

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑO DE RELLENO
SANITARIO MANUAL PARA EL MUNICIPIO DE
CONCEPCIÓN QUEZALTEPEQUE, DEPARTAMENTO
DE CHALATENANGO**

PRESENTADO POR:
GLADYS CAROLINA RIVERA JIMENEZ

PARA OPTAR AL TITULO DE:
INGENIERA CIVIL

CIUDAD UNIVERSITARIA, JULIO DE 2006

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTORA :

DRA. MARÍA ISABEL RODRÍGUEZ

SECRETARIA GENERAL :

LICDA. ALICIA MARGARITA RIVAS DE RECINOS

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

DECANO :

ING. MARIO ROBERTO NIETO LOVO

SECRETARIO :

ING. OSCAR EDUARDO MARROQUÍN HERNÁNDEZ

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

DIRECTOR :

ING. LUÍS RODOLFO NOSIGLIA DURÁN

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

Trabajo de Graduación previo a la opción al Grado de:

INGENIERA CIVIL

Título:

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑO DE RELLENO SANITARIO
MANUAL PARA EL MUNICIPIO DE CONCEPCIÓN QUEZALTEPEQUE,
DEPARTAMENTO DE CHALATENANGO**

Presentado por:

GLADYS CAROLINA RIVERA JIMENEZ

Trabajo de Graduación aprobado por:

Docentes Directores:

ING. RICARDO ERNESTO HERRERA MIRÒN

ING. LUÍS ALBERTO GUERRERO

SAN SALVADOR, JULIO DE 2006

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docentes Directores:

ING. RICARDO ERNESTO HERRERA MIRÒN

ING. LUÍS ALBERTO GUERRERO

DEDICO MI ESTUDIO ESPECIAL A:

DIOS TODOPODEROSO:

Por darme fuerza, sabiduría y fortaleza en todo momento, y por permitirme lograr un éxito más en mi vida.

A MI ESPOSO JOSE EDUARDO ESTRADA:

Por ayudarme y brindarme su comprensión , su apoyo en todo momento, ya que sin él no hubiera sido posible terminar mi carrera.

A MIS HIJOS:

Por ser mi inspiración de seguir adelante en todo momento.

A MIS PADRES:

Por su apoyo brindado, que con esfuerzo y disciplina me incentivaron a seguir adelante.

A MIS HERMANOS:

Por la ayuda que me dieron para poder finalizar mis estudios.

GLADYS CAROLINA RIVERA JIMÉNEZ

AGRADECIMIENTOS ESPECIALES A:

A LOS CATEDRÁTICOS DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR:

ING. RICARDO ERNESTO HERRERA MIRON
ING. LUIS ALBERTO GUERRERO

POR SU VALIOSA COLABORACIÓN Y ACERTADOS APORTES QUE ENRIQUECIERON ESTE TRABAJO DE GRADUACIÓN.

A LA UNION EUROPEA Y AL PROYECTO FORGAES:

POR EL APOYO BRINDADO Y LA AYUDA FINANCIERA PROPORCIONADA PARA LA ELABORACIÓN DE ESTE TRABAJO.

AGRADECIMIENTOS ESPECIALES A LAS SIGUIENTES PERSONAS :

