

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

MANEJO, DISPOSICIÓN FINAL Y REGLAMENTACIÓN MUNICIPAL DE LOS
DESECHOS SÓLIDOS EN LA CABECERA DEPARTAMENTAL
DE SANTA CRUZ DE EL QUICHÉ

TESIS

PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JUSTO ENRIQUE MEDRANO PÉREZ

AL CONFERIRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, MARZO DE 1,996

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

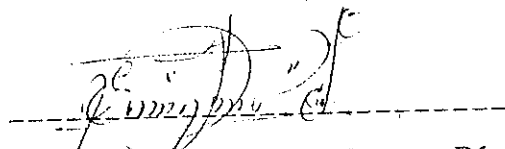
08
T(3715)
c.4

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de tesis titulado:

MANEJO, DISPOSICIÓN FINAL Y REGLAMENTACIÓN MUNICIPAL DE LOS
DESECHOS SÓLIDOS EN LA CABECERA DEPARTAMENTAL
DE SANTA CRUZ DE EL QUICHÉ

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 15 de Noviembre de 1,994



Justo Enrique Medrano Pérez



FACULTAD DE INGENIERÍA

MIEMBROS DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	ING. JULIO ISMAEL GONZÁLEZ PODSZUECK
VOCAL 1°	ING. MIGUEL ANGEL SÁNCHEZ GUERRA
VOCAL 2°	ING. JACK DOUGLAS IBARRA SOLÓRZANO
VOCAL 3°	ING. JUAN ADOLFO ECHEVERRÍA MÉNDEZ
VOCAL 4°	BR. FERNANDO WALDEMAR DE LEON CONTRERAS
VOCAL 5°	BR. PEDRO IGNACIO ESCALANTE PASTOR
SECRETARIO	ING. FRANCISO JAVIER GONZÁLEZ LÓPEZ

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN
GENERAL PRIVADO

DECANO	ING. JULIO ISMAEL GONZÁLEZ PODSZUECK
EXAMINADOR	ING. RAFAEL GIRÓN MÉNDEZ
EXAMINADOR	ING. JUAN MERCK COS
EXAMINADOR	ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO
SECRETARIO	ING. FRANCISCO JAVIER GONZÁLEZ LÓPEZ



FACULTAD DE INGENIERIA
Unidad de Prácticas de Ingeniería
Ejercicio Profesional Supervisado
E.P.S.

Ciudad Universitaria, Zona 12
01012 Guatemala, Centroamérica

REF.EPS.G.016.96

Guatemala, 26 de febrero de 1,996

Señor
Ing. Pedro Quiroa Méndez
Coordinador de la Unidad
de Prácticas de Ingeniería y E.P.S.
Presente

Señor Coordinador:

Por este medio informo a usted, que después de haber revisado el Informe Final (tesis) del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Civil JUSTO ENRIQUE MEDRANO PEREZ, cuyo título es **MANEJO, DISPOSICION FINAL Y REGLAMENTACION MUNICIPAL DE LOS DESECHOS SOLIDOS EN LA CABECERA DEPARTAMENTAL DE SANTA CRUZ DEL QUICHE,** lo encuentro satisfactorio.

Este trabajo fue desarrollado dentro del Programa de EPS de nuestra Facultad, y se constituye en un valioso aporte de nuestra Universidad, a uno de los muchos problemas que padece el país.

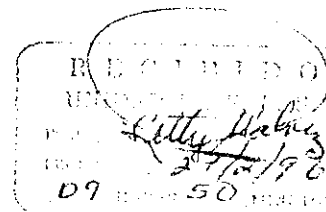
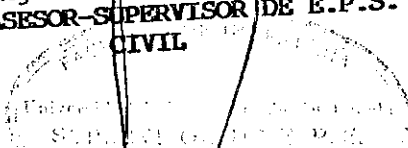
Por lo que, DOY MI APROBACION al presente Trabajo, solicitándole darle el trámite correspondiente.

Sin otro particular, me suscribo de usted.

Muy Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. Juan Merck Cos
ASESOR-SUPERVISOR DE E.P.S.
CIVIL



JMC/lgg.

C.C.: Archivo
1,995 AÑO DE LA REFORMA UNIVERSITARIA,

CON TU PARTICIPACION LA REFORMA AVANZA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA
Unidad de Prácticas de Ingeniería
Ejercicio Profesional Supervisado
E.P.S.

Ciudad Universitaria, Zona 12
01012 Guatemala, Centroamérica

REF.EPS.C.024.96
Guatemala, 26 de febrero de 1,996

Señor
Ing. Jack Douglas Ibarra S.
Director de la Escuela
de Ingeniería Civil
Presente

Señor Director:

Por este medio, le estamos adjuntando el Informe Final, correspondiente al Trabajo de Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.) titulado **MANEJO, DISPOSICION FINAL Y REGLAMENTACION MUNICIPAL DE LOS DESECHOS SOLIDOS EN LA CABECERA DEPARTAMENTAL DE SANTA CRUZ DEL QUICHE.**

Este Trabajo, fue desarrollado por el estudiante **JUSTO ENRIQUE MEDRANO PEREZ**, de la Carrera de Ingeniería Civil, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ingeniero Juan Merck Cos.

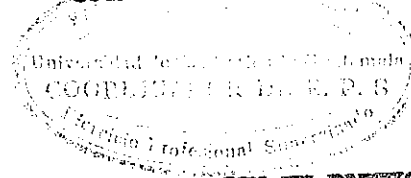
Habiéndose cumplido con los objetivos del trabajo, y existiendo la **APROBACION** al mismo por parte del Asesor; esta Coordinación también **APRUEBA** el contenido del mismo, y solicita el trámite correspondiente.

Sin otro particular, me es grato suscribirme de usted.

Deferentemente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

ING. PEDRO QUIROGA MENDEZ
COORDINADOR DE E.P.S.



PQM/lgg.
c.c.: Archivo

1,995 AÑO DE LA REFORMA UNIVERSITARIA, CON TU PARTICIPACION LA REFORMA AVANZA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Juan Merck Cos y del Coordinador de E.P.S. Ing. Pedro Quiroa Méndez, sobre el trabajo de tesis del estudiante Justo Enrique Medrano Pérez, titulado MANEJO, DISPOSICION FINAL Y REGLAMENTACION MUNICIPAL DE LOS DESECHOS SOLIDOS EN LA CABECERA DEPARTAMENTAL DE SANTA CRUZ DEL QUICHE, da por este medio su aprobación a dicha tesis.


Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano



Guatemala, marzo de 1, 1996.

JDIS/bbdeb.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Decano de la Facultad de Ingeniería, luego de conocer la autorización por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano, al trabajo de tesis MANEJO, DISPOSICION FINAL Y REGLAMENTACION MUNICIPAL DE LOS DESECHOS SOLIDOS EN LA CABECERA DEPARTAMENTAL DE SANTA CRUZ DEL QUICHE, del estudiante Justo Enrique Medrano Pérez, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE:

Ing. Julio Ismael González Podszueck
DECANO



Guatemala, marzo de 1, 996

/bbdeb.

AGRADECIMIENTO A:

Dios todo poderoso, por darme la salud necesaria para poder lograr mi meta, así como por las bendiciones que derráma sobre cada una de las personas que comparten conmigo este triunfo.

Mis padres, Cristobal Medrano Zacarías e Higinia Pérez de Medrano, por el apoyo y comprensión que me brindan en beneficio de mi superación.

Ing. Rafael Girón Méndez, por su colaboración incondicional en la realización de este proyecto de tesis.

Ing. Juan Merck Cos, por el apoyo técnico y psicológico, el cual es un impulso para poder desarrollar las capacidades técnicas del estudiante, además de darnos la oportunidad de sentir satisfacción, al mejorar las condiciones de vida de las personas.

ACTO QUE DEDICO A:

MIS HERMANOS

Cristina
Maria
Rosa
Josefina
Aurora
Ana
Martha

MIS ABUELOS

Justo Medrano Reynoso
Maria Zacarías
Pedro Zapeta
Francisca Pérez

Guadalupe Maribel Colaj

Cuñados, sobrinos, primos
y amigos.

La Facultad de Ingeniería

La Universidad de San Carlos

Santa Cruz del Quiché.

INDICE

INTRODUCCIÓN

- I. SITUACIÓN ACTUAL DE LOS DESECHOS SÓLIDOS EN LA CABECRA DEPARTAMENTAL DE EL QUICHE.
 - 1.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES
 - 1.1.1. Aspectos Geográficos, Topográficos y climáticos
 - 1.1.2. Situación socioeconómica
 - 1.1.3. Servicios públicos existentes
- II. GENERACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS
 - 2.1. DEFINICIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS
 - 2.2. TIPOS DE DESECHOS Y FUENTES DE DESECHOS SÓLIDOS MUNICIPALES
 - 2.3. GENERACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS
- III. ASPECTOS TEÓRICOS Y BÁSICOS SOBRE DESECHOS SÓLIDOS
 - 3.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES
 - 3.1.1. Peso Específico
 - 3.1.2. Producción Percapita (P.P.C.)
 - 3.1.3. Humedad
 - 3.2. RECOMENDACIONES PARA EL ALMACENAMIENTO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS
 - 3.2.1. Generalidades
 - 3.2.2. Almacenamiento domiciliar
 - 3.2.3. Almacenamiento en el comercio y mercados
 - 3.2.4. Almacenamiento en hospitales
 - 3.3. RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE LOS DESECHOS SÓLIDOS
 - 3.3.1. Generalidades
 - 3.3.1.1. Aspectos de salud
 - 3.3.1.2. Aspectos de costos
 - 3.3.2. Bases para la planeación de un servicio de recolección
 - 3.3.2.1. Datos básicos
 - 3.3.2.2. Información complementaria
 - 3.3.2.3. Cobertura del servicio

- 3.3.2.4. Residuos a recoger
- 3.3.2.5. Agencias de recolección
- 3.3.2.6. Puntos de recolección
- 3.3.2.7. Frecuencia de recolección
- 3.3.2.8. Horarios de recolección
- 3.3.2.9. Equipo de recolección
- 3.3.2.10. Tamaño de cuadrilla
- 3.3.3. Diseño de rutas
- 3.3.4. Controles en la recolección
- 3.3.5. Seguridad en el trabajo

IV. DISPOSICIÓN FINAL DE LOS DESECHOS SÓLIDOS

4.1. GENERALIDADES

4.2. PROCESAMIENTOS APLICABLES A LA BASURA

- 4.2.1. Procesamientos Mecánicos
- 4.2.2. Procesamientos Térmicos
- 4.2.3. Procesamientos Biológicos

4.3. RELLENO SANITARIO

- 4.3.1. Método de Zanja
- 4.3.2. Método de Rampa o Talud
- 4.3.3. Método de Area

4.4. SELECCIÓN DEL SITIO PARA EL RELLENO SANITARIO

4.5. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN DE SITIOS PARA RELLENO SANITARIO

V. DISEÑO DEL SISTEMA PROPUESTO PARA LOS DESECHOS SÓLIDOS EN LA CABECERA DEPARTAMENTAL DE EL QUICHÉ.

5.1. ANÁLISIS DE LOS DESECHOS SÓLIDOS

- 5.1.1. Producción Percapita (P.P.C.)
- 5.1.2. Peso Específico
- 5.1.3. Humedad

5.2. DISEÑO DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE LOS DESECHOS SÓLIDOS

- 5.2.1. Cobertura del servicio
- 5.2.2. Instituciones a encargarse de la recolección
- 5.2.3. Desechos a recoger
- 5.2.4. Punto de recolección
- 5.2.5. Frecuencia de recolección
- 5.2.6. Horario de recolección
- 5.2.7. Tamaño de cuadrilla
- 5.2.8. Equipo para trabajadores

- 5.2.9. Tipo, tamaño y unidades a utilizar
- 5.2.10. Recorrido
- 5.2.11. Recolección en los mercados
- 5.2.12. Barrido de calles y parques
- 5.2.13. Recolección en las Instituciones
- 5.2.14. Recolección en la terminal de buses

5.3. DISPOSICIÓN FINAL DE LOS DESECHOS SÓLIDOS

- 5.3.1. Ubicación ideal del lugar para el relleno sanitario
- 5.3.2. Diseño del relleno sanitario
- 5.3.3. Construcción y operación
- 5.3.4. Equipo a utilizar
- 5.3.5. Mano de obra

5.4. COSTO ESTIMADO DEL SISTEMA

- 5.4.1. Costo del equipo y los materiales
- 5.4.2. Gastos de operación y mantenimiento

5.5. REGLAMENTACIÓN MUNICIPAL

VI. CONCLUSIONES

VII. RECOMENDACIONES

VIII. BIBLIOGRAFÍA

IX. ANEXOS.

INTRODUCCIÓN

El grave problema, que representa la falta de servicios básicos en una comunidad, que está en constante crecimiento, hace necesario buscar soluciones con el fin de que la población no sea afectada en salud y seguridad.

En este sentido el presente documento está enfocado hacia la conservación del medio ambiente, específicamente a buscarle solución al problema que representa el mal manejo de los desechos sólidos en la Cabecera Departamental de Santa Cruz de el Quiché, tanto en el interior de las viviendas como en las vías públicas, situación que pone en peligro la salud de los habitantes.

La implementación de un servicio adecuado para el manejo de los desechos sólidos, debe diseñarse de tal manera que provea equitativamente a toda la población, de las condiciones mínimas de seguridad y calidad, las cuales serían de gran beneficio para cualquier comunidad, tomando en cuenta que éste vendría a mejorar el ornato y lo más importante el impacto positivo, que se conseguiría en la salud y el medio ambiente.

La información presentada en este trabajo servirá de apoyo, no solo a las autoridades del lugar, para combatir el problema que representa la basura, sino a cualquier estudiante que desee información al respecto. El contenido se presenta de la siguiente manera; en primer lugar se da una descripción del lugar de trabajo, seguidamente información sobre los desechos sólidos, referente a su generación, recomendaciones para su almacenamiento, recolección, transporte y disposición final. Posteriormente el diseño propuesto para la Cabecera Departamental del Quiché en todos sus aspectos, costo estimado del proyecto, reglamentación municipal sobre limpieza, conclusiones y recomendaciones.

I. SITUACIÓN ACTUAL DE LOS DESECHOS SÓLIDOS EN LA CABECERA DEPARTAMENTAL DE SANTA CRUZ DEL QUICHÉ.

1.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

1.1.1 Aspectos geográficos, topográficos y climáticos

De acuerdo con la ley de regionalización, los departamentos de el Quiché y Huehuetenango constituyen la región VII de la República, denominada la región noroccidente del país. El Quiché tiene una extensión superficial de aproximadamente 8,378 kilómetros cuadrados, la cual tiene las siguientes colindancias:

Norte	con México
Sur	con los Departamentos de Chimaltenango y Sololá.
Este	con los Departamentos de Alta y Baja verapaz.
Oeste	con los Departamentos de Huehuetenango y Totonicapán.

La Cabecera Departamental es Sta. Cruz del Quiché, Municipalidad de primera categoría, tiene un área de aproximadamente 128 kilómetros cuadrados, está localizada a una altura de 2,021 metros sobre el nivel del mar, se ubica en una latitud norte 15 01'44" y longitud oeste de 91 08'56" del meridiano de Greenwech, (banco de marca colocado por el Instituto Geográfico Militar en el parque central), la temperatura ambiente en el lugar oscila entre 17 y 24 grados centígrados.

La cabecera Departamental de el Quiché, se encuentra a una distancia de 164 kilómetros desde la ciudad capital, por carretera asfaltada, se comunica con ésta por medio de la carretera Interamericana (CA-1), y se encuentra limitada de la siguiente manera:

Norte	con los municipios de San Pedro Jocopilas y San Andrés Sajcabajá
-------	--

Sur con el municipio de Chichicastenango

Este con los municipios de Chiché y Chinique.

Oeste con los municipios de Patzité y San Antonio Ilotenango.

En lo que respecta al sistema de producción en la Cabecera Departamental de el Quiché, se puede dividir de la siguiente manera:

- a) Agrícola: la producción de maíz y frijol, son los principales cultivos de la población, requiriendo mano de obra en forma temporal, debido a que la producción se realiza anualmente. Otros cultivos que produce el municipio en menor escala son: tomate, aguacate, manzana, pera y naranja.
- b) Industrial: La cabecera departamental del Quiché, tiene como industria principal la Artesanía, de las cuales se pueden mencionar la elaboración de sombreros, trajes típicos, pero además se tiene la producción de bebidas gaseosas, denominado refrescos India Quiché, la cual se distribuye sólo en el departamento.

La feria titular se celebra la tercera semana de Agosto en honor a la Virgen de Santa Elena de la Cruz, patrona del pueblo.

