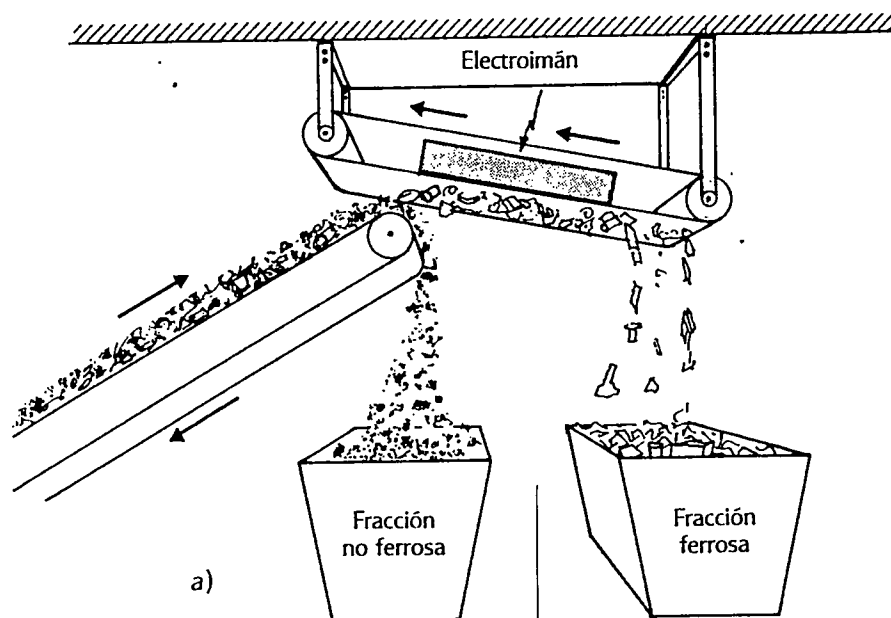
La clasificación de los residuos sólidos a relacionar dependerá si los residuos son molidos o clasificados en materiales individuales (papel, cartón, vidrio, etc.); y si estos son considerados también individualmente o en masa.

En la actualidad y en países desarrollados que tienen objetivos como son la seguridad, reducción de volumen y reutilización de los residuos son usados esquema de separaciones binarias como :

3.4.1 CODIFICACION MAGNETICA

Básicamente consiste en un separador magnético colocado encima de una banda transportadora donde recorren los residuos sólidos a clasificar; usados para materiales ferrosos.

Figura 3.9 Separación Binaria.



3.4.2 CODIFICACION DE COLOR

Previamente con tamizado el vidrio se alimenta los residuos por una tolva o una superficie vibratoria, pasando por una banda que se mueve de 5 a 10 piés/seg. Conforme los trozos caen tres fotoceldas los registran y clasifican el vidrio por color, las fracciones menores se envían a una tolva más fina.

3.4.3 CODIFICACION RADIOMETRICA

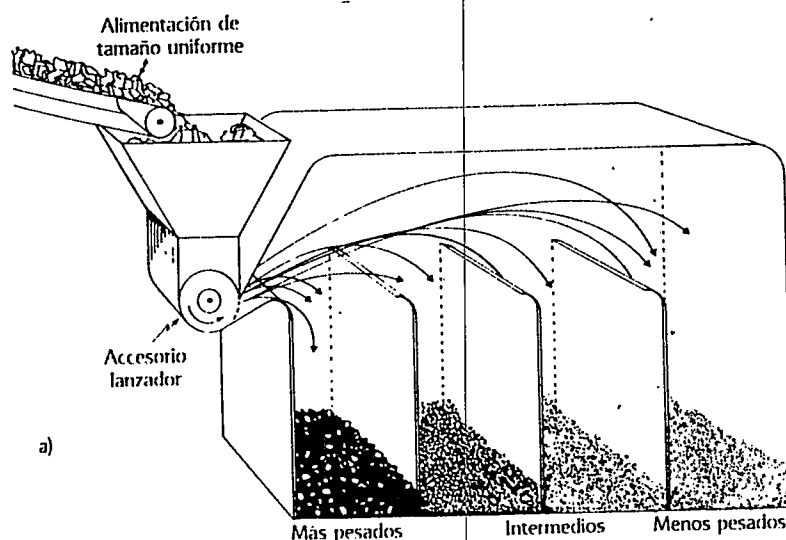
Clasificación usada mediante la reflectancia de superficies, al pasar de un lado a otro un rayo láser y por las propiedades radioactivas.

Un fotomultiplicador mide las características de la luz reflejada y un analizador determina cuando se accionan ráfagas de aire para separar cada pieza.

3.4.4 CLASIFICACION POR DENSIDAD Y FRICCION

Usando un equipo llamado clasificador de aire que consta de un tubo vertical de trayectoria en zigzag. El aire sale por la parte superior y los residuos (basura) entra por un punto intermedio. La corriente de aire ascendente arrastra los materiales que tienen baja densidad y alta fricción, en tanto los materiales pesados y/o de baja fricción descienden. Requiriendo precisamente que la basura este pulverizada, seca y tamizada antes de entrar al proceso.

Figura 3.10 Separador por Densidad.



3.4.5 CLASIFICACION POR REBOTE

Materiales duros y blandos se vierten sobre una banda de base firme y vibratoria y que esté en movimiento. Los materiales suaves se quedan en la banda y los transporta hasta una placa fija donde rebotan y se colectan en una tolva.

3.4.6 CLASIFICACION POR PULPEO

Método que ha alcanzado una escala semiindustrial basado en la técnica de Hidropulpeo; toda la basura pasa por un pulpeador que funciona con bombas y un impulsor de entrada que producen fuerte vórtice. Los materiales duros (latas embalsadas, hule duro y piezas de metal) se apartan del centro por efecto centrífugo. Los materiales duros se eliminan por medio de un ducho a contracorriente, de aquí son llevados a un transportador para separaciones magnéticas.

Los materiales suaves se pulpean, especialmente el papel que se encuentra en forma común en la basura, formando una pasta reutilizable para el papel reciclable.

3.4.7 CLASIFICACION MANUAL

Este sistema emplea la codificación humana y la selección mecánica, ya que el ojo y cerebro humano son excelentes codificadores. Sin embargo la productividad de clasificación puede ser, baja por lo tanto muchos especialistas consideran éste sistema como intermedio entre lo manual y totalmente automático; debe considerarse que con el apoyo mecánico y el trabajo en serie puede haber incremento en la clasificación.

3.5 REUSO.

Método de procesamiento del cual cada ciudadano debe asumir su parte de responsabilidad en la producción diaria de residuos sólidos.

El método de reuso prácticamente es empleado domésticamente en donde a materiales sobre todo de empaque (bolsas de papel, botes de lata, vidrio y cajas de cartón) que ya han ocupado originalmente; puedan usarse posteriormente para guardar, traspasar o usarse para otros fines.

El reuso de los materiales tiene su aplicación tanto en la industria, comercios, como en el hogar; siempre y cuando se tengan presentes factores como la no contaminación de nuevos productos envasados, empaquetados o almacenados.

3.5.1 APLICACIONES DOMESTICAS

a) El reuso de envases de vidrio (un envase de mayonesa sirve posteriormente para guardar azúcar o sal).

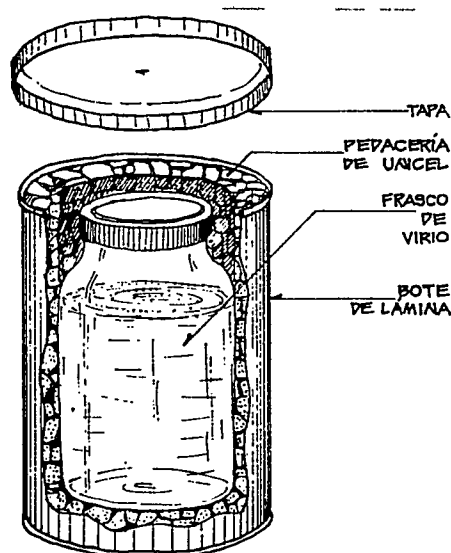
b) El reuso de cajas de cartón pequeñas (una caja de empaque de zapatos sirve posteriormente para guardar utensilios escolares, papelería, medicamentos sellados, etc.).

c) El reuso de cajas grandes (una caja de empaque de un televisor, refrigeradora sirve posteriormente para guardar ropa fuera de uso, zapatos o artículos varios).

d) El reuso de envases o recipientes plásticos; principalmente si son no tóxicos sirven posteriormente como recipientes para conservar agua potable en el refrigerador para consumo humano.

Si su contenido de tóxicos no es extremadamente peligroso, sirve, posteriormente para guardar sobrantes de pintura, combustibles, etc.

Figura 3.11 Aplicación Doméstica del Reuso.



Un excelente termo puede construirse con un bote de lámina y un frasco de vidrio.

3.5.2 APLICACIONES INDUSTRIALES Y COMERCIALES

Dentro de la gran gama de materiales industrial y comercialmente reutilizables tenemos:

a) El reuso de recipientes metálicos y plásticos:

Los no tóxicos para almacenamiento de agua potable o materias primas líquidas que se necesitan disolver para su aplicación posterior que no requiera 100% de pureza.

b) El reuso de embalajes de cartón:

Para recubrimiento de materias primas en bodegas, guardar herramientas y equipos, proteger y transportar mercadería que requiera alta protección de manejo.

c) El reuso de empaques plásticos grandes:

Cubrir materiales, maquinaria o equipo que ésta a la exposición de la intemperie al sol o la lluvia.

d) El reuso de materiales textiles:

Guardar abonos, materiales de construcción; (arena, cemento, etc.), materias primas en polvo ó granos.

La aplicación del método del reuso, no está determinado por aplicaciones o investigaciones científicas, es nada más la proyección tanto domésticas e industriales que se tengan en función de ahorro de costos, como la concientización de no tirarlo a los residuos sólidos y agudizar más el deterioro del medio ambiente.

3.6 PIROLISIS.

Proceso de descomposición térmica del material orgánico que se convierte en productos sólidos, líquidos y gaseosos con estructura más simple, y se realiza en tres fases:

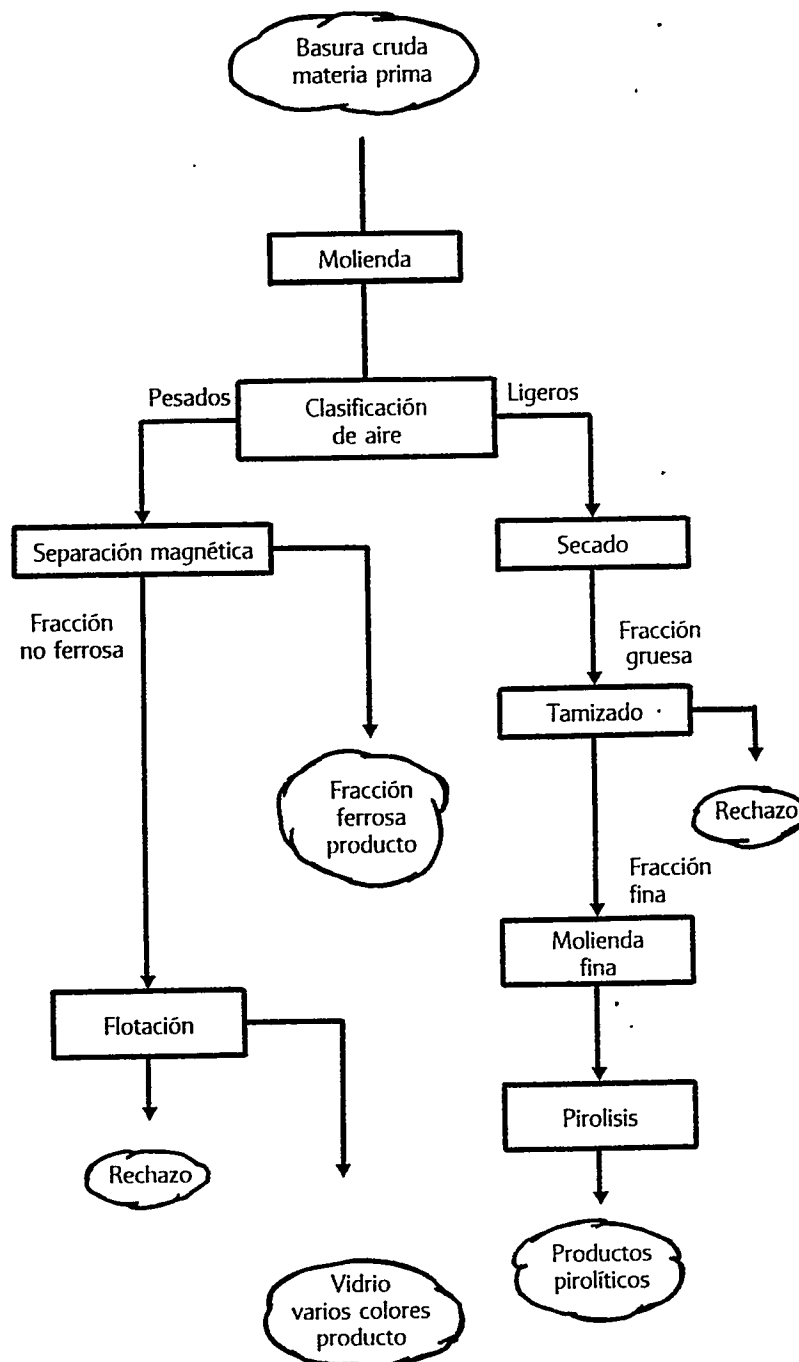
1) Destilación Destructiva: Pirólisis óptima para obtener productos Sólidos.

2) Carbonización: Pirólisis óptima para obtener productos líquidos.

3) Gasificación u Oxidación Parcial: Pirólisis óptima para obtener combustión interna.

La pirólisis de basura urbana es un concepto relativamente nuevo, así muchos técnicos todavía se encuentran en etapas de perfección y la búsqueda de mejor desarrollo.

Figura 3.12 Diagrama del Proceso Garrett de Pirólisis.



En general, el proceso requiere: un sitio de almacenamiento, un dispositivo de alimentación, un molino, reactor pirolítico, unidad de recuperación de partículas sólidas de los gases; equipo de recolección y almacenamiento de los productos sólidos, líquidos y gaseosos.

Las operaciones involucradas en la pirólisis se agrupan:

- a) Preparación del material de entrada.
- b) Pirólisis y recuperación de combustible.
- c) Recuperación de materiales (vidrio y metal).

En el caso de los residuos de los productos pirolíticos dependen de factores tales como el tipo de material de entrada, la temperatura final alcanzada, la velocidad de calentamiento y el tipo de reactor. En la pirólisis tienen lugar cambios físicos y químicos, los físicos más sobresalientes en materiales como el carbón bituminosos y algunos plásticos son el ablandamiento seguido de una resolidificación y finalmente un residuo sólido plásticos que simplemente se encuentran en la basura simplemente se funden; madera y papel aumentan su porosidad y volumen mientras emiten ciertos componentes volátiles. Los cambios físicos son importantes por su efecto en el manejo de materiales dentro del reactor pirolítico.

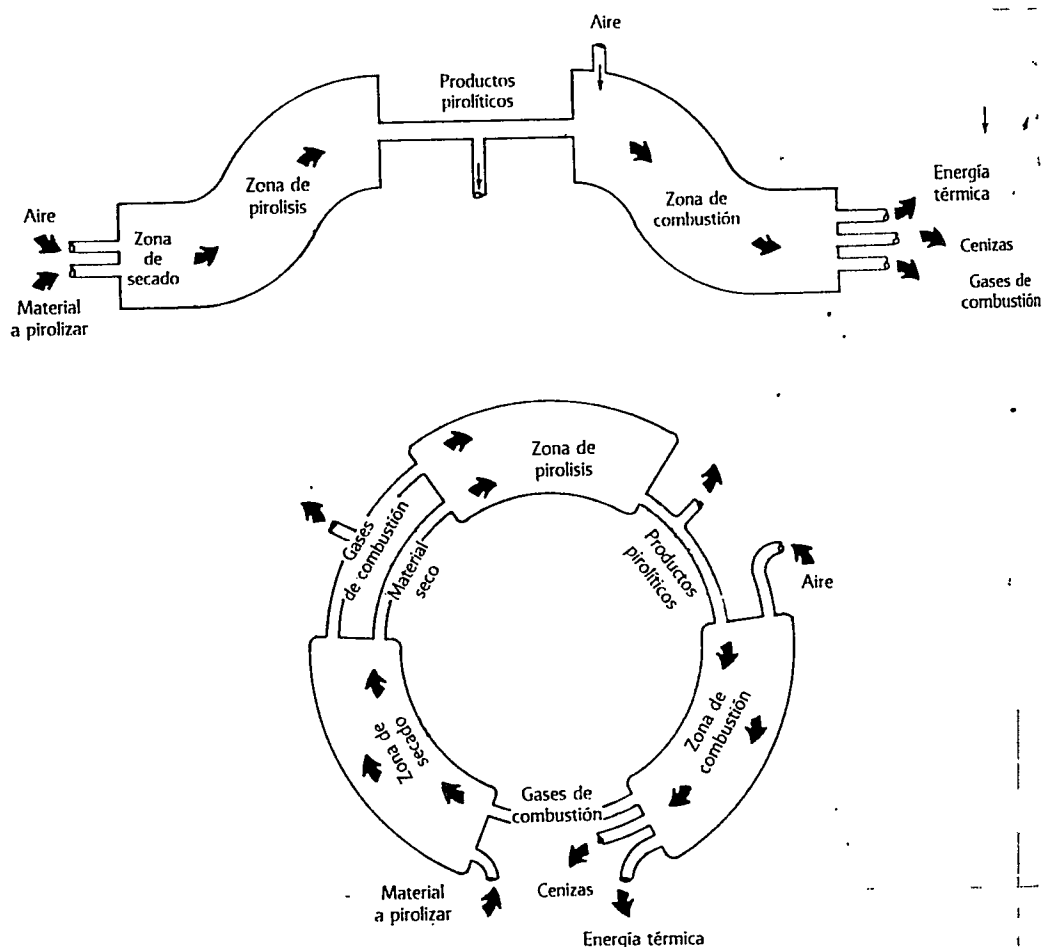
En los cambios químicos los productos primarios se desprenden, directamente de los complejos moléculas orgánicas, que caracterizan a los materiales sólidos; al romperse la estructura se forman los productos secundarios y estos tienen la disposición del carbono sólido.

El proceso de incineración pirolítica obtiene energía de la basura mediante un proceso de dos pasos:

1) PROCESO EN LA CÁMARA PRINCIPAL DE COMBUSTIÓN: Cuyo propósito es degradar térmicamente un porcentaje limitado de desechos para la generación de calor, gasificar una porción de basura para que actúe como combustible del reactor térmico.

2) PROCESO EN EL REACTOR TÉRMICO : Cuyo propósito es quemar todo el desecho gasificado, proveniente de la primera cámara para obtener calor aprovechable y un gas limpio (CO_2 y H_2O)

Figura 3.13 Diversos Arreglos para Pirólisis.



3.6.1 METODOS DE PIROLISIS

1) En hornos verticales:

Donde se opera con temperaturas máximas de 1000 °C y existe una gran transferencia de calor entre los quemadores y el material a pirolizar; aunque su regulación mecánica es difícil.

2) En hornos rotativos:

Se opera con temperaturas máximas de 1100 °C y se requiere triturar el material de entrada.

3) En lecho de fluidizado:

Se opera con temperaturas entre 500 y 850 °C ; y la eficiencia de calor es muy alta pero se requiere una clasificación y molienda previa.

3.6.2 FORMAS DE CALENTAMIENTO PIROLITICO

- a) Externo.
- b) Directo.
- c) Interno con los productos de pirólisis.
- d) Interno con vapor.
- e) Interno con inerte acarreador de vapor.

3.6.3 VARIABLES DEL PROCESO

- a) Temperatura dentro del reactor.
- b) Tamaño de la partícula del material.
- c) Presión y operación del catalizador.

3.6.4 USOS PRINCIPALES DE PIROLISIS

1) Desde el punto de vista ecológico la pirólisis es efectiva para la reducción del volumen de residuos, que la incineración.

2) La eliminación de etiquetas de las latas sin oxidar el metal con objeto posterior a reciclar las latas.

3) La eliminación de grandes cantidades de "PVC" sin crear problemas posteriores ambientales.

4) Convertir el carbón a coque demandado en la industria de la fundición.

5) El gas pirolítico se emplea en combustión con otros combustibles fósiles empleados en calderas convencionales, hornos de cemento etc.

6) La fracción líquida posterior a la pirólisis sometida a tratamiento (eliminar azufre y cloro) puede ser usado como combustible.

7) La fracción sólida residual se puede transformar en carbón activado para fundición.

8) Eficiencia en la recuperación de energía que esta entre el 50 - 80% y la incineración entre el 65 - 85% pero siendo la pirólisis un proceso menos contaminante y con mejor provecho alterno de sus resultados.

3.7 INCINERACION.

El propósito principal al emplear el proceso de incineración es convertir la basura urbana en un material no peligroso y con un peso y volumen menor que los residuos iniciales; como también el obtener energía derivada del proceso de los residuos sólidos urbanos.

Aclarándose que la finalidad principal de un incinerado municipal es destruir la basura y en algunos casos recuperar energía si se cuentan con la tecnología para realizarlo.

La incineración visto desde el objetivo de reducir las cantidades diarias de residuos generados por los grandes asentamientos urbanos actuales pareciera que es la mejor alternativa y que la cual es empleada en varios países subdesarrollados.

La incineración y la técnica de procesamiento de basura urbana, ocupa el primer lugar mundial en cuanto a investigación y desarrollo se refiere; de donde la técnica de conversión desechos sólidos en energía se divide en dos categorías básicas que son:

- * La combustión masiva
- * La técnica del RDF (combustible sólido obtenido de la basura).

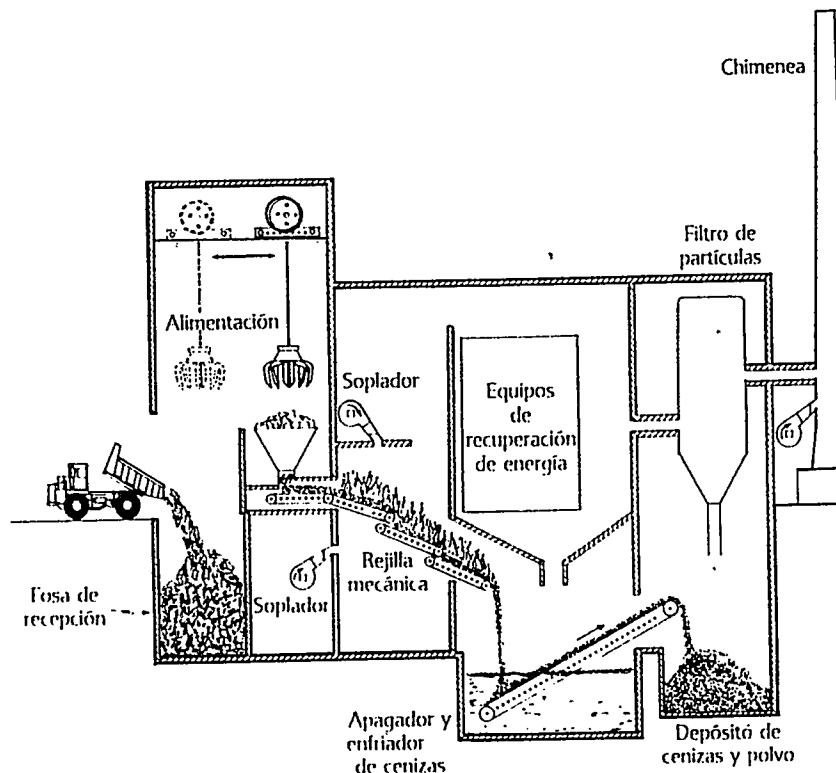
Por la heterogeneidad de la basura, de donde se desprenden su poder calorífico se requiere de un buen mezclado del aire primario y secundario, así como implementos para regular las proporciones de ambas corrientes en función de las necesidades de combustión en cada momento del proceso.