SR. PETER WACHOWSKI

CODIRECTOR EUROPEO DE FORGAES

M. Sc. SONIA LEMUS

COORDINADORA GENERAL DEL PROYECTO FORGAES

ING. SANDRA CRUZ

ASISTENTE DE LOS PROYECTOS DE INVESTIGACION DEL PROYECTO FORGAES

LIC. KAREN DIAZ

ASISTENTE ADMINISTRATIVA FINANCIERA DEL PROYECTO FORGAES

ING. ZELMA GARCIA

ENLACE TÉCNICO DEL PROYECTO FORGAES

LIC. ALVARO MORALES

CONTADOR GENERAL DEL PROYECTO FORGAES

ING .RANULFO CARCAMO

COORDINADOR GENERAL DE TRABAJOS DE INVESTIGACION

SRITA. MARGARITA CAMPOS

SECRETARIA DE LA ESCUELA DE ING. CIVIL

SR. CONCEPCIÓN AGUILAR

SINDICO DE LA ALCALDÍA DE CONCEPCIÓN QUEZALTEPEQUE

INDICE

CONTENIDO	PAG.
INTRODUCCIÓN.....	I
-CAPITULO I ANTEPROYECTO	1
1.1 ANTECEDENTES.....	2
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	8
1.3 OBJETIVOS.....	10
1.3.1OBJETIVOS GENERALES.....	10
1.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	10
1.4 ALCANCES.....	11
1.5 LIMITACIONES.....	12
1.6 JUSTIFICACIÓN.....	13
1.7 METODOLOGÍA.....	15
-CAPITULO II DIAGNOSTICO DEL SISTEMA ACTUAL DE MANEJO DE LOS DESECHOS SOLIDOS EN EL MUNICIPIO DE CONCEPCIÓN QUEZALTEPEQUE.....	16
2.1 LOCALIZACION Y DESCRIPCIÓN DE CONCEPCIÓN QUEZALTEPEQUE.....	17
2.1.1 LOCALIZACIÓN GEOGRAFICA.....	17
2.1.2 EXTENSIÓN TERRITORIAL.....	19
2.1.3 CLIMA.....	19
2.1.4 HIDROGRAFIA.....	20
2.1.5 RIOS PRINCIPALES.....	20
2.1.6 OROGRAFÍA.....	21
2.1.7 CERROS PRINCIPALES.....	21
2.1.8 FLORA.....	22
2.1.9 FAUNA.....	23
2..1.10 INDUSTRIA.....	24
2.1.11 AGRICULTURA Y GANADERIA.....	25

2.1.11.1 SUELOS.....	25
2.1.11.2 PRODUCTOS.....	25
2.1.11.3 TÉCNICAS EMPLEADAS.....	25
2.1.12 COMERCIO GENERAL.....	26
2.1.13 SERVICIOS CON QUE CUENTA EL MUNICIPIO.....	26
2.1.13.1 VIAS DE COMUNICACIÓN.....	26
2.1.13.2 TRANSPORTE.....	27
2.1.13.3 SERVICIOS DE COMUNICACIÓN.....	27
2.1.13.4 EDUCACIÓN.....	28
2.1.13.5 DIFUSIÓN DE NOTICIAS E INFORMACIÓN.....	29
2.1.13.6 ELECTRIFICACION.....	29
2.1.13.7 ALCANTARILLADOS.....	30
2.1.13.8 AGUA POTABLE.....	30
2.1.13.9 ANÁLISIS DE POBLACIÓN Y SERVICIOS.....	30
2.2 POBLACIÓN Y VIVIENDA.....	31
2.3 DESCRIPCIÓN DEL MODELO DE GESTION DEL MANEJO PUBLICO DE LOS DESECHOS SOLIDOS MUNICIPALES.....	33
2.3.1 GENERALIDADES.....	33
2.3.2 ORGANIZACIÓN DE LA MUNICIPALIDAD Y MARCO LEGAL MUNICIPAL.....	34
2.3.3 COMPOSICIÓN DE LOS DESECHOS SOLIDOS.....	37
2.3.4 ESTUDIO DE GENERACIÓN DE LOS DESECHOS SOLIDOS.....	37
2.3.5 PESO VOLUMÉTRICO DE LOS DESECHOS SOLIDOS.....	41
2.3.6 MANEJO ACTUAL DE LOS DESECHOS SOLIDOS.....	41
2.3.6.1 RECOLECCION.....	41
2.3.6.2 TRANSPORTE.....	41
2.3.7 ALMACENAMIENTO.....	42
2.3.7.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS RECIPIENTES.....	42
2.3.7.2 RECIPIENTES DE USO DOMICILIAR Y COLECTIVO.....	43
2.3.7.3 RECOMENDACIONES PARA EL ALMACENAMIENTO APROPIADO DE LOS DESECHOS SOLIDOS.....	43
2.3.7.4 FRECUENCIA DE RECOLECCION.....	44
2.3.7.5 HORARIOS DE RECOLECCION.....	44
2.3.7.6 RUTAS DE RECOLECCION.....	45