1.1.2 Situación socio-económica

Información recabada por el Instituto Nacional de Estadística (INE), en el censo realizado en 1,994.

a.- Sexo:

Masculino	7,843 habitantes
Femenino	8.926 "

b.- Grupos por edad

0 a 14 años	7,150 habitantes
14 a 64 "	8,958 "
64 y más	661 "

c.- Economicamente activa

Hombres	3,594 habitantes
Mujeres	869 "
No activa	12,306 "

d.- Alfabetismo

3

Alfabetas	9,625 habitantes
Analfabetas	7,144 "

e.- Nivel de escolaridad

Ninguno	6,848 habitantes
pre-primario	227 "
Primario	7,135 "
Medio	2,344 "
Superior	215 "

f.- Población total por grupo étnico

No indigena	2,381 habitantes
Indigena	14,388 "

g.- Población de 12 años y más de edad, por estado civil

Solteros	5,987 habitantes
Casados	4,878 "
Divorciados o separados	136 "
Unidos	4,779 "
Viudos (as)	989 "

h.- Ocupación

Estudiante	6,112 habitantes
Ama de casa	3,173 "
Maestros	1,670 "
Peritos contadores	102 "
Oficinistas	634 "
Enfermeras	168 "
Tejedoras	168 "
Costureras	300 "
Agricultores	267 habitantes
Albañiles	233 "
Transportistas	199 "
Comerciantes	703 "
Niños edad no escolar	2,003 "
Desempleados	168 "
Otros	869 "

i.- Establecimientos comerciales

Comercios	776
Colegios	5
Pensiones	6
Hospedajes	4
Hoteles	3

j.- Locales de habitación particulares

4

Casa formal	3,296
Apartamento	3
Cuarto en casa de vecindad	71
Rancho	67
Casa improvisada	1
Otros	1

k.- Materiales utilizados en la construcción

Ladrillo	155	casas
Block	220	"
Adobe	2,050	"
Madera	533	"
Bajareque	96	"
Palo o caña	358	"
Otros	27	"

l.- Materiles utilizados para techos

Concreto	127	casas
Lámina metálica	901	"
Asbesto cemento	21	"
Teja	1,916	"
Palma	430	"
Otros	44	"

l.1.3 Servicios públicos existentes

a.- Agua potable

Domiciliar	1,998	servicios
Chorro público	34	"
Tanque público	64	"
Sin información	1,343	"

b.- Drenaje

Letrina	229	casas
Pozo ciego	262	"
Inodoro lavable	1,638	"
Sin información	1,310	"

c.- Disposición de la basura

Basurero Municipal	275	casas
Terreno baldío	1,754	"
Quemado	69	"
Enterrado	34	"
Terreno propio (abono)	1,204	"
Barrancos	103	"

d.- Energía eléctrica

5

Contador propio	1,998	casas
Prestada	65	"
Sin información	1,376	"

e.- Teléfono

Domiciliar	763	Lineas
Monederos	6	"
Abonados comunitarios	7	"

II. GENERACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS

2.1 DEFINICIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS

Los desechos sólidos son todos aquellos desperdicios provenientes de las actividades humanas y de animales, normalmente son sólidos, que se desechan como inútiles o indeseables, luego de haber cumplido el objetivo que le fué designado.

Esta definición incluye todo, abarca las masas heterogéneas de desechos de comunidades urbanas, lo mismo que acumulaciones más homogéneas de desechos agrícolas, industriales y minerales.

Revisando esta definición, que es la más aceptada, puede verse que no incluye la posibilidad de procesar los desechos a fin de convertirlos en materia prima, para cubrir otros objetivos o necesidades humanas. Sin embargo, si existen métodos para procesar los desechos sólidos, los cuales son utilizados para la obtención de materia prima como el gas metano o abono.

2.2 TIPOS DE DESECHOS Y FUENTES DE DESECHOS SÓLIDOS MUNICIPALES.

Se identifican tres categorías de desechos sólidos a saber: municipales, industriales y peligrosos.

Los desechos sólidos municipales, son todos aquellos desechos generados por las actividades urbanas, domiciliarias y colectivas, incluyendo basuras domésticas, basuras de calle, lugares públicos y desechos de plantas de tratamiento.

Los desechos sólidos industriales, son todos aquellos generados por las actividades industriales; incluyen basura doméstica, cenizas, desechos de construcción, desechos específicos de la industria y desechos peligrosos.

Los desechos sólidos peligrosos, son todos aquellos que presentan un peligro potencial, inmediato o a cierto plazo, para la vida del hombre, los animales y las plantas. Un desecho es clasificado como peligroso, si presenta cualquiera de las siguientes características:

- a) Inflamabilidad
- b) Corrosividad
- c) Reactividad
- d) Toxicidad.

Las fuentes de desechos sólidos municipales se caracterizan por variar en los tipos de desechos que generan, éstas son:

- a) Áreas residenciales,
- b) Áreas comerciales,
- c) Calles y áreas públicas,
- d) Plantas de tratamiento.

2.3 GENERACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS

Se entiende por generación, a la cantidad de desechos sólidos originados por una determinada fuente, en un intervalo de tiempo determinado. Algunos factores que tienen influencia en la generación de desechos sólidos son: la localización geográfica, la estación del año, la frecuencia de recolección, las características de la población, el alcance de las operaciones de recuperación y reciclaje, la legislación y las actitudes del público.

La razón para medir las tasas de producción, es la de obtener datos que se puedan usar, para determinar la cantidad total de desechos a ser manejados. Sin embargo, debe mencionarse que los datos reportados de tasas de producción obtenidos por muchos estudios, han seguido diferentes métodos de medidas y distintas clasificaciones de desechos, por lo que a menudo resulta difícil hacer un análisis comparativo entre tales estudios; la realidad es que ninguno de los valores o datos reportados se pueden discutir debido al impacto de desarrollos tecnológicos, al mercado de los productos consumidos, su empaque y a las prácticas comerciales e industriales, entre otros.

Las medidas de las cantidades producidas se expresan en términos de peso y volumen; en términos de volumen es menos expresado, por cuanto deben considerarse varios factores, entre ellos el grado de compactación de los desechos; generalmente se consiguen mediciones poco precisas. Por el contrario el peso es la única base exacta para registros, debido a que se pueden medir directamente tonelajes, independientemente del grado de compactación. También son útiles los registros de peso en el transporte de los desechos sólidos, ya que la cantidad que puede ser transportada, generalmente está restringida por límites de peso en los ejes del vehículo y en las carreteras.

III. ASPECTOS TEÓRICOS Y BÁSICOS SOBRE DESECHOS SÓLIDOS

3.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

3.1.1 Peso Específico

La Densidad o Peso Específico de los desechos sólidos varía sustancialmente con la ubicación geográfica, la estación del año y el tiempo de almacenamiento, esto indica que debe tenerse mucho cuidado con la selección de valores típicos de densidad. Los datos de densidad son necesarios para evaluar la masa total y el volumen de agua a manejar.

Desafortunadamente hay poca o ninguna uniformidad en la manera de cómo se han reportado las densidades de desechos sólidos en la literatura. Cuando se proporcionan datos de densidad debe especificarse las condiciones y lugar en que fue obtenida (basura suelta o compactada, ya sea en recipiente, camiones, relleno sanitario, etc).

En las tres tablas siguientes se reportan densidades típicas para varios desechos tal como se encuentran en los recipientes por orígenes, las densidades correspondientes para los componentes de los desechos sólidos y las densidades de los desechos sólidos municipales para distintos países y áreas del planeta.

Es notorio que en la última de las tres tablas, los países industrializados reportan un valor de densidad bastante baja, en relación a los valores reportados por la India, Tunes y América Latina. Es bueno mencionar que una densidad baja de los desechos sólidos, introduce la necesidad de la compactación en la recolección y el transporte de la basura.

DENSIDADES TÍPICAS DE DESECHOS SÓLIDOS MUNICIPALES POR FUENTES

FUENTE	DENSIDAD lbs/yd ³	
	RANGO	TÍPICO
Residencia (sin compactar)	150-300	220
Desechos de jardín	100-250	175
Cenizas	1100-1400	1250
Residencial (compactado) en camión compactador	300-750	500
En el relleno normalmente compactado	600-850	750
En relleno bien compactado	1000-1250	1000
Residencial después de procesado	-----	-----
Embalado	1000-1800	1200
Desmenuzado (sin compactar)	200-450	360
Desmenuzado (compactado)	1000-1800	1300
Comercial-industrial (sin compactar)	-----	----
Desechos de alimentos (humedo)	800-1600	900
Basura no combustible	300-600	500
Basura combustible	80-300	200

+ No incluye cenizas. ²

++ Compactación de poca presión, menos de 100 lbs/pg

NOTA: ³ ³
 lbs/yd x 0.5933 = kg/m³
² ²
 lb/pg x 6.895 = kg/m²

DENSIDADES TÍPICAS DE DESECHOS SÓLIDOS MUNICIPALES POR COMPONENTE

COMPONENTE	DENSIDADES ³ lb/yd	
	RANGO	TÍPICO
Desechos de alimentos	8 - 30	18.0
Papel	2 - 8	5.1
Cartón	2 - 5	3.1
Plásticos	2 - 8	4.0
Textiles	2 - 6	4.0
Caucho	6 - 12	8.0
Cuero	6 - 16	10.0
Desechos de jardín	4 - 14	6.5
Madera	8 - 20	15.0
Vidrio	10 - 30	12.1
Envases de hojalata	3 - 10	5.5
Metales no ferrosos	4 - 15	10.0
Metales ferrosos	8 - 70	20.0
Tierra, ceniza, ladrillo, etc.	20 - 60	30.0

* Sin compactar.

+ Basado en medidas hechas durante un período de 5 años (1,971 - 1,975), en Davis, California.

NOTA: ³ ³
 Lb/pie x16,019=Kg/mts .

DENSIDADES TÍPICAS DE DESECHOS SÓLIDOS MUNICIPALES POR PAÍS.

ÁREA O PAÍS	DENSIDADES (Kg/m ³)
Europa Occidental	150
América Latina	300
Estados Unidos	150
Gran Bretaña	570
India	570
Túnez	321
Ecuador	292

Éste es el factor más importante por conocer, se hace por medio de una encuesta de muestreo, es la cantidad promedio de desechos sólidos en función de su peso (Kgs), producida por una persona en un día; Este dato es de suma importancia en la recolección y disposición final de los desechos sólidos.

Con base a experiencias obtenidas, se puede afirmar que la cantidad de desechos sólidos producida por una persona, oscila entre los rangos de 0.4 a 1.0 Kg/habit./día.

Como ilustración, en la tabla 4 se reportan datos de generación percapita de desechos sólidos Municipales, para distintas áreas del planeta.

Como se mencionó anteriormente, hay varios factores que influyen en las tasas de generación de desechos sólidos en distintos países. Sin embargo, es claro que sobre todos ellos se destaca el factor económico de la población, en esta tabla puede observarse que las tasas de generación para las áreas más prósperas, son mucho mayores que las de áreas menos prósperas. El alto poder adquisitivo y la conducta consumista de la población, son las principales causas de las altas tasas de generación de los países ricos.

TABLA 4
GENERACIÓN DE BASURA POR ÁREA DEL PLANETA

ÁREA O PAÍS	TASAS DE GENERACIÓN KG/HAB./DÍA
Europa Occidental	1.1
Estados Unidos	1.6-2.2
América Latina	0.4-1.0
Ciudades de Asia y Norte Africa	0.72
Ciudades en naciones industriales	1.1
Ciudades en países del golfo	2.5
México	0.32
Áreas de bajo ingreso en Asia	0.40

El contenido de humedad de los desechos sólidos puede variar entre 15 y 40%, dependiendo de la composición de los desechos, la estación del año, las condiciones de humedad y metereológicas, particularmente la lluvia.

El contenido de humedad generalmente se expresa como el peso de humedad, por unidad de peso en material húmedo o seco. En el método de medida en peso húmedo, la humedad es una muestra, se expresa como un porcentaje del peso húmedo del material; En el método en seco, se expresa como un porcentaje del peso seco del material.

La ecuación siguiente es la expresión del contenido de humedad en peso húmedo.

$$\text{Contenido de humedad (\%)} = \frac{a-b}{a} \times 100$$

Donde a = peso inicial de la muestra como se entrega
b = peso de la muestra después de secar.

Para obtener la masa seca, el material de desechos sólidos es secado en un horno a 170 grados centígrados por 24 horas. Este tiempo y temperatura son usados para deshidratar el material completamente, y evitar la vaporización de materiales volátiles.

Datos típicos del contenido de humedad, para los componentes de los desechos sólidos Municipales se dan en la tabla siguiente:

CONTENIDO DE HUMEDAD POR COMPONENTES

COMPONENTE	POR CIENTO DE HUMEDAD	
	RANGO	TÍPICO
Desechos de alimentos	50 - 80	70
Papel	4 - 10	6
Cartón	4 - 8	5
Plásticos	1 - 4	2
Textiles	6 - 15	10
Caucho	1 - 4	2
Cuero	8 - 12	10
Desechos de jardín	30 - 80	60
Madera	15 - 40	20
Vidrio	1 - 4	2
Envases de hojalata	2 - 4	3
Metales no ferrosos	2 - 4	2
Tierra, ceniza, ladrillo, etc.	6 - 12	8
Desechos sólidos Municipales	15 - 40	20

3.2 RECOMENDACIONES PARA EL ALMACENAMIENTO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS.

3.2.1 Generalidades:

El almacenamiento de los desechos sólidos, en general es difícil de controlarlo por las Autoridades Municipales, por lo que es recomendable dictar normas que regulen esta actividad. El almacenamiento inadecuado de la basura, es un medio propicio para la reproducción de ratas y moscas, por lo tanto es de vital importancia un adecuado almacenamiento.

El almacenamiento de la basura es responsabilidad de quién la produce, ello implica algo más que el simple hecho de colocar el número correcto de recipientes con suficiente capacidad, para almacenar el volumen de desecho que se generen en el sitio. La selección de los recipientes debe estar de acuerdo a las posibilidades y condiciones sociales, económicas y las características climatológicas de cada ciudad o pueblo.

la conservación de los recipientes y sus alrededores deben mantenerse en condiciones higiénicas aceptables, además colocarlos en lugares accesibles en donde puede ser fácilmente recolectados.

Las Municipalidades, por ser las encargadas de prestar el servicio de recolección, son las que pueden exigir o instruir a las personas, de cómo realizar el almacenamiento de la basura. El cumplimiento de estas instrucciones contribuye a mejorar las condiciones sanitarias del lugar.

3.2.2. Almacenamiento Domiciliar:

El almacenamiento domiciliar no solamente significa guardar los desechos mientras son recolectados por el camión, sino que involucra las actividades siguientes:

1. Manejo
2. Almacenamiento propiamente dicho
3. Procesamiento en la fuente de generación

El manejo implica todas las operaciones que se realizan en la fuente de generación, hasta que se llevan los desechos a los recipientes de almacenamiento.

El almacenamiento propiamente dicho es la acción de retener los desechos, en tanto son recolectados por el equipo recolector.

El procesamiento en la fuente de generación incluye actividades como la trituración, separación, compactación, fragmentación y digestión controlada, con el fin de reducir el volumen, alterar la forma física o recuperar materiales.

Para el caso de las zonas rurales en donde la población es menor de 600 habitantes, es necesario que los desechos sean almacenados en recipientes o depósitos adecuados, colocados en lugares de fácil accesibilidad para los equipos recolectores del servicio de limpieza.

En las ciudades donde existan edificios de varios pisos, ya sean gubernamentales o privados, los recipientes para ser usados en el almacenamiento de basura, dependerán de los tipos de equipos recolectores con que cuenta la Municipalidad.

Los diferentes recipientes destinados para el almacenamiento de la basura doméstica, deben cumplir las siguientes especificaciones sanitarias:

- 1.- Ser a prueba de agua
- 2.- En caso de ser metálicos o plásticos, deben estar provistos de tapas ajustadas y asas.
- 3.- Si el recipiente es metálico debe ser resistente a la herrumbre.
- 4.- Todo recipiente debe ser de estructura fuerte para resistir la manipulación.
- 5.- Ser fácil de llenar, vaciar y limpiar.
- 6.- Ser de tamaño adecuado, para que pueda ser manipulado por un solo hombre.

3.2.3 Almacenamiento en el Comercio y Mercados

El almacenamiento en los centros comerciales en forma general, se debe realizar con medios barriles, colocados en lugares apropiados para su recolección, no visibles; a estos recipientes deben eliminarse los bordes cortantes y adaptarles tapas y agarraderas laterales, con el propósito de no provocar accidentes a los operarios de la recolección.

En los mercados se debe usar en la limpieza el mismo tipo de recipiente (medios barriles) para el almacenamiento de la basura, luego transportarla a la parte exterior en un lugar destinado para tal fin. Este sitio debe estar embaldosado y ser de fácil acceso a los equipos recolectores. Estos desechos deben recolectarse en forma diaria, para evitar acumulaciones y malos olores.

En el almacenamiento de residuos hospitalarios, debe separarse de los restos de la comida y de los desechos provenientes del trabajo de oficina. Se recomienda usar recipientes de tres colores diferentes, para tres tipos de residuos.

El almacenamiento de los residuos altamente contaminantes debe realizarse en recipientes herméticamente cerrados, las personas deben equiparse con guantes, ropa protectora y mascarar. Estos desechos deben ser incinerados in situ; para que los recipientes puedan volver a usar tienen que esterilizarse.

Por ningún motivo estos desechos deben recolectarse con la basura domiciliar, ya que implicaría un riesgo para la salud de la cuadrilla del camión recolector.

3.3 RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE LOS DESECHOS SÓLIDOS

3.3.1 Generalidades

3.3.1.1 Aspectos de Salud

La finalidad básica de la recolección de residuos sólidos, es preservar la salud de la población, además se justifica por el aspecto agradable de las ciudades limpias. Esta meta debe tenerse presente en todas las decisiones que se tomen.

Hay casos en que los desechos sólidos en sí, constituyen un serio riesgo para la salud de la población que está en contacto directo con ellas, tal es el caso de los residuos industriales y hospitalarios; pero en general los desechos sólidos son peligrosos por ser fuente de generación de vectores que transmiten enfermedades respiratorias y gastrointestinales.

3.3.1.2 Aspectos de Costos

Los costos de recolección es otro aspecto básico, ya que dichos costos representan usualmente, entre un 80 % y un 90 % del costo total de manejo de los residuos sólidos, por lo tanto todo esfuerzo tendiente a mejorar la eficiencia de estos sistemas, producirá fondos adicionales a la Municipalidad, ya sea para aumentar la cobertura del servicio o para usarse en otros proyectos.