LA BASURA URBANA PRESENTA TRES CLASES DE HETEROGENEIDAD:

- 1) Dimensional (Tamaño de pieza).
- 2) De densidad (Grado de compactación y densidad de los materiales).
- 3) De Composición (Por el poder calorífico y diferentes requerimientos de oxígeno por su combustión).

3.7.1 COMBUSTION MASIVA

Figura 3.14 Planta Incineradora de Basura.



En ésta categoría se usan los desechos tal como llegan a las instalaciones y pueden definirse tres fases que son:

a) Fase de Secado:

En ésta se elimina el agua de la basura (del 25 - 60%) según tipo de basura y estación del tiempo; llegando a la temperatura de inflamación y ésta fase será de mayor o menor duración de acuerdo a la radiación de la llama, batido y la aireación de la basura en el horno.

b) Fase de Combustión:

La fracción combustible de la basura, varía, entre 15 y 20% y ésta fracción se consume totalmente por la combustión iniciada en la fase del secado.

La velocidad de quemado por pié de longitud del incinerador debe ser aproximadamente 10 veces el logaritmo de la capacidad del incinerador; por ejemplo: para una capacidad de 1100 lbs./hora; se deben quemar 30 Lbs. De basura por pié de rejilla y por hora.

c) Fase de Fin de Combustión:

Al terminar la combustión, los residuos se acumulan y enfrían como escoria inerte sobre la parrilla; para luego ser retiradas por procesos hacia un relleno sanitario.

3.7.2 TECNICA DEL RDF (Combustible Sólido a partir de la basura).

Proceso donde se incinera la basura seleccionada cuando llegan a las instalaciones y el RDF (Refuse Derived Fuel) contempla igual que la incineración masiva la técnica del aprovechamiento de la energía liberada en la combustión.

La basura deberá prepararse adecuadamente para poder usarla como un combustible suplementario en calderas de generación de energía por combustión de carbón previendo problemas de funcionamiento en la caldera.

Esta técnica motiva a varios países que cuentan con eficientes instalaciones quemadoras de carbón, ya que la basura es una fuente inextinguible.

Para desarrollar un proceso para combustión de RDF es necesario tomar en cuenta los siguientes pasos:

1) Análisis de Mercado:

Contempla la cantidad de basura generada, el porcentaje estimado de conversión a RDF; composición promedio de la basura generada, y estructuras de recolección y el consumo total de energéticos de la región en las proporciones de combustibles sólido, líquido y gaseoso.

Explorar las aplicaciones del RDF las cuales pueden ser :

- a) En la industria del cemento.
- b) En la generación de electricidad.
- c) En la calificación y acondicionamiento de invernaderos.
- d) Incineración junto con lodos.

2) Análisis de las Estructuras de Recolección:

Visualiza como usualmente está empacada la basura doméstica y si ésta es clasificada y si la recolección se hace en conjunto con otro tipo de basura industrial. Conocer

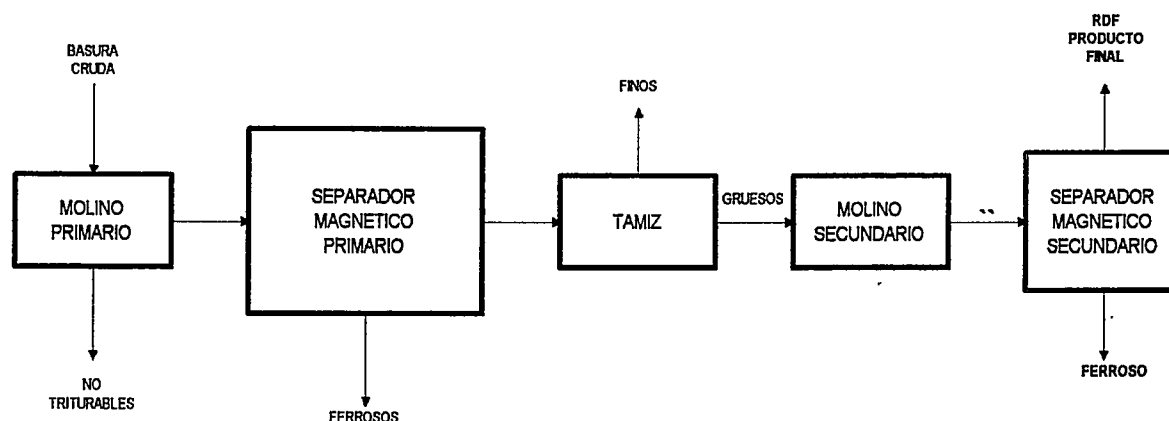
también la diversidad de transporte por los vehículos de recolección.

3) Equipos para separación en el proceso:

Se deberá seleccionar el tipo de equipos para la molienda, tamizado, clasificación, eliminación de ferrosos.

De acuerdo a los requisitos de los productos y sus características se elige una secuencia de operaciones lo más simple posible y con el mínimo de equipo para minimizar costos.

Figura 3.15 Esquema del Proceso Westbury para producir RDF.



3.7.2.1 PRESENTACIONES DEL RDF.

El proceso de fabricación del RDF es sumamente flexible y generalizado se pueden mencionar las siguientes modalidades:

a) RDF en polvo:

El proceso parte de un tamizado inicial, separación magnética y clasificación por aire usando gases calientes de combustión. El producto tamiza en tres fracciones; los gruesos van al relleno o a la recuperación de aluminio, los

medios regresan al molino de bolas y los finos (menores de 1 mm) constituyen el RDF en polvo.

El combustible en polvo tiene aplicaciones en la combustión de petróleo o gas. Por este método se recupera alrededor del 80% del contenido de calor de la basura, y la eficiencia de sus usos es el 75% en promedio y la equivalencia de sustitución del carbón es de 1.08.

b) RDF pulverizado:

En éste proceso se pulveriza la basura y se remueven los metales. La basura que proviene de una estación pasa a pulverización con el 90% de las partículas de tamaño menor de 75 mm en ésta forma se almacena y se transporta hasta la planta de energía.

Este proceso es aplicable a calderas con alimentación mediante rejilla de caldera ya que el combustible pulverizado contiene el 93% del peso de la basura y el 95% del contenido calorífico original.

c) RDF densificado:

Se obtiene de la fracción ligera mediante la reducción de tamaño, secado y densificación, usando molinos martillo o cuchillas, dando como producto las pastillas que salen a unos 80 c y se enfrían por inducción forzada con aire, eliminando más la humedad y endureciéndola antes de almacenarla, con ventaja de guardar por meses sin deterioro.

d) RDF húmedo:

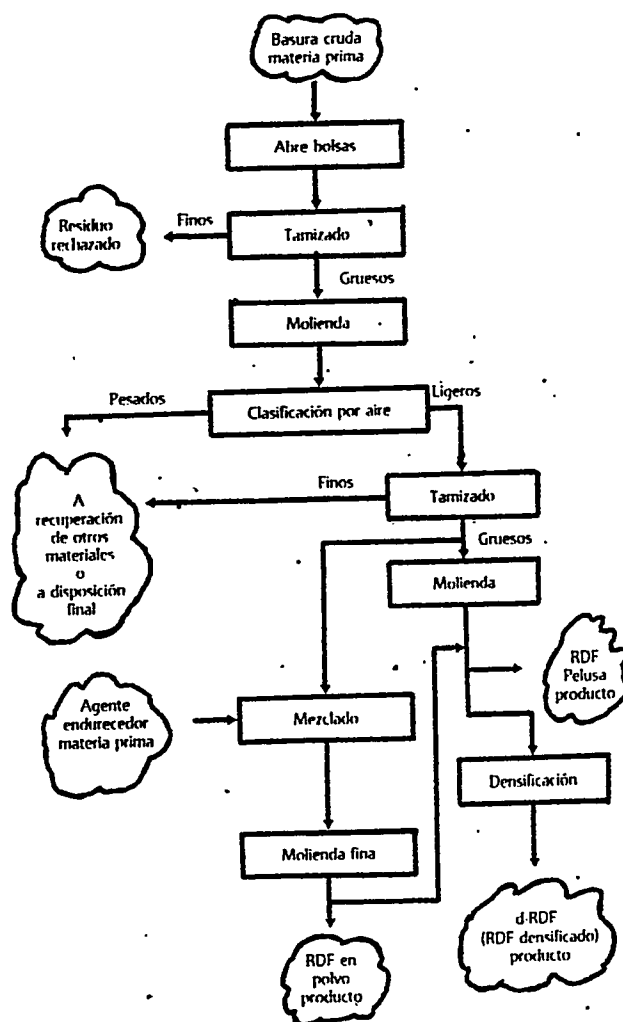
Se inicia alimentando con basura a un hidropulper que por acción centrífuga y de cuchillas de alta velocidad colocados al fondo del hidropulper reduce la basura (papel, cartón ligero, cartón corrugado o periódico) a un lodo acuoso que se bombea luego para el desecado el cual es un proceso caro porque requiere grandes cantidades de energía ya que se necesita bajar al 20% - 30% de humedad residual, por ésta razón el RDF húmedo no es tan popular como el RDF seco por la comparación de costos.

Los problemas más frecuentes y que varían de planta a planta en varios países que usan el sistema RDF son:

- * Mercado para RDF, insuficiente, inestable o inexistente.

- * Insuficiente capacidad del tamizado respecto a la prevista.

Figura 3.16 Esquema Simplificado para Obtener RDF.



- * Al recuperar plásticas no es viable ni técnica ni económicamente.

- * La incorporación de RDF finos aumenta las incrustaciones en la caldera.

Problemas de almacenamiento del RDF.

En general los diversos productos del RDF, se califican por su inversión, sus costos de operación, los energéticos requeridos por tonelada de producto, y muy importante el porcentaje de eficiencia de recuperación de energía de la basura cruda.

** Comentarios Importantes Sobre Incineración de Residuos Sólidos Urbanos.

* Esta Tecnología ofrece muchas ventajas aparentes, sin embargo, los aspectos que no se pueden percibir a corto plazo son:

a) Contaminación del aire por emisión de gases: Esta tecnología tiene como principal desventaja la emisión de gases contaminantes al medio ambiente, los cuales degradan la calidad del aire y causan enfermedades respiratoria y cancerígenas a los residentes en las zonas donde se instalan las plantas incineradoras.

b) El control sobre los residuos sólidos de la incineración: Después de la incineración quedan residuos sólidos que deben ser apropiadamente posicionados. Estos residuos sólidos se componen de residuos inertes no volátiles que constituyen entre el 15 y 40% del peso de la basura, dependiendo de su composición los cuales deben cumplir los estándares valor combustible menor de 5% y material putrecible menor de 0.5%.

Por las razones anteriormente detalladas, las plantas incineradora a nivel mundial no tienen aceptación y todas la entidades ecológicas protectoras del medio ambiente se oponen a la instalación de estas.

3.8 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS PROCESAMIENTOS.

Los métodos de tratamiento y/o recuperación de desechos sólidos utilizados hasta hoy en las grandes ciudades, no muestran alta eficiencia y el alto riesgo que representan para la conservación del equilibrio del sistema ecológico. Tomando como base lo anterior cada procesamiento o método ofrece ventajas y desventajas que varían de un lugar a otro por diversidad de factores adicionales a cada proceso.

Se describe en forma general las ventajas y desventajas de c/u de los procesos antes descritos:

3.8.1 COMPOSTAJE

VENTAJAS

*Única técnica operativa para reutilizar la materia orgánica.

*Como material orgánico húmifero mejora las propiedades físicas, biológicas como auxiliar a la fertilización del suelo.

*Ayuda a la protección ambiental ya que evita la erosión y deslave en las tierras.

DESVENTAJAS

*Los costos de instalación y operación son elevados.

*El mercado del composteo puede ser inestable, estacional e inexistente.

*Requiere de personal calificado para la operación de las plantas.

*La ubicación de las plantas son difíciles por los malos olores que produce.

3.8.2 RECICLAJE

VENTAJAS

*Permite la reutilización de elementos considerados como inservibles.

*Baja el consumo de materias primas puras y/o de energía.

*Amplia cobertura en la recuperación de residuos generales por la misma industria y comercio.

DESVENTAJAS

*Posee alto costo de inversión y operación.

*Falta de demanda de productos que contienen materiales que han sido reciclados.

*El desarrollo de oportunidades no es percibida por todas las empresas manufactureras.

3.8.3 PIRÓLISIS

VENTAJAS

*Fácil control de contaminación del aire respecto a la incineración.

*El mismo proceso es autosuficiente con respecto a energía.

*Método para convertir residuos en combustible almacenable y transportable.

*Los residuos que van a los rellenos mejoran la calidad de éstos, respecto a la basura no tratada.

3.8.4 INCINERACIÓN

VENTAJAS

*Reduce el volumen y peso de los residuos iniciales a un 10% y 40% respectivamente.

*Garantiza que sean mínimos las cantidades de materia orgánica en los residuos finales.

*El espacio requerido para depositar cenizas es mucho menor que el de un relleno sanitario.

*Permite la posibilidad de ingresos adicionales por la producción de energía a vapor.

DESVENTAJAS

*Reducción de volumen de la basura es menor que en la incineración.

*Los costos de capital para hornos pirolíticos son altos.

*Existen gran número de problemas técnicos y económicos lo cual le resta importancia a éste método.

*Aún hay fases en proceso experimental.

DESVENTAJAS

*Requiere de gran inversión de capital para el montaje de plantas.

*Altos costos de funcionamiento y mantenimiento.

*Contaminación ambiental por dióxidos, plomos, cadmio y cenizas, perjudiciales para la salud humana y animal.

*Es obstáculo insalubre que bloquea el reciclaje de muchos artículos que se pueden recuperar.

*Causante de enfermedades respiratorias en los residentes de las zonas donde se instalan.

*Los gases contaminantes emitidos por las plantas incineradoras, son causantes de deformaciones genéticas y cáncer.

3.8.5 REUSO

VENTAJAS

*Reduce los costos de embalaje para usos posteriores, transporte y almacenamiento.

*Al reusar no se necesitan procesos o equipos extras a los existentes.

*No se requiere de personal especializado.

DESVENTAJAS

*No se puede reutilizar todo por el grado de tóxicos presentes.

*Se puede generar después del reuso, un desperdicio mas contaminante que como se usa al principio.

3.9 DISPOSICION FINAL.

Las altas cifras de generación de residuos sólidos que se dan en los asentamientos urbanos; aunque se sometan a los diferentes procesos de manejo siempre es necesario de contar con un lugar donde llegan los residuos sometidos a un proceso previo o que prevengan directamente de la recolección.

La disposición final de los residuos debe realizarse un relleno sanitario.

3.9.1 RELLENO SANITARIO

La "Sociedad Americana de Ingenieros Civiles" ofrece la siguiente definición:

Método para disponer los desechos en la tierra sin causar molestias o daños a la salud y seguridad públicas, utilizando principios de ingeniería para confinar los desechos al área más pequeña posible, reducirlos al mínimo volumen y cubrirlos con una capa de tierra al terminar las operaciones al fin de cada jornada.

Este método es todavía el más popular a nivel mundial, aunque se prevee que en el futuro dejará de serlo debido a las dificultades para encontrar terrenos adecuados y a distancias que resulten económicas para el transporte de los residuos.

3.9.1.1 VENTAJAS DEL METODO

a) Si se consigue un terreno a bajo costo, es el método más económico para disposición de desechos sólidos.

b) Método completo no deja residuo.

c) Método con inversión inicial baja y puesta en marcha a corto tiempo.

d) Recibe todo tipo de desechos sólidos.

e) Flexible, ya que puede disponer cantidades mayores o menores de basura con poco personal o equipo adicional.

f) Al terminarse, se puede disponer del terreno para canchas deportivas, estacionamientos, etc.

3.9.1.2 DESVENTAJAS DEL METODO

a) En áreas muy pobladas, el terreno puede estar fuera elevando costos de transporte.

b) Si no se controla adecuadamente su operación puede convertirse en un tiradero a cielo abierto.

c) Las construcciones de rellenos, cerca de residenciales tienen fuerte oposición pública.

d) Un relleno terminado tendrá asentamientos y requerirá de mantenimiento periódico.

3.9.2 SELECCION DEL SITIO DEL RELLENO

Se hace necesario analizar los siguientes parámetros para determinar el sitio donde se realizará el relleno.

a) Urbanísticos:

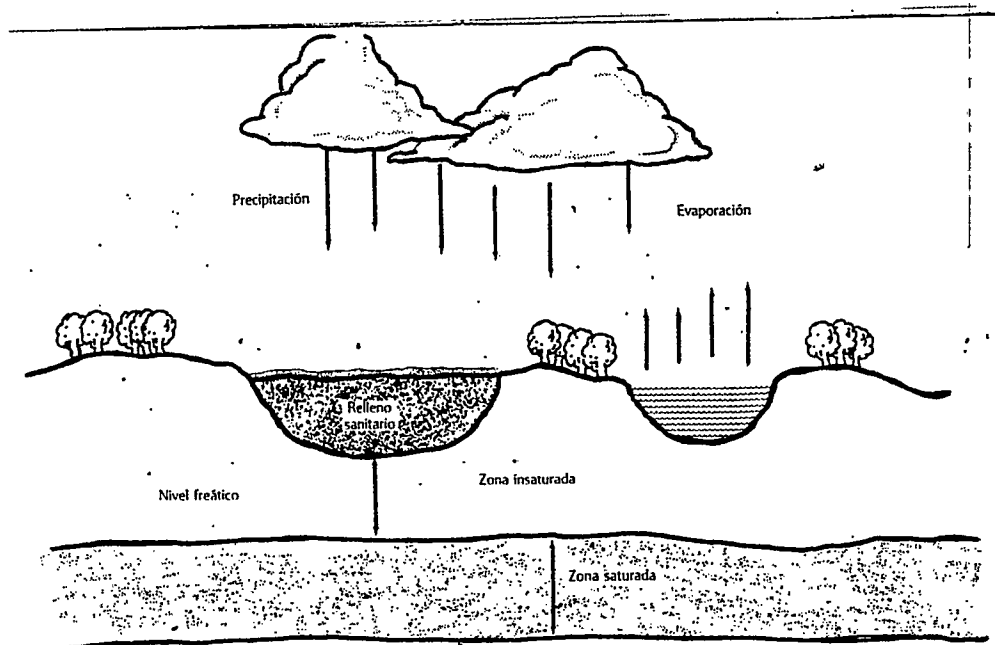
Deberá estar ubicado en un área tal, que no atente contra la protección ambiental ni contra los recursos naturales y considerar que a futuro el relleno sanitario deberá ser compatible con el plan de desarrollo de la ciudad.

b) Económicos:

El terreno deberá tener vida útil de tiempo apto para recibir basura continuamente considerándose por expertos que deberá ser de 20 años como mínimo. Además el relleno debe estar localizado en un sitio en donde sea fácil obtener la tierra para su cobertura y lejos de los aeropuertos para evitar accidentes que podrían causar las aves características de los rellenos sanitarios en América Latina.

c) Sanitarios:

Figura 3.17 Presencia de Zonas Saturadas e Insaturadas Debajo del Relleno Sanitario.



Los microorganismos presentes en la parte orgánica de los residuos sólidos causan que éstos se descompongan bioquímicamente, originando un caldo de olor desagradable, color negro de alto grado de contaminación (Lixiviado).

Los contaminantes bacteriológicos se pueden filtrar después de varios metros abajo de la superficie no así los cloruros, nitratos y sólidos suspendidos los cuales avanzan rápidamente en suelos con alta permeabilidad llegando a contaminar mantos acuíferos.

Por lo tanto el terreno elegido para el relleno sanitario debe ser poco permeable, y tener una altura mínima de 2 mts. Entre la parte inferior y el nivel freático máximo.

3.9.3 METODOS CONSTRUCTIVOS

En el relleno sanitario pueden ser empleadas cuatro técnicas:

a) Técnica de Trinchera:

Comúnmente utilizada en áreas de topografía plana y suave. Excavando con dimensiones adecuadas las cual permita la operación de los equipos utilizados.

La basura depositada en la trinchera es confinada en uno de sus extremos, formando capas inclinadas de dos a cuatro mts. De altura (celdas) en grupos sucesivos. Al final de la jornada se cubre la basura con tierra excavada.

b) Técnica de Rampa:

Empleada en áreas secas y planas. Al preparar el terreno es necesario efectuarse ciertos cortes y rellenos dando inicio las operaciones junto a una rampa; compactándose la basura de abajo hacia arriba y finalmente cubriéndola con tierra.

c) Técnica del Área:

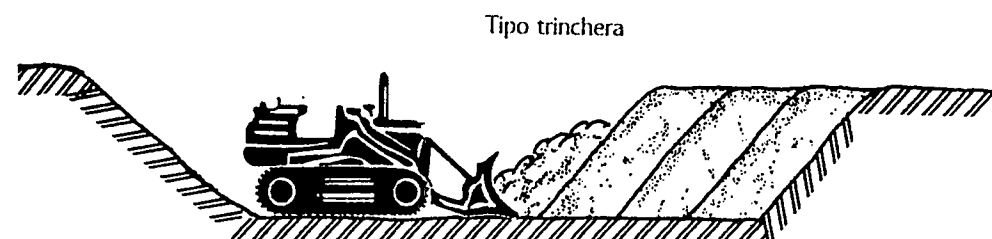
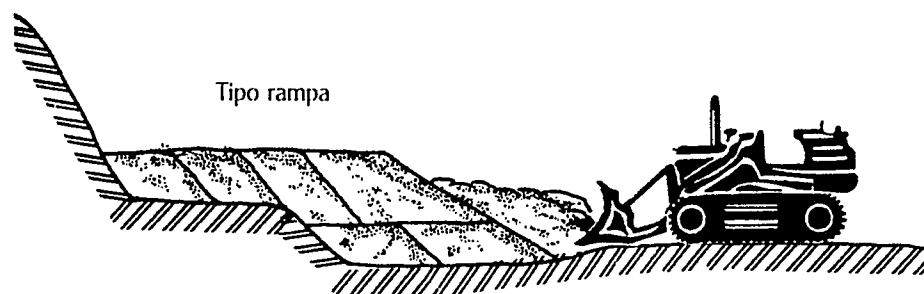
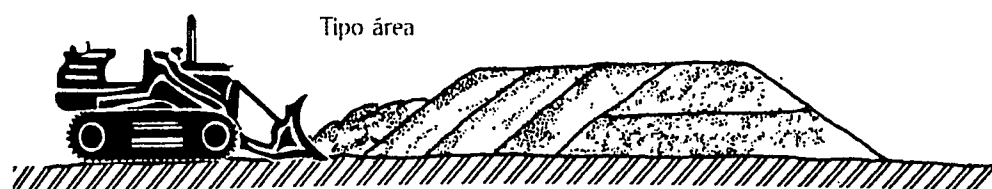
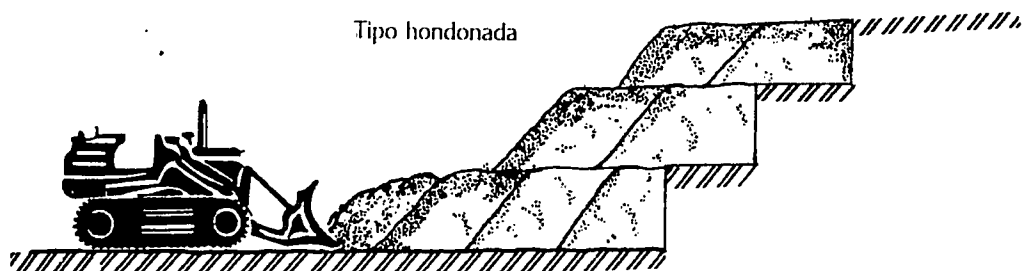
Es utilizada en sitios con topografía plana, cuyo nivel freático máximo se encuentre a 2 mts. Del nivel natural del terreno. La tierra de cobertura se lleva fuera del lugar.

d) Técnica de Hondonada:

Es utilizada en sitio de topografía irregular como hondonadas, barrancadas y desfiladeros.