2.3.7.7 TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL.....	47
2.4 SISTEMA FINANCIERO PARA EL MANEJO DE LOS DESECHOS SOLIDOS.....	47
2.4.1 COSTOS DEL SERVICIO DE RECOLECCION Y TRANSPORTE DE DESECHOS SOLIDOS.....	47
2.4.2 CATASTRO TRIBUTARIO MUNICIPAL.....	48
2.4.3 INGRESOS Y EGRESOS POR SERVICIO DE MANEJO DE DESECHOS SOLIDOS.....	48
2.4.4 ANÁLISIS DE COSTOS.....	49
CAPITULO III ESTUDIOS BÁSICOS DEL SITIO ESCOGIDO PARA EL DISEÑO DEL RELLENO SANITARIO MANUAL.....	
3.1 UBICACIÓN GEOGRAFICA.....	51
3.2 DESCRIPCION DEL SITIO.....	51
3.2.1 TOPOGRAFIA.....	52
3.2.1.1 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	52
3.2.1.2 RUTAS DE ACCESO AL SITIO.....	53
3.2.2 GEOLOGIA.....	54
3.2.2.1 CONTEXTO GEOLÓGICO SUPERFICIAL.....	54
3.2.2.2 PLANIFICACION DEL ESTUDIO GEOLÓGICO.....	54
3.2.2.3 FISIOGRAFIA GENERAL.....	54
3.2.3 GEOLOGIA LOCAL.....	55
3.2.4 GEOMORFOLOGIA REGIONAL DEL MUNICIPIO DE CONCEPCIÓN QUEZALTEPEQUE.....	60
3.2.5 TECTONISMO EN RELACION AL MUNICIPIO DE CONCEPCIÓN QUEZALTEPEQUE.....	61
3.2.6 GEOTECNIA.....	61
3.2.7 HIDROGEOLOGIA LOCAL.....	62
3.2.7.1 CARACTERISTICAS HIDROGEOLÓGICAS DE LAS FORMACIONES DIFERENCIADAS.....	62
3.2.8 SUELOS DE CONCEPCIÓN QUEZALTEPEQUE.....	63
3.2.9 CLIMA Y PRECIPITACIONES.....	70
3.2.9.1 GENERALIDADES.....	70
3.2.9.2 RADIACION Y LUZ SOLAR.....	72
3.2.10 PROFUNDADIDAD DEL NIVEL FREÁTICO.....	73