Se debe dar importancia a todo los costos y hacer cálculos fidedignos que incluyan:

- a.- Sueldo del personal.
- b.- Gastos de operación y mantenimiento.
- c.- Gastos de capital.

En ciudades con un buen sistema de costos y que utilizan rellenos sanitarios, se ha llegado a determinar que este último presenta solamente entre un 10 a 20 % de los costos totales, lo que significa que cualquier mejora en el sistema de recolección, puede dejar fondos disponibles para el relleno sanitario.

3.3.2 Bases para la Planeación del Servicio de Recolección

3.3.2.1 Datos Básicos

Para mejorar un sistema de recolección y transporte de los residuos sólidos o para establecer uno nuevo, es indispensable reunir alguna información estadística. Mientras más completa sea ésta, mayor será la eficiencia que se consiga en el sistema de recolección. En caso de no contarse con datos confiables, se debe recurrir a informaciones existentes, en ciudades semejantes o realizar pequeños estudios. Los datos básicos son los siguientes:

- a.- Cantidad de basura producida
- b.- Población que debe ser servida
- c.- Longitud de vías en que se debe efectuar la recolección, distancia al garage y distancia al lugar de disposición.
- d.- Tiempos empleados en cada etapa.

3.3.2.2 Información Complementaria

Además de los datos básicos se requiere conocer con qué medios se cuenta, para lo cual es necesario reunir la siguiente información:

- a.- Cantidad y características del equipo existente y estado mecánico del mismo.
- b.- Cantidad de personal, indicando las funciones de cada uno (chofer, cargadores, supervisores, etc).
- c.- Tipo de receptáculo que usa el público para depositar su basura.
- d.- Ubicación del garage y de los lugares de disposición de los residuos.
- e.- Plano de la ciudad en el que se señale el sentido del tránsito de cada calle, o al menos de las que sólo se pueden recorrer en una dirección, a una escala 1:50,000.
- f.- Características de la ciudad, para detectar dificultades especiales de recolección.

Todos los seres humanos en su actividad normal producen residuos sólidos: restos de comida, envases, papeles, etc, si se desea preservar la salud hay que arbitrar los medios para recolectar tales desechos. A menudo se atienden solo algunos sectores de las ciudades, pero la cobertura del servicio debe extenderse a todos sus habitantes.

Las ciudades con población mayor de 20,000 habitantes, deberían tener un buen sistema de recolección y disposición, con vehículos mecánicos compactadores o cerrados. Las ciudades entre 10,000 y 20,000 habitantes deben poseer sistemas de recolección, que incluyan camiones cerrados o abiertos.

Ciudades con ránkos de población entre 600 y 10,000 habitantes, deben considerar el uso de carretas o sistemas similares, que incurran en gastos mínimos de operación y mantenimiento.

Para las comunidades menores de 600 habitantes consideradas rurales y con amplio espacio disponible, la disposición de los residuos sólidos, se puede efectuar en el mismo lugar en que éstos se producen, sin necesidad de implementar un sistema especial de recolección.

3.3.2.4 Residuos a Recoger

Los residuos sólidos pueden ser de origen muy variado, debiendo cada una ser recolectada en una forma diferente. Pueden citarse las siguientes:

a.- Basura doméstica:

Básicamente debe ser recogida por los servicios de limpieza pública.

b.- Basura de pequeños establecimientos comerciales o industriales:

Usualmente se retira junto con la basura doméstica.

c.- Basura de grandes establecimientos comerciales:

Puede ser recogida por los servicios de limpieza pública, recomendándose el uso de contenedores de gran volumen, pero igualmente pueden encargarse de hacerlo los mismos establecimientos o recurrir a empresarios privados.

d.- Residuos de grandes industrias:

20

Cuando no son tóxicos, pueden ser retirados por los servicios de limpieza pública, por quienes lo producen o por empresas privadas. Cuando son tóxicos, tienen que recogerse con las debidas precauciones y disponer de ellos en forma especial, por lo que es recomendable que su manejo, se entregue a las propias industrias o empresas especializadas con control municipal.

Una sana política es que se responsabilice de este tipo de residuos a quien lo produce.

e.- Animales muertos:

Deben ser recogidos en vehículos pequeños, a menos que ese día haya servicio de recolección de basura doméstica.

f.- Residuos hospitalarios:

Su recolección y disposición final requiere de precauciones especiales, exigiéndose a menudo que se incineren, por lo que en general su manejo debe quedar a cargo de los propios hospitales, clínicas o laboratorios. No deben incluirse dentro de los servicios de recolección pública ordinaria, pues constituye un riesgo grave.

g.- Residuos voluminosos:

Son poco comunes en América Latina, pero comienzan a aparecer. Se requiere un servicio especial para su retiro, que puede ser periódico o a pedido del público. La recolección puede hacerla el servicio de limpieza pública o empresa privada.

h.- Residuos sólidos agropecuarios:

No se incluyen dentro de los que recogen los servicios de limpieza pública.

De los datos anteriores se desprende que hay que decidir, qué tipo de residuos serán recogidos por el servicio de limpieza pública. Una vez tomada una resolución, es conveniente dictar una ordenanza, que precise la situación, la que debe ser conocida por toda la población.

3.3.2.5 Agencias de recolección

La recolección de residuos sólidos, puede efectuarse por alguno de los sistemas descritos en los ejemplos siguientes:

Ventajas:

- a) La precaución principal puede ser mantener una ciudad limpia.
- b) La Municipalidad es responsable ante el público.
- c) Con una buena organización puede obtenerse menores costos.
- d) Hay más flexibilidad para atender situaciones de emergencia o la ampliación de los servicios.

Desventajas:

- a) La falta de personal capacitado puede traducirse en baja eficiencia, costos altos y puede haber cambios en quienes ya han recibido el entrenamiento adecuado.
- b) Es frecuente que no se asignen fondos suficientes para contar con equipo o personal necesario y para el mantenimiento adecuado de los vehículos.
- c) Un exceso de burocracia puede dificultar mantener un servicio satisfactorio.

Empresa privada contratada por la Municipalidad

Ventajas:

- a) Las exigencias del contrato, obligan a la Municipalidad a destinar los fondos necesarios para mantener el servicio.
- b) En general es más fácil que el servicio opere, por haber menos problemas burocráticos.
- c) El capital es aportado por el contratista. Los costos quedan establecidos previamente, lo que facilita fijar tarifas.

Desventajas:

- a) La preocupación principal puede ser la obtención de utilidades mayores y no el aspecto sanitario.
- b) A los costos hay que sumar la utilidad del empresario.
- c) La empresa es responsable ante la Municipalidad, y solo indirectamente ante el público.
- d) Se requiere una supervisión muy estricta sobre el contratista.
- e) El sistema es menos flexible para atender emergencias o ampliaciones del servicio.

Empresas privadas autorizadas por la Municipalidad

Ventajas:

- a) No es problema contar con personal capacitado.
- b) Se obtiene una eficiencia mayor, que puede traducirse en menores costos y tarifas más bajas para el público.

- c) La Municipalidad no tiene que preocuparse de obtener fondos para financiar el servicio.
- d) El sistema es más expedito por haber menos burocracia.

Desventajas:

- a) La preocupación principal, es obtener mayores utilidades en la prestación del servicio, dejando a un lado el aspecto sanitario.
- b) La Municipalidad no tiene medios para exigir un buen servicio con cobertura adecuada.
- c) Solo si hay varias empresas operando y se desarrolla la competencia entre ellas, se puede tener un servicio adecuado.

Empresas Municipales

Ventajas:

- a) Se tiene más libertad para contratar personal capacitado, para alcanzar una mayor eficiencia con menos costos.
- b) La empresa es responsable ante el público y ante la Municipalidad.
- c) Al desligarse la empresa de la administración municipal, puede haber mayor permanencia del personal especializado.
- d) Los proyectos deben estar financiados y pueden establecerse tarifas adecuadas.

Desventajas:

- a) La falta de personal capacitado, disminuye la eficiencia en el trabajo y los costos aumentan.
- b) Si no se autorizan tarifas adecuadas, el servicio puede sufrir serios deterioros.

3.3.2.6 Puntos de recolección

Los residuos se pueden recoger básicamente de uno de los tres puntos siguientes:

- a) En la acera
- b) En interior de las viviendas
- c) En estaciones de recolección

En el primer caso los vecinos sacan los recipientes con basura a la acera, antes del horario en que pasa el camión recolector, una vez vaciados se vuelven a guardar.

En el segundo caso, es el personal del servicio de aseo, el que retira los receptáculos de las viviendas y los devuelve después de descargarlos.

En el tercero, los vecinos llevan los recipientes a uno o más lugares pre-establecidos en cada cuadra, sector o en una variable del sistema; vacían la basura en contenedores de gran tamaño ubicados en las estaciones de recolección.

Las ventajas y desventajas de los distintos puntos de recolección, se puede resumir como sigue:

La recolección desde la acera es aceptable y el costo relativamente bajo, por lo que es el sistema preferido, siendo necesario que los receptáculos para basura sean adecuados.

La recolección en las viviendas es muy buena, desde el punto de vista de la limpieza general, pero su costo es tan alto, que en pocos lugares se puede financiar. El alto costo resulta del empleo de mucho personal y de la baja velocidad de avance del camión recolector.

La recolección en estaciones sólo se puede aplicar si se cuenta con una gran disciplina y cooperación de los habitantes, pues sin ellos no se consigue, lo más probable es que los residuos queden desparramados en la calle, sobre todo al lado de los contenedores. Aunque su costo es el más bajo, el servicio que se obtiene de esta forma, puede ser inaceptable desde el punto de vista sanitario.

3.3.2.7 Frecuencia de recolección

La frecuencia en la recolección puede ser de seis, tres, dos o una vez por semana. Diversos factores inciden en decidir cuál preferir, siendo los principales la composición de los residuos, las condiciones climáticas de la ciudad y muy especialmente la cantidad de basura por kilómetro de calle.

La velocidad a que avanza un camión recogiendo basura, es sensiblemente constante, del orden de 1.2 a 1.9 km/hora e independiente de la cantidad de residuos, al menos dentro de ciertos límites. Esto se ha comprobado, experimentalmente, en varios países de América Latina.

Lo anterior es lógico, porque un hombre demora lo mismo en vaciar, en el camión, un receptáculo con 40 o 60 lbs de basura, esto demuestra, que mientras más basura se encuentre en un kilómetro de calle, mayor será la cantidad recolectada por hora o en otras palabras, más alta será la eficiencia.

Por lo tanto, si la frecuencia es tres veces por semana, la eficiencia es el doble que si la recogida es diaria; si es dos veces por semana la eficiencia es triple; y así sucesivamente. De ahí que una forma de rebajar los costos es tener menores frecuencias.

Sin embargo, hay unos límites a lo anterior. En primer lugar la ley antes anunciada deja de ser válida, si el número de receptáculos que se requiere, aumenta por crecer la cantidad de residuos.

Esto suele ocurrir en el centro de las ciudades donde no se gana mucho al reducir la frecuencia, y donde puede ser recomendable una recolección menos espaciada, para mejorar el aspecto de las calles. Pero la razón principal, para no reducir demasiado la frecuencia, es sanitaria. El mayor peligro de la basura para la salud, es por servir de alimento a diversos vectores de enfermedades, en especial a las moscas.

La basura debe recogerse, transportarse y ser dispuesta antes que ploriferen las moscas. De ahí que la frecuencia de la recolección, no debería ser menor de dos veces por semana, en los países latinoamericanos.

Debe tenerse en cuenta, que para fijar frecuencias de dos a tres veces por semana, es necesario trabajar de lunes a sábado, ya que de lo contrario no habrá uniformidad en el servicio prestado.

Se Puede concluir que en latinoamérica, es un lujo innecesario la recolección diaria, por su alto costo. Por otra parte, una frecuencia menor a dos veces por semana, representa riesgos para la salud.

3.3.2.8 Horario de recolección

Una de las condiciones previas que debe tomarse, es establecer el horario de recolección. Las características propias de cada sector de una ciudad, determinarán en definitiva los horarios más convenientes.

a) Horario nocturno:

Resulta necesario en los sectores con tránsito muy intenso durante el día, ya que el lento avance del camión recolector puede producir grandes congestionamientos. También es recomendable el horario nocturno, cuando se desea que la basura no esté a la vista del público (lugares turísticos).

Sin embargo se presentan inconvenientes graves:

- El ruido produce molestias en zonas residenciales.
- El control es difícil y la eficiencia disminuye.
- En muchas partes la basura se deja en la acera, cuando los vecinos se retiran a dormir o cuando cierran los negocios,

por lo que los residuos permanecen largo rato en la vía pública hasta que pase el camión recolector, agravándose un problema que se desea evitar.

b) Horario a primeras horas de la mañana

Tiene casi todas las ventajas y corrige mucho los inconvenientes de la recolección nocturna: No produce congestión de tránsito, los vecinos pueden sacar los receptáculos con basura a la calle, al levantarse o sea poco antes de la pasada del camión y el control puede ser eficaz.

Puede ocurrir que antes de empezar el flujo de tránsito, el tiempo para recoger toda la basura en el sector conflictivo, sea muy corto. Una solución para este problema en ciertos casos, es destinar al sector el máximo de camiones posibles, para que terminen a tiempo la tarea, enviándose luego a otra zona de la ciudad.

c) Recolección diurna:

Es la más económica y más fácil de controlar, pero siempre que no interfiera con el tránsito de vehículos.

3.3.2.9 Equipo de Recolección

Para la recolección de residuos sólidos, existe una variedad de equipos los cuales pueden clasificarse en:

a) Dependiendo de la tracción:

- Equipos de tracción mecánica.
- Equipos de tracción no mecánica (animal o humano).

b) Dependiendo de la compactación:

- Equipos compactadores.
- Equipos sin sistema de compactación.

c) Dependiendo de la forma de descargue:

- Equipos con placas eyectoras.
- Equipos de volteo.
- Equipos de vaciado semi-mecánico o manual.

d) Dependiendo de la exposición al ambiente:

- Equipos cerrados.
- Equipos abiertos.

La selección de un equipo específico para una ciudad, depende de muchos factores como son:

- Población
- Cantidad de basura generada
- Condiciones socioeconómicas de la población
- Características topográficas y climatológicas del lugar
- Nivel de administración local
- Tecnología local (facilidades de operación y mantenimiento).

3.3.2.10 Tamaño de Cuadrilla

Esta es otra decisión importante que debe tomarse antes de programarse la recolección de residuos sólidos, el tamaño de la cuadrilla puede variar de una a seis personas incluyendo al chofer.

El caso extremo de un solo operador (el chofer), únicamente puede considerarse cuando el vehículo tiene equipo para levantar contenedores, cuando solo se usa este tipo de recipientes y cuando hay pocos puntos de recolección por kilómetro de calle.

El empleo de un chofer más cuatro a cinco cargadores, solamente se justifica cuando hay muchos lugares de difícil acceso para el camión, y el personal va en busca de los receptáculos con basura a distancias grandes. Cuatro cargadores pueden requerirse, si se usan tambores o barriles de 55 galones, los que no se recomiendan. En otras condiciones lo que ocurre en la práctica es que solo tres cargadores efectivamente trabajan mientras el resto descansa.

La cuadrilla normal se compone del chofer y dos o tres cargadores.

3.3.3 Diseño de Rutas

Un servicio de recolección y transporte de residuos sólidos, será eficiente cuando cumpla con las siguientes condiciones:

- Que atienda a toda la población en forma sanitaria y con una frecuencia adecuada.
- Que aproveche toda la capacidad de los vehículos recolectores (no deben haber viajes con carga incompleta).
- Que se aproveche toda la jornada legal de trabajo del personal.

- Que las rutas tengan un mínimo de recorridos improductivos, es decir, tener pocos traslados sin estar recogiendo basura, y que no pase el vehículo varias veces por la misma calle.
- Que los costos sean mínimos, en tanto que no se afecte el aspecto sanitario, lo que es una consecuencia de los puntos anteriores.
- Que se disponga de equipo de reserva, para efectuar su mantenimiento preventivo y poder cumplir con los programas de recolección establecidos.

3.3.3.1 Reglas Básicas para el Diseño de Rutas

- En el diseño de rutas se trata de aumentar la distancia productiva en relación a la distancia total, es decir, fluctúa entre 0.6 y 0.9 de la distancia total.
- Los recorridos no deben fragmentarse ni traslaparse. Cada una debe consistir en tramos que queden dentro de la misma área de la ciudad.
- El comienzo de una ruta debe estar cerca del garage y el término cerca del lugar de disposición final de los residuos sólidos.
- En lugares con colinas o fuertes desniveles del terreno, el recorrido debe procurar hacerse desde la parte alta hacia la baja. Si se presentan hondonadas que hay que bajar y luego hay que subir, procurar atenderlas al comienzo de un viaje cuando el camión va con poca carga.
- En lo posible hay que tratar de recoger simultáneamente ambos costados de la calle. Sin embargo, ello no es recomendable en avenidas muy anchas o con mucho tránsito.
- Debe respetarse el sentido de circulación y la prohibición de ciertos virajes.
- Conviene evitar los giros a la izquierda y las vueltas en U porque hacen perder tiempo, son peligrosos y obtaculizan el tránsito.
- Calles con mucho tránsito deben recorrerse en las horas en que éste disminuye.
- Cuando hay estacionamientos de vehículos en las calles, debe efectuar la recolección en los momentos en que la vía esté más despejada, ya sea primero a un lado de la calle o en ambos lados simultáneamente.