Se inician las operaciones en la parte mas baja y progresivamente, superponiendo las capas de basura, se le da al terreno la configuración adecuada.

Figura 3.18 Modalidades Más Comunes en Rellenos Sanitarios.



3.9.4 DESCOMPOSICION DE LOS RESIDUOS EN EL RELLENO SANITARIO

Se sabe que los residuos sufren un proceso de descomposición y fermentación después de ser depositados en un relleno sanitario. Es muy difícil predecir tal descomposición debido a la heterogeneidad del material.

Algunos de los cambios físicos, químicos y biológicos más importantes que sufre los residuos durante su descomposición son:

- * Decaimiento biológico de compuestos orgánicos con generación de gases y líquidos.

- * Disolución (Lixiviado) de materiales orgánicos e inorgánicos por el agua y el propio lixiviado.

- * Escape y difusión de gases a través del relleno.

- * Oxidación química de materiales.

La descomposición de los residuos en el relleno sanitario tradicional se descompone en forma anerobia existiendo solo fermentación en la capa superior la cual no debe ser mayor de 2 mts, que los residuos no estén demasiados compactados y que la capa de material sea porosa para que penetre una porción adecuada de aire y agua.

Se cree que las condiciones anaerobias en un relleno se producen aproximadamente un mes después que se coloco el material; la descomposición produce grandes cantidades de gases lo que crea mayor presión en el relleno y mayor velocidad de difusión de gases.

3.9.5 LIXIVIADOS

Como consecuencia de la descomposición de la basura se producen líquidos percolados (Lixiviados) y gases que al abandonar el relleno pasan a los alrededores, afectando de manera nociva.

La interrelación entre el contenido de humedad, tamaño de los trozos de basura, circulación de aire y temperatura es relativamente compleja. El efecto total de éstos factores es lo que determina la evaporación y, por tanto, la producción de lixiviados de rellenos.

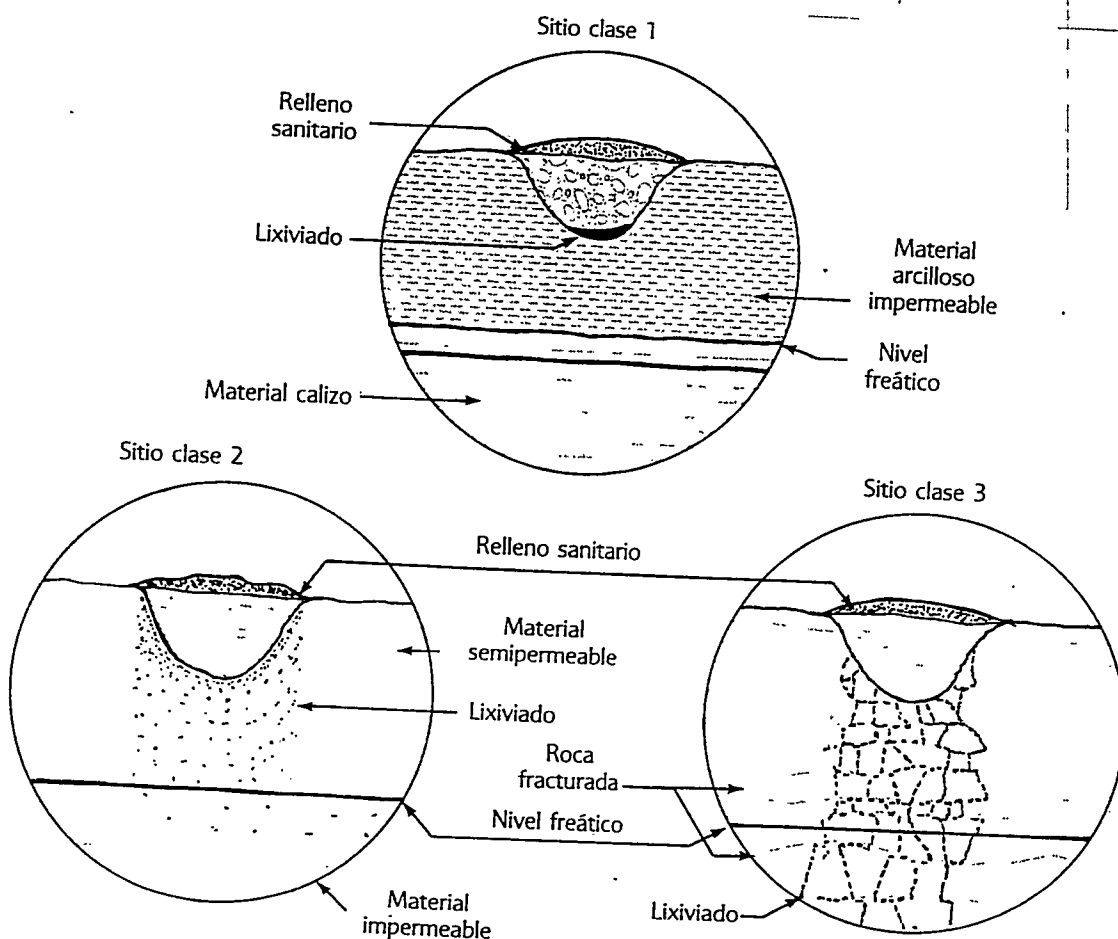
Los contaminantes más importantes en el lixiviado son los cloruros y nitratos. Por lo tanto es necesario el control de la contaminación de agua por lixiviado y se reconocen dos tendencias principales: diluir y dispersar, concentrar y contener.

Desde el punto de vista hidrogeológico se clasifican tres categorías los sitios para relleno sanitario:

1) Sitios con altas propiedades de contención de lixiviados:

En los cuales es necesario acondicionar instalaciones de recolección y tratamiento para lixiviado, es un procedimiento costoso.

Figura 3.19 Diferentes Sitios para Rellenos Sanitarios.



2) Sitios que permiten la migración lenta de lixiviado con atenuación significativa:

Se deberá colocar arcilla dispersa la cual contribuye en gran medida a la atenuación de iones metálicos

3) Sitios que permitan rápida migración de lixiviado con poca o nula atenuación:

Aumentaran su capacidad de atenuación si se recubren con una capa permeable a bases de materiales arcillosos, composiciones asfálticas o de cemento Portland.

3.9.6 GASES

Al ser inseparables la producción de gases la descomposición anaerobia de la basura, es inherente la necesidad de recuperarlos.

En los rellenos tradicionales, la recuperación de los gases es el paso previo a la combustión controlada en quemadores dispuestos a propósito.

Se disponen tres opciones principales para el tratamiento del gas de relleno:

a) Recuperarlo y quemarlo en una chimenea de ventilación dentro del sitio.

b) Usarlo tal como sale, aplicando deshidratación y compresión para aplicaciones directas de combustión en proceso de generación posibles de electricidad.

c) Purificarlo al eliminar la humedad, el CO_2 y el H_2S para venderlo como combustible de bajo poder calorífico.

La temperatura, la humedad y aireación en conjunto con la producción del gas del relleno, asentamientos geográficos, historia operacional, cantidad y composición de basura depositada, ayudar con pruebas de campo a la producción de gas metano.

Los parámetros para una optima generación de metano son:

TEMPERATURA: Entre 20 - 40°C llegando hasta 50 - 60°C.

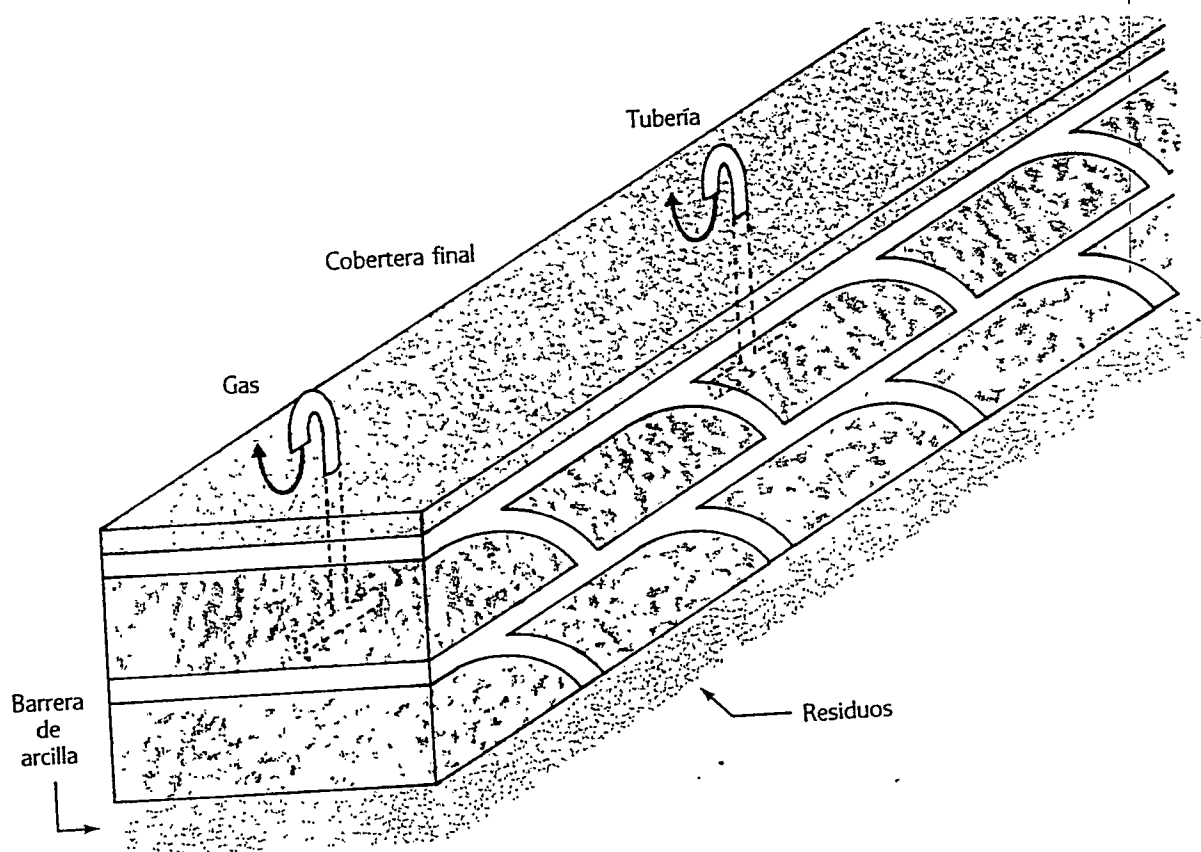
AUSENCIA DE AIRE : La captación de gas se hace a 30 mts. De profundidad.

pH : Entre 6.7 - 7.0

HUMEDAD : 60% para digestión anaerobia.

NUTRIENTES: (Oxígeno) debe haber suficiente para permitir el crecimiento de metano.

Figura 3.20 Ilustración de Sistema de Colección de gases.



CAPITULO IV

CAPITULO IV

SISTEMA ECOLÓGICO DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS

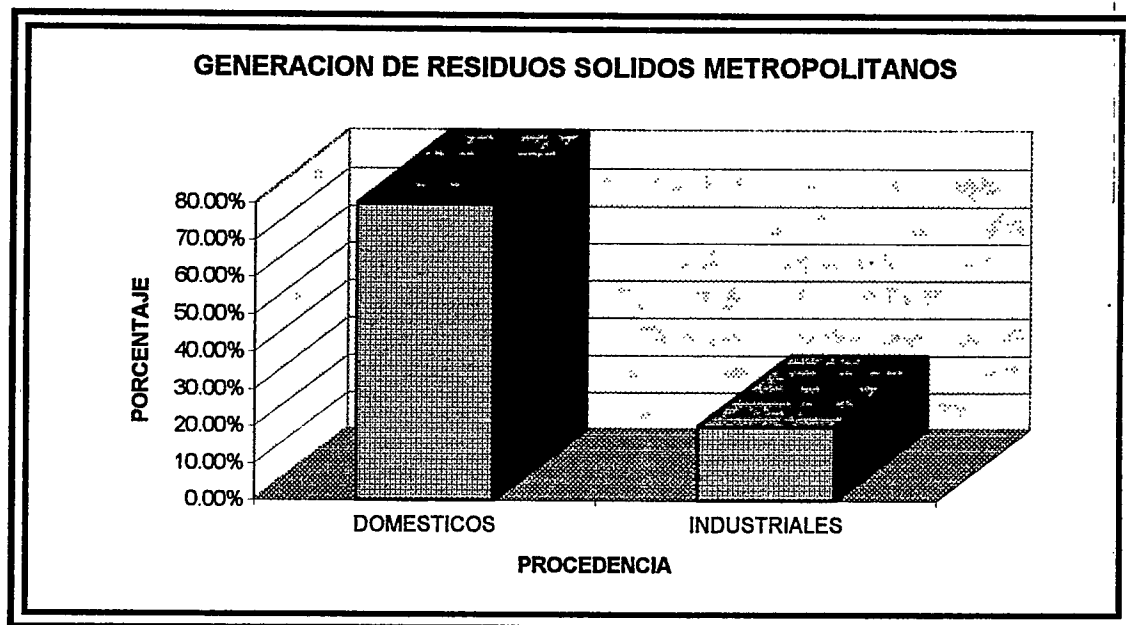
Considerando las etapas funcionales del manejo de residuos sólidos detallados en el capítulo anterior y el estudio de campo presentado en el Capítulo II, se propone en ésta parte el Sistema de Manejo Ecológico de los Residuos Sólidos para el Área Metropolitana de San Salvador; en la que se recomiendan y desarrollan las alternativas más adecuadas y viables para el manejo de los residuos sólidos.

Se considera un programa de gestión, etapas previas a desarrollar y las mejoras ambientales que dará la puesta en marcha del sistema.

Este sistema de manejo ecológico, ésta basado en las diferentes fuentes de generación de residuos, la cuales son:

- a) Domésticos.
- b) Comercio, Industria y Hospitalarios.

Figura 4.1



Habiendo determinado previamente que la mayor cantidad de residuos sólidos generados en el Área Metropolitana de San Salvador (AMSS), provienen del área domiciliaria o residencial, 80% del total generado, este estudio hace mucho

énfasis en la educación de los residentes del área en estudio; para que éstos sean miembros activos del Manejo Ecológico de los Residuos Sólidos. (ver figura 4.1)

4.1 DIAGRAMA GENERAL DEL APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DEL AMSS.

Como primer paso para lograr una mejor administración y gestión del problema de los residuos sólidos, es considerar que antes de disponer los residuos sólidos en un relleno sanitario, se deben considerar dos caminos los cuales son la recuperación y el procesamiento. Estos caminos son básicos para lograr que el sistema de manejo ecológico de los residuos sólidos funcione y de los frutos esperados.

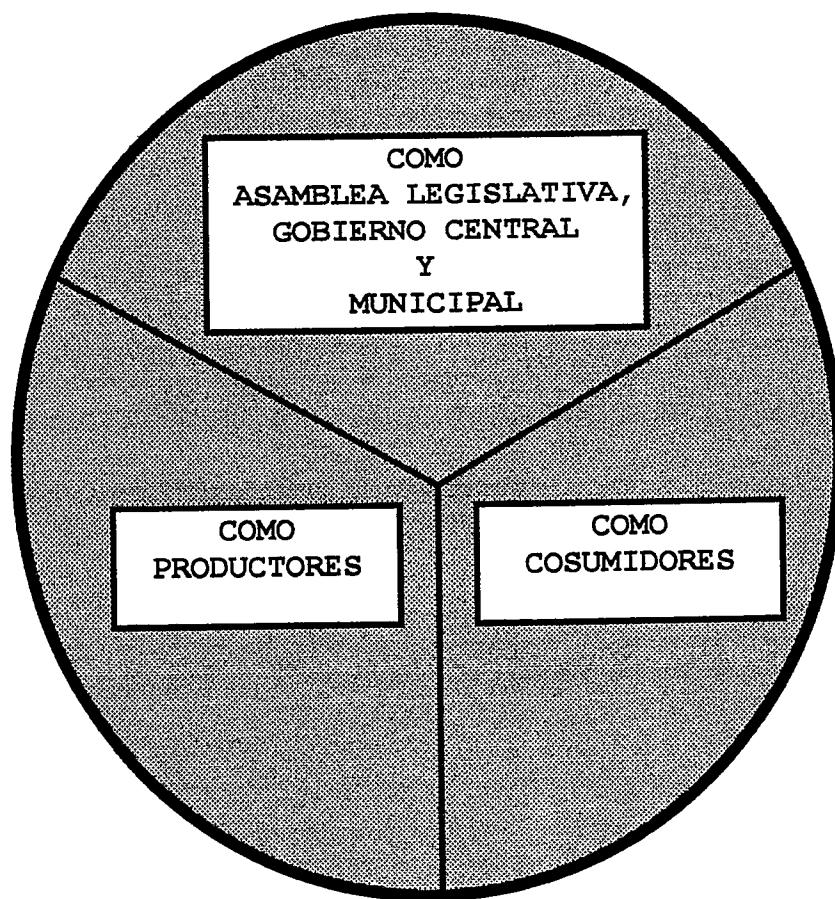
Figura 4.2 Diagrama General de Aprovechamiento
de Residuos Sólidos.

4.2 RESPONSABLES EN LA PREVENCIÓN Y EL TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DEL AMSS.

Al enmarcarnos en una visión ecológica para el manejo de los residuos sólidos del Área Metropolitana de San Salvador es necesario tener en cuenta que los responsables en la ejecución del sistema son:

"LOS CIUDADANOS O HABITANTES EN SUS DIFERENTES MANIFESTACIONES, RESIDENTES O ESTABLECIDOS EN EL AMSS"

Figura 4.3 Responsables de los Residuos Sólidos.



4.2.1 COMO ASAMBLEA LEGISLATIVA, GOBIERNO CENTRAL Y MUNICIPAL DEBERAN:

a) Legislar severamente sobre la protección del ambiente y tener gestión particular sobre los residuos sólidos urbanos.

b) Obtener ayuda técnica y contribuir financieramente a proyectos ambientales y tener gestión para los diversos tratamientos y/o recuperación de residuos sólidos urbanos.

c) Educar desde el primer nivel escolar a todos los estudiantes sobre el medio ambiente y enseñar técnicas para preservarlo. Además de educar a toda la población sobre el manejo de los residuos sólidos generados sin perjudicar el ambiente natural; por medio de una publicidad efectiva y coordinando con otras instituciones; siguiendo los lineamientos establecidos.

d) Ser responsable de dirigir el plan de manejo de los residuos sólidos, supervisando y evaluando continuamente.

4.2.2 COMO PRODUCTORES O INDUSTRIALES DEBERAN:

a) Pagar a las alcaldías municipales impuestos por manejo de residuos sólidos generados.

b) Clasificar sus residuos sólidos en orgánicos, reciclables (papel, vidrio, metales) y otros; en los lugares de generación.

c) Fomentar la producción de bienes con materiales reciclados o por lo menos con mezclas de materiales vírgenes y reciclados.

d) Eficientar sus procesos para que estos hagan un mejor uso de los materiales, reduciendo a sí la generación de residuos sólidos.

e) Fusionarse dos o mas industrias para el aprovechamiento de los residuos sólidos, intercambiando para ser reusados en los procesos.

f) Producir bienes con empaques y envases que sean retornables, reciclables o biodegradable y diseñando procesos industriales cíclico en sustitución de los procesos lineales.

g) Recolectar todos aquellos productos que al terminar su vida útil, se convierten en residuos sólidos peligrosos tanto para los habitantes como para el medio ambiente.

h) Contribuir a la educación y concientización de la población en el manejo adecuado de los residuos sólidos.

4.2.3 COMO CONSUMIDORES DEBERAN:

- a) Consumir solo lo estrictamente indispensable, seleccionando en primera instancia productos naturales.
- b) Realizar la clasificación selectiva de todos los residuos sólidos generados en orgánicos, reciclables (papel, vidrio, metales, etc) y otros.
- c) Aplicar los métodos de procesamiento para los residuos sólidos orgánicos en sus hogares.
- d) Ser parte activa en la fomentación de conciencia ecológica de las presentes y futuras generaciones, comenzando en casa.
- e) Seleccionar productos cuyos empaques sean reciclables y que no contengan mezcla de materiales.

4.3 ETAPAS DEL PROGRAMA DE GESTION DEL SISTEMA ECOLOGICO DE MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS DEL AMSS.

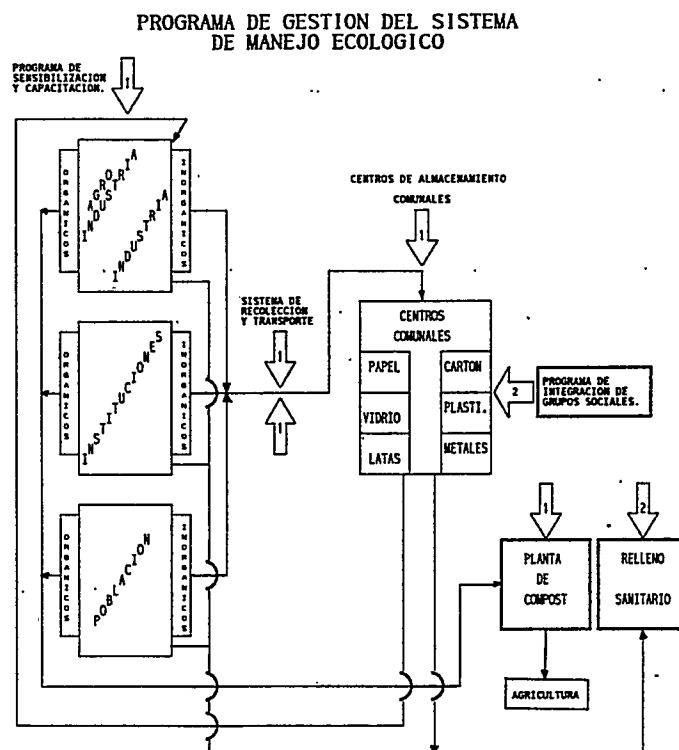


Figura 4.4 Programa de Gestión.