3.2.11 CLASIFICACION DEL SUELO EN ESTUDIO.....	73
3.2.11.1 EXPLORACION Y MUESTREO.....	74
3.2.11.2 ENSAYOS DE LABORATORIO.....	74
3.2.11.3 RESULTADOS OBTENIDOS.....	75
3.3 ANÁLISIS DE LOS ESTUDIOS BÁSICOS Y ASPECTOS LEGALES QUE LOS RIGEN.....	80
CAPITULO IV DISEÑO Y PRESUPUESTO DEL RELLENO SANITARIO MANUAL.....	84
4.1 DISEÑO DE RUTAS DE RECOLECCION.....	85
4.1.1 TRAZADO DE RUTAS.....	86
4.1.2 CONTROL DEL SISTEMA DE RECOLECCION.....	87
4.1.2.1 COBERTURA DIARIA DEL SERVICIO.....	88
4.1.2.2 CARGA DEL VEHÍCULO.....	88
4.1.2.3 TIEMPO.....	88
4.1.2.4 COSTOS.....	89
4.2 DISEÑO DEL RELLENO SANITARIO MANUAL.....	89
4.2.1 CALCULO DEL VOLUMEN NECESARIO.....	90
4.2.1.1 VOLUMEN DE LOS DESECHOS SOLIDOS.....	90
4.2.1.2 VOLUMEN DEL RELLENO SANITARIO.....	91
4.2.2 CALCULO DEL AREA REQUERIDA.....	92
4.2.3 PROCEDIMIENTO DE LOS CALCULOS EFECTUADOS PARA COMPLETAR EL CUADRO No. 19	94
4.2.3.1 PRODUCCION PER CÁPITA.....	95
4.2.3.2 CANTIDAD DE DESECHOS.....	96
4.2.3.3 VOLUMEN DE LOS DESECHOS SOLIDOS.....	97
4.2.3.4 CALCULO DEL AREA REQUERIDA.....	99
4.2.4 SELECCIÓN DEL METODO.....	100
4.2.4.1 METODO DE AREA.....	102
4.2.5 CALCULO DE LA VIDA UTIL.....	103
4.2.6 CALCULO Y DISEÑO DE LA CELDA DIARIA.....	105
4.2.7 CONFIGURACION Y PROGRAMACIÓN DE TERRAZAS.....	107
4.2.8 CALCULO DE LA MANO DE OBRA.....	108
4.2.8.1 NUMERO DE TRABAJADORES.....	108
4.3 DISEÑO DE LAS OBRAS DE DRENAJE.....	110

4.3.1 ANALISIS HIDROLÓGICO.....	110
4.3.2 ANALISIS DEL TIEMPO DE CONCENTRACIÓN(Tc).....	111
4.3.3 PENDIENTE MEDIA DE LA ZONA EN ESTUDIO(S).....	114
4.3.4 CALCULO DEL COEFICIENTE DE ESCORRENTIA(C).....	116
4.3.5 CALCULO DEL CAUDAL MÁXIMO DE DISEÑO.....	118
4.3.6 DRENAJE PLUVIAL.....	119
4.4 DRENAJE DE LIQUIDOS LIXIVIADOS.....	124
4.4.1 LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN PARA TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS.....	132
4.5 DRENAJE DE GASES.....	137
4.6 DISEÑO DE OBRAS COMPLEMENTARIAS.....	140
4.6.1 CERCO PERIMETRAL.....	140
4.6.2 CASETA DE CONTROL Y PORTON DE ACCESO.....	141
4.6.3 INSTALACIONES SANITARIAS.....	141
4.6.4 VIAS DE ACCESO INTERNAS.....	143
4.6.5 ROTULO DE IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	143
4.7 PRESUPUESTO DEL RELLENO SANITARIO MANUAL.....	146
4.7.1 COSTO DE INVERSIÓN.....	146
4.7.2 COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.....	147
CAPITULO V ASPECTOS AMBIENTALES.....	148
5.1 GENERALIDADES.....	149
5.2 ASPESTOS AMBIENTALES A SER AFECTADOS NEGATIVAMENTE POR LA IMPLEMENTACION DEL RELLENO SANITARIO.....	151
5.2.1 ASPECTOS AMBIENTALES DE MAYOR IMPORTANCIA EN SITIO DE INTERES.....	153
5.2.1.1 CLIMA.....	153
5.2.1.2 VEGETACION.....	154
5.2.1.3 SUELO.....	159
5.2.2 AREAS NATURALES DE COBERTURA VEGETAL, DEL MACIZO DE LA MONTAÑONA Y BIODIVERSIDAD.....	160
5.2.2.1 AREAS NATURALES.....	160
5.2.2.2 BIODIVERSIDAD.....	165
5.3 METODOS PARA ESTUDIAR Y EVALUAR EL IMPACTO AMBIENTAL.....	166