- En el caso de calles muy cortas o sin salida, es preferible que los camiones recolectores no entren en ellas, sino que esperen en la esquina y que el personal vaya a buscar los receptáculos con basura. Esto economiza mucho tiempo.
- Cuando la recolección se hace simultáneamente a ambos lados de la calle, son preferibles recorridos largos y rectos con pocas vueltas.
- Cuando la recolección se hace primero por un lado de la calle y después por el otro, generalmente es mejor tener recorrido con muchas vueltas a la derecha alrededor de las manzanas.
- Es preciso conocer muy bien las características propias de la ciudad, para que las rutas de los camiones recolectores no causen problemas de ningún tipo.

Un buen diseño de ruta puede permitir economías de tiempo de hasta una hora o más.

3.3.4 Controles en la Recolección

Como cualquier sistema en función, el sistema de recolección de desechos sólidos requiere de ciertos controles administrativos y de campo, para afinar la funcionabilidad y mejorar constantemente su eficiencia.

La finalidad de los controles en la recolección obedece a lo siguiente:

- Conservar la calidad y cobertura de la recolección
- Realizar ajustes periódicos de las rutas para mejorar la eficiencia.
- Ejercer los controles que realmente contribuyan a mantener o mejorar la calidad del sistema.

Hay que hacer hincapié en esto último, pues en muchas ocasiones se ejercen controles que realmente no aportan datos básicos para la realización de ajustes en el sistema en los que se invierten tiempo y recursos. También vale la pena mencionar que aunque se lleven los controles necesarios sino se les da su interpretación adecuada, lógicamente se puede deducir que esto degrada la calidad y cobertura del sistema e incrementa los costos administrativos, sin obtener resultados positivos de dichos controles.

Seguidamente se detallan las partes de la recolección, que deben ser objeto de control:

a) Cobertura diaria:

29

La finalidad del sistema de recolección es evitar riesgos a la salud de la población, por ello el control más importante es ver si se ha cumplido el recorrido diario en la forma programada.

b) Control de carga de cada camión:

Siempre con el propósito de minimizar los costos de la recolección, se debe asegurar que los camiones se usen a su plena capacidad.

c) Control de tiempo:

Es fundamental este control para cuando en un momento dado, se detecte que constantemente el tiempo disponible para la recolección es mayor que el tiempo empleado; Este control permite tener bases lógicas, para realizar ajustes en las rutas. Además permite establecer tiempos standard y detectar si hay incumplimientos o desviaciones de los recorridos programados.

d) Control contable:

Es preciso llevar un registro minucioso de los costos que implica la recolección, con el propósito de detectar los altos y los bajos, en los diferentes rubros y realizar ajustes que permitan reducir la elevación que ha tenido algun rubro.

e) Rendimiento:

El rendimiento de las unidades recolectoras, es un dato fundamental para la observación de la eficiencia del sistema

Las medidas o decisiones ha tomar, para ejercer los controles en las partes de la recolección anteriormente mencionadas, son las siguientes:

- 1.- El jefe de servicio debe recibir de los conductores, diariamente y por escrito, un informe sobre el cumplimiento de los recorridos en la forma programada.
- 2.- Se debe llevar un registro de los reclamos del público, en lo que a recolección se refiere.
- 3.- Los encargados del control de la cobertura diaria deben ser supervisores bien entrenados.
- 4.- Para el control de carga de cada camión, lo recomendable es el pesaje de ellos, cada vez que lleguen al lugar de

disposición. De no contarse con balanza, debe usarse un control de carga mediante volúmenes, aunque esto sea menos exacto.

- 5.- Con el pesaje de los camiones, se debe llevar un registro de la cantidad de basura en cada ruta.
- 6.- El Jefe del Servicio o Supervisores, bien entrenados, deben revisar continuamente cómo se están atendiendo las diferentes rutas, para detectar fallas o problemas no previstos en la programación de las rutas.
- 7.- Se debe llevar un control estricto y permanente de los costos que implica la recolección.
- 8.- Hay que llevar un rendimiento en cada ruta.

Cabe señalar que aunque el sistema de recolección tenga un sin número de defectos, siempre debe de llevarse a cabo y siempre tienen que realizarse los controles necesarios, para optimizar los recursos invertidos en tal sistema.

3.3.5 Seguridad en el Trabajo

El objetivo de la recolección de los residuos sólidos, es asegurar la salud de la población, pero obviamente éste incluye al propio personal encargado de cumplir estas tareas. Como es un trabajo que presenta riesgos importantes, es indispensable adoptar diferentes medidas de seguridad, a saber:

1.- Uso de uniformes:

El empleo de uniformes, de color visible, protege a los cargadores de ser arrollados accidentalmente por vehículos, permite que al cambiarse de ropa, al llegar al garage, no vayan a sus hogares con restos de basura adheridos al vestuario, y mejora su sentido de dignidad personal.

2.- Uso de elementos de protección:

Los guantes son indispensables para evitar cortaduras en las manos, pero también se recomienda el uso de casco y calzado especial para prevenir lesiones por golpes. Si hay mucho polvo en los residuos puede ser conveniente dotar a los cargadores de máscaras protectoras.

3.- Entrenamiento de personal:

La mayor parte de las lesiones que sufren los cargadores, se producen por ignorar la forma correcta de levantar las cargas, por desconocer cómo accionar el equipo compactador o por actuar descuidadamente. En forma periódica debe instruírseles para que al tomar un receptáculo doblen las

rodillas y no la cintura y si es muy pesado soliciten ayuda a un compañero, además indicarles que deben tomar en cuenta las normas de seguridad al hacer funcionar el sistema de prensado de los vehículos con equipo de compactación y sobre todo las precauciones de tipo general.

4.- Analisis de los accidentes:

Todo accidente debe ser investigado para establecer qué lo causó, determinando si fueron condiciones inseguras o acciones inseguras. Despues de hecha la investigación es muy útil discutir con el personal las causas que provocaron el accidente.

5.- Reglamento de seguridad:

Todas las medidas de seguridad, deben incorporarse a un reglamento, que debe ser conocido por todo el personal. La formación de comisiones de seguridad, integradas por igual número de representantes de los trabajadores y de la dirección de servicios, facilita mucho el cumplimiento del reglamento.

IV DISPOSICIÓN FINAL DE LOS DESECHOS SÓLIDOS

4.1 GENERALIDADES

Se entiende por disposición final, el sitio último de destino de los desechos sólidos, siendo usualmente este sitio el suelo y en casos raros el mar, aunque se acepta en algunos casos como disposición final la incineración y compactado de los mismos.

Se pueden considerar tres conceptos importantes, que mejorarían la idea de la disposición final de los desechos sólidos, siendo éstos los siguientes.

- 1) Disposición: Es la última etapa operacional del servicio de limpieza, en la cual se destinan o se disponen los residuos recolectados.
- 2) Procesamiento: Es cualquier manipulación de residuos previa a la disposición, que procura tener resultados económicos o sanitarios.
- 3) Tratamiento: Es un procesamiento que procura obtener resultados sanitarios, reduciendo o eliminando efectos nocivos al hombre o al ambiente.

Estos tres conceptos coexisten caracterizándose por el objetivo dominante en cada caso. La disposición final de basuras, puede ser precedida de un procesamiento con vista a un resultado más favorable, y se aceptará como disposición final aquella hecha en el suelo.

4.2 PROCESAMIENTOS APLICABLES A LAS BASURAS

4.2.1 Procesamientos Mecánicos

a) Trituración:

Divide, mezcla y homogeniza la basura, favoreciendo la descomposición bioquímica, el condensamiento y la estabilidad mecánica de los rellenos, la uniformidad y control de la acción térmica.

b) Compactación:

Disminuye los espacios vacíos, condensando la basura a bajo costo, por lo que constituye un proceso auxiliar en el relleno sanitario, además de tener alta importancia económica en la recolección de basura.

Consiste en la separación de materiales constituyentes de la basura, por interés económico en ellos o en la mayor productividad de un procesamiento biológico, o térmico subsecuente.

Existen dos tipos de clasificación: totalmente manual y semimecanizado, además existe separación en la fuente o en el sitio de disposición final, la cual básicamente consiste, en que el sistema tiene una banda transportadora por donde circula la basura, y personas a ambos lados de la misma, recolectan los diferentes tipos de desechos como el papel, vidrio, metal, etc., y la depositan en tolvas, lograndose así su clasificación.

4.2.2 Procesamientos Térmicos

a) Incineración:

Reduce la basura urbana aproximadamente al 10 % de su masa inicial, por lo que también puede ser considerada como una forma de disposición. Tal reducción es obtenida en incineradores de gran tamaño (más de 500 T/día), operando a temperaturas del orden de los 1,000 grados centígrados, provistos de parrillas móviles, inyectoras de aire, controladores de quema y partes complementarias, tales como calderas, filtros de alto rendimiento y chimeneas.

b) Pirólisis:

Es la descomposición térmica en un ambiente carente de oxígeno libre, ocurre a temperaturas inferiores a las de incineración, produciendo líquidos o gases de alto contenido energético, sin contaminación atmosférica apreciable. La cantidad de residuos es mayor que en la de incineración, dependiendo del proceso. La tecnología aplicable a la pirólisis en basura urbana está en fase de desarrollo.

4.2.3 Procesamientos Biológicos

El fin último de los desechos sólidos biodegradables, es la descomposición por la acción de microorganismos, dependiendo de la presencia o ausencia de oxígeno, existen tres procesamientos:

a) Aeróbico:

Descomposición rápida con productos finales completamente estabilizados, dióxido de carbono, agua y materia inorgánica (nitrato, fosfato, etc). Este procesamiento se utiliza en el compostado.

Descomposición lenta con productos intermedios que son compuestos orgánicos más simples. Este proceso se da en dos etapas, primeramente los compuestos complejos (proteínas, carbohidratos, etc.), son metabolizados por las bacterias acidificantes en ácidos grasos, acéticos, aminoácidos, etc., y gases malolientes como ácido sulfídrico y mercaptano. Seguidamente las bacterias metanizadoras, metabolizan los productos intermedios y los convierten en metano y dióxido de carbono.

Este proceso es el que se da en el relleno sanitario. El metano es un gas importante, tanto por alto valor calorífico como por su peligrosidad.

La producción teórica de metano es de aproximadamente 250 lts. por kg. de basura, que equivale aproximadamente al 50 % del total de gas producido, de éste es aprovechable entre el 10 y 50 % del metano producido.

c) Compostado:

Es uno de los procesos biológicos en el que la basura orgánica es transformada, en un material tipo humus, bioquímicamente estable. El proceso es principalmente aeróbico y puede ser mecánico o manual.

En el proceso manual se forman parvas semicilíndricas o con bordes angulares de altura entre 1 - 1.8 mts. y ancho de 2.4 - 3.6 mts., el largo es optativo, dependiendo de las facilidades existentes en la planta. Las dimensiones anteriormente mencionadas, permitirán una aeración suficiente para la acción de los microorganismos aeróbicos, sin embargo periódicamente las parvas deben removerse para aumentar el aire en su interior.

La temperatura debe oscilar entre 50 y 60 grados centígrados, esta es la temperatura óptima para los microorganismos Termophilicos. Además a estos rangos de temperatura la mayoría de los organismos patógenos son eliminados. El control de la temperatura se logra con la remoción de las parvas, ya que al iniciarse el proceso de compostado la temperatura es baja, sin embargo en unos pocos días la temperatura, en el centro puede subir a más de 70 grados centígrados, mientras que en la superficie sube hasta unos 40 grados centígrados.

Por medio del volteo, la temperatura baja a unos 45 grados centígrados, para luego volver a subir; no se requiere más volteo cuando la temperatura se estabiliza.

Las moscas representan un peligro, ya que pueden proliferar en la superficie donde la temperatura es menor, esto se controla con el volteo, poniendo la parte superficial en el centro de la nueva parva, lo que hará que la temperatura que se desarrolla elimine los huevos y larvas de moscas.

Experimentalmente se ha determinado que el período de volteo, debe hacerse una vez por semana al comienzo y luego dos veces por semana, finalmente debe exponerse al aire libre por un período de 30 a 60 días.

En el sistema mecánico, se usan cilindros de rotación lenta y condiciones controladas que aceleran el proceso. En los dos procesos la relación carbononitrógenos debe oscilar entre 10 y 40 y la humedad entre 40 y 60 % .

El principal problema de la producción de compostado es el mercado y el costo del transporte, además requiere separación de materiales no compostables y trituración previa de los desechos.

4.3 RELLENO SANITARIOS

4.3.1 Definiciones básicas

La "American Society of Civil Engineers" (ASCE), ofrece una buena definición en la cual se indica la metodología constructiva básica del relleno sanitario.

"Relleno sanitario es una técnica para la disposición de la basura en el suelo sin causar perjuicio al medio ambiente y sin causar molestias o peligro para la salud y seguridad pública, este método utiliza principios de Ingeniería para confinar la basura en un área lo menor posible, reduciendo el volumen al mínimo practicable y para cubrir la basura así depositada con una capa de tierra con la frecuencia necesaria por lo menos al fin de cada jornada".

Como obra de Ingeniería, el relleno sanitario debe ser construido mediante un proyecto, para atender determinado objetivo general y siempre que sea posible a objetivos específicos. El objetivo general siempre es acoplar la basura urbana en forma sanitaria correcta y a un costo variable. Los objetivos específicos pueden ser la recuperación del área inundable, construcción de locales para recreación, producción económica de biógas, etc.

De la misma forma que en otras obras conforme el tamaño y a las circunstancias, el relleno sanitario se construirá mediante un proyecto simple o complejo pero obedeciendo a reglamentos, normas y métodos propios.

Este método llamado también de corte y cubierta, es uno de los más usados en localidades que tienen disponibles únicamente terrenos planos y desean hacer su eliminación en esta forma de relleno. El método se puede subdividir en tres técnicas distintas, siendo éstas las siguientes:

a) Zanja Sencilla:

Consiste en la excavación con tractor, de una zanja suficientemente larga, todo el material que se extrae se coloca a los lados de la zanja que se ha abierto. Ésta debe tener un ancho mínimo de dos veces el ancho del tractor con el cual se va a trabajar, para permitir una buena compactación.

La profundidad deberá estar de acuerdo con el volumen de basura a tratar, aunque no es deseable que sea demasiado profunda, pudiendo variar entre los dos y tres metros. Todo el material que es depositado en las orillas, es el que sirve más tarde, para ir cubriendo las capas sucesivas de basura que se van formando.

b) Zanja Sencilla Progresiva:

El método puede decirse que es parecido al anterior, con la única diferencia que la zanja no se abre de una vez sino que diariamente se excava lo necesario para las basuras del día, a continuación se hace otra excavación en la tierra en la misma dirección, para cubrir con el material resultante estas basuras y así queda listo un nuevo tramo de zanja para el día siguiente.

c) Zanja Doble:

En esta variación del método de zanjas para terrenos planos, se abre una zanja de una longitud de 50 a 100 metros según las necesidades, a continuación se empieza a abrir otra zanja paralela, cuyo material servirá para ir cubriendo las basuras depositadas en la primera. La distancia entre una y otra zanja depende esencialmente de las condiciones del suelo donde se trabaje, siendo usual para un terreno arcilloso o arenoso de 2 a 3 metros.

Esencialmente estos métodos de zanja operan de la siguiente manera:

- 1) Se abre la zanja, dejando al final una rampa por donde puedan entrar y salir los camiones, para efectuar la descarga o bien se hace ésta por los lados directamente.
- 2) Un cargador frontal o una cuchilla de tractor junta los desechos sólidos hasta darle la altura deseada que puede ser de 2 mts.

- 3) Esta capa es compactada con el peso de la máquina, para reducir todos los vacíos posibles y triturar botellas, botes, etc.
- 4) Con la misma maquinaria se le hecha al final del día una capa de tierra de 15 cms. de espesor, quedando así formada la primera celda o componente del relleno.
- 5) Cuando es la última capa la que dará el nivel deseado o el nivel del terreno original, la capa de tierra será de 60 centímetros. Esta capa no debe de ser de terreno muy arcilloso, ya que sufre agrietaduras por la que escapan gases que tienen muy mal olor, debiera buscarse de preferencia materiales arenosos o suelos naturales. Así en esta forma queda finalizado el relleno por este método.

4.3.3 Método de Rampa o Talud

Es menos usado que el de zanja, es utilizado también en terrenos bastante planos y que tengan buen material para corte. Esencialmente consiste en hacer un muro de tierra de unos 2.50 mts. de altura con un talud de una pendiente no mayor de 30 grados. En un principio los camiones descargan sobre o abajo del muro, un tractor se encarga de ir compactando la basura y extendiéndola sobre el talud. Este trabajo lo hace durante todo el día, al final de la jornada corta tierra de la parte baja, hace el recubrimiento de todas las basuras que ha apisonado, en esta forma se continúa el trabajo hasta cubrir el área que se tenga disponible, echando al final siempre una capa más gruesa de tierra, la que es aconsejable que tenga de 60 a 80 cms de espesor y de las mismas cualidades descritas para otros tipos de rellenos.

4.3.4 Método de Área

Se usa principalmente para tierras bajas y cenagosas así como para pequeños barrancos; el trabajo consiste en volcar la basura en una forma ordenada, a fin de ir permitiendo al tractor empezar el trabajo de compactación. La tierra de recubrimiento tendrá que ser acarreada, cuando se trabaja en áreas bajas o bien puede cortarse de los taludes, cuando el relleno es en barrancos que lo permiten. La operación del relleno es la misma que la descrita anteriormente para los otros métodos. El tractor compactará y cubrirá con una capa de tierra de 15 a 20 cms. al final del día, las basuras que han sido depositadas.

En esta forma se va ejecutando el relleno proporcionando a la población un área útil y a la vez saneada las ciénagas y lugares donde es depositada el agua de lluvia, que ocasiona serios problemas de salubridad.