4.3.1 PROGRAMA DE SENSIBILIZACION Y CAPACITACION

El programa de sensibilización y capacitación se enfoca de tal manera que los ciudadanos en sus diferentes manifestaciones, tengan acceso a información ambientalista y que promueva la conservación natural del habitat del hombre.

Hasta la fecha, la recuperación de residuos sólidos urbanos no tiene antecedentes en San Salvador; por lo tanto, es necesario establecer un programa de sensibilización y capacitación de los habitantes de la ciudad capital de El Salvador para que se involucren en la solución de la problemática actual. A medida que los ciudadanos conozcan la problemática será más rápida y efectiva la implantación del sistema ecológico de manejo de residuos sólidos.

4.3.1.1 ETAPAS DEL PROGRAMA DE SENSIBILIZACION Y CAPACITACION

a) *Conciencia Social sobre la Protección del medio ambiente.*

El objetivo de éste literal es crear una conciencia social sobre los efectos que tienen las actividades que realiza el hombre sobre su medio ambiente, repercusiones posteriores y como éste puede ayudar a preservarlo previniendo su deterioro mediante la aplicación de prácticas ecológicas, campañas ambientalistas y capacitaciones teorico/practico.

Dirigido a:

1) Estudiantes de los diferentes niveles educativos en instituciones públicas y privadas.

2) Población en general.

Medios de Difusión:

1) Televisión.

2) Radio.

3) Programas educativos en escuelas públicas y privadas.

4) Revistas Universitarias.

- 5) Periódicos de circulación regional y nacional.

Coordinados Por:

- 1) SEMA.
- 2) Ministerio de Educación de El Salvador.
- 3) Entidades Ecológicas.
- 4) Alcaldías municipales AMSS.

b) Aumento de la Participación de la Ciudadanía en los Programas de Reducción de Residuos Sólidos.

A medida que la población en general se da cuenta que los orígenes del problema de residuos sólidos en la región se debe a la falta de involucramiento de la ciudadanía en programas de reducción de generación de residuos sólidos, éstos comenzarán a disminuir y llegar ha niveles manejables.

Dirigido a:

- 1) Estudiantes de los diferentes niveles educativos en instituciones públicas y privadas.
- 2) Población en general.

Medios de Difusión:

- 1) Televisión.
- 2) Radio.
- 3) Programas educativos en escuelas publicas y privadas.
- 4) Revistas Universitarias.
- 5) Periódicos de circulación regional y nacional.

Coordinados Por:

- 1) SEMA.
- 2) Ministerio de Educación de El Salvador.

3) Entidades Ecológicas.

4) Alcaldías municipales AMSS.

c) Aumento de la Tasa de Recuperación de Materiales Reciclables.

Mediante los programas de conscientización y capacitación se pretenderá aumentar las tasas de aprovechamiento de materiales reciclables y reutilizables que se encuentran en los residuos sólidos generados por la población, fomentando la creación y el fortalecimiento de industrias recicladoras.

Dirigido a:

1) Población en general

2) Industria y comercio.

Medios de Difusión:

1) Televisión.

2) Radio.

3) Conferencias .

4) Revistas Universitarias.

5) Periódicos de circulación regional y nacional.

Coordinados Por:

1) SEMA.

2) Gobierno Central de El Salvador.

3) Entidades Ecológicas.

4) Alcaldías municipales AMSS.

5) Sector Industrial.

d) Reducción de la Cantidad de Residuos Sólidos Abandonados.

Este aspecto trata mas que todo de resolver el problema psicológico de los residuos sólidos abandonados. Es muy común el dicho de que BASURA LLAMA BASURA, basta con tener una bolsa de basura abandonada para que en pocos días se convierta en un verdadero tiradero de basura. El sistema propone fomentar los aspectos positivos de tener una comunidad limpia donde vivir.

Dirigido a:

1) Estudiantes de los diferentes niveles educativos en instituciones públicas y privadas.

2) Población en general.

Medios de Difusión:

1) Televisión.

2) Radio.

3) Programas educativos en escuelas publicas y privadas.

4) Revistas Universitarias.

5) Periódicos de circulación regional y nacional.

Coordinados Por:

1) SEMA.

2) Ministerio de Educación de El Salvador.

3) Entidades Ecológicas.

4) Alcaldías municipales AMSS.

e) Clasificación de los Residuos a nivel Residencial, Comercial e Industrial.

El plan de sensibilización y capacitación contempla ésta etapa basándose en la tesis que los únicos que pueden resolver los problemas de los residuos sólidos son los ciudadanos que los generan, en cualquiera de sus expresiones.

Por lo tanto, los residuos sólidos deben ser clasificados por los entes antes mencionados para facilitar su posterior manejo.

Dirigido a:

1) Estudiantes de los diferentes niveles educativos en instituciones públicas y privadas.

2) Población en general.

Medios de Difusión:

1) Televisión.

2) Radio.

3) Programas educativos en escuelas publicas y privadas.

4) Revistas Universitarias.

5) Periódicos de circulación regional y nacional.

Coordinados Por:

1) SEMA.

2) Ministerio de Educación de El Salvador.

3) Entidades Ecológicas.

4) Alcaldías municipales AMSS.

4.4 GENERACION DE RESIDUOS SOLIDOS CON VISION ECOLOGICA.

Una vez que los ciudadanos capitalinos han sido concientizados de las consecuencias del mal manejo de los residuos sólidos, se procede a detallar la generación de residuos sólidos con visión ecológica. Esta etapa ésta en función de diferentes factores como son: época del año, nivel de industrialización de la zona, clase social, densidad poblacional de la zona, otros. Por éstas razones los residuos sólidos pueden estar constituidos de diferentes componentes.

De acuerdo al muestreo realizado en la zona la generación de residuos está constituida de la forma presentada en la figura # 5, la cual muestra la relación que hay entre los diferentes componentes de los residuos sólidos.

La cantidad de residuos sólidos generada por los habitantes de San Salvador, varía de acuerdo al nivel de vida. Un estudio realizado por la Alcaldía Municipal de San Salvador en 1995, se determinó que las personas de bajo nivel de vida generan 0.2 toneladas métricas por año, las de nivel de vida medio 0.3 toneladas métricas por año y las de nivel de vida alto 0.5 toneladas métricas por año; y todos con una tasa de crecimiento anual del 1%.

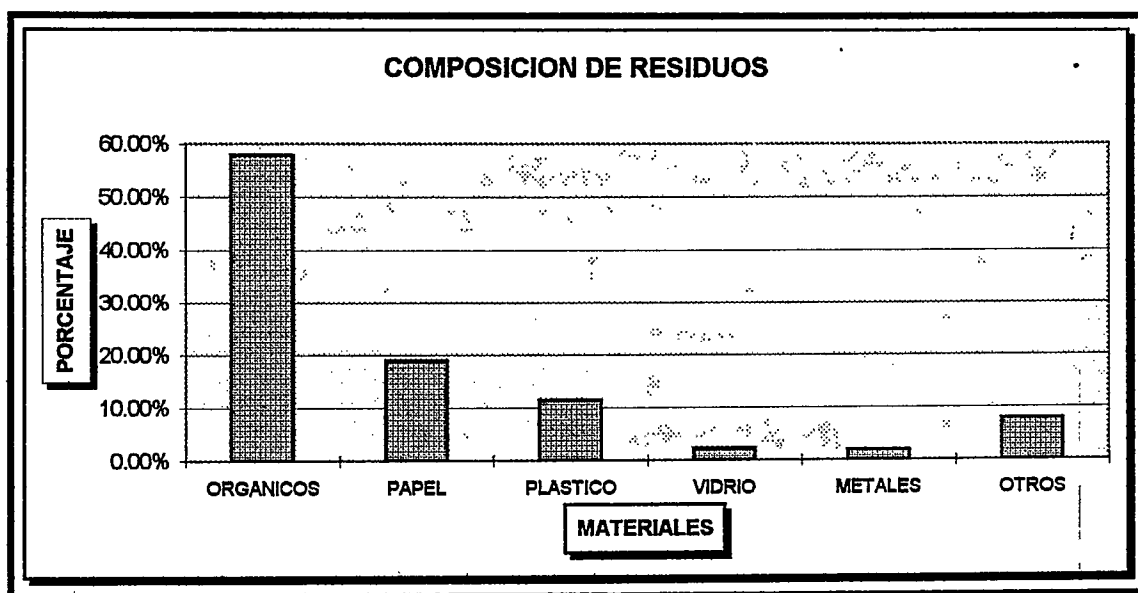


FIGURA 4.4

Los Salvadoreños residentes en los trece municipios que componen el Área Metropolitana de San Salvador, generan diariamente 1,052 toneladas métricas de residuos sólidos.

Siendo la generación el principio del ciclo de manejo de residuos es necesario ejercer un mayor control sobre éste, comenzando por la instrucción básica a los habitantes sobre la magnitud del problema y sus repercusiones ecológicas. Es importante la formación de un interés por la conservación de los recursos naturales; así como un cambio de mentalidad respecto a la delegación de responsabilidad en la solución del problema. Esto último se refiere al hecho de que algunos de los habitantes de la zona creen que ellos no son parte del problema y se limitan a ser meros observadores.

La generación de residuos sólidos debe ser legislada regulando el control de empaques y envases de productos con el objetivo de limitar la generación a su mínima expresión. A continuación se detallan algunas sugerencias que deben ser

incluidas en la legislación sobre generación de residuos sólidos del área metropolitana:

a) No usar mezclas de materiales en la fabricación de productos.

b) Usar empaque y envases que puedan ser reciclados o reutilizados.

c) Cada embalaje debe tener instrucciones claras que puede ser reciclado, reusado o desechados apropiadamente.

d) Cada productor de bienes que al terminar su vida útil se vuelven residuos peligrosos, deberá hacerse responsable de su eliminación.

El gobierno central en apoyo a las alcaldías municipales debe colaborar logística y financieramente para regular la generación de residuos sólidos a nivel de instituciones gubernamentales y privadas, así como a la industria y comercio. El interés estatal por la preservación del medio ayudará a crear una conciencia ecológica en la población.

4.5 ALMACENAMIENTO ECOLOGICO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS.

Conociendo los volúmenes de residuos sólidos generados en el Área Metropolitana de San Salvador, que son aproximadamente 1,052 toneladas métricas diarias; y habiendo capacitado y conscientizado a la población e industria salvadoreña para entrar a ser parte activa en la solución del problema ejerciendo un papel responsable sobre el manejo de los residuos sólidos urbanos sin ocasionar daños al medio ambiente. La primera responsabilidad, es la referida al almacenamiento de los residuos generados, y ya que los datos de generación nos ilustran que el 80% del total de residuos generados provienen del sector domiciliario y el restante 20% del sector industrial y comercial; y conociendo de antemano que para que los residuos sólidos puedan ser utilizados posteriormente deben ser adecuadamente almacenados de tal forma que no se modifique sus propiedades primarias. Este apartado abordará diferentes procedimientos de manejo a nivel domiciliario, comunal, industrial y comercial; con la única finalidad de asegurar el máximo aprovechamiento de los residuos sólidos urbanos.

4.5.1 PROCESO DE ALMACENAMIENTO ECOLOGICO.

4.5.1.1 SELECCION

Se entiende por selección el acto de separar los residuos orgánicos e inorgánicos en el momento de su generación; en el interior de las viviendas, industrias y comercios.

Para realizar una efectiva selección se deberá tener un listado básico de residuos sólidos y una visión clara de separación para almacenarlos.

Figura 4.6 Selección Básica de Residuos Sólidos.

O R G A N I C O S	UN SOLO RECIPIENTE
	* DESPERDICIOS DE COCINA
	* SOBRANTES DE COMIDA
	* RESTOS DE VEGETALES
	* PADECERÍA DE HUESOS ANIMALES
	* TORTILLAS Y PAN DURO
	* HOJAS Y TALLOS DE JARDINERÍA
	* CASCARAS DE FRUTAS
	* OTROS
I N O R G A N I C O S	UN SOLO RECIPIENTE (VIDRIO)
	* BOTELLAS, VERDES, ÁMBAR, Y BLANCAS
	* FRASCOS Y ENVASES DE VIDRIO
	UN SOLO RECIPIENTE (PLÁSTICOS)
	* ENVASES PLÁSTICOS
	* BOLSAS DE PLÁSTICO
	* JUGUETES PLÁSTICOS
	UN SOLO RECIPIENTE (PAPEL)
	* PAPEL BOND, REVISTAS DE TODA CLASE
	* PAPEL PERIÓDICO
	* CARTÓN CORRUGADO Y ENCERADOS
	UN SOLO RECIPIENTE (METAL)
	* LATAS DE GASEOSAS, CERVEZAS
	* ACEITES COMESTIBLES Y LECHE
	* FRASCOS Y ENVASES
	* TAPADERAS DE FRASCOS METÁLICAS

4.5.1.2 LIMPIEZA

Se entiende por limpieza a la eliminación de cualquier material extraño que pudiese presentar el residuo sólido, antes del almacenamiento.

4.5.1.3 ALMACENAMIENTO

Se entiende como la acción propia de guardar en recipientes adecuados al tipo y naturaleza del residuo hasta que estos sean recolectados y transportados a centros de acopio, planta de compost o a disposición final.

4.5.2 ALMACENAMIENTO DOMICILIARIO

Basado en el proceso de almacenamiento de los residuos sólidos generados; los residentes deberán separar, limpiar y almacenar adecuadamente sus residuos utilizados.

Existen diferentes tipos de recipientes para el almacenamiento de residuos sólidos domiciliarios, los cuales pueden variar en sus formas, tipo de material y volumen a contener pero siempre garantizando que las características de los residuos sólidos no cambien para que puedan ser utilizados posteriormente.

4.5.2.1 RECIPIENTES PARA EL ALMACENAMIENTO DOMESTICO

Los recipientes para almacenamientos de residuos sólidos domésticos van desde cubetas metálicas o plásticas, cajas metálicas o de cartón, bolsas de manta, plásticas biodegradable o costales hasta almacenadoras modernas diseñados de acuerdo a la estructura arquitectónica de las viviendas.

Dentro de los recipientes para almacenamiento de residuos sólidos están:

Figura 4.7 Recipientes clasificadores para Vivienda.

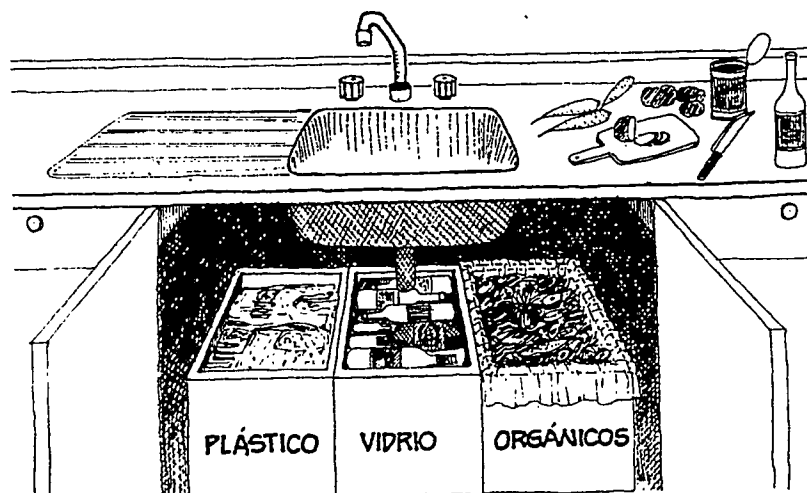


Figura 4.8 Recipientes clasificadores independientes para viviendas

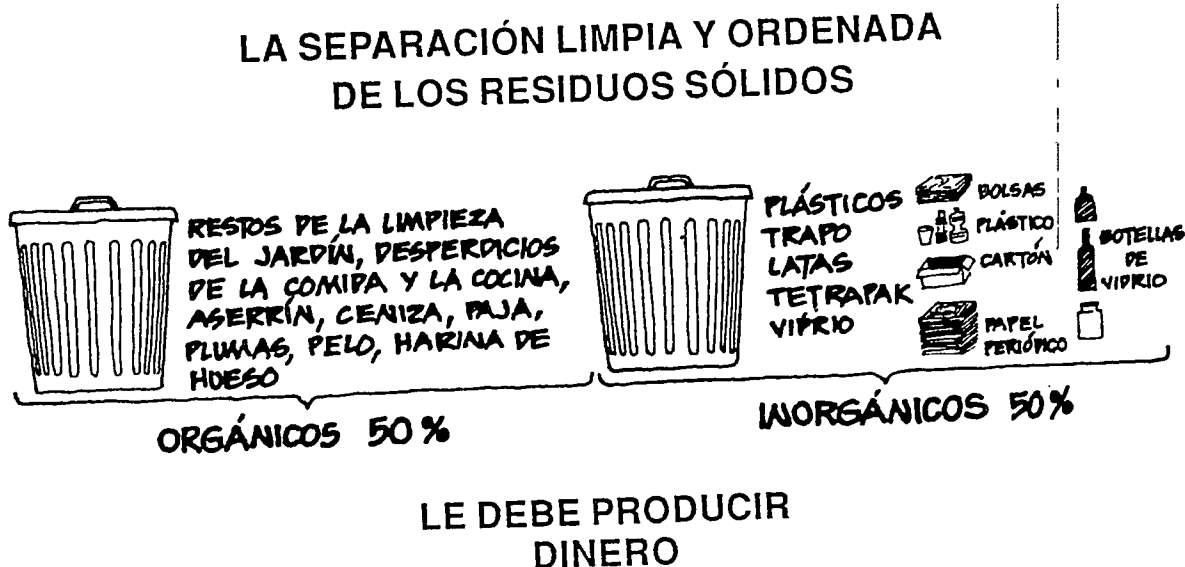
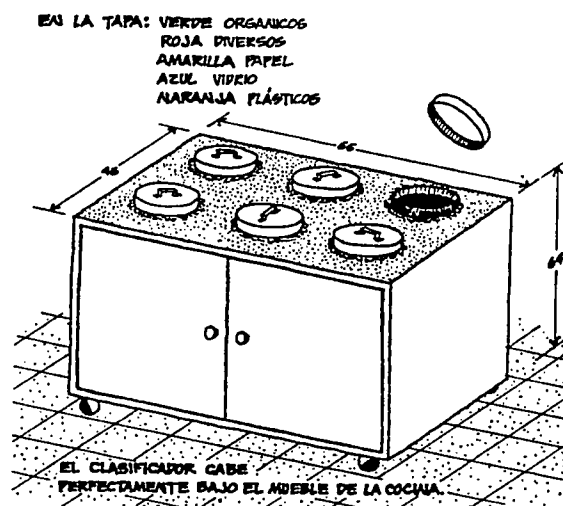


Figura 4.9 Recipientes Clasificadores para Conjuntas habitacionales



Los recipientes para viviendas o para conjuntos habitacionales deberán basarse en los volúmenes promedios semanales y el número de habitantes por conjunto habitacional, según la generación de residuos para que sean efectivos, tomando muy en cuenta el tener lugares o depósitos en la vivienda para guardar toda aquellos residuos sólidos que no puedan ser compostados ni reciclados y que deberán ser enviados a un relleno sanitario.

4.5.2.2 UBICACION DE LOS RECIPIENTES

Los recipientes de almacenamiento de residuos sólidos en el hogar deberán estar ubicados de tal forma que se protejan de su deterioro y además que sean de fácil acceso para el usuario.

Los residuos orgánicos deberán almacenarse en recipientes plásticos o metálicos con bolsas de plástico biodegradable, fuera de la vivienda y asegurándose que éste tenga una tapadera que haga sello hermético, para evitar la reproducción de insectos.

El uso de bolsas plásticas biodegradables se debe a que éste tipo de bolsas no permite que la parte líquida de los residuos sólidos orgánicos salga y además se puede compostar por sus características de degradación biológica.

Los residuos inorgánicos y reciclables deben almacenarse en lugares frescos y protegidos del medio ambiente y gracias a sus características de no ser biodegradable puedan almacenarse por largos períodos de tiempo dentro de las viviendas sin causar ningún contratiempo.

4.5.3 CENTRO DE ALMACENAMIENTO COMUNAL

El presente estudio propone como alternativa la creación de centros donde se almacenan limpios y clasificados los residuos sólidos reciclables, generados por comunidades en un municipio; y lugar donde las industrias recicladoras recolectarán materias primas para la fabricación de nuevos productos.

4.5.3.1 LOCALIZACION DE LOS CENTROS DE ALMACENAMIENTO COMUNALES

Estos deberán estar localizados en áreas estratégicas de cada municipio que permitan el acceso de todos los ciudadanos que participen en las actividades del reciclaje al menor

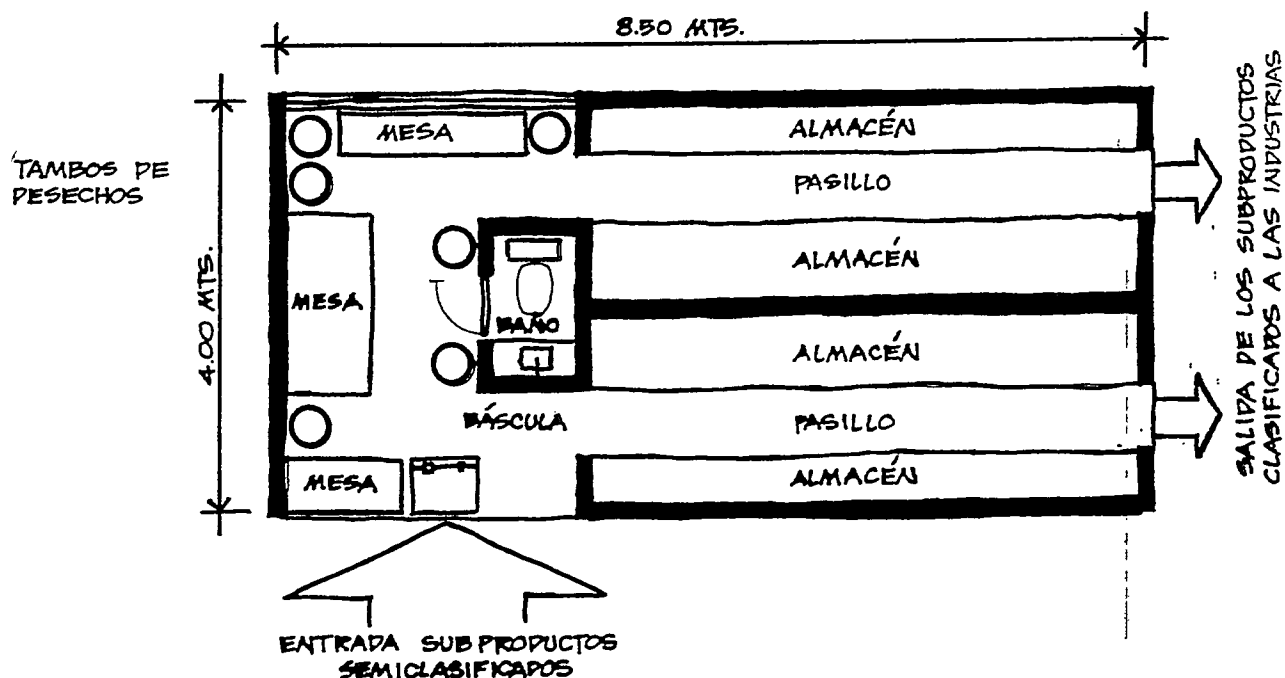
costo posible para que esto sea un aspecto favorable para la ciudadanía y su participación sea activa en la recuperación de materiales de los residuos que se generan.