5.4 METODOLOGIA PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL RELLENO SANITARIO CONTROLADO.....	167
5.5 PROCEDIMIENTOS BASICOS PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	169
5.5.1 CONSIDERACIONES JURÍDICAS Y NORMATIVAS.....	169
5.6 TECNICAS DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL.....	174
5.6.1 CRITERIOS DE SELECCIÓN DE METODOS.....	182
5.7 COMPLEMENTACION DEL FORMULARIO AMBIENTAL.....	188
5.7.1 LINEAMIENTOS PARA LA COMPLEMENTACION DEL FORMULARIO AMBIENTAL.....	188
5.7.2 LISTA DE DOCUMENTOS QUE DEBERAN ANEXAR AL FORMULARIO AMBIENTAL.....	195
CAPITULO VI MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL RELLENO SANITARIO MANUAL.....	197
6.1 OPERACIÓN.....	198
6.1.1 CONSTRUCCION DE LA CELDA DIARIA.....	198
6.1.2 MATERIAL DE COBERTURA.....	200
6.1.3 COMPACTACION.....	202
6.1.3.1 ESQUEMA DEL PROCESO PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE DESECHOS SÓLIDOS POR EL METODO DE AREA.....	205
6.1.4 VIAS DE ACCESO Y CONTROL DE DESCARGA DE LOS VEHÍCULOS RECOLECTORES.....	211
6.1.5 OPERACIÓN EN PERIODO DE LLUVIAS	213
6.1.6 HERRAMIENTAS.....	217
6.1.7 SEGURIDAD DE TRABAJO.....	220
6.1.7.1 PROPUESTA DE UN REGLAMENTO INTERNO SOBRE LA SEGURIDAD PARA LA RECOLECCION Y DISPOSICIÓN FINAL DE LA BASURA.....	224
6.2 MANTENIMIENTO.....	228
6.2.1 CONTROL DE VECTORES.....	229
6.2.2 CONTROL DE GASES EXPLOSIVOS.....	230
6.2.3 CONTROL DE INCENDIOS.....	232

6.2.4 CONTROL DE POLVO.....	232
6.2.5 CONTROL DE MATERIAL DISPERSO.....	233
6.2.6 CONTAMINACIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES.....	235
6.2.7 MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA.....	236
6.2.7.1 PARÁMETROS DE ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA.....	237
6.2.8 CONTROL DE LOS DESECHOS PELIGROSOS.....	242
6.2.9 CONTROL DE HURGADORES DE BASURA.....	244
6.2.10 CONTROL DE OPERACIONES.....	245
6.3 SEPARACIÓN DE MATERIALES Y MATERIA ORGANICA.....	246
CAPITULO VII CLAUSURA Y USO FINAL DEL RELLENO SANITARIO	
MANUAL.....	251
7.1 CLAUSURA Y POSTCLAUSURA DEL RELLENO SANITARIO.....	252
7.1.1 ACABADO FINAL Y ASENTAMIENTO.....	254
7.1.2 CRITERIOS ESPECIFICOS PARA EL CIERRE O CLAUSURA DEL RELLENO.....	255
7.2 INFORMACION AL PUBLICO.....	256
7.2.1 PARTICIPACION DE LA CIUDADANIA ORGANIZADA.....	258
7.2.2 CONSEJOS PARA LOS CIUDADANOS.....	262
CAPITULO VIII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	
8.1 CONCLUSIONES.....	266
8.2 RECOMENDACIONES.....	270
BIBLIOGRAFÍA.....	275
ANEXOS	

INTRODUCCIÓN

Es notorio que en los últimos años se ha tomado mas atención sobre el manejo de los desechos sólidos generados por la población, los cuales van en aumento debido al crecimiento demográfico, el desarrollo industrial y urbanístico y los hábitos de consumo de la sociedad, se han buscado métodos de disposición final de desechos sólidos que presentan técnicas adecuadas que pueden ser aplicadas y que cumplan las exigencias y requisitos que estos implican y que estén dentro de las posibilidades económicas de las poblaciones que desean y puedan darle un manejo integral a los desechos sólidos que generan.