Cualesquiera de los tipos de rellenos que se usen deberán planearse adecuadamente, tomando en consideración todos los factores que pueden afectar los trabajos, tales como lluvias, aires dominantes, obtención de material de recubrimiento, caminos de acceso, etc.

4.4 SELECCIÓN DEL SITIO PARA EL RELLENO SANITARIO

Las condiciones ideales para el sitio de relleno sanitario son las siguientes:

- a) Ser fácil y rápidamente accesible para los vehículos recolectores.
- b) Permitir su utilización por largo plazo, superior a diez años.
- c) Tener condiciones que protejan los recursos naturales, la vida animal y vegetal en sus cercanías.
- d) Estar localizado de modo que el relleno sanitario no sea rechazado por la población.
- e) Ofrecer tierra para cobertura en cantidad y calidad adecuada dentro de las cercanías del sitio.

Rara vez se encuentran en un terreno todas esas condiciones. El especialista debe clasificar los terrenos que reúnen buenas características, analizando sus inconvenientes en función de los recursos técnicos y económicos disponibles para neutralizarlos. Estableciendo un orden de preferencia para cada sitio, la selección final dependerá de razones administrativas y políticas.

4.5 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN DE SITIOS PARA RELLENO SANITARIO

En general, sitios para la disposición de desechos sólidos idealmente, deberían ser áreas de baja densidad poblacional, bajo valor de uso del suelo y bajo potencial de contaminación de las aguas subterráneas.

Para la investigación de sitios alternativos de rellenos sanitario se puede considerar la información siguiente:

- a) Generales del Sitio:
 - Ubicación y tamaño del sitio
 - Régimen de propiedad
 - Uso actual
 - Condiciones de alquiler o venta

V DISEÑO DEL SISTEMA PROPUESTO PARA LOS DESECHOS SÓLIDOS EN LA CABECERA DEPARTAMENTAL DE EL QUICHÉ.

5.1 ANÁLISIS DE LOS DESECHOS SÓLIDOS

5.1.1 Producción Percapita (P.P.C.)

La determinación de este valor es de gran importancia para el éxito de este estudio, Los valores, en el presente caso, fueron obtenidos con base a seis muestreos realizados en las diferentes zonas, que conforman el casco urbano.

A continuación se presentan los datos de cada una de las zonas que fueron fuente de información en los muestreos realizados y que será de gran utilidad para poder determinar la producción percapita de los desechos solidos, en la Cabecera Departamental de el Quiché.

ZONA	No. CASAS MUESTREADAS	No. DE HABITANTES SERVIDOS
1	21	124
2	16	79
3	15	75
4	16	116
5	16	97
6	14	91
TOTAL	98	582

En los cuadros siguientes se presentan los datos obtenidos en el muestreo, que en total fueron seis: seis zonas y seis veces en cada una de ellas.

El número de habitantes del casco urbano de la Cabecera Departamental de el Quiché es de 16,769, dato que se usará para cálculos posteriores.

CUADRO 1

25/11/94

DÍAS DE ACUMULACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS = 4

ZONA	HABITANTES POR ZONA	PESO DE LA MUESTRA (LBS)		
		S.	H.	TOTAL
1	124	184.50	220.00	404.50
2	79	174.50	139	313.50
3	75	109.00	142.00	251.00
4	116	95.00	202.00	297.00
5	97	104.00	172.50	276.50
6	91	88.50	97.50	186.00
TOTAL	582	755.50	973.00	1728.00

S = BASURA SECA
H = BASURA HÚMEDA

PRODUCCIÓN PERCAPITA= $\frac{\text{PESO TOTAL DE LA MUESTRA}}{\text{No. HAB. X DÍAS ACUMULADOS}}$

PRODUCCIÓN PERCAPITA= $\frac{1728.50}{582 \times 4} = 0.7425 \text{ LBS/HAB./DÍA}$

CUADRO 2
14/11/94

DÍAS DE ACUMULACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS = 3

ZONA	HABITANTES POR ZONA	PESO DE LA MUESTRA (LBS)		
		S.	H.	TOTAL
1	124	165.00	195.00	360.00
2	79	134.50	171.00	305.50
3	75	112.00	160.00	272.00
4	116	134.00	236.00	370.00
5	97	148.00	218.50	366.50
6	91	101.00	83.50	184.50
TOTAL	582	794.50	1064.00	1858.50

PRODUCCIÓN PERCAPITA = (1858.50)/(582 X 3)
PRODUCCIÓN PERCAPITA = 1.066 LBS/HAB./DÍA

CUADRO 3
21/11/94

DÍAS DE ACUMULACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS = 4

ZONA	HABITANTES POR ZONA	PESO DE LA MUESTRA (LBS)		
		S.	H.	TOTAL
1	124	206.00	181.00	387.00
2	79	67.50	135.50	203.00
3	75	147.00	135.50	282.50
4	116	129.00	153.00	282.00
5	97	96.00	189.00	285.00
6	91	72.50	102.00	174.50
TOTAL	582	718.00	896.00	1614.00

PRODUCCIÓN PERCAPITA = (1614/(582 X 4))
PRODUCCIÓN PERCAPITA = 0.6933 LBS/HAB./DÍA

CUADRO 4

43

25/11/94

DÍAS DE ACUMULACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS = 3

ZONA	HABITANTES POR ZONA	PESO DE LA MUESTRA (LBS)		
		S.	H.	TOTAL
1	124	198.50	247.50	446.00
2	79	108.50	128.50	237.00
3	75	119.00	130.00	249.00
4	116	106.00	139.50	245.50
5	97	83.00	136.00	219.00
6	91	110.50	114.50	225.00
TOTAL	582	725.50	896.00	1622.00

PRODUCCIÓN PERCAPITA = (1622)/(582 X 3)
 PRODUCCIÓN PERCAPITA = 0.9290 LBS/HAB./DÍA

CUADRO 5

28/11/94

DÍAS DE ACUMULACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS = 4

ZONA	HABITANTES POR ZONA	PESO DE LA MUESTRA (LBS)		
		S.	H.	TOTAL
1	124	199.00	183.50	382.50
2	79	135.00	124.00	259.00
3	75	134.50	147.00	281.50
4	116	133.00	153.00	286.00
5	97	124.00	175.50	299.50
6	91	109.00	96.00	205.00
TOTAL	582	834.50	879.00	1713.50

PRODUCCIÓN PERCAPITA = (1713.50)/(582 X 4)
 PRODUCCIÓN PERCAPITA = 0.7360 LBS/HAB./DÍA

02/12/94

DÍAS DE ACUMULACIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS = 3

ZONA	HABITANTES POR ZONA	PESO DE LA MUESTRA (LBS)		
		S.	H.	TOTAL
1	124	205.50	258.00	463.50
2	79	129.50	177.00	306.50
3	75	153.50	116.00	269.50
4	116	126.50	190.00	316.50
5	97	123.50	192.00	315.50
6	91	105.50	115.50	221.00
TOTAL	582	844.00	1018.50	1892.50

PRODUCCIÓN PERCAPITA = $(1892.50) / (582 \times 3)$

PRODUCCIÓN PERCAPITA = 1.084 LBS/HAB./DÍA

De los datos obtenidos en el muestreo, se presentan a continuación las producciones percapita unitarias, para obtener la producción percapita promedio del lugar.

CUADRO 7
P.P.C. UNITARIAS

PRODUCCIÓN PERCAPITA UNITARIAS LBS/HAB./DÍA	
	0.7425
	1.0660
	0.6933
	0.9290
	0.7360
	1.0840
TOTAL =	5.2508

$$\text{P.P.C. (PROMEDIO)} = \frac{\text{P.P.C. TOTAL}}{\text{No. MUESTRAS}}$$

$$\text{P.P.C. (PROMEDIO)} = \frac{5.2508}{6} = 0.8751$$

Según este resultado, se observa que la Producción Percapita promedio de la Cabecera Departamental de el Quiché es de 0.8751 LBS/HAB./DÍA = 0.397 KGS/HAB./DÍA.

Para determinar el peso de la basura que se produce diariamente se tiene:

Domiciliar:

Producción/día= (P.P.C. x No. habitantes del lugar)/1000
 Producción/día= (0.397 x 16,769)/1000
 producción/día= 6.67 Toneladas
 Volumen/día = peso/densidad
 Volumen/día = 6,670 kgs/ 173.95 kgs/m³
 Volumen/día = 38.34 m³

Mercados:

Producción/día= 0,29 Toneladas
 Volumen/día= 1.66 m³

Barrido de calles;

Producción/día= 1.81 Toneladas
 Volumen/día= 10.40 m³

Instituciones:

Producción/día= 0.14 Toneladas
 Volumen/día= 0.82 m³

RESUMEN

LUGAR	PESO (T/DÍA)	VOLUMEN (M ³ /DÍA)
Domiciliar	6.67	38.34
Mercados	0.29	1.66
Barrido de calles	1.81	10.40
Instituciones	0.14	0.82
TOTAL	8.91	51.22

NOTA: Para la recolección domiciliar se está tomando el 100 % de la población.

Esta prueba se efectuó llevando a cabo la siguiente metodología.

- a) Se toma un recipiente con volumen conocido.
- b) Se pesa el recipiente.
- c) Se coloca la basura dentro del recipiente sin hacer presión, se remueve de manera que se llenen los espacios en el mismo.
- d) Se pesa, una vez lleno, por diferencia se obtiene el peso de la basura.
- e) Se obtiene la Densidad de la basura al dividir su peso, entre el volumen del recipiente.

Esta prueba se realiza varias veces a efecto de obtener un promedio y tener mayor confiabilidad.

PRUEBA 1

- a) Volumen de recipiente = 0.2194 m³
- b) Peso del recipiente = 32 lbs
- c) peso del recipiente lleno = 120 lbs

Peso basura= Peso recipiente lleno-Peso recipiente
 Peso basura= 120 lbs - 32 lbs
 peso basura= 88 lbs.

$$\text{DENSIDAD (BASURA SUELTA)} = \frac{\text{PESO BASURA}}{\text{VOL. RECIPIENTE}}$$

$$\text{Densidad 1} = \frac{88 \text{ lbs}}{0.2194 \text{ m}^3} = 401.09 \text{ lbs/m}^3$$

PRUEBA 2

- a) Volumen de recipiente = 0.2194 m³
- b) Peso del recipiente = 32 lbs
- c) Peso del recipiente lleno = 115.75 lbs

Peso de la basura = 115.75 lbs - 32 lbs = 83.72 lbs

$$\text{Densidad 2} = \frac{83.72 \text{ lbs}}{0.2194 \text{ m}^3} = 381.72 \text{ lbs/m}^3$$

PRUEBA 3

47

- a) Volumen del recipiente = 0.2194 m³
- b) Peso del recipiente = 32 lbs
- c) Peso del recipiente lleno = 106.50 lbs

Peso de la basura = 106.50 lbs - 32 lbs = 74.50 lbs

$$\text{Densidad 3} = \frac{74.50 \text{ lbs}}{0.2194 \text{ m}^3} = 339.56 \text{ lbs/m}^3$$

PRUEBA 4

- a) Volumen del recipiente = 0.2194 m³
- b) Peso del recipiente = 32 lbs
- c) Peso del recipiente lleno = 125.50 lbs

Peso de la basura = 125.50 lbs - 32 lbs = 93.50 lbs

$$\text{Densidad 4} = \frac{93.50 \text{ lbs}}{0.2194 \text{ m}^3} = 426.16 \text{ lbs/m}^3$$

PRUEBA 5

- a) Volumen del recipiente = 0.2194 m³
- b) Peso del recipiente = 32 lbs
- c) Peso del recipiente lleno = 110.50 lbs

Peso de la basura = 110.50 lbs - 32 lbs = 78.50 lbs

$$\text{Densidad 5} = \frac{78.50 \text{ lbs}}{0.2194 \text{ m}^3} = 357.79 \text{ lbs/m}^3$$

PRUEBA 6

- a) Volumen del recipiente = 0.2194 m³
- b) Peso del recipiente = 32 lbs
- c) Peso del recipiente lleno = 126.75 lbs

Peso de la basura = 126.75 lbs - 32 lbs = 94.75 lbs

$$\text{Densidad 6} = \frac{94.75 \text{ lbs}}{0.2194 \text{ m}^3} = 431.86 \text{ lbs/m}^3$$

- a) Volumen de recipiente = 0.2194 m³
- b) Peso del recipiente = 32 lbs
- c) Peso del recipiente lleno = 106.75 lbs

$$\text{Peso de la basura} = 106.75 \text{ lbs} - 32 \text{ lbs} = 74.75 \text{ lbs}$$

$$\text{Densidad 7} = \frac{74.75 \text{ lbs}}{0.2194 \text{ m}^3} = 340.70 \text{ lbs/m}^3$$

DENSIDAD DE DESECHOS SÓLIDOS

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Sumatoria de las Densidades}}{\text{No. de pruebas}}$$

$$\text{Densidad} = \frac{401.09+381.72+339.56+426.16+357.79+431.86+340.70}{7}$$

$$\text{Densidad} = 382.70 \text{ lbs /m}^3 = 173.95 \text{ kgs/m}^3$$

5.1.3 Humedad

La determinación de este valor es de gran importancia debido a que si es muy alta, se llenan todos los vacíos existentes en la basura y no permite la circulación del aire; si es baja, los microorganismos no se desarrollan.

Para poder determinar este dato se puede tomar la siguiente metodología.

- a) Se toman cinco recipientes con un peso vacío de 0.25 lbs c/u:

$$W_1 = 5 \times 0.25 \text{ lbs} = 1.25 \text{ lbs}$$

- b) Se coloca la muestra en los recipientes, cortando bien los residuos para facilitar la desecación, una vez llenos se pesa cada uno, el resultado se suma.

$$W_2 = 1.25 + 1.20 + 1.38 + 1.45 + 1.52$$

$$W_2 = 6.8 \text{ lbs}$$

c) Los recipientes llenos se colocan dentro de un horno por un término de 24 horas.

d) Una vez secos, se pesan y se suman:

$$W3 = 0.49 + 0.44 + 0.40 + 0.42 + 0.60$$
$$W3 = 2.35 \text{ lbs}$$

e) Se calcula la humedad de la basura usando la siguiente ecuación:

$$W (\%) = \frac{W2 - W3}{W2 - W1} \times 100$$

$$W (\%) = \frac{6.80 - 2.35}{6.80 - 1.25} \times 100$$

$$W (\%) = \frac{4.450}{5.550} \times 100$$

w (%) = 80.18 = 80 % humedad.

5.2 DISEÑO DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE LOS DESECHOS SÓLIDOS

5.2.1 Cobertura del servicio

Se pretende que la cobertura del servicio abarque el 65% de la población del casco urbano de la Cabecera Departamental de el Quiché, debido a que el 35% restante de la población, posee propiedades para cultivar y utilizan sus desechos como abono para sus siembras.

5.2.2 Institución a encargarse de la recolección

se considera que este servicio puede ser prestado por la Municipalidad o bien por una empresa privada, tomando en cuenta las siguientes estrategias:

- 1.- Capacitar eficientemente al personal encargado del servicio;
- 2.- Destinar los fondos suficientes para prestar un buen servicio.
- 3.- Tomar en consideración las propuestas formuladas en este estudio.

5.2.3 Desechos a recoger

50

En esta ciudad el servicio de recolección domiciliar, deberá recoger los siguientes tipos de desechos:

- a) Basura doméstica
- b) Restos de trabajos de jardinería
- c) Cenizas y animales muertos
- d) otros que serán evaluados posteriormente

5.2.4 Puntos de recolección

Los desechos sólidos provenientes de las viviendas deberán ser recogidos en las banquetas, es decir, que los vecinos deberán tener lista la basura, para que el personal del servicio la recolecte fácilmente.

5.2.5 Frecuencia de recolección

En lo que respecta a la recolección domiciliar, la recolección diaria es la más indicada, pero totalmente antieconómica, por lo que no es aconsejable esta frecuencia, en su defecto lo más conveniente es hacerla dos veces por semana, en cada una de las distintas zonas de la ciudad.

5.2.6 Horario de recolección

Según la ley, todo empleado debe laborar 8 horas al día, y en vista de que el tránsito de vehículos es bajo, se plantea que la recolección se realice de las seis de la mañana para las tres de la tarde, incluyendo en este tiempo media hora para desayuno y media hora para almuerzo, de lunes a sábado.

5.2.7 Tamaño de la cuadrilla

El tamaño de la cuadrilla que se utilizará para la recolección de los desechos domiciliarios, será de cuatro personas en total, por cada unidad de recolección, integrados por el conductor del vehículo y tres cargadores de los desechos sólidos.

5.2.8 Equipo de trabajo

51

El equipo que se asignará a cada unidad de recolección, será el siguiente:

UNIDAD	DESCRIPCIÓN
3	Palas
3	Azadones
3	Rastrillos
2	Machetes

Además a los trabajadores se les deberá proporcionar ropa adecuada, así como los siguientes implementos personales para su protección,

UNIDAD	DESCRIPCIÓN
3	Pares de guantes
3	Mascarillas
1	Par de botas de cuero o de hule
1	casco.

5.2.9 Tipo Tamaño y unidades a utilizar

El vehículo más adecuado para realizar la recolección es un camión de volteo, que tenga una capacidad de 7 m³ y soporte un peso de 10 toneladas. A este vehículo deberá de cerrarse la palangana, dejándole abierta la parte trasera con el fin de que no vuelen los desechos y sea más fácil la descarga de los residuos en el sitio de disposición final.

La cantidad de unidades necesarias, tomando en cuenta la capacidad de los mismos y la cobertura que tendrá el servicio será de dos (2) unidades, exclusivamente para la recolección domiciliar.