4.5.3.2 Tamaño Ideal y distribución de un Centro de Almacenamiento Comunal.

De acuerdo a estudios realizados en la ciudadanía de México; el tamaño ideal de un centro de almacenamiento comunal para los residuos reciclables es de 36 m² estimado para 1,000 familias con promedio de 5 miembros por familia.

Lo más recomendado será tener distribuidos varios centros de almacenamientos comunales en toda la región metropolitana, a lo largo de una ruta definitiva que facilite la recolección de materiales por las industrias recicladoras.

Figura 4.10 Distribución de un Centro de Almacenamiento.



4.5.3.3 EQUIPO BASICO DE UN CENTRO DE ALMACENAMIENTO COMUNAL

El equipo básico necesario estará en relación al tipo y cantidad de material a manejar para lo cual se recomienda:

- a) Dos básculas : 1 de piso (500 kg. de capacidad)
1 de mesa (20 kg. de capacidad)
- b) 1 escritorio , 1 silla y 1 sillón
- c) Equipo de limpieza general.
- d) Equipo de preparación y calificación :
abre latas, martillo,
tenazas, tijeras,
navajas, apachadores de latas.
- e) Otros (equipos complementario)

4.5.3.4 PERSONAL REQUERIDO

Las necesidades del personal se derivan de las cantidades de viviendas involucradas, el volumen de residuos sólidos reciclables generados así como los tiempo y de almacenamiento y la calidad con que llegan los residuos sólidos al centro de almacenamiento.

4.5.3.5 MANEJO DE MATERIALES EN LOS CENTROS DE ALMACENAMIENTO

Las actividades a realizarse en los centros de almacenamiento comunal; para asegurar un adecuado funcionamiento y una óptima utilización del edificio son:

- a) Recepción y pesaje inicial.

El personal encargado de administrar el centro de almacenamiento comunal anotará los residuos sólidos reciclables domiciliarios, comerciales e Industriales, limpios y preclasificados procediendo así a su pesaje y su registro respectivo que contendrá como mínimo: nombre del suministro, cantidad y tipo de material, fecha de recibo y valor pagado. Una vez registrado el personal del centro de almacenamiento comunal procederá a transportar los residuos sólidos al área de selección y clasificación.

b) Selección y clasificación.

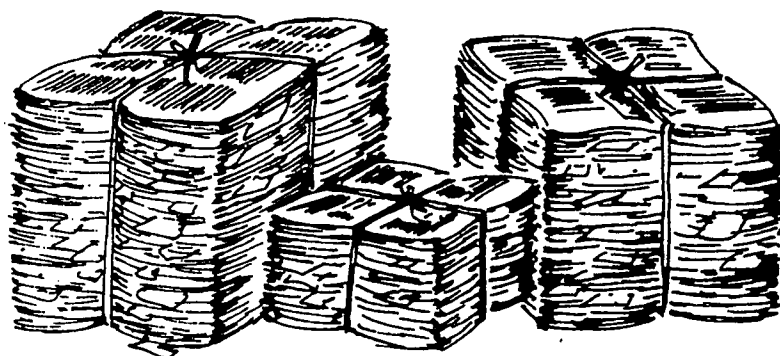
Antes de almacenar los residuos sólidos recibidos durante el día, éstos deberán ser seleccionados, direccionando los residuos de papel al área de destinada para papel dentro del edificio; y clasificando el papel por su presentación, e igual proceso para los demás materiales.

c) Preparación de los materiales para su posterior almacenamiento.

Para maximizar la utilización del edificio y facilitar el manejo de los residuos sólidos reciclables éstos se deberá preparar de la siguiente manera:

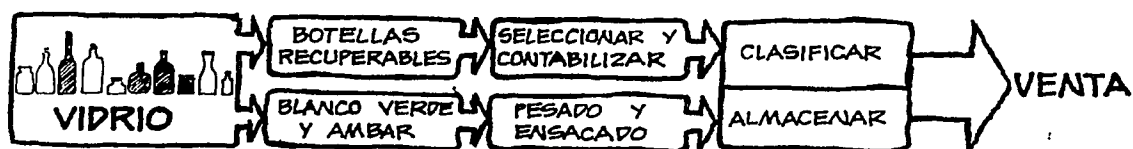
1) Los productos de papel cartón y plástico en laminas se preparan en bulto comprimidos y amarrados o flejados..

Figura 4.11



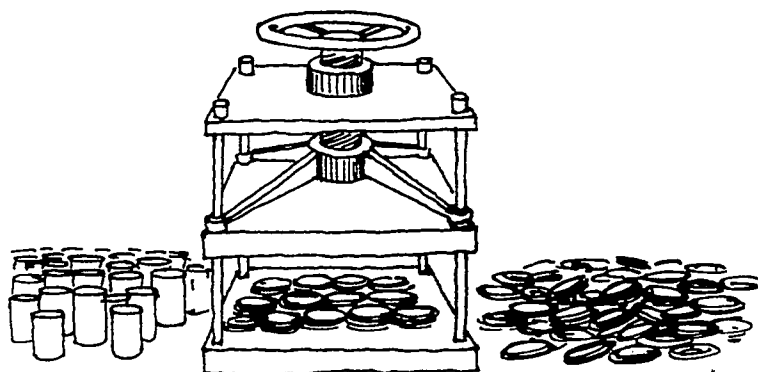
2) El vidrio se separará por colores con excepción de botellas que tengan demanda en el mercado local; como de salsa de tomate, licores nacionales, salsa picante. El resto se romperán con mucho cuidado. Hay que separar los materiales anillos o fichas.

Figura 4.12



3) A las latas de materiales ferrosos de les eliminan las etiquetas y se procederá a comprimirlas; luego a almacenarlas en su lugar correspondiente, las latas de aluminio se comprimen y se almacenan.

Figura 4.13



4) Los materiales de plástico se separan en rígidos y flexibles; los rígidos se cortarán los fondo de las botella más grandes y se meterán las más pequeñas y así reducir el espacio utilizado por estos; los flexibles se preparan en bultos .

Figura 4.14



d) Almacenamiento.

Los residuos sólidos ya preparados se almacenaran de la siguiente manera:

Los bultos de papel periódico y otros materiales de papel , plástico laminar se estibarán c/u en su respectiva área. El vidrio se vaciará de acuerdo a su color en sus contenedores. Las botellas enteras se almacenarán en contenedores de acuerdo al tipo y tamaño . El plástico rígido

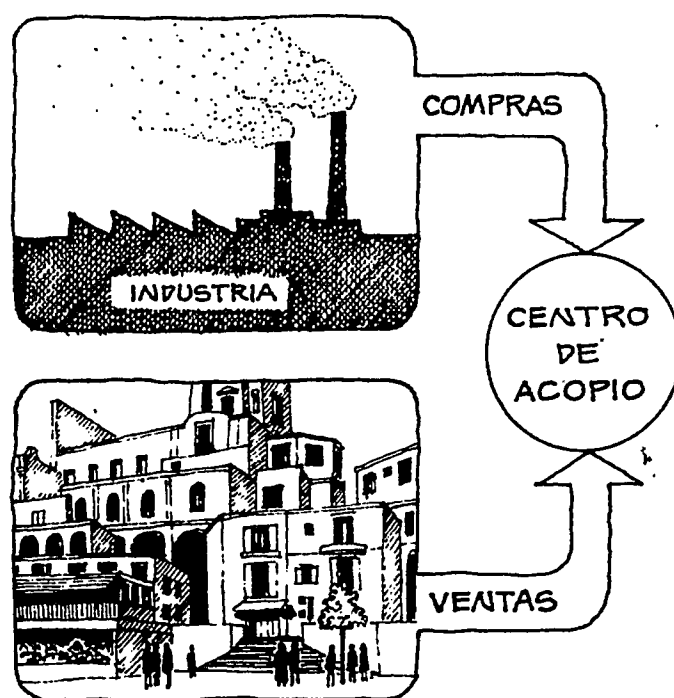
y las latas ferrosas y no ferrosas se colocaran en sus respectivos estantes o contenedores.

e) Pesaje y despacho final.

Los residuos sólidos reciclables depositados en el área de almacenamiento serán pesados y membretados al momento de ser entregados a la compañía recicladora registrando nombre del comprador, cantidad y tipo de material, fecha de entrega y valor de venta.

4.5.4 ALMACENAMIENTO INDUSTRIAL Y COMERCIAL

Figura 4.15



Por decreto legislativo debe ser estipulado que los residuos sólidos generados debe ser enviados a centros de almacenamientos comunales y plantas de complost. Estos deberán contar con recipientes que llenen sus requerimientos de volumen y protección de los residuos sólidos generados diariamente.

Importante : Todas aquellas industrias y comercio que generen residuos sólidos que sean considerado como peligrosos deberán disponer esto de tal forma que no causen daño a los residentes del área ni al medio ambiente.

4.6 PROCESAMIENTO Y RECUPERACION ECOLOGICA DE RESIDUOS SOLIDOS.

Representa la etapa primordial del sistema ya que ésta etapa permitirá sacar provecho de los residuos sólidos generados por la ciudadanía.

4.6.1 PROCESAMIENTO DE RESIDUOS ORGANICOS CASEROS

Esta etapa tiene como fundamento especial que el almacenamiento casero de los residuos sólidos se ha realizado mediante la previa selección y separación de éstos en orgánicos e inorgánicos. Partiendo de esa base, en ésta etapa se proponen métodos de procesamiento de residuos sólidos orgánicos a nivel de vivienda, fáciles de implantar y así aprovechar el beneficio de los nutrientes que los residuos sólidos orgánicos aportan a la fertilización de los suelos.

Todos los residuos sólidos orgánicos de cocina y los residuos de jardín pueden integrarse al proceso llamado COMPOSTAJE o COMPOSTA, el cual consiste en un proceso de fermentación aeróbica de los residuos orgánicos para la obtención de abono orgánico llamado COMPOST. El proceso de compostaje puede realizarse siguiendo diferentes metodología, siendo necesario tener en cuenta las siguientes consideraciones básicas:

1. Espacio disponible para la elaboración de compost en la vivienda.

El espacio requerido puede ser desde un lugar para poner un recipiente de tamaño regular, hasta un espacio entre 3 - 5 metros cuadrados para hacer un hoyo. El área necesaria para la fabricación de compost en la vivienda ésta determinado por la cantidad de residuos sólidos orgánicos que se generen.

2. Tiempo y energía que se debe invertir en la elaboración de compost.

El tiempo dependerá del método de compostaje y para la aplicación puede ser desde una a cuatro horas semanales,

siendo siempre fundamental el volumen de residuos compostados.

3. Ubicación de la composta en la vivienda.

Los lugares sombreados son los mejores, debiendo estar cerca de donde se pueda sembrar un jardín o de donde se pueda compartir con los vecinos en terrenos pequeños entre viviendas.

4.6.1.1 METODOS DE COMPOSTAJE

a) Método de Composta en Recipiente.



Figura 4.16 Compostaje en Recipiente.

1) Durante la preparación de alimentos y el lavados de trastos, todos los residuos sólidos que salgan se colocan en un colador y se dejan en el fregadero para que drenen el exceso de líquido.

2) Con el colador lleno o al terminar el día, se colocan los residuos en un recipiente cilíndrico (cubeta o barril) que tenga tapadera y que cierre herméticamente.

3) Cada vez que los residuos se coloquen en el recipiente también se colocará una capa de aserrín de madera o tierra negra con 5 cms de espesor.

4) Periódicamente se debe presionar hacia abajo los residuos para irlos compactando y si al momento de hacer esta operación de determinar un olor desagradable excesivo, se le debe agregar mas aserrín o tierra negra.

5) Al llenarse taparlo y tener listo otro recipiente para seguir con el proceso.

6) Cada recipiente lleno deberá pasarse a otro cada cuatro días para que el material se mezcla y ventile, rociándolo con agua para mantener la humedad y que continúe con su proceso de descomposición.

El material estará listo entre 20 y 40 días de acuerdo al volumen y tipo de residuo, llegando a conformar una materia homogénea, oscura y fresca.

b) Método del Hoyo.

1) Excavar un hoyo de 60 cms x 60 cms x 1.0 mts. de profundidad.

2) Vaciar en el hoyo solamente desperdicios orgánicos de la cocina o del jardín.

3) A cada capa de residuos orgánicos de 20 cms de espesor se le deberá colocar encima una capa de tierra o aserrín de madera de 5 cms, dispersando agua para mantener la humedad.

4) Perforar unos agujeros en la composta para permitir la aireación de esta y así eliminar la posibilidad de tener cualquier tipo de crecimiento anaerobico.

5) Esperar y realizar inspecciones para ver si la composta ha adquirido un color gris ocre y si esta homogénea.

El producto final de éste proceso de compostaje será una sustancia oscura desmenuzada llamada HUMUS la cual esparcida sobre el jardín o tierras cultivas dará muchos beneficios nutricionales al suelo.

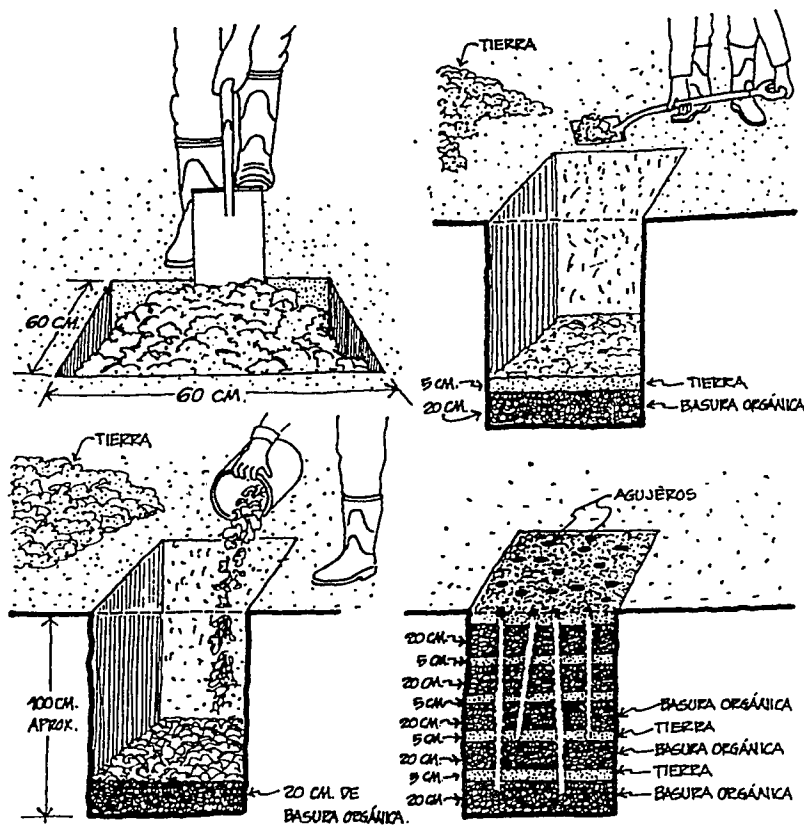


Figura 4.17 Método del Hoyo.

c) Método Dinámico de Elaboración de Compost.

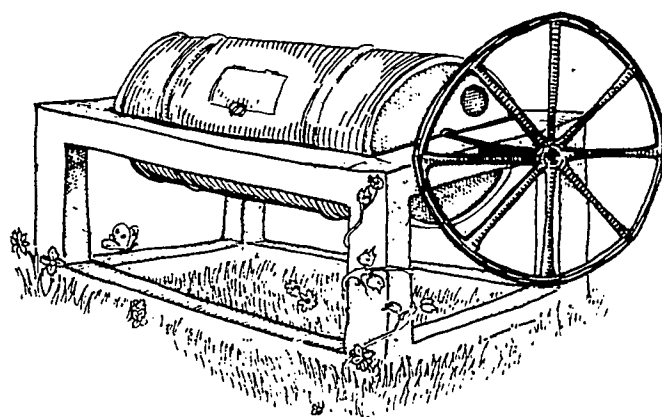


Figura 4.18 Composteo Dinámico.

Este método consiste de un barril pintado de negro, colocado en forma horizontal y detenido por un eje que ésta

montado sobre una estructura metálica. El tambo tienen dos agujeros en los costados con malla de mosquitero y una puerta en el cilindro por donde se manipulan los residuos. El eje ésta conectado a un volante con el que se gira el barril para revolver los desperdicios y proporcionar la aireación requerida.

El procedimiento de elaboración es similar al usado con el composteo en recipiente y el de hoyo. Cada vez que se depositan residuos sólidos orgánicos en el recipiente debemos cubrirlo con aserrín o tierra negra y rociarle agua en toda la superficie para evitar la propagación de malos olores e insectos.

La composta estará lista cuando se cumplan las características antes mencionadas en composteo, recipiente y en hoyo.

4.6.1.2 PROCESAMIENTO DE RESIDUOS SOLIDOS ORGANICOS MUNICIPALES

PLANTA DE COMPOST

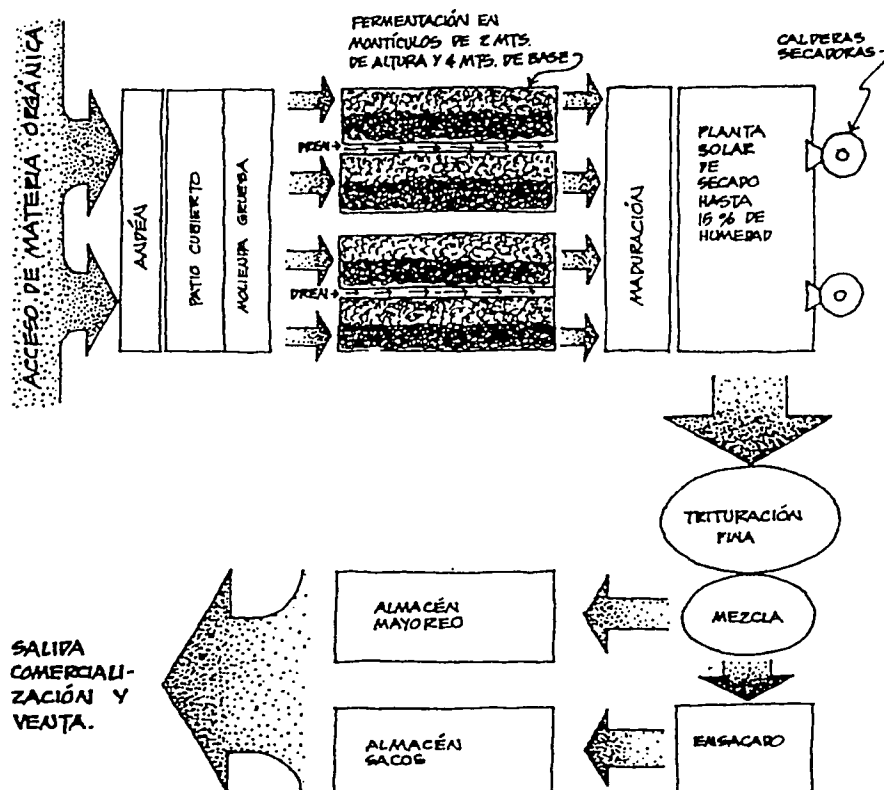


Figura 4.19 Planta Compostadora.

Todos los residuos orgánicos recolectados por la municipalidad pasaran directamente a una planta de

fabricación de compost, cuyo proceso fue descrito en el capítulo III; para posteriormente comercializarlo y utilizarlo como fertilizante en sustitución de los fertilizantes químicos. De ésta manera la generación de residuos sólidos no rompe el ciclo ecológico, puesto que los nutrientes extraídos se reintegran como abono orgánico.

4.6.1.3 MERCADO DEL COMPOST EN EL SALVADOR

Actualmente son muy pocas las instituciones gubernamentales o privadas que están procesando los residuos sólidos orgánicos generados en el Área Metropolitana de San Salvador, para la obtención de abonos orgánicos. Por ésta razón no hay información sobre precios de venta de el abono elaborado a partir de residuos sólidos.

4.6.2 PROCESAMIENTO Y RECUPERACION DE RESIDUOS SOLIDOS INORGANICOS

En los residuos sólidos generados encontramos diversidad de materiales inorgánicos desde algunos con alto valor residual como latas de aluminio hasta otros que a la fecha no presentan ninguna utilidad como baterías, empaques mezclados y otros.

El aprovechamiento de éstos residuos sólidos es la base fundamental para que un programa como el propuesto funcione, por lo tanto, ésta sección se basa en determinar los usos de cada residuo generado.

4.6.2.1 REUSO DE RESIDUOS SOLIDOS INORGANICOS A NIVEL DOMICILIARIO, INDUSTRIAL, COMERCIAL Y AGRICOLA.

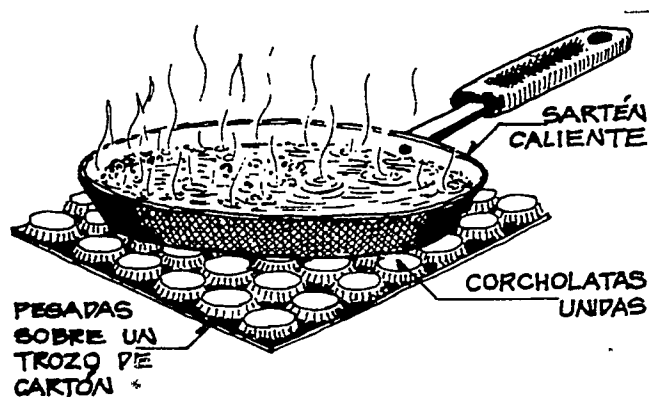


Figura 4.20 Ejemplos de Reusos de Materiales.

El reuso de los residuos sólidos inorgánicos generados es una parte fundamental del programa de manejo ecológico de residuos sólidos generados en el área metropolitana de San Salvador y más que todo a nivel residencial.