5.2.10 Recorrido

Para la recolección del desecho domiciliar, se diseñaron tres rutas, las que inician y finalizan de la siguiente manera: (ver anexo 2).

RUTA	INICIO	FINAL
1	0 Av. y 11 Calle zona 1	0 Av. y 11 Calle zona 2
2	8a.Av. y 11 Calle zona 3	0 Av. y 0 Calle zona 2
3	0 Av. y 0 Calle zona 5	7a.Av. y 7a.Calle zona 5

El Mercado General y el de carnes, acumularán los residuos sólidos en el depósito general, que estará ubicado en el local No. 44-A, parte exterior del Mercado General, el cual tendrá una comunicación directa con el interior del mercado, por medio de una ventana. El objetivo de la ventana, es de acumular toda la basura proveniente de los servicios prestados por la municipalidad.

Al local se le deberá colocar, por la parte de afuera, una puerta de dos hojas, utilizando tubo H.G. de dos pulgadas de diámetro y malla de alambre galvanizado. La puerta del depósito de basura, deberá mantenerse cerrada para evitar que las personas que viven en los alrededores de dicho lugar, depositen ahí sus desechos sólidos.

Las medidas de seguridad a aplicar en el uso del depósito general serán: **Primero**, depositar exclusivamente basura que no provoque un accidente o incendio, es decir, desecho que no sea punzo-cortante o inflamable. **Segundo**, mantener vigilancia en el depósito para que se cumpla con lo indicado, con el objetivo de que las personas que extraigan los desechos sólidos no sufran algún accidente al tener contacto directo con la basura.

Como se dijo anteriormente, la basura producida por cada uno de los locales comerciales dados en alquiler por la Municipalidad, tanto en el interior como exterior de los mercados y parques, lo acumularán en recipientes adecuados debidamente tapados, para luego tirarlos directamente al depósito general.

El horario en el cual se retirarán los desechos sólidos del depósito general, será de 5:00 a 6:30 de la mañana.

5.2.12 Barrido de Calles y Parques

Esta operación se realizará todas las mañanas en el horario de 4:00 a 6:30 de la mañana, la acumularán en el depósito general para que el camión recolector la traslade al sitio de disposición final.

5.2.13 Recolección en las Instituciones

Los desechos de las instituciones públicas se recolectará una vez por semana para cada institución, distribuyéndose de la siguiente manera:

INSTITUCIONES	DIA
- Instituto Francisco Jimenez	Lunes
- Escuelas, Gumarcaah, Miguel Angel Alvarado	Martes
- Cárcel de Hombres	Miércoles
- Admón. Rentas, Cárcel de Mujeres, Juzgados	Jueves
- APROFAM, Banco Industrial, P.N., Parvulitos	Viernes
- Bienestar Social, Capilla Santa Elena Cementerio General.	Sábado

5.2.14 Recolección en la terminal de buses

Se le proporcionará tres toneles de 54 galones, al encargado de la limpieza de dicho lugar, en los cuales depositará la basura, estos depósitos deben colocarse en un lugar estratégico para que el camión recolector la retire al terminar de recoger la basura de los mercados e instituciones, así mismo se ubicarán toneles en varios puntos estratégicos, para acumular la basura de los peatones.

La recolección de la basura producida por la terminal de buses, instituciones y la acumulada en el depósito general será realizada por camión de turno de la Municipalidad.

Será obligatorio que cualquier desecho sólido producido por la ciudad, deberá llevarse al área del relleno sanitario y prohibir la existencia de otros lugares de disposición.

5.3 DISPOSICIÓN FINAL DE LOS DESECHOS SÓLIDOS

5.3.1 Ubicación ideal del lugar para el relleno sanitario

Después de haber recorrido la región cercana a la ciudad se seleccionó el área para la disposición final, la cual es un barranco ubicado a 2.25 kms. del centro de la ciudad, lugar denominado **CACERÍO CHICORRAL**, carretera de terracería que conduce al municipio de San Antonio Ilotenango. Este predio es de propiedad privada, pertenece a las señoras Candelaria Lux y Justa Mejía Vda. de Motta. Ver Anexo 1.

En este lugar se realizará el relleno sanitario, por medio de trincheras (ver anexo 3), el material para cubrir las celdas diarias se obtendrá de las mismas zanjas, más tarde (6 meses aproximadamente), este material será sustituido por la materia orgánica que se encontrará ya degradada en las trincheras. Uno de los trabajos que deberá realizarse antes que de inicio el proyecto, es la habilitación del camino de acceso al lugar y la nivelación de su superficie.

5.3.2 Diseño del relleno sanitario

54

Cobertura del servicio domiciliario= 65 % de la población
= 10,900 habitantes

Producción/día= 4,327.30 kgs.

Volumen/día = 24.88 m³

El volumen que llegará al relleno sanitario, tomando en cuenta además los servicios prestados por el vehículo de la Municipalidad será de:

Producción/día = 6,597.30 kgs

Volumen/día= 37.76 m³

La densidad de la basura ya compactada en el relleno sanitario es de 400 kgs/m³. Dato utilizado para determinar las dimensiones de las celdas, que formarán las trincheras en el relleno sanitario. Esta información se obtuvo del documento DESECHOS SÓLIDOS, proyecto cam/93/002 INIFOM, INSTITUTO NICARAGUENSE DE FOMENTO MUNICIPAL.

El volumen total diario que forman las celdas, se reduce a 16.42 m³ al ser compactada manualmente, dato con el cual se diseñó las celdas que formaran las trincheras.

Dimensiones de las Trincheras:

TRINCHERA	H	L	A	LF
1 Y 2	5	19	11	5
3 Y 4	5	20	15	10
5 (*)	5	15	8	5

(*) En esta trinchera se depositará el material no degradable, que será extraída de las trincheras 1, 2, 3 y 4.

H = Altura de la trinchera A = Ancho de la trinchera
L = Largo de la trinchera LF = Largo del fondo de la trinchera .

TRINCHERAS	DURACIÓN DÍAS	CELDAS	CELDAS+COBERTURA
1 Y 2	37 Días Cada una	h=1.05 l=2.84 a=5.50	h=1.25 l=3.04 a=5.50
3 Y 4	53 Días Cada una	h=1.05 l=2.08 a=7.50	h=1.25 l=2.28 a=7.50

h=Altura de celda , a=Ancho de celda, l=Largo de celda
 NOTA: Datos proporcionados en metros.
 Ver Anexos.

5.3.3 Construcción y Operación

La operación manual del relleno sanitario se puede realizar con equipo sencillo como: La horquilla (garfio de 3 dientes) o el rastrillo (8 a 10 dientes), con el cual se nivelará la superficie superior y lateral (45 grados) de cada una de las celdas, manteniendo los residuos sólidos apoyados en el talud de la zanja o en una de las celdas anteriormente construidas. Ver Anexos.

Cada celda se compactará por capas de 10 cms de espesor como máximo, hasta completar la altura de las celdas (h=1.05) ya definidas o el volumen que se produce diario. Cada una de las capas se compactará con un rodillo manual (ver anexos) pasandola de 20 a 25 veces sobre cada capa de basura formada. Al final del día se hará el recubrimiento de las celda, con una capa de tierra de un espesor de 20 cms compactado, utilizando el equipo necesario como lo es: carretilla de mano, palas, azadones y rodillo compactador.

Al realizar la última celda de la trinchera, se procederá a cubrir con una capa de arcilla de 50 cms de espesor en su superficie, para evitar la filtración de aguas pluviales. Antes de iniciarse el trabajo que se realizará en las trincheras, se deberá colocar una capa de arcilla de 30 cms de espesor, como impermeabilizante, en todo el contorno de la zanja, para evitar la contaminación de las aguas subterráneas. (Ver anexos 4)

Así mismo deberá de dotársele de un drenaje para los lixiviados y un drenaje para los gases, con su respectiva tubería para la salida de los mismos (Ver anexos 5). Al concluir el trabajo de las cuatro trincheras diseñadas, se seguirá con el vaciado de la primera, obteniendo material ya degradado que servirá de cobertura para las nuevas celdas.

Al llenarse la primera trinchera se seguirá con la segunda realizando el mismo proceso, luego con la tercera y así sucesivamente, volviéndose un círculo de trabajo.

Como se indicó anteriormente el material extraído de las trincheras, deberá ser tamizado para poder extraer el material no degradable, el cual será depositado en la trinchera número cinco, el material degradado servirá como capa de recubrimiento para las nuevas celdas que se formarán (Ver anexos).

Para realizar este trabajo extra, se necesitaran de dos personas más, para que realicen la actividad de tamizar los desechos sólidos, estas dos personas serán contratadas a partir del momento en que se extraiga el material de la primera trinchera.

En lo que respecta a mejorar el aspecto del lugar, se deberán sembrar arbolitos en el ingreso del relleno sanitario, así como cercar el perímetro del barranco, para evitar que los residuos vuelen y se trasladen a terrenos adyacentes.

5.3.4 Equipo a Utilizar

Las personas que laborarán en el relleno sanitario, contarán con la siguiente herramienta:

UNIDAD	DESCRIPCIÓN
3	Palas
3	Azadones
3	Rastrillos
2	Machetes
2	Carretillas de mano

5.3.5 Mano de Obra

En lo que se refiere a la mano de obra para operar el relleno sanitario, deberá ser la siguiente:

2 Peones:

Encargados de acondicionar la basura y la tierra en las trincheras.

2 Peones:

Encargados de compactar la basura y las capas de cobertura,

1 guardián:

Encargado de vigilar el relleno sanitario.

2 Peones:

Se utilizarán en el futuro para tamizar y acomodar la basura en la trinchera número cinco.

5.4.1 Costo del equipo y de los materiales

El equipo y material a ser utilizado en la implementación del proyecto de los desechos sólidos, en la Cabecera Departamental de el Quiché es el siguiente:

- 1.- Uniforme y equipo para los trabajadores del sistema.
- 2.- Vehículos para la recolección domiciliar.
- 3.- Cercado del relleno sanitario.

1.- UNIFORME Y EQUIPO PARA LOS TRABAJADORES DEL SISTEMA:

A los trabajadores tanto para el servicio de recolección como a los del relleno sanitario, se les deberá dotar de equipo y ropa adecuada a cada cierto tiempo, no mayor de seis meses,

Costo estimado -----Q 6,940.00

2.- VEHÍCULOS PARA LA RECOLECCIÓN DOMICILAR:

Los camiones tendrán una capacidad de 7 m³ y 10 toneladas de peso, los cuales se utilizarán exclusivamente para recolección domiciliar.

Costo estimado -----Q 498,568.00

3.- CERCADO DEL RELLENO SANITARIO:

Es necesario cercar el relleno sanitario, para evitar que personas no autorizadas penetren en el mismo, así como animales y en especial los perros. Otro aspecto por lo cual debe cercarse el lugar, es para que los residuos no vuelen por el aire y se dispersen en los terrenos adyacentes, manteniéndolos siempre en el terreno exclusivo para el relleno sanitario. El perímetro del depósito mide 615 metros lineales, el cual se cercará, utilizando malla de alambre galvanizado de 1.5 metros de altura, agujeros de 2 1/2 pulgadas, alambre calibre 13 y posteo con tubo H.G. de 2 pulgadas de diámetro. El costo estimado incluye mano de obra, porton y el inmueble donde permanecerá al guardian, el cual llevará levantado de block, piso de concreto y los servicios necesarios para el personal.

Costo estimado -----Q 47,319.00

RESUMEN

1.- Uniforme y equipo para los trabajadores ----	Q 6,904.00
2.- Vehículos para la recolección -----	Q 498,568.00
3.- Cercado del relleno sanitario -----	Q 47,319.00
TOTAL -----	Q 552,791.00

5.4.2 Gastos de Operación y Mantenimiento

Los gastos de operación y mantenimiento del tren de aseo que se implementará en la Cabecera Departamental de el Quiché, comprende lo siguiente:

Servicios de recolección domiciliar:

1 Cobrador -----	Q 700.00/mes
2 Conductores de los vehículos (Q 900.00 c/u) -	Q 1800.00/mes
6 Peones (Q 550.00 c/u) -----	Q 3300.00/mes
TOTAL -----	Q 5800.00/mes

Servicio del relleno sanitario:

1 Guardián -----	Q 700.00/mes
4 Peones (Q 550.00 c/u) -----	Q 2200.00/mes
TOTAL -----	Q 2900.00/mes

SUMA MANO DE OBRA -----	Q 8700.00/mes
PRESTACIONES LABORALES -----	Q 2175.00/mes
TOTAL MANO DE OBRA -----	Q10875.00/mes

Gastos de operación y mantenimiento de los vehículos de recolección:

Gasto de operación:

- Recorrido semanal :	118 kms
- Recorrido Mensual :	476 kms

Para el cálculo del combustible del camión (Diesel), se considera un rendimiento mínimo de 8 kms/galón, pues este combina en sus recorridos marchas a velocidad constante, en el trayecto hacia el relleno sanitario o cuando regresa a tomar nueva ruta.

Combustible a consumir al mes: 68 galones
Precio del galón de Diesel: Q 7.00

Gasto mensual por dos unidades -----	Q 952.00
--------------------------------------	----------

- Neumáticos:

Un juego de llantas (6 llantas) a cada
15,000 kms. o 24 meses. Costo aproximado
Q 7,800.00.

Costo por mes ----- Q 650.00

- Servicio de los vehículos:

Cambio de aceite, engrase, revisión de
niveles, etc. Q 300.00 a cada 2000 kms
o 3.2 meses.

Costo por mes (2 Unidades) ----- Q 188.00

- Reparación y repuestos : ----- Q 100.00

Total mensual de gastos de mantenimiento ----- Q 938.00

- Depreciación mensual:

Se considera una vida útil de 10 años
y un valor de rescate de Q 50,000.00
por vehículo.

Costo por mes (2 Unidades) ----- Q 4071.00

**TOTAL GASTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
DE LOS CAMIONES RECOLECTORES MENSUALMENTE ----- Q 5961.00**

**RESUMIENDO LOS DIFERENTES GASTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
UTILIZANDO OPERACIÓN MANUAL PARA EL RELLENO SANITARIO.**

- Mano de obra, incluyendo las prestaciones
laborales mensualmente ----- Q 10875.00

- Gastos de operación, mantenimiento y
depreciación de los camiones de recolección ---- Q 5961.0

TOTAL DE GASTOS MENSUALES ----- Q 16836.00

Recaudación Tarifaria:

La estimación de las tarifas a ser pagadas por los usuarios, que se encuentran dentro del área de recolección, es un factor determinante para que el sistema pueda subsistir, pagando sus costos de operación y cubrir además la depreciación del equipo, con el fin de que al terminar su vida útil, se pueda efectuar la renovación del mismo y así permitir la continuidad del sistema.

TARIFAS MENSUALES:

60

- Viviendas	-----	Q 10.00
- Comercios	-----	Q 10.00
- Colegios	-----	Q 10.00
- Pensiones	-----	Q 10.00
- Hospedajes	-----	Q 10.00
- Hoteles	-----	Q 12.00

Con base al número de viviendas y establecimientos beneficiados se considera la siguiente recaudación:

- Viviendas:			
65 % de viviendas	2235 x Q 10.00	= Q	22,350.00
- Comercios:			
80 % de comercios	776 x Q 10.00	= Q	7,760.00
- Colegios:			
100 % de colegios	5 x Q 10.00	= Q	50.00
- Pensiones			
95 % de pensiones	6 x Q 10.00	= Q	60.00
- Hospedajes:			
100 % de hospedajes	4 x Q 10.00	= Q	40.00
- Hoteles:			
100 % de hoteles	3 x Q 12.00	= Q	36.00
TOTAL		= Q	30,296.0
FUGAS Y RECHASO AL PAGO (-15%)		= Q	4,544.40
TOTAL RECAUDADO		= Q	25,751.60

Conforme el sistema de recolección de desechos sólidos vaya teniendo aceptación de parte de la población, tendrá que ir disminuyendo el renglón de rechazo al pago, así también, tendrá que ir aumentando el área beneficiada.

Después de haber calculado los ingresos y egresos del sistema de recolección de los desechos sólidos, se puede notar que es un proyecto auto-financiable.

REGLAMENTO DE LIMPIEZA Y SANEAMIENTO

AMBIENTAL PARA EL MUNICIPIO DE

SANTA CRUZ DEL QUICHÉ

CAPÍTULO I

Artículo 1o.- El presente Reglamento tiene por objeto la protección del medio ambiente, conservación y mejoramiento de la salud del vecindario, encarando la necesidad de eliminar los desechos de la producción social de la mejor manera posible.

Artículo 2o.- Todo vecino tiene derecho a recibir de las autoridades los servicios que permitan la conservación y protección de la salud; pero a la vez, tiene la obligación de contribuir a la conservación y mejoramiento del medio ambiente en el que desarrolla sus actividades y acatar las disposiciones que con tal fin emitan las autoridades.

Artículo 3o.- Es obligación de la Municipalidad hacer conciencia en los vecinos, sobre los problemas sanitarios que les aquejan, y procurar su educación hacia la adecuada eliminación de los desechos contaminantes del medio ambiente.

Artículo 4o.- La Municipalidad en el cumplimiento de sus fines deberá:

- a) Establecer un sistema de recolección y transporte de desechos sólidos, que asegure la cobertura de la ciudad, estableciendo áreas de trabajo, señalando el procedimiento para autorizar a particulares, que se dediquen a la recolección y transporte de los desechos sólidos;
- b) Optimizar y controlar técnicamente la disposición final de la basura en el relleno sanitario;
- c) Establecer programas de educación sanitaria para la población;
- d) Coordinar con otras instituciones públicas o privadas, las actividades que permitan mantener la limpieza de la ciudad.

Artículo 5o.- Corresponde al Alcalde velar por el cumplimiento del presente reglamento, y al Departamento de Limpieza (Salud Pública), de ejecutar los programas de salubridad que acuerde la Municipalidad.

Artículo 6o.- El proceso de eliminación de los desechos sólidos comprende:

- a) Almacenamiento;
- b) Recolección y transporte;
- c) Disposición final y tratamiento sanitario.

CAPÍTULO II

DEL ALMACENAMIENTO

Artículo 7o.- Las industrias, hoteles y demás grandes productores de desechos, deberán almacenarlos en depósitos de metal. El Departamento de Limpieza calificará y aprobará los sistemas de almacenamiento con que cuenten dichos productores quien no cumpla con lo preceptuado en este artículo será sancionado con multa no menor de Q 100.00.

Artículo 8o.- Los almacenes, abarroterías, restaurantes y demás establecimientos abiertos al público, en los que se realicen actividades comerciales, contarán con depósitos metálicos u otro material no inflamable, debidamente cerrados, que permita la recolección diaria de basura, los cuales estarán instalados en lugares exclusivos y alejados de la mercadería. La falta de dichos depósitos será sancionada con multas no mayores de Q 100.00.

Artículo 9o.- Los pequeños establecimientos comerciales, almacenarán los desechos en recipientes cerrados de metal u otro material no inflamable. La falta de dichos depósitos será sancionada con multa no menor de Q 25.00.

Artículo 10o.- Los mercados contarán con depósitos con suficiente capacidad para el almacenamiento diario de los desechos. Los arrendatarios contarán con depósitos individuales, que descargarán diariamente en los depósitos de cada mercado. Quien no cumpla con lo preceptuado en este artículo será sancionado con multa no menor de Q 20.00.

Artículo 11o.- Todos los hospitales nacionales y privados deberán ser equipados con sistema de incineración, aprobados por el Departamento de Limpieza Municipal, previo al dictamen favorable del Servicio de Sanidad Municipal, los restos patógenos humanos o animales, los restos infecciosos; resultantes de intervenciones clínicas y quirúrgicas, deberán ser incinerados, los desechos infecciosos deberán almacenarse en depósitos herméticamente cerrados, instalados en lugares adecuados y aprobados por el Departamento de Limpieza Municipal. Quienes no cumplan con lo preceptuado en este artículo, serán sancionados con multas no menores de Q 500.00.

Artículo 12o.- Los establecimientos educativos públicos y privados, almacenarán sus desechos en depósitos cerrados. La falta de dichos depósitos será sancionada con multas no menores de Q 100.00.

Artículo 13o.- Los hospedajes de viajeros contarán con recipientes metálicos adecuados, de la dimensión necesaria para almacenar sus desechos. La falta de dichos recipientes será sancionada con multas no menores de Q 100.00.

Artículo 14o.- El almacenamiento de desechos en las calles, se hará por medio de recipientes, que progresivamente colocará la Municipalidad por medio del Departamento de Limpieza.

Artículo 15o.- La recolección y almacenamiento de desechos en los parques y plazas públicas, se hará en depósitos metálicos u otro material no inflamable y estará bajo la responsabilidad del Departamento de Limpieza de la Municipalidad.

Artículo 16o.- Queda terminantemente prohibido a los constructores, almacenar desechos de la construcción en la vía pública, estando obligados a evacuarlos diariamente, sin perjuicio de lo que al respecto especifique el Reglamento de construcción. Quien no cumpla con lo preceptuado en este artículo será sancionado con multa no menor de Q 150.00.

Artículo 17o.- Queda terminantemente prohibido el almacenamiento de desechos en la vía pública y lugares no autorizados, quien fuere sorprendido violando esta disposición será sancionado con multa no mayor de Q 50.00.

Artículo 18o.- Las ventas callejeras y al aire libre que estén debidamente autorizados, deberán almacenar adecuadamente sus desechos en recipientes o bolsas plásticas. Quienes no cumplan con lo preceptuado en este artículo, se le cancelará la autorización de operar o impondrá una multa de Q50.00.

Artículo 19o.- El Departamento de Limpieza de la Municipalidad deberá aprobar y controlar periódicamente el almacenamiento de desechos en comercios, instituciones públicas y privadas y demás lugares susceptibles de producirlos, con el fin de comprobar el cumplimiento de las especificaciones y normas, relacionadas con esta fase del proceso de limpieza y se le consignará ante el Juez de Asuntos Municipales (Alcalde), a quienes incurran en faltas a este Reglamento. Igualmente supervisará el funcionamiento de los equipos de incineración.

Artículo 20.- Constituirá falta grave el incumplimiento de las obligaciones impuestas en los artículo anteriores. Los infractores serán consignados al Juzgado de Asuntos Municipales.

CAPÍTULO III

DE LA RECOLECCIÓN Y EL TRANSPORTE

Artículo 21o.- La dirección, supervisión y control en la recolección de los desechos en el municipio estará a cargo del Departamento de Limpieza Municipal, en consecuencia regulará el servicio público, así como todo lo relacionado con el servicio privado de recolección.

Artículo 22o.- Para mejor regulación y control, queda dividida la ciudad en tres áreas sanitarias:

- Area No. 1: Compuesta por las zonas 1 y 6
- Area No. 2: Compuesta por las zonas 2 y 3
- Area No. 3: Compuesta por las zonas 4 y 5

Para futuras zonas el Departamento de Limpieza las asignará al área adecuada.

Artículo 23o.- La recolección de los desechos provenientes de mercados, calles y parques lo realizará el Departamento de Limpieza.

Artículo 24o.- La recolección de desechos provenientes de Escuelas, Hospitales, Centros de Salud, Cuerpos Policiacos y otras dependencias del Gobierno le será retribuida a la Municipalidad de el Quiché, con fondos provenientes de los ministerios correspondientes. Dichas dependencias podrán optar por el servicio privado de recolección, si existiera, en caso de negarse al pago que se le debe hacer a la Municipalidad por el servicio.

Artículo 25o.- Las personas que estén debidamente autorizadas para vender en la vía pública, deberán evacuar diariamente sus desechos sólidos y depositarlos en los vehículos del servicio público o privado de recolección. Quienes contraven-gan está disposición depositando sus desechos en lugares no autorizados, serán sancionados con la suspensión de la autorización de operar e imposición de una multa no mayor de Q 50.00.

Artículo 26o.- Todo lo relacionado con el servicio público de recolección de desechos en el municipio, estará supervisado y ejecutado, según lo disponga el Departamento de Limpieza en función de sus recursos humanos y materiales.

CAPÍTULO IV

DE LA RECOLECCIÓN PRIVADA O LUCRATIVA

Artículo 27o.- El Departamento de Limpieza Municipal regulará y controlará todo lo relativo al servicio privado de recolección de desechos en el municipio. El Consejo Municipal otorgará la concesión del servicio privado de recolección a las empresas que lo soliciten y llenen los requisitos necesarios para operar en cada una de las áreas sanitarias del departamento. Las especificaciones técnicas para las empresas privadas de recolección serán elaboradas por el Departamento de Limpieza y aprobados por la alcaldía.

Artículo 28o.- La recolección de desechos domiciliarios, comercios e instituciones, en forma privada o lucrativa, solo podrá hacerse por personas o empresas debidamente autorizadas por el Departamento de Limpieza del municipio, con vehículos que llenen los requisitos y especificaciones contemplados en el presente Reglamento y solo dentro del área sanitaria que se le hubiere asignado.

Artículo 29o.- Las empresas comerciales o industriales que cuenten con sus propios servicios de recolección, deberán solicitar la autorización correspondiente al Departamento de Limpieza, para poder operar.

Artículo 30o.- Los particulares que se dediquen lucrativamente a la recolección y transporte de desechos del municipio, podrán actuar como empresas individuales, cooperativas o como cualquier otra figura jurídica que no sea el consorcio.

Artículo 31o.- El plazo de duración de la concesión en cada una de las áreas sanitarias es de un año, debiendo solicitarse su prórroga por otro período igual, dentro de los tres últimos meses de plazo inicial.

Artículo 32o.- Los vehículos que las empresas recolectoras utilicen para el transporte de los desechos, deberán contar con la autorización del Departamento de Limpieza para poder operar. Las empresas que utilicen vehículos no autorizados, incurren en violaciones al presente reglamento, los responsables serán conducidos al Juzgado de Asuntos Municipales donde serán sancionados con multas no menores de Q 50.00, en tanto los vehículos serán decomisados y depositados en el predio municipal hasta que el Juez ordene su liberación.

Artículo 33o.- Para ser utilizados los vehículos deben llenar los siguientes requisitos:

a) De tracción motora y con una capacidad mínima de 7 m³.

- b) Estar previsto y revestido interiormente con lámina de metal y su correspondiente tapadera.
- c) Estar exteriormente pintado de un color claro y tener visible el número de la autorización municipal.
- d) Tener matrícula de circulación.
- e) Pagar por licencia municipal y por la utilización del relleno sanitario.

Artículo 34o.- Para autorizar a los vehículos, deberán ser previamente inspeccionados por el Departamento de Limpieza para comprobar que cumplen con los requisitos sanitarios y con las especificaciones técnicas respectivas.

Artículo 35o.- Los vehículos que transporten desechos de empresas autorizadas deberán llevarlos al relleno sanitario. Quienes contravengan esta disposición serán consignados al Juzgado de Asuntos Municipales, que impondrá sanciones que van desde la suspensión temporal de la autorización para operar, hasta la suspensión definitiva y multa de Q 50.00 a Q 500.00.

Artículo 36o.- El ingreso de los vehículos al relleno sanitario y el procedimiento para el depósito final de los desechos, se realizará de acuerdo al reglamento interno del relleno sanitario y por turnos. Ningun recolector privado podrá alterar esas disposiciones y al final del último ingreso diario, los vehículos deberán ser lavados en su interior por la cuadrilla que lo opera, no pudiendo salirse de este sitio sin haber cumplido con este requisito. Los infractores de esta disposición, serán consignados al Juzgado de Asuntos Municipales, quien lo sancionará con multa de Q5.00 a Q25.00

CAPÍTULO V

DEL BARRIDO DE CALLES

Artículo 37o.- El barrido del contorno del mercado y en las calles, se hará de acuerdo al programa elaborado por el Departamento de Limpieza, según la necesidad y sus recursos humanos y materiales.

Artículo 38o.- Según la capacidad económica del Departamento de Limpieza, se procurará por eliminar de las calles, el sistema de acumulación por montones, mediante la coordinación adecuada del trabajo de las cuadrillas de barrido con las de recolección, mediante un programa de rutas adecuada para estos fines. Los vecinos que sean sorprendidos en la formación de botaderos clandestinos en la vía pública, serán inmediatamente conducidos al Juzgado de Asuntos Municipales, quien les impondrá una sanción de Q 50.00.

CAPÍTULO VI

DE LA DISPOSICIÓN FINAL DE LOS DESECHOS

Artículo 39o.- El sitio autorizado por la Municipalidad de Santa Cruz del Quiché, para la disposición final de los desechos sólidos en el municipio de Santa Cruz, es el relleno sanitario ubicado en lugar denominado CACERÍO CHICORRAL, u otro que designe la Municipalidad. Cualquier otro sitio utilizado para tal fin como barrancos, predios baldíos, cuencas hidrológicas, etc., además de perjudiciales y atentadoras contra la salubridad del medio ambiente, serán considerados como botaderos clandestinos e ilegales y quienes los utilicen incurrirán en faltas graves al presente Reglamento, al Código de Salud, al Código Penal y otros cuerpos legales, por lo que serán consignados al Juzgado de Asuntos Municipales, el que les impondrá una multa de Q 25.00 a Q 50.00.

Artículo 40o.- Los particulares que estén debidamente autorizados para la recolección y transporte de los desechos en el municipio, están obligados, sin excepción alguna a conducirlo al relleno sanitario autorizado. Quienes contravengan esta disposición serán suspendidos temporal o definitivamente de la autorización para operar, sin perjuicio de las multas que imponga el Juez de Asuntos Municipales a donde serán consignados. La multa que imponga el Juzgado de Asuntos Municipales se graduara así:

- a) Primera vez: Multa de Q 100.00
- b) Segunda vez : Multa de Q 100.00.
- c) Tercera vez: Multa de Q 100.00 y suspensión definitiva.

Artículo 41o.- Queda terminantemente prohibido que las industrias, comercios e instituciones utilicen los barrancos y predios aledaños para depósito de desechos. Los infractores serán demandados como lo establece el Artículo 41o. del presente Reglamento.

Artículo 42.- El funcionamiento de los rellenos sanitarios y depósitos autorizados se regirán por lo establecido en su reglamento interno, solo se permitirá el ingreso de particulares debidamente autorizados y unicamente durante las horas de operación del mismo.

CAPÍTULO VII

DE LA ADMINISTRACIÓN

Artículo 43o.- La administración, funcionamiento y dirección del Departamento de Limpieza Municipal, estará bajo la responsabilidad de las autoridades nombradas para el efecto por el Alcalde y se regirá por su reglamento interno.

CAPÍTULO VIII

REGIMEN FINANCIERO

Artículo 44o.- El Juzgado de Asuntos Municipales es el Organismo Jurisdiccional para conocer de las faltas, violaciones, incumplimiento y transgresiones a lo dispuesto por este Reglamento y encargado de fijar las multas por reincidencia.

CAPÍTULO IX

DISPOSICIÓN FINAL

Artículo 45o.- El presente Reglamento entra en vigor -----
----- días de publicación en el Diario Oficial y deroga
todas las disposiciones anteriores que se opongan al mismo.

CONCLUSIONES

- 1.- La producción de basura domiciliar en la actualidad, en la Cabecera Departamental de el Quiché, es de 0.834 lbs (0.40 kgs), por habitante por día, la cual se encuentra ubicado dentro del rango de generación de los países de América Latina, que oscila entre 0.4 - 1.0 kgs/hab./día.
- 2.- En lo que respecta al sitio de disposición final de los desechos sólidos, utilizado en la actualidad en el municipio de Santa Cruz, no cumple con los requisitos mínimos de sanidad, para ser considerado como basurero municipal.
- 3.- Para darle solución a el problema de la disposición final de los desechos sólidos, en la Cabecera Departamental de Santa Cruz de el Quiché, se optó, por el relleno sanitario en forma manual, debido a que la producción de basura que genera la ciudad es baja, y las condiciones que presenta el lugar son ideales para tal fin, además de ser un método que reduce la inversión inicial.
- 4.- La eliminación y control de los botaderos clandestinos, como medida de saneamiento ambiental es de suma urgencia, ya que ponen en peligro la salud de la población, provocando distintas enfermedades a las personas que están en contacto directo con ellas, así como el mal aspecto que le da a la ciudad.
- 5.-El Ejercicio Profesional Supervisado, es un programa que beneficia al estudiante que lo realiza, al desarrollarle sus capacidades técnicas y de convivencia con diferentes culturas, al tener contacto directo con ellas, además de beneficiar a las comunidades en el interior de la República, en la realización de obras que mejorarán la calidad de vida de sus habitantes.

1.- EDUCACIÓN:

Uno de los principios básicos para obtener resultados positivos en la implementación de un proyecto de esta naturaleza, es dar a conocer a toda la población de los beneficios que se obtienen al poner en funcionamiento un sistema de aseo en la ciudad, el cual vendrá a mejorar, tanto la calidad de vida de los habitantes como el ornato de la ciudad. Por lo que se recomienda a la municipalidad de Santa Cruz del Quiché, desarrollar un programas de divulgación y publicidad en los diferentes medios de comunicación, que orienten a los vecinos, de como deben trabajar paralelamente con la municipalidad, para crear un servicio que satisfaga sus necesidades.

2.- RECOLECCIÓN DOMICILIAR:

Para el buen funcionamiento de un sistema de recolección de los desechos domiciliars, se recomienda a la municipalidad, tomar en cuenta estrategias como las que se indican en este informe, así como realizar programas de capacitación para el personal que labora en el departamento de limpieza, con el fin de evitar accidentes en el trabajo, y prestar un buen servicio a la comunidad.

3.- MANEJO DE LOS DESECHOS EN LOS MERCADOS, PARQUES Y CALLES:

La Cabecera Departamental de el Quiché actualmente no cuenta con un depósito para acumular los residuos provenientes de los mercados, calles y parques, provocando la existencia de botaderos en varios lugares del centro de la ciudad, por lo que se recomienda a la municipalidad, colocar un depósito en uno de los locales comerciales ubicados en el exterior del mercado general, debiendole realizar cambios estructurales como las que se indican en este informe, para evitar cualquier tipo de accidente al poner en funcionamiento dicho depósito.

4.- RECOLECCIÓN EN LA TERMINAL DE BUSES:

La terminal de buses es un lugar que genera desechos solidos en gran cantidad, por lo cual se recomienda a la municipalidad, construir un depósito para acumular la basura proveniente de los servicios que se prestan en dicho lugar, así como la colocación de varios recipientes en puntos estratégicos, para que los peatones tengan un lugar donde depositar su basura.