Muchos de los residuos sólidos inorgánicos generados pueden ser reusados, reduciendo así la cantidad de desechos que van hacer depositados en rellenos sanitarios. Dentro de algunos usos que tienen los materiales sólidos inorgánicos recuperados de la basura tenemos por ejemplo:

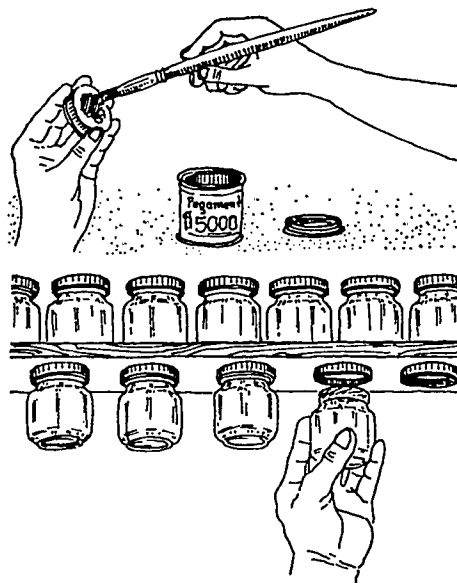


Figura 4.21 Reuso de Materiales a Nivel Residencial.

4.6.2.2 RECICLAJE DE RESIDUOS SÓLIDOS

El reciclaje de residuos sólidos en el Área Metropolitana de San Salvador no ha sido explotada adecuadamente, ya que un porcentaje muy bajo del total de residuos sólidos esta siendo recuperado:

En ésta etapa se requiere la participación de las empresas privadas salvadoreñas en mayor escala ya que actualmente muy pocas empresas están participando en los procesos de reciclaje; dentro de las compañías que usan materiales reciclables tenemos:

a) PAPEL

- * SEPACESA
- * CARTONECTICA
- * KIMBERLY CLARK

b) ALUMINIO

* LA CONSTANCIA

c) METALES MAGNÉTICOS

* CORINCA

d) VIDRIO

* LIZA S.A. DE C.V.

e) PLÁSTICO

* EL PANDA

* MATRICERIA ROXI

Existen muchas otras empresas salvadoreñas que podrían adoptar el reciclaje y usar materiales reciclables en sus procesos.

4.6.2.2.2 PASOS PARA UN RECICLAJE EFECTIVO

1) Instrucción a nivel general en la clasificación y separación de los residuos sólidos reciclables.

2) Legislar al sector empresarial e institucional para recolectar y procesar los residuos sólidos aprovechables.

3) Conscientizar a la población para que use/compre productos elaborados a partir de materiales reciclados.

**VOLÚMENES Y MONTOS MENSUALES DE COMPRA
DE MATERIALES RECICLABLES EN EL SECTOR FORMAL**

ACTOR	VOLUMEN	PRECIO	MONTO TOTAL
-------	---------	--------	-------------

PAPEL	TONELADAS	¢ / TON	
SEPAESA	700	530.00	¢371,000
CARTOTECNICA	154	400.00	¢61,600
TOTAL TONELADAS	854		
TOTAL PAPEL			¢432,600

VIDRIO	UNIDADES	¢ / UNI	
LIZA	88200	1.38	¢121,716

ALUMINIO	LIBRAS	¢ / LBS	
LA CONSTANCIA	44000	1.82	¢80,080

PLÁSTICO	KILOGRAMOS	¢ / KG	
EL PANDA	58422	1.00	¢58,422

TOTAL	¢692,818		
-------	----------	--	--

Fuente: Salvanatura

4.6.3 MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS PELIGROSOS

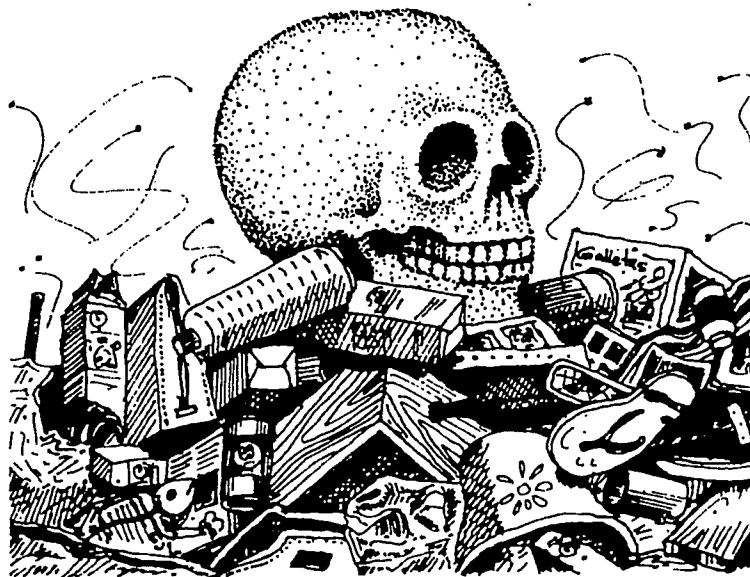


Figura 4.23 Residuos Peligrosos

En la actualidad no existe, ningún control sobre los residuos peligrosos generados; y ésto es realmente un problema, debido principalmente al Incremento que en los últimos años éstos residuos han tenido dentro de la composición de los residuos sólidos municipales. Los residuos sólidos peligrosos aún en pequeñas cantidades son un riesgo potencial de afectación al medio ambiente y la salud pública por lo que se debe establecer criterios adecuados para su control. La generación de residuos peligrosos se debe a:

- a) Consumo de materiales y productos que al desecharse se convierten en un residuo peligroso.
- b) La generación de sustancia derivadas de los procesos que se llevan a cabo en las instalaciones de pequeños negocios e instituciones de servicio.
- c) Fugas de materiales peligrosos de los equipos o tanques de almacenamientos debido a corrosión de tuberías y al inadecuado mantenimiento de los mismos.

d) Expiración de productos alimenticios medicamentos cosméticos y además productos de origen industrial convirtiéndose por éste hecho en residuos peligrosos.

e) Deterioro de empaques de productos de diversa índole por lo que pierde su valor y se convierte en residuos peligrosos.

f) Importación de productos que no cumplen con las especificaciones locales o que se deterioren dentro del transporte, como el caso de importación de alimentos, medicamentos, grasas, combustibles, aceites, etc.

Entre las fuentes generales de residuos peligrosos tenemos:

- * Casa de Habitación.
- * Imprenta.
- * Talleres Mecánicos.
- * Tintorerías.
- * Tiendas de pintura, fotografía, autoservicio y bodegas.
- * Laboratorios farmacéuticos, clínicos e industriales.
- * Hospitales.

Las actividades propias de las instalaciones antes mencionadas pueden generar residuos con características tales como:

Alta Falibilidad, corrosividad, explosividad, propiedades infecciosas, tóxicas, cancerígenas, etc. que presentan riesgos físicos, químicos, y biológicos para el hombre y su entorno.

Residuos sólidos peligrosos comúnmente encontrados dentro de los residuos sólidos municipales:

- * Productos y lacas solidificadas.
- * Pegamento y adhesivos.
- * Productos de limpieza.
- * Tinta, toners, etc.
- * Desinfectantes.
- * Plaguicidas.
- * Medicamentos.
- * Cosméticos.
- * polvo de asbesto.
- * Ácido y sales.
- * Materiales de fotográfica.

- * Residuos hospitalarios.
- * Materiales diversos (baterías, amalgamas dentales).
- * Otros líquidos (productos automotrices).

4.6.4.1 CRITERIOS SOBRE MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS PELIGROSOS

En cuanto a la propuesta de manejo de éstas materias se sugiere como primer paso lograr una minimización de los residuos sólidos generados mediante los siguientes criterios:

1) Buenas prácticas de control en producción, eficiente en proceso, control de investigación, prevención de derrames y mantenimiento de equipos y maquinaria.

2) Segregación de los residuos en el punto donde se generan, clasificando los residuos en no peligrosos, potencialmente peligrosos y peligrosos.

3) Tratamiento In-situ de los residuos peligrosos para reducir volumen y peligrosidad de los mismos.

4) Reutilizar los residuos internas o externamente, implementando un programa de reciclaje o intercambio de residuos.

Seria conveniente que tanto las grandes industrias como las pequeñas y los negocios promovieran la instalación de sus propios centros de acopio de material no peligrosos, especiales y peligroso para que estuvieran a cargo de los procesos de tratamiento o se trataran de intercambiar entre ellos mismos los residuos para que éstos sirvieran de materias primas. Los objetivos principales de este tipo de centro seria:

- * Eliminar o reducir el carácter peligroso, mediante tratamientos físicos - químicos y biológicos como destrucción térmica, neutralización, biodegradación, etc.

- * Separar la fracción reciclable mediante métodos físicos, químicos o mecánicos, principalmente en grasas, aceites, solventes, latas de aerosol, tubos fluorescentes, separación de materiales de empaque.

- * Procesar los residuos para su mejor manejo almacenamiento, transporte, reciclaje o disposición final.

Algunos ejemplos de recuperación de los residuos peligrosos son:

- * Material fotográfico
- * Amalgamas dentales
- * Baterías
- * Pinturas Solidificadas

Estos residuos se logran recuperar por su uso directo de otras industrias o por su uso posterior en otro tratamiento.

Las prácticas a seguir para reducir la generación de residuos peligrosos son:

- * Incremento de los productos provenientes con tecnología limpias.

- * Fomentar el desarrollo de nuevos productos ecológicos.

- * Desarrollar nuevos procesos de producción que eviten la generación de residuos sólidos peligrosos.

- * Implementar procedimiento de control de residuos peligroso que involucren al sector público y la industria.

4.6.4 RECOLECCION Y TRANSPORTE DE RESIDUOS SOLIDOS

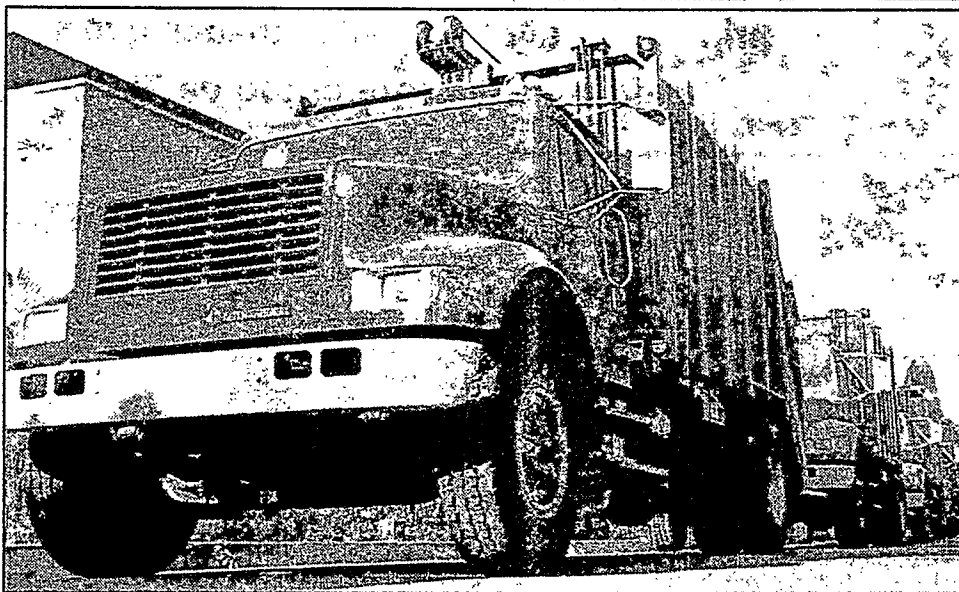


Figura 4.22 Camión Recolector y Transportador de Basura.

La recolección y transporte los residuos sólidos del Area Metropolitano de San Salvador está siendo manejada

actualmente por las alcaldías del área y principalmente por la de San Salvador.

El presente estudio propone que los residuos sólidos previamente clasificados por los residentes, industriales y comerciales se han recolectado y transportado de la siguiente manera:

1) Todos los residuos sólidos orgánicos residenciales y comerciales llevados a la planta compostadora con ayuda de la alcaldía municipal.

2) Los residuos sólidos reciclables residenciales deberán ser transportados por los habitantes llevándolos a los centros de almacenamiento comunal.

3) Los residuos sólidos reciclables comerciales e industriales deberán ser transportados por los propietarios de los residuos sólidos a los centros de almacenamientos comunal o por los compradores al mayoreo hacia las plantas recicladoras.

4) Los residuos sólidos que no tienen ningún valor orgánico o reciclable deberán ser llevados por las alcaldías Municipales a Rellenos Sanitarios.

4.6.5 DISPOSICION FINAL DE LOS RESIDUOS SOLIDOS

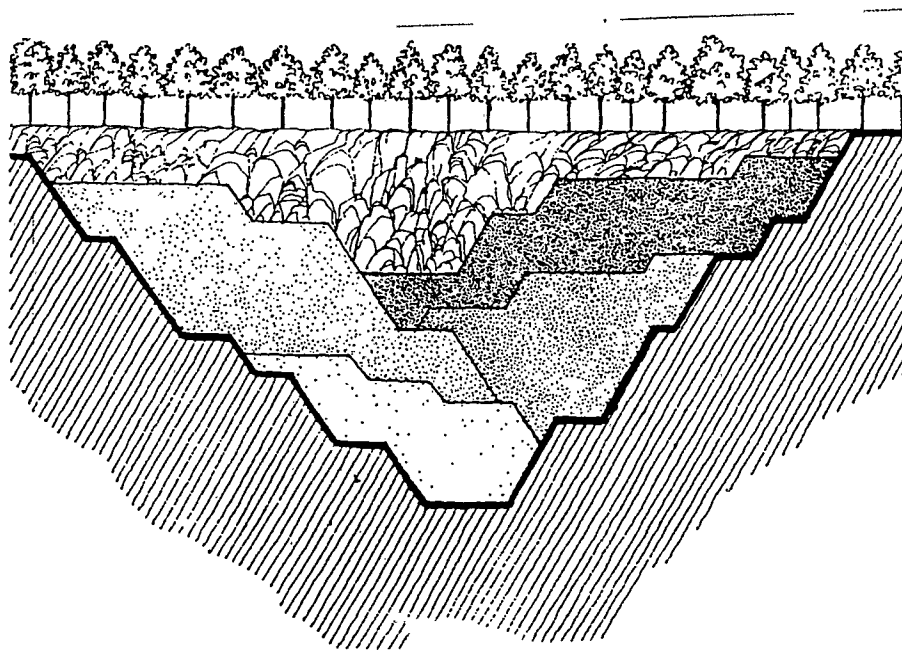


Figura 4.24 Relleno Sanitario en el Fondo de una Barranca.

La buena o mala operación de un relleno sanitario depende de las medidas de control aplicadas con la finalidad de convertirse en muchos casos en indicadores de nivel de afectación ambiental del sitio. Por lo tanto para evitar o disminuir la alteración que los impactantes generados en un relleno sanitario puede tener sobre su medio ambiente es imprescindible aplicar los siguientes criterios que tienen como objetivo fundamental: prevenir la contaminación.

Estos criterios deben establecer el sendero por donde deba dirigirse el diseño, la funcionalidad conceptual y los programas de control y monitoreo que necesita un relleno sanitario para operar adecuadamente.

Para ello los criterios mínimos que se deben considerar para cada uno de las fases que requieren la implementación de una obra de este tipo se establecen a continuación:

A) Criterios Rectores para el diseño de un Relleno Sanitario.

1) Definición de las secciones más adecuadas para preparación del sitio, que aseguren una adecuada estabilidad en las zonas más críticas.

2) Recomendar el tipo de Impermeabilización del suelo más adecuado para la base y las paredes del sitio .

3) Determinación de la capacidad de campos de los residuos sólidos por disponer.

4) Cálculo de la producción de lixiviados (potencial y real).

5) Cálculo de las necesidades de agua, para la estabilización vía anaerobia de los residuos.

6) Estimación de la producción de gas.

7) Dimencionamiento de la estructura hidráulica necesaria para el manejo de los escurrimientos pluviales.

8) Ubicación estratégica de báscula para el pesaje de los residuos sólidos recibidos.

B) Criterios Rectores para la Funcionalidad de un Relleno Sanitario.

1) Impermeabilizar con membranas naturales o artificiales las paredes y el piso de sitio.

2) Evitar al máximo la infiltración de agua lluvia al terreno.

3) Operar el sitio, tratando de alcanzar en el menor tiempo posible, niveles de piso terminado; esto implica que el avance del relleno sea mas vertical que horizontal.

4) Evitar tener frentes de trabajo muy amplios, por lo que se recomienda para las horas pico, implementar el deposito de los residuos tanto al pie como en la parte superior de la celda con el fin de tener dos frentes de trabajo simultáneo.

5) Cuidar que la operación del relleno se lleve a cabo de acuerdo a la planeación y calendarización establecida en el proyecto.

6) Utilización en el relleno sanitario la maquinaria precisa y específica que demanda las principales actividades de operación.

C) Criterios Rectores de Monitoreo y Control de un Relleno Sanitario.

1) Construir desde el mismo arranque del funcionamiento del relleno sanitario la Infraestructura necesaria del biogas y de los lixiviados, evitando construirla al término de las diferentes etapas del relleno.

2) Equipar el relleno sanitario con pozos de monitoreos de biogas con piezas de medición y monitoreo de lixiviados y con pozos de monitoreo de acuíferos cuando sea posible económicamente.

3) Llevar a cabo por lo menos trimestralmente un programa de monitoreo, que incluya tanto las instalaciones de extracción como las de monitoreo del sitio determinado principalmente flujo, presión, explosividad y composición de biogas, así como flujo y composición de lixiviados. Además es importante llevar a cabo mediciones eventuales de algunos otros Impactantes, como son ruidos ambientales particulares

visuales y totales, microorgánicas en el ambiente, temperatura en pozo de monitoreo y parámetros meteorológicos.

4) Establecer un control cartográfico para contar con un banco de información histórica que nos permita ubicar con ningún problema, los depósitos de basura en la fecha confinada dentro de la celda del relleno.

6) Establecer un control de pesos y densidades de los materiales recibidos para su confinación dentro de las celdas del relleno, para contar con un banco de Información histórica que nos permita determinar el crecimiento de las cantidades de residuos sólidos recibidos en el relleno.

4.7 MEJORAS AMBIENTALES DEL PROGRAMA DE GESTION ECOLOGICA.



Figura 4.25 Nuestras Bellezas Naturales.

4.7.1 PROGRAMA DE GESTION GENERAL:

Este mejorará el manejo de residuos sólidos con la implantación de nuevas regulaciones, garantizando que la infraestructura propuesta a crear (nuevos rellenos sanitarios, centros de acopio comunales y separación) se elaboren a través de especificaciones técnicas.

4.7.2 PROGRAMA DE SENSIBILIZACION Y CAPACITACION:

Crear una consciencia social sobre la protección ambiental con el aumento de la participación de grupos ambientalistas y ecológicos apoyando la reducción y manejo de residuos sólidos. Esto llevara a la disminución de la cantidad de residuos sólidos abandonados en la calle y sitios de eliminación ilegales.

4.7.3 PROGRAMA DE INTEGRACION DE GRUPOS SOCIALES:



Figura 4.26 Grupos Sociales a Integrar.

Crear por medio del GOES un programa para la protección de los grupos de personas que trabajan como pepenadores en

los tiraderos actuales, que mejore su nivel de vida y facilite su integración a las planta compostadoras y a los centros de recuperación comunal a través de capacitaciones continuas.

4.7.4 PLAN DE RECOLECCION Y TRANSPORTE:

Eficientar la recolección pasando de masiva actual a ecológica selectiva, llevándonos a la reducción de residuos sólidos abandonados en la calles y sitios ilegales.

4.7.5 CENTRO DE ALMACENAMIENTO COMUNAL:

Aumentar la tasa de recuperación de residuos sólidos, sobre todo en los materiales reciclables (vidrio, papel, metales, etc.) en forma selectiva y con el mínimo grado de contaminación para sus procesos posteriores. Con los métodos apropiados a emplear se disminuirán los riesgos asociados a la manipulación incorrecta de los residuos sólidos urbanos. Destinar adecuadamente materiales a disposición final y tratamiento adecuado para materiales peligrosos.

4.7.6 COMPOSTAJE:

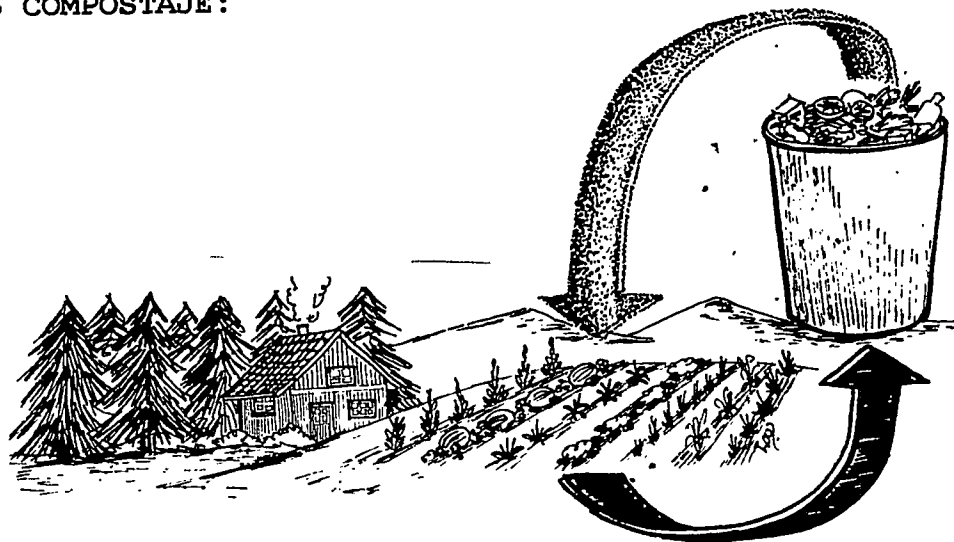


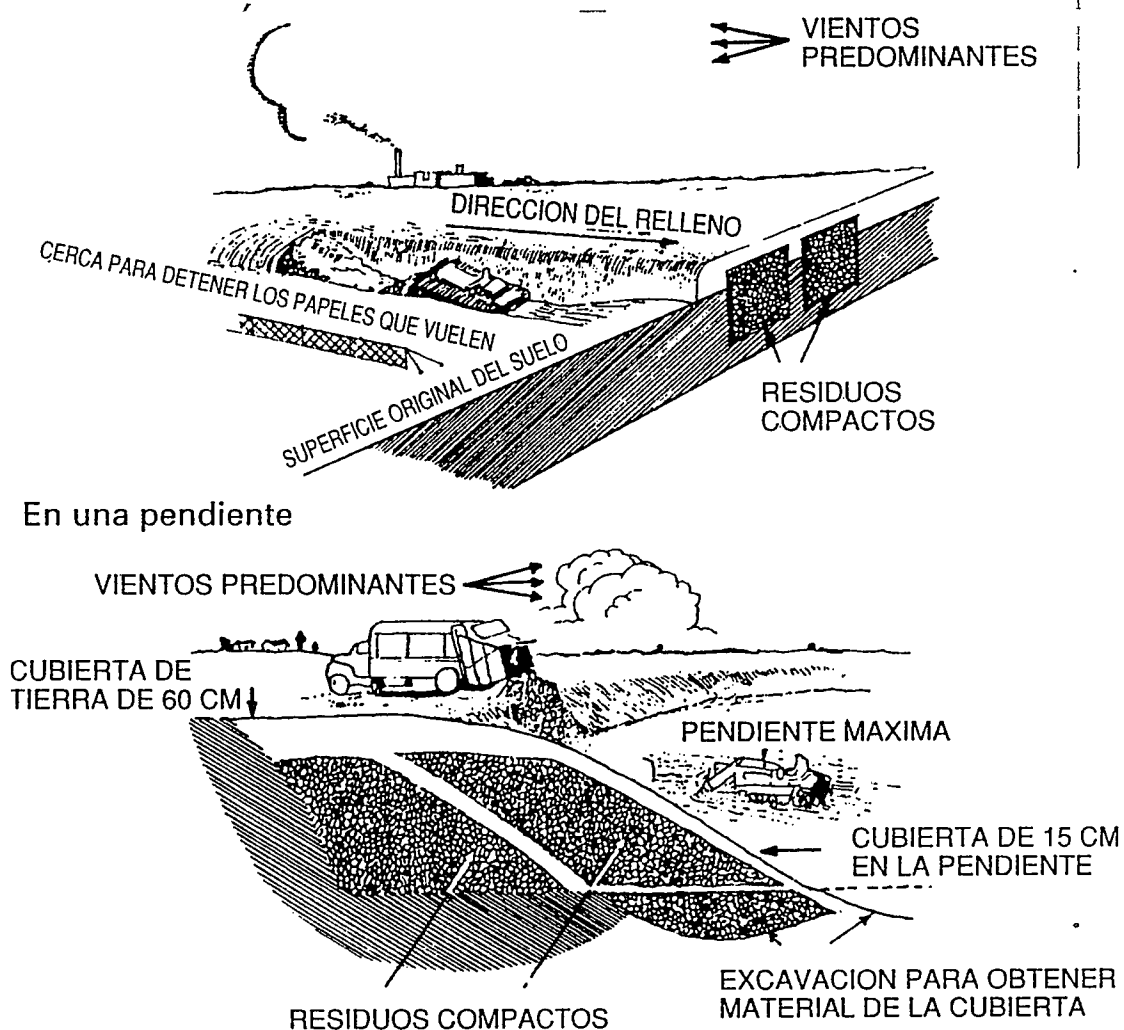
Figura 4.27 Reintegración de Nutrientes al Suelo.

Ayudar a la prolongación de la vida útil del relleno sanitario, tratando todos los materiales orgánicos existentes en la basura urbana y reintegrando los minerales de éstos residuos orgánicos al suelo; cumpliendo así su ciclo natural.

4.7.7 FUTURO RELLENO SANITARIO:

Que garantice el tratamiento y control de lixiviados para la protección de las aguas superficiales y subterráneas, y que posea una celda especial para residuos peligrosos. Ubicado con un perímetro de protección para asegurar distancias mínimas de las zonas ecológicamente sensible.

Figura 4.28 Relleno Sanitario con Visión Ambientalista.



4.8 DETALLE DEL COSTE DE IMPLEMENTACION DEL SISTEMA.

Los costes de implementación de un sistema de esta naturaleza son muy altos debido a:

1. Requerimiento de personal calificado para la planeación y ejecución del proyecto.

2. El terreno a utilizar para construir el relleno sanitario de ser grande y estar cerca de la ciudad capital, lo que incrementa el coste en gran medida.

3. Todo la maquinaria y equipo a utilizar es muy costosa y para los volúmenes de residuos sólidos a manejar es indispensable.

Costes de Implementación y Operación del Proyecto

DESCRIPCION	COSTE (\$ US)
1. Programa de gestión	2,000,000
2. Plan de recolección y Transporte	12,980,000
3. Nuevo relleno sanitario	18,311,000
4. Programa de sensibilización y capacitación	1,000,000
5. Centros de almacenamiento comunales	7,005,000
6. Programa de integración de grupos sociales	1,000,000
7. Planta compostadora	1,214,000
8. Gastos financieros (seguros, fianzas, etc)	4,420,600
TOTAL	47,930,600

FUENTE: AGENCIA CANADIENSE DE DESARROLLO INTERNACIONAL

4.9 PAPEL DE LA INGENIERIA INDUSTRIAL EN LA IMPLEMENTACION DEL SISTEMA ECOLOGICO DE MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS DEL AREA METROPOLITANA DE SAN SALVADOR.

Siendo el papel fundamental de la Ingeniería Industrial, la optimización de los recursos a través del estudio de los procesos. La participación de la Ingeniería Industrial en la implementación del Sistema Ecológico de Manejo de Residuos Sólidos del AMSS se enfoca en utilizar recursos que actualmente están siendo compactados por maquinaria pesada en los llamados rellenos sanitarios y con lo cual se está interrumpiendo el ciclo natural de los residuos sólidos, los cuales deben ser reintegrados al suelo en forma de compost o reciclados para la elaboración de nuevos productos, reduciendo a sí el desgaste de nuestros suelos.

Las herramientas a utilizar en la implementación de este sistema son multiples, dentro de las que podemos mencionar:

COMPONENTES DEL SISTEMA	APLICACION DE INGENIERIA	FINALIDAD DE LA APLICACION
1. Programa de Sensibilización y capacitación.	* Organigramas y descripciones de puestos.	* Definir las jerarquias y actividades a realizar por cada miembro del proyecto.
	* Establecimiento de plan de acción.	* Dar secuencia cronológica del desarrollo del programa.
	* Evaluación del plan.	* Verificar el desarrollo del plan propuesto y los resultados obtenidos por período de tiempo.
2. Centros de Almacenamiento.	* Organigrama general.	* Definir jerarquías.
	* Manual de funciones y operaciones.	* Describir las actividades a realizar por cada miembro de la organización.
	* Flujograma de proceso.	* Describir la secuencia lógica de los materiales reciclables que llegan al centro de almacenamiento.
	* Distribución de equipos en planta.	* Ubicación de equipos en función del flujograma.

	* Administración y mantenimiento de los centros de almacenamiento.	* Dirigir recursos humanos y económicos hacia el logro de los resultados proyectados, además de asegurar el mantenimiento de las instalaciones y equipos para una mayor eficiencia y vida útil del inmueble.
	* Estudio de mercado de los materiales reciclables a partir de los residuos sólidos urbanos.	* Determinar las 4 P's de mercadeo que eficiente el desarrollo del proyecto.
3. Planta de Compost.	* Organigrama general	* Definir jerarquías.
	* Manual de funciones y operaciones.	* Describir las actividades a realizar por cada miembro de la organización.
	* Flujograma de proceso.	* Describir la secuencia lógica de los materiales que llegan a la planta compostadora.
	* <u>Distribución</u> de equipos en planta.	* Ubicación de equipos en función del flujograma.

	* Administración y mantenimiento de la planta compostadora.	* Dirigir recurso humanos y económicos hacia el logro de los resultados proyectados, además de asegurar el mantenimiento de las instalaciones y equipos para una mayor eficiencia y vida útil.
	* Estudio de mercado de los abonos orgánicos a partir de los residuos sólidos urbanos.	* Determinar las 4 P's de mercadeo que eficiente el desarrollo del proyecto.
4. Recolección y Transporte.	* Organigrama general	* Definir jerarquías.
	* Establecimiento de rutas de recolección.	* Determinar las rutas óptimas de recolección para los diferentes municipios del AMSS.
	* Programa de mantenimiento de unidades recolectoras.	* Asegurar el buen funcionamiento de los vehiculos para obtener una mayor eficiencia en la recolección y prolongar su vida útil.

5. Relleno Sanitario.	* Organigramas y descripciones de puestos.	* Definir las jerarquías y actividades a realizar por cada miembro del proyecto.
	* Flujograma de proceso.	* Describir la secuencia lógica de los materiales que llegan al relleno sanitario.
	* Distribución de equipos en planta.	* Ubicación de equipos en función del flujograma.
	* Administración y mantenimiento del relleno sanitario.	* Dirigir recurso humano y económico hacia el logro de los resultados proyectados, además de asegurar el mantenimiento de las instalaciones y equipos para una mayor eficiencia y vida útil.

CAPITULO V

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES.

1. Si en el Area Metropolitana de San Salvador el nivel de generación percapita actual no presenta tendencias a reducirse, para el año 2000 se tendrá que manejar un volumen de residuos sólidos equivalente a 600,000 toneladas métricas por año, lo cuál será un problema aún mayor ya que las áreas disponibles cercanas a San Salvador que podrían ser utilizadas para rellenos sanitarios se están terminando.

2. No existe ningún plan estratégico que garantice la reducción de generación de residuos sólidos para la AMSS, al contrario todos los estudios realizados en los últimos años nos muestran una tendencia a incrementar, mas que a reducir.

3. Dado el crecimiento continuo de generación de residuos sólidos, la población en general no está almacenando correctamente los residuos generados, teniendo una mezcla de residuos orgánicos e inorgánicos y llevándolos a un tiradero municipal.

4. El fundamento principal para que un Sistema de Manejo Ecológico de Residuos Sólidos funcione, es el correcto almacenamiento de los residuos generados; es decir, clasificándolos y guardándolos de acuerdo a su naturaleza para su posterior almacenamiento.

5. La construcción de viviendas en el pasado y en el presente no han sido diseñadas con áreas específicas para el almacenamiento de los residuos generados.

6. El sistema actual de recolección de residuos sólidos urbanos no diferencia entre residuos sólidos orgánicos e inorgánicos, recolectando y transportando así una mezcla hacia los tiraderos municipales.

7. La cantidad de residuos sólidos recuperados para la elaboración de nuevos productos es muy baja respecto al potencial de recuperación existente.

8. La ciudadanía no diferencia entre un producto manufacturado con materiales reciclados de otros con materias primas vírgenes, y su aporte por preservar los recursos naturales.

9. No existen compañías especializadas en recolectar y procesar residuos sólidos reciclables a excepción de algunas que procesan cantidades insignificantes.

10. No existe ninguna estrategia gubernamental o privada que fomente la creación de empresas recicladoras.

11. Los actualmente llamados rellenos sanitarios no son más que tiraderos al aire libre; que más que ayudar a resolver el problema contaminan el aire, agua, y son fuente de proliferación de insectos y roedores.

12. De acuerdo a estudios realizados por la Alcaldía Municipal de San Salvador, la mayoría de los tiraderos municipales están en su límite de vida útil; lo que nos indica que debemos buscar nuevos lugares para depositar nuestros residuos sólidos generados.

13. Hay muchos niños y ancianos que viven de los residuos sólidos generados en el AMSS, en condiciones no aptas para la salud humana que deben ser ayudados por el gobierno o la empresa privada a reintegrarse a un vida social digna.

14. Actualmente se está manejando la tesis que para resolver el problema de residuos sólidos de AMSS se debe instalar un incinerador de residuos, lo cual más que ayudar a resolver el problema acrecentará la contaminación del medio ambiente (aire) con metales pesados.

15. Actualmente existe mucha ayuda internacional a través de FIAES, el gobierno de Estados Unidos y otros para proyectos ambientalistas la cual debe ser aprovechada y direccionada a proyectos de manejo de residuos sólidos que no dañen el medio ambiente.

5.2 RECOMENDACIONES.

1. Dentro de los programas de educación básica del ministerio de educación, incluir una cátedra específica que ayude a formar ciudadanos que comprenda la relación hombre/naturaleza.

2. Modificar la estrategia de la Alcaldía Municipal de San Salvador y SEMA que enfocan sus campañas de conscientización en no tirar la basura en cualquier lugar; almacenarla y aprovecharla al máximo compostando, reusando y reciclando los residuos sólidos generados.

3. Legislar sobre la generación de residuos sólidos peligrosos para que éstos sean tratados antes de ser posicionados a un relleno sanitario.

4. Legislar la producción o importación de productos con empaques múltiples de diversas naturalezas de materiales, los cuales no pueden ser aprovechados posteriormente.

5. Incluir dentro de las características arquitectónicas de viviendas individuales y conjuntos habitacionales áreas específicas para el almacenamiento adecuado de los residuos sólidos generados.

6. Elaborar y ejecutar un plan de conscientización a nivel regional sobre el almacenamiento y aprovechamiento de los residuos.

7. Elaborar y ejecutar proyectos de compra periódica de cada uno de los materiales reciclables por la empresa privada.

8. Establecer rutas de recolección y transporte de residuos sólidos que maximicen la utilización de las unidades recolectoras y que transporte los residuos separados a los lugares de aprovechamiento.

9. Fomentar el establecimiento de empresas recicladoras y compostadoras a nivel metropolitano, mediante tasas de interés accesibles y subsidios internacionales, por ejemplo: la creación de ONG's especializadas en el aprovechamiento de cada uno de los materiales recuperados.

10. Cada hospital e institución privada o gubernamental que dentro de sus procesos genere residuos sólidos considerados como dañinos a la salud humana o al medio ambiente deberá de procesarlos de tal forma de eliminar su peligrosidad sin crear subproductos peligrosos.

11. Fomentar la utilización de fertilizantes elaborados a partir de residuos sólidos orgánicos, sustituyendo así los fertilizante químicos.

12. Construir de acuerdo a especificaciones técnicas y ambientalistas, un relleno sanitario administrado adecuadamente para que no se convierta en un foco de contaminación y proliferación de pestilencias.

13. Planear y ejecutar un programa de reintegración de los grupos sociales existentes en los tiraderos municipales actuales; capacitándolos e integrándolos a los centros de almacenamiento comunales, plantas compostadoras, camiones de recolección y otras industrias.

14. Legislar mediante la procuraduría de los derechos humanos que no se permita que niños y ancianos vivan o trabajen en los tiraderos actuales.

15. Motivar a estudiantes de diferentes carreras, a continuar en la búsqueda de soluciones a los problemas ecologicos que causan los residuos sólidos generados en el AMSS; enfatizando en estudios de factibilidad de plantas compostadoras, centros de almacenamiento comunales y rellenos sanitarios.

16. Las tarifas por aseo público y disposición final deberán ser tasadas de acuerdo al consumo de energía eléctrica y a la naturaleza de la vivienda y no en base a área construida como es actualmente .

GLOSARIO

GLOSARIO ECOLOGICO

ACCIÓN ECOLÓGICA: Es el efecto de obrar de acuerdo a la naturaleza.

BASURA: Desechos de cualquier naturaleza: desperdicios domésticos, cenizas, papel, cartón, latas, envases desechables, restos de plantas, desperdicios de comida, y todo aquello que queramos desaparecer de nuestras vista porque ensucia o da la impresión de suciedad.

ECOLOGÍA: Es la rama de la biología que estudia a los seres vivos y sus relación con el medio ambiente.

ECOSISTEMA: Es una colectividad formada por plantas y animales de las mismas o diferentes especies que actúan, accionan e interactúan entre sí. El ecosistema es la unidad fundamental de la biósfera y constituye el nivel de organización en donde se integran los elementos vivientes y no vivientes en el espacio y el tiempo.

EQUILIBRIO ECOLÓGICO: La relación de interdependencia entre los elementos que conforman el ambiente que hace posible la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos.

HIDROPULPER: Equipo que medio de acción centrifuga y de cuchillas que rotan a alta velocidad reducen los residuos sólidos a un lodo acuoso para su posterior procesamiento.

LIXIVIADO: Caldo de olor desagradable, color negro y de alto grado de contaminación, causado por la descomposición bioquímica de los residuos sólidos orgánicos.

RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS: Residuo es la parte o porción que queda de un todo, o lo que resulta de la combustión, la descomposición o la destrucción de una cosa; sobrante de algo que ya fue usado o tuvo utilidad. Se caracterizan por ser materiales que han perdido valor o utilidad para sus propietarios, y que se convierten en un estorbo; son clasificados según su origen de generación como domiciliarios, comerciales, industriales y de servicio.

RESIDUOS PELIGROSOS: Todos aquellos residuos, en cualquier estado, que por sus características corrosivas, tóxicas, venenosas, reactivas, explosivas, inflamables, biológicas, infecciosas o irritantes, representan un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente.

RELLENO SANITARIO: Debe entenderse como una obra de ingeniería planeada y ejecutada técnicamente, previniendo los efectos adversos al medio ambiente.

SIGLAS

SIGLAS

AMSS	Area Metropolitana de San Salvador
UTLA	Universidad Técnica Latinoamericana
UNES	Unidad Ecológica Salvadoreña
SEMA	Secretaría Ejecutiva del Medio Ambiente .
GOES	Gobierno de El Salvador
EIA	Evaluación de Impacto Ambiental
GEF	Fondo Global para el Medio Ambiente
ISDEM	Instituto Salvadoreño de Desarrollo Municipal
ONG' s	Organizaciones No Gubernamentales
OPS	Organización Panamericana de la Salud
PROMESA	Programa del Medio Ambiente Salvadoreño
FONAES	Fondo Ambiental de El Salvador
BCR	Banco Central de Reserva
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
MINEDUC	Ministerio de Educación
OMS	Organización Mundial de la Salud
USAID	Agencia para el Desarrollo Internacional

ANEXO # 1

FORMULARIO DE ENCUESTA

FORMULARIO
SISTEMA DE MANEJO ECOLOGICO DE RESIDUOS SOLIDOS

1. Edad:

- a. 19 a 25 años
- b. 25 a 35 años
- c. 35 a más años

2. Sexo:

- a. Masculino
- b. Femenino

3. Lugar de Residencia:

R/ _____

4. ¿Que Opina del Sistema de Recolección de su Colonia?

- a. Bueno
- b. Regular
- c. Malo

5. Cuando usted ve un promontorio de basura a la orilla de la calle, ¿Quién cree que es el responsable?

- a. La alcaldia municipal
- b. La comunidad
- c. Usted

6. ¿Sabe usted cuánto cuesta una libra de papel periódico para ser reciclado?

- a. No sé
- b. 10 a 20 ctvs.
- c. 30 a 60 ctvs.
- d. 60 a 90 ctvs.

7. ¿Cree usted que incinerar la basura es la solución a ésta problemática actual?

- a. Si
- b. No

8. ¿Sabe usted qué cantidad (lb/día) de basura genera cada residente del Area Metropolitana de San Salvador?

- a. No sé
- b. 1.0 a 1.5 lbs
- c. 1.5 a 5.0 lbs
- d. 5.0 a 10.0 lbs

9. De acuerdo a su criterio, ¿cómo cree que se va a ver el AMSS en el año 2000?

- a. Limpio
- b. Sucio

10. ¿Cree usted que exista algún método de manejo de basura que no dañe el medio ambiente?

- a. Si
- b. No

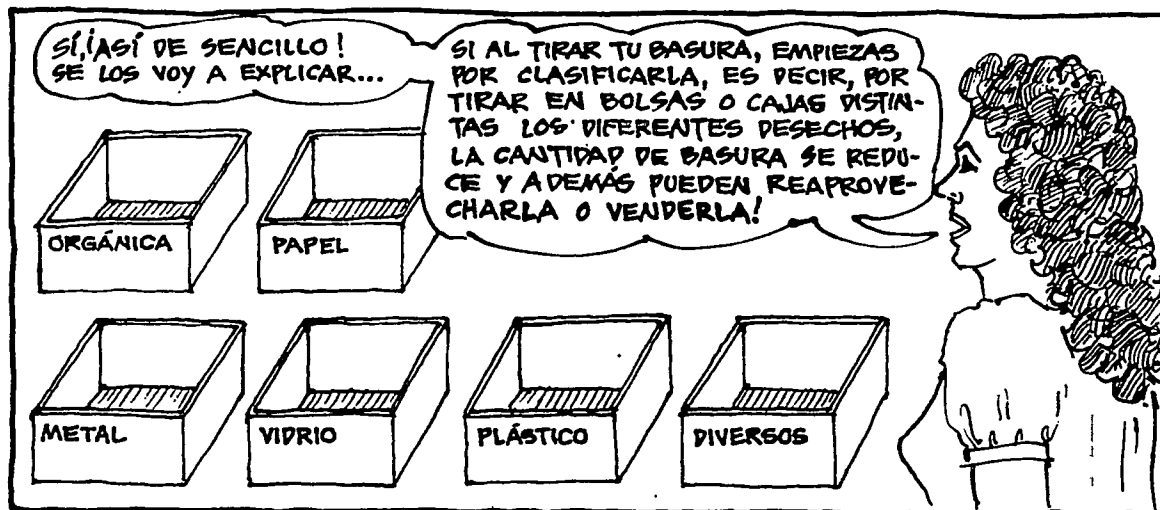
ANEXO No 2

HISTORIETA EDUCATIVA No 1

HISTORIETA EDUCATIVA

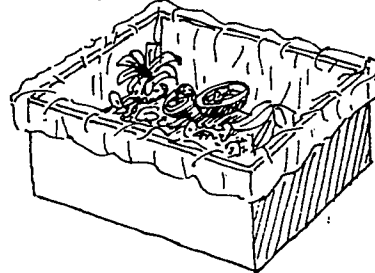
INSTRUCTIVO PARA EL MANEJO DE LA BASURA



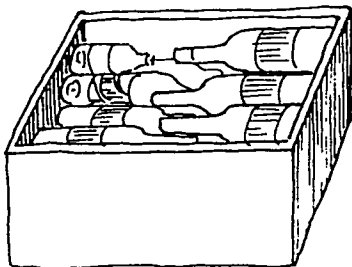




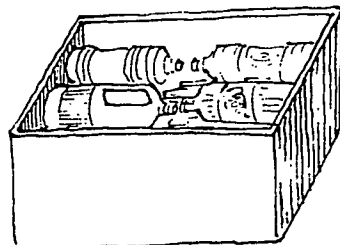
EN UN RECIPIENTE "VERDE" PONEMOS TODO LO QUE ES "MATERIA ORGÁNICA" COMO: CASCARONES, CÁSCARAS, DESPERDICIOS DE COMIDA, HUESOS, ETC.



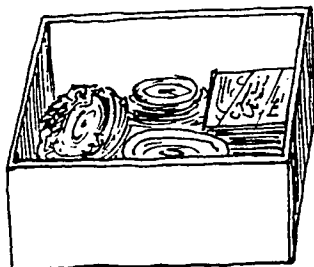
EN OTRO RECIPIENTE "AZUL" PONEMOS LOS DESPERDICIOS DE VIDRIO, COMO: BOTELLAS, VASOS, CRISTALES, COPAS.



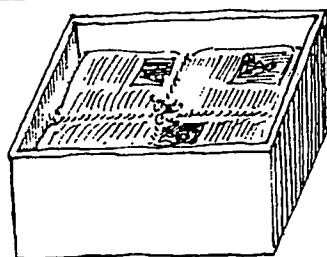
EN UN TERCER RECIPIENTE "AMARILLO" COLOCAMOS TODO LO QUE SEA PLÁSTICO: ENVASES DE CHAMPÚ, DE ACEITE, TAPAS, TAPONES, JUGUETES, CUBIERTOS DESECHABLES, BOLSAS, ETC.