5.- RELLENO SANITARIO:

71

Se recomienda a la municipalidad, que previo a la implementación del relleno sanitario, debe realizarse lo siguiente:

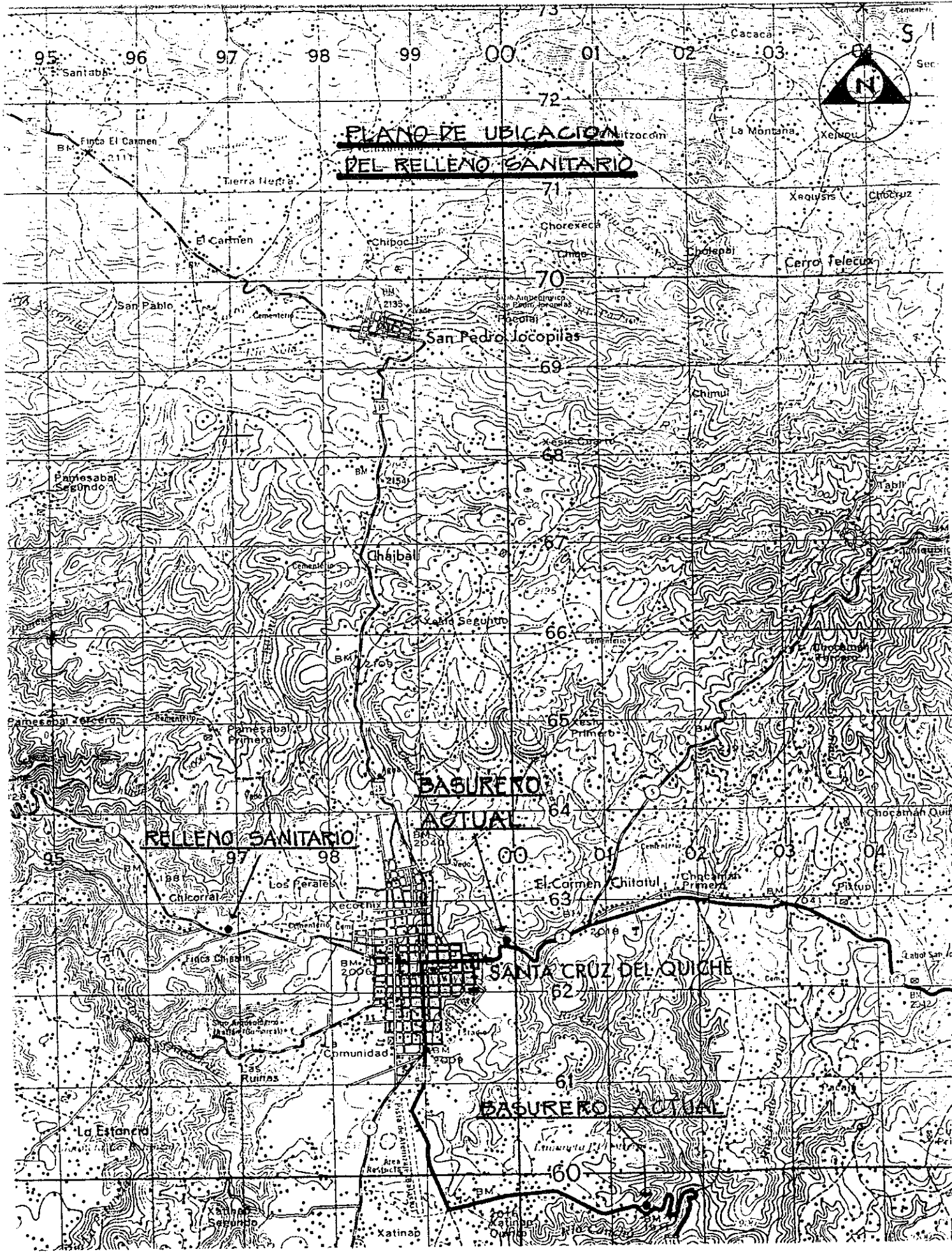
- 1.- habilitar el camino de acceso y nivelar la superficie del fondo del barranco, con la finalidad de una mejor movilización de los vehículos que transporten la basura.
- 2.- Excavar cada una de las trincheras, y dotársele de su capa de impermeabilizante en todo el contorno de la zanja, para evitar la contaminación de aguas subterráneas, así como de una capa de tierra en su superficie al terminar de llenar la trinchera para evitar filtraciones de agua pluvial. Deberá también construir el drenaje de lixiviados y con el transcurrir de los días colocarle drenaje de gases.
- 3.- Toda la basura que llegue al relleno sanitario diariamente deberá ser enterrada el mismo día, sin dejar desechos para enterrarlos al día siguiente, ya que si sucede esto, se convertiría el lugar en un vertedero abierto, similar al que se encuentra en el lugar denominado, el CANCHO.

Se recomienda a la municipalidad, que todos los recursos humanos, material y equipo, destinados al proyecto del tren de aseo domiciliar, no sean utilizados para desarrollar otras actividades, ajenas al proyecto, ya que si esto sucede no se obtendría una buena eficiencia en el servicio y lo más importante el sistema colapsaría.

- 1.-BALLADARES, MIGUEL ANGEL, Manejo de desechos sólidos, Proyecto cam/93/002 Capacitación en Servicios Municipales, Instituto Nicaragüense de Fomento Municipal, -INIFOM-, Marzo de 1,995.
- 2.-FUNCEDE, Departamento de el Quiché, folleto, Guatemala, Diciembre de 1,993.
- 3.-SAKURAI, KUNITOSHI, Análisis de residuos sólidos Municipales, Diciembre de 1,983.
- 4.-SEGEPLAN Recolección de Basura en Santa Cruz del Quiché, Anteproyecto, Noviembre de 1,994.
- 5.-CENTENO, HECTOR A., Aprovechamiento y problema de los residuos urbanos en la ciudad de Guatemala, (Tesis: 628.4.c397. Biblioteca de la Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.) Guatemala, Noviembre de 1,963.
- 6.-ORTIZ A. JULIO CESAR, Consideraciones para el diseño y manejo de un relleno sanitario, (tesis: 628.445 077,c.5, Biblioteca de la Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.) Guatemala, Junio de 1,984. 107 paginas.
- 7.-FLORES, JUAN RAFAEL, Análisis de la composición de la basura en la ciudad de Guatemala para una posible reutilización, s.p.i., Guatemala, Noviembre de 1,985.
- 8.-RODAS S. LUIS EMILIO, Planeación tecno-económica de un servicio municipal de basura domiciliar, (Tesis 628.4, R685, Biblioteca de la Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.) Guatemala, Agosto de 1,971.
- 9.-NAPOLEON, JULIO, Estudio y diseño de un sistema de recolección de basura, (Tesis: 624.18, G993,c.2, Biblioteca de la Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.) Guatemala Octubre de 1,990.

ANEXOS

- ANEXO 1** Ubicación del Relleno Sanitario.
- ANEXO 2** Plano de diseño de rutas.
- ANEXO 3** Plano de diseño de trincheras.
- ANEXO 4** Plano de diseño de celdas.
- ANEXO 5** Plano de Detalles Constructivos.



**PLANO DE UBICACION
DEL RELLENO SANITARIO**

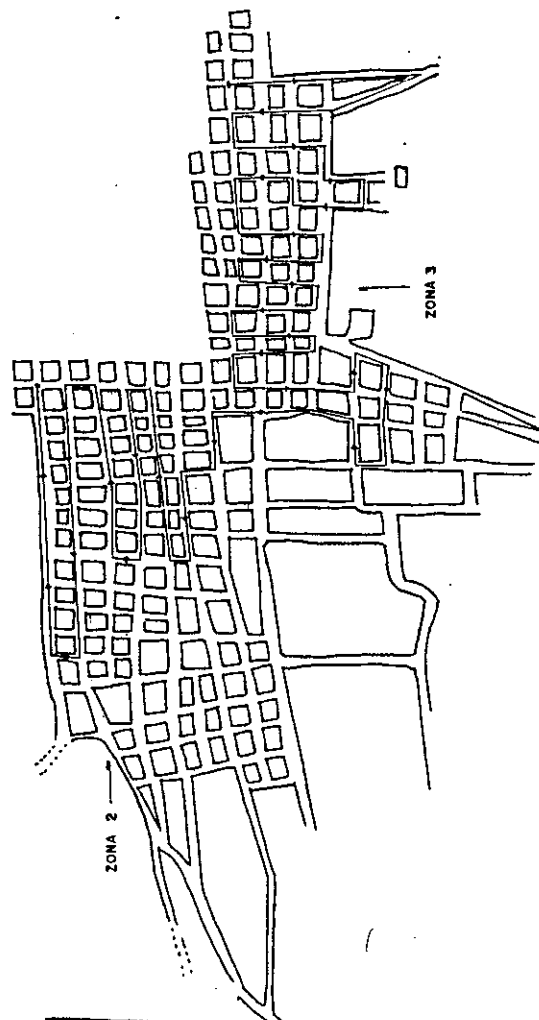
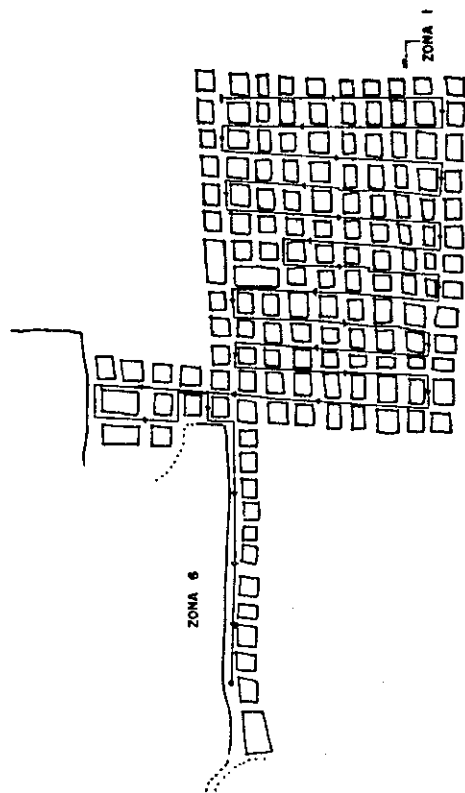
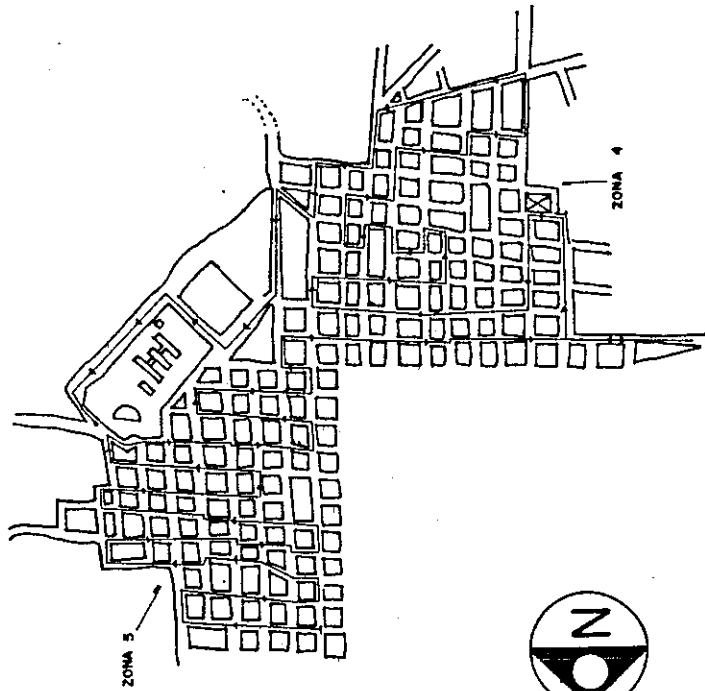
RELLENO SANITARIO

**BASURETO
ACTUAL**

SANTA CRUZ DEL QUICHE

BASURETO ACTUAL

95 96 97 98 99 00 01 02 03
73
Cacaca
S
Sec
Sanitaba
Finca El Carmen
Tierra Negra
El Carmen
Chipoc
Chorexeca
Chimol
Chitotul
Cerro Telecux
Xequisis
Chicruz
San Pablo
Cementerio
San Pedro Jocopilas
Chimul
Chitotul
Pamésabal Segundo
Chábal
Cerro Segundo
Pamésabal Primero
Chocaman Quinto
Chocaman Primer
Los Perates
Chicorral
Finca Chiball
Comunidad
Santa Cruz del Quiché
El Carmen
Chitotul
Chocaman Primer
Ruinas
La Estancia
Xatinab
60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72



RUTA No. 3



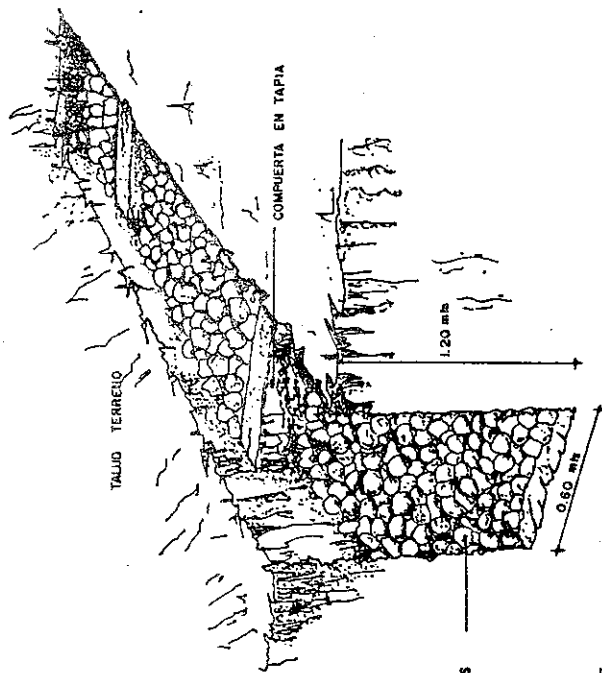
RUTA No. 1

RUTA No. 2

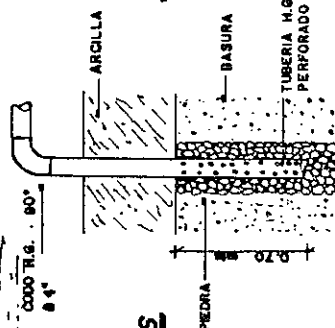


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		RUTAS	
FACULTAD DE INGENIERIA		ESCALA:	
SANTA CRUZ DEL QUICHE MUNICIPALIDAD		FECHA:	
PROYECTO: RELLENO SANITARIO	PLAZO DE:	ELABORADO POR:	1
INGENIERO: JUSTO E. MEDRANO		REVISADO POR:	4
TOPOGRAFIA: JUSTO E. MEDRANO		PROYECTADO POR:	
CALCULO: JUSTO E. MEDRANO		INGENIERO SUPERVISOR:	
JUSTO E. MEDRANO PEREZ		ING. JUAN MERCK COS	
EPELISTA		ASESOR - SUPERVISOR	

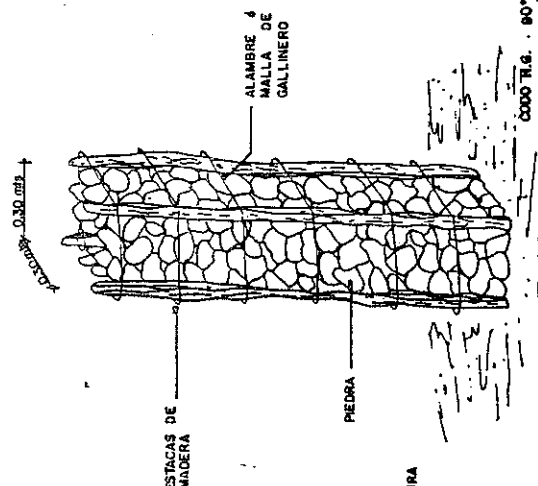
PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central



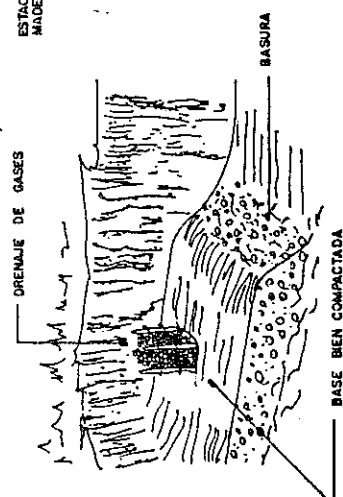
DRENAJE DE LIXIVIADOS



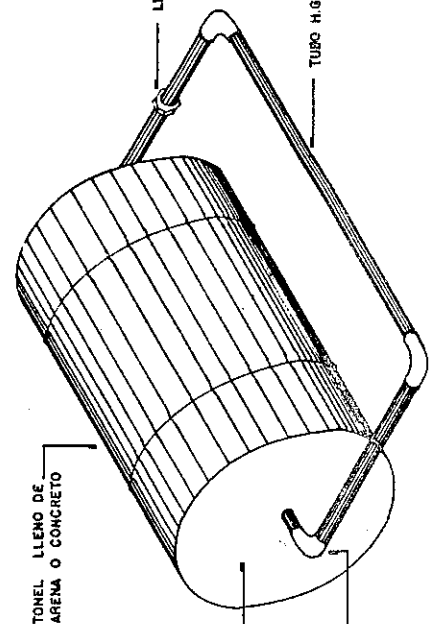
SALIDA DE GASES



DRENAJE DE GASES

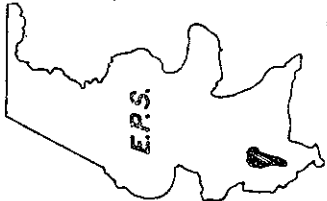


CELDA TERMINADA



COMPACTADORA MANUAL

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA SANTA CRUZ DEL QUICHE MUNICIPALIDAD		PLANO DE DETALLES	
PROYECTO: RELENO SANITARIO	CONALTO: JUSTO E. MEDRANO	ESCALA: ---	
DISEÑO: JUSTO E. MEDRANO	TOPOGRAFIA: JUSTO E. MEDRANO	FECHA: JUNIO DE 1985	
CALCULO: JUSTO E. MEDRANO	ING. JUAN MERCK COS ASESOR / SUPERVISOR		4 / 4



TONEL 54 GALONES

CODO 80° H.G. 8 2"