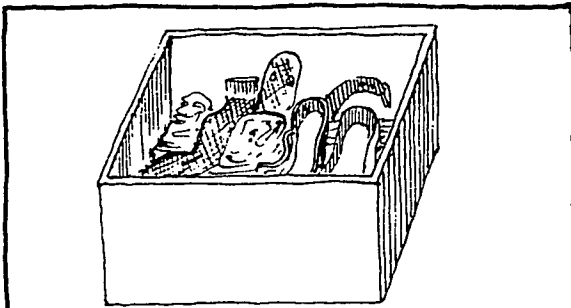


APARTE, EN OTRO RECIPIENTE "NARANJA" PONEMOS TODO LO METÁLICO, ES DECIR: LATAS, LLAVES,... LAS LATAS DE CHILES, CERVEZA, ETC. SE TIENEN QUE APLASTAR PARA QUE QUEPAN MÁS.



EN UN RECIPIENTE O BOLSA "ROJO" COLOCAMOS TODO EL PAPEL O CARTÓN QUE UTILIZAMOS EN LA CASA, COMO: PERIÓDICOS, REVISTAS, ETIQUETAS, CAJITAS, CUADERNOS VIEJOS, EN FIN. TÚ SABES.





Y POR ÚLTIMO, EN UN RECIPIENTE "NEGRO" PONEMOS EL RESTO DE LAS COSAS QUE NO ENTRAN EN LAS CLASIFICACIONES QUE TE MENCIONÉ O QUE NO SABES QUÉ ES, COMO ROPA, ZAPATOS, ETC.



¡AY!... QUÉ DIFÍCIL!

NO. ¡DE VERDAD QUE NO! COMO LES DÍJE

ANTES, TODO EL CHISTE ESTÁ EN DECIDIRSE Y ORGANIZARSE! DESPUÉS DE UN TIEMPO RESULTA MUY FÁCIL TIRAR LA BASURA

ASÍ, ES MÁS HIGIÉNICO Y UN BUEN NEGOCIO

Y ASÍ, LA BASURA SEPARADA, LA DEPOSITAS EN EL CENTRO DE ACOPIO DEL CONJUNTO, Y COMO REUNIMOS ENTRE TODOS MUCHA BASURA CLASIFICADA, CON EL DINERO QUE NOS DAN POR ELLA, PAGAMOS EL MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA DEL CONJUNTO



CAMBIAR LAS COSTUMBRES REQUIERE DE UN PEQUEÑO ESFUERZO, PERO LOS BENEFICIOS SON MUCHOS, ... MUCHÍSIMOS!!!

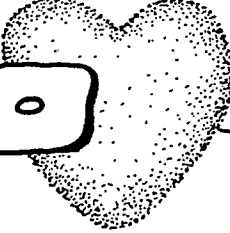


TU TAMBIÉN ÉNTRALE AL PROGRAMA DE LA BASURA, PORQUE ADEMÁS, DE QUE AYUDAS A TU COMUNIDAD, TE REPRESENTA DINERO Y BUENA SALUD PARA TODA TU FAMILIA.

ANEXO No 3

HISTORIETA EDUCATIVA No 2

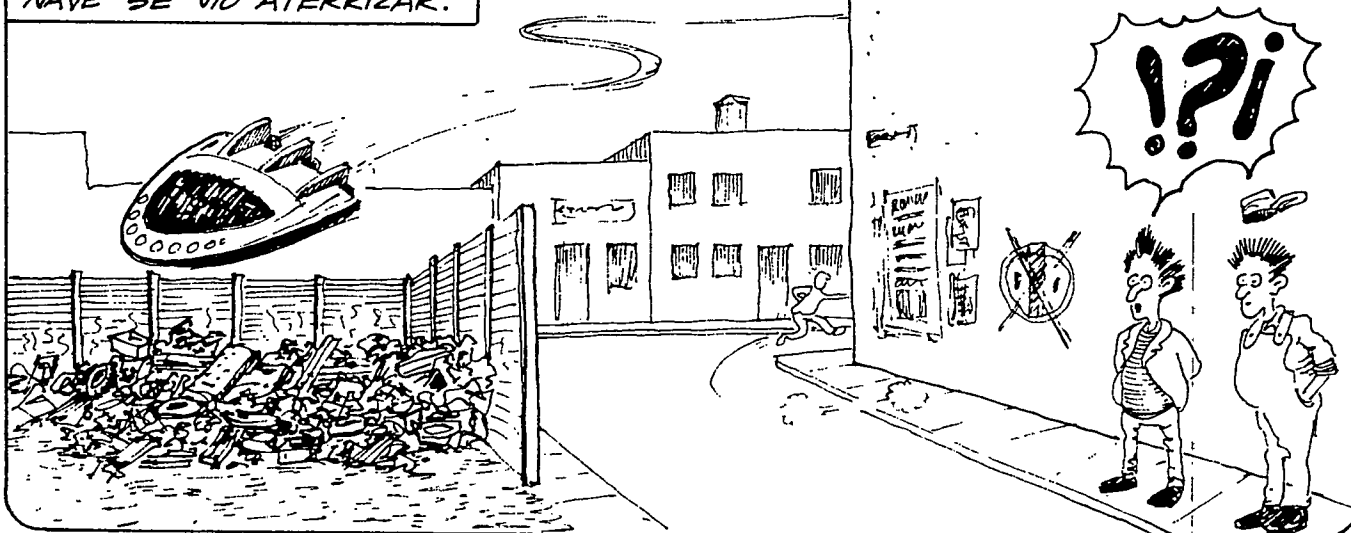
LA BASURA ES DINERO

Yo  LA BASURA

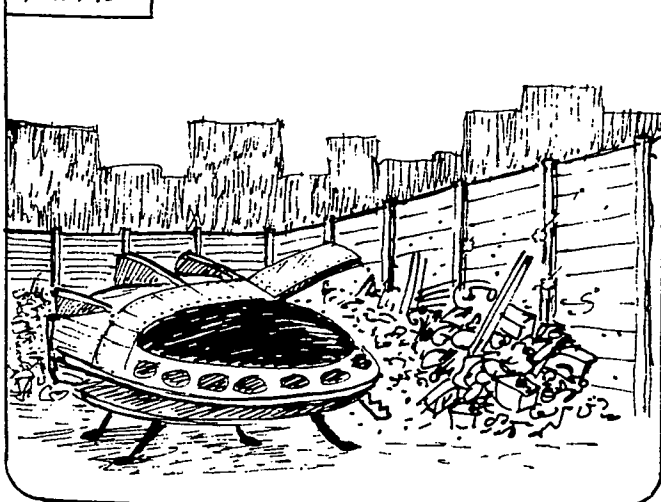
UNA TRANQUILA MAÑANA...



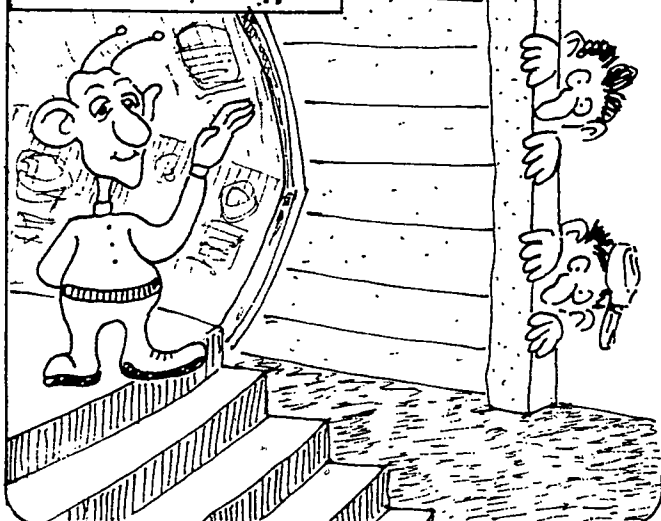
EN UN BASURERO COMO HAY MUCHOS EN LA CIUDAD DE MEXICO, UNA EXTRAÑA NAVE SE VIO ATERRIZAR.



DE PRONTO LA ESCOTILLA SE ABRIÓ...
Y HASTA LAS MOSCAS VOLARON ESPANTADAS.



¡¡ QUE TAL VECINOS DE FUENTES
BROTANTES !!



POR LO QUE VEO, EN ESTE LUGAR DE ESTE PLANETA HAY MUCHA BASURA. Y LA BASURA ES ENERGIA... MI NAVE SE IMPULSA CON RESIDUOS, PUES SU MECANISMO DE FUNCIONAMIENTO ES EN BASE A UNA MAQUINA QUE TRANSFORMA LOS RESIDUOS EN ENERGIA. Y SOLO FUNCIONA SI LOS RESIDUOS ESTAN CLASIFICADOS Y LIMPIOS.

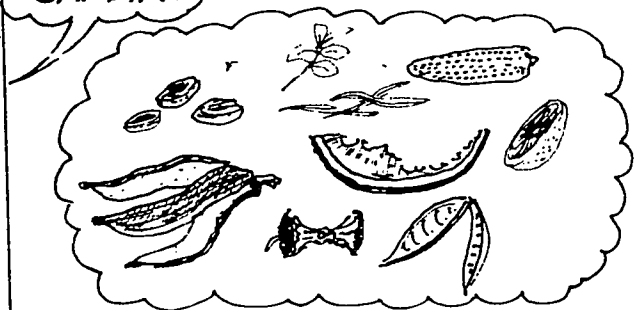


¡RESIDUOS LIMPIOS Y CLASIFICADOS!

¡ESTA LOCO, DICE QUE LA BASURA SIRVE! ¡ESTA LOCO!



SI, LA BASURA ESTA COMPUESTA DE RESIDUOS "ORGANICOS" COMO LOS DE LA COMIDA, COCINA Y JARDIN.



E "INORGANICOS" COMO EL PAPEL, VIDRIO, METAL, PLÁSTICO Y CARTÓN...



UNA VEZ SEPARADOS LOS RESIDUOS SOLIDOS DEJAN DE SER BASURA Y SE PUEDEN VENDER PARA SER RECICLADOS.

CON LA BASURA TODOS GANAMOS

USTEDES TERRÍCOLAS VOLVIENDO A UTILIZAR O RECICLANDO SUS RESIDUOS, TENDRIAN MENOS DESPILFARRO DE RECURSOS NATURALES Y DE ENERGIA.



O SEA QUE: HACIENDO UNOS CÁLCULOS, CIENTO CASAS PRODUCEN; ¡UNA TONELADA DE BASURA POR DÍA!



EN LA CIUDAD DE MEXICO SE PRODUCEN 15 MIL TONELADAS DE BASURA DIARIAMENTE
¡IMAGINENSE!!

¡USTEDES TERRICOLAS DE FUENTES BROTANTES!

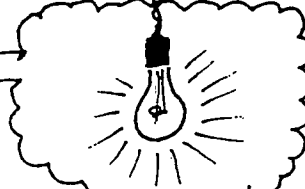
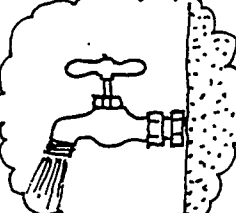
FOMENTEN LA CONCIENCIA DE QUE LOS RECURSOS NATURALES CADA VEZ SE VEN MAS LIMITADOS.

POR EJEMPLO: POR UNA TONELADA DE PAPEL Y CARTON RECICLADOS

SE AHORRA CORTAR DIEZ ARBOLES

SE AHORRA 70 % DE AGUA

Y 60 % EN EL CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA. 7000 KILOWATTS HORA.



PARA UNA TONELADA DE ALUMINIO

HABRA DE EXTRAERSE 4 TONELADAS DE BAUXITA

ES CONTAMINANTE

2 TONELADAS DE BARROS ROJOS

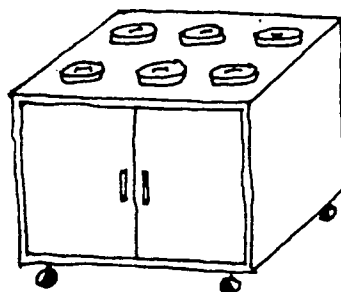
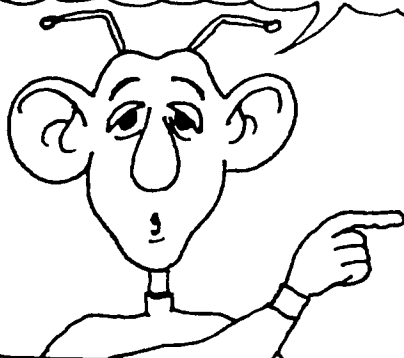
PRODUCEN

2 TONELADAS DE OXIDO DE ALUMINIO

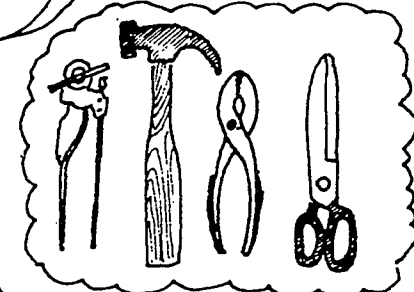
REQUIERE DE 16,000 KILOWATTS HORA DE ENERGIA

UNA TONELADA DE ALUMINIO

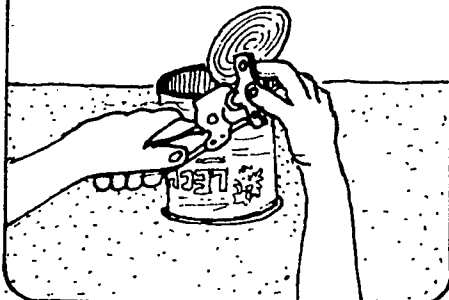
LO OPTIMO PARA CLASIFICAR TUS RESIDUOS ES ESTE CLASIFICADOR QUE EL FOVISSSTE LES HA ENTREGADO CON LAS CASAS Y DEPARTAMENTOS.



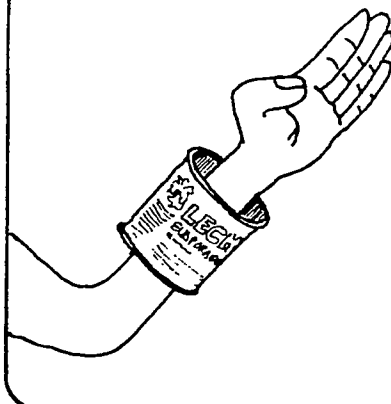
PARA ACOMODAR EN ESTE CLASIFICADOR LOS RESIDUOS; NECESITAS: ABRELAJAS, MARTILLO, PINZAS Y TIJERAS.



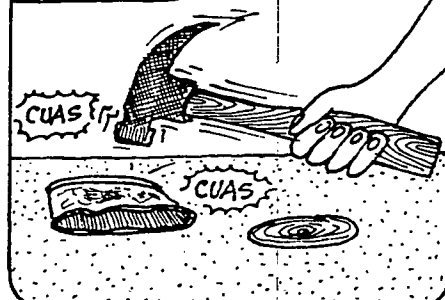
EL ABRELAJAS PARA QUE PUEDAS DESFONDRAR.



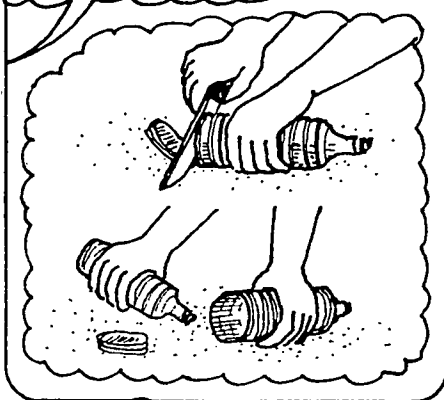
ASI...



LUEGO APLANAR ASI, PARA CUANDO LA GUARDES EN EL CLASIFICADOR AHORRES ESPACIO.



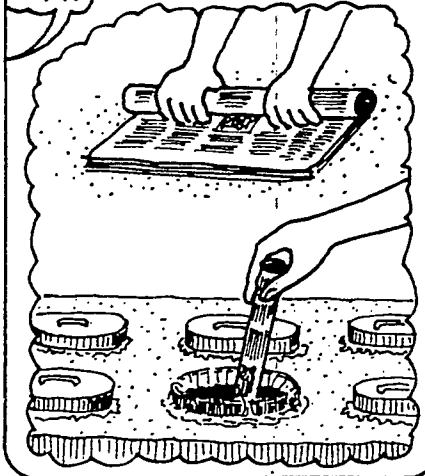
LAS BOTELLAS DE PLASTICO, SE LES CORTA EL FONDO PARA PODER ACOMODAR LAS MAS PEQUEÑAS DENTRO DE LAS MAS GRANDES; PARA AHO-RRAR ESPACIO.



LOS RESIDUOS DE LA COMIDA (CASCARAS, HOJAS, RESTOS DE COMIDA, ETC.) EN LA TAPA VERDE.



EL PAPEL SE ENROLLA Y SE GUARDA EN LA BOLSA QUE TENGA LA TAPA AMARIL-LLA.



COMO VEN, EN ESTE PRÁCTICO CLASIFICADOR; QUE CABE PERFECTAMENTE BAJO EL MUEBLE DE LA COCINA, PODRAN IR GUARDANDO SUS RESIDUOS Y A LA VEZ IRLOS CLASIFICANDO; CADA TAPA TIENE UN COLOR DIFERENTE; POR EJEMPLO:

LA TAPA VERDE PARA: ORGANICOS.

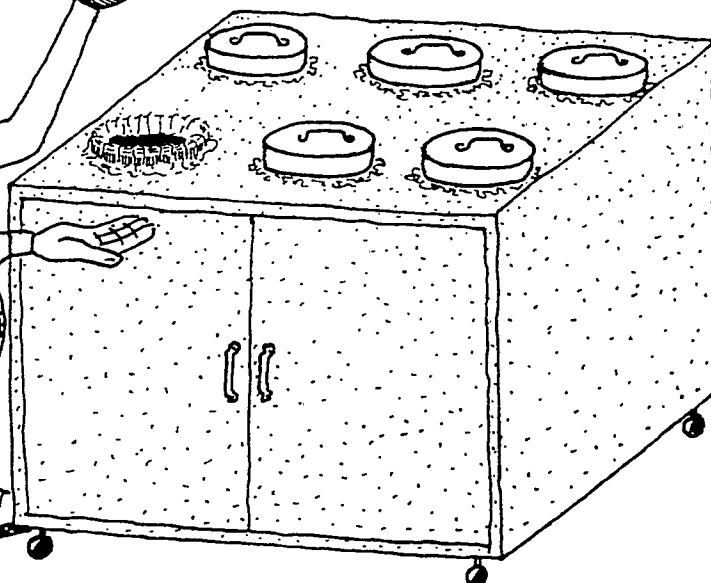
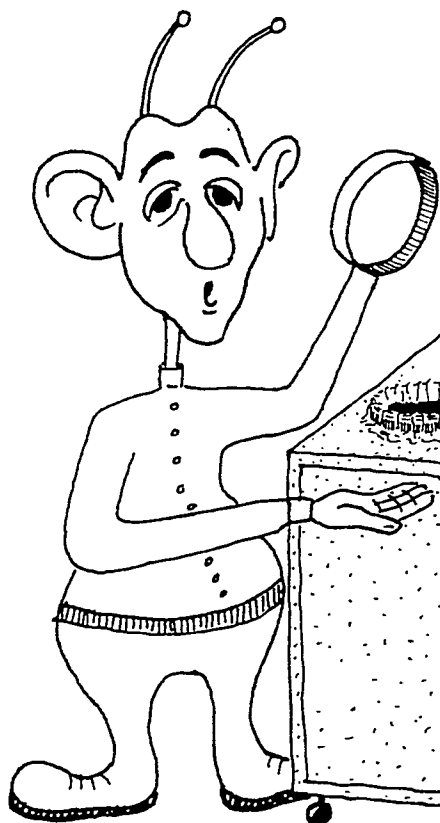
LA ROJA PARA: DIVERSOS.

LA AMARILLA PARA: PAPEL, CARTON. ETC.

LA AZUL PARA: VIDRIOS, BOTELLAS. ETC.

LA ANARANJADA PARA: PLASTICOS.

EN CADA ORIFICIO QUE CUBRE LA TAPA DE COLOR, LLEVARA UNA BOLSA DE PLASTICO QUE SERVIRA PARA CONTENER EL RESIDUO YA CLASIFI-CADO; QUE POSTERIORMENTE LLEVA-RAN A EL CENTRO DE ACOPIO.



BIBLIOGRAFÍA

DEFFIS CASO, Armando. La Basura es la Solución. 2a Edición. Editorial Concepto S.A. México 1989.

AGUILAR RIVERO, Margarita y SALINAS VIDAL, Hector. La Basura Manual para el Reciclamiento Urbano. 3a Edición. Editorial Trillas. México 1995.

El Mercado del Reciclaje en San Salvador. Preparado Por Salvanatura y patrocinado por Tecno-plásticos, S.A. de C.V. San Salvador, El Salvador C. A. 1994.

Proyecto de Mejoramiento del Manejo de Desechos Sólidos de la región Metropolitana. Preparado Por la Alcaldía Municipal de San Salvador y la Agencia Canadiense de Desarrollo Internacional. Presentación el Diagnostico y Programa de Ejecución. San Salvador, El Salvador C. A. 1995.

Proyecto para la Recuperación y Eliminación de los Desechos Sólidos del Área Metropolitana de Guatemala. Nombrado " operación Tácita de Plata ". Preparado por Municipalidad de Guatemala y Gremial Metropolitana de Recolectores de Basura. Guatemala, Guatemala C.A. 1995

HERNANDEZ, Yamara. Representante de GREENPEACE LATINOAMÉRICA, entrevista personal, Ciudad de Guatemala, noviembre 1995.

BELL, A., FLORES, M., MELENDEZ, C. Estudio de la Disposición de los Residuos Sólidos en la Ciudad de Cojutepeque. Tesis de Ingeniería Civil, Universidad Centroamericana "José Simeon Cañas". San Salvador, Diciembre, 1984.

BERNARD, B., PARKER, C. Solid Waste Disposal. Ann Arbor Science Publishers inc. vol 1. Michigan. 1973.

GUERRA, L., HERNANDEZ, A., TREJO, E. Industrialización de la Basura Recolectada en el Área Metropolitana de la Ciudad de San Salvador. Tesis de Ingeniería Química. Universidad de El Salvador. 1979.

ROMERO, A., REYES, S., VEGA, C., MORAN, A. Modelo de Utilización Integral de la Basura Domestica Urbana. Tesis de Ingeniería Química. Universidad Centroamericana "José Simeon Cañas" . San Salvador, septiembre 1988.

Organización Panamericana de la Salud (OPS), La Eliminación de la Basura y el Control de Insectos y Roedores, Washington, D.C., E.U., Organización Mundial de la Salud (OMS) 1962.

Secretaria Ejecutiva del Medio Ambiente (SEMA), Ley del Ambiente de El Salvador (Documento para Discusión), San Salvador, septiembre 1995.

Organización Panamericana de la Salud - División de Salud y Ambiente, Guía para el Manejo Interno de Residuos Sólidos Hospitalarios, Lima, Perú, 1994.