La acumulación y el inadecuado manejo de los desechos sólidos en los municipios propician el rápido desarrollo de vectores, la contaminación del medio ambiente, problemas de saneamiento para la población. Por tal razón se están implementando cada vez el uso de rellenos sanitarios.

Uno de los métodos de disposición final que se adapta mejor a las necesidades de poblaciones menores de 40,000 habitantes y que tiene un impacto mínimo en el ambiente si se maneja bien y que ayuda a preservar la salud publica, es el método de relleno sanitario manual, cuyo costo de operación y mantenimiento es accesible para los presupuestos asignados a los gobiernos locales de cada región.

En este documento se presenta un estudio de factibilidad y diseño de relleno sanitario manual para la Ciudad de Concepción Quezaltepeque, departamento de Chalatenango.

CAPITULO I

ANTEPROYECTO

1.1 ANTECEDENTES

El crecimiento de la población, así como el desarrollo industrial, la urbanización, otros procesos y efectos del desarrollo experimentado por los países de América Latina y el Caribe (ALC), vienen produciendo un incremento considerable en la cantidad y variedad de los residuos sólidos generados en las actividades desarrolladas por la población de esta región.

Los problemas ocasionados por un inadecuado manejo de estos residuos están afectando, tanto a las grandes ciudades y sus zonas marginales, como a las pequeñas poblaciones rurales. En muchos Municipios el manejo empírico del servicio de aseo urbano, con una evidente falta de criterios técnicos, económicos y sociales, ha ocasionado que este servicio carezca de una adecuada planificación y organización, lo cual se ha traducido en altos costos de funcionamiento que las mismas municipalidades han tenido que subsidiar consumiendo buena parte de su presupuesto.

Consecuencia de lo anterior, es el déficit económico permanente que existe en un gran número de servicios de aseo y las inadecuadas prácticas de disposición final de la basura, las cuales por la falta de recursos, interés o conocimientos técnicos se descargan inapropiadamente dentro o fuera de las áreas urbanas, dando origen a un sin número de basureros dispersos, los que generan, entre otros, un problema social y de salud pública.

El manejo inadecuado de residuos sólidos es uno de los principales problemas que afecta al medio ambiente urbano y a la salud humana en ALC. En 1995 la población urbana de ALC producía diariamente alrededor de 240 mil toneladas de residuos sólidos. Se estima que para el año 2000 esta producción sobrepasaría las 300 mil toneladas.¹

El peligro para la salud pública surge en los mismos basureros, los que además de causar malos olores y problemas estéticos, son cuna y hábitat de moscas, ratas y otros vectores transmisores de enfermedades y fuentes de contaminación del aire o de fuentes superficiales o subterráneas de agua.

Es notorio en los últimos años las actitudes consumistas de la población, que no se enmarcan en los conceptos de reducción, reuso y reciclaje. Esto se debe a la falta de programas de educación vecinal y de conciencia ambiental, además de carencia de regulaciones del gobierno central y de los gobiernos locales.

Casi ninguno de los países (ALC) tiene políticas nacionales directamente orientadas al problema de los residuos sólidos y los pocos que han intentado desarrollarlas, como Brasil, México, Colombia y Chile aún requieren vencer obstáculos, restricciones y nuevos cuestionamientos.

El crecimiento urbano hace cada vez más difícil localizar sitios adecuados para la disposición final. Las grandes distancias a los rellenos sanitarios han obligado el uso creciente de estaciones de transferencia que permiten el acarreo de los residuos sólidos en unidades de 40 a 60 m³ con costos unitarios más bajos.

¹ Programa de Gestión Urbano , Coordinación para América Latina y el Caribe, Quito Ecuador 2003.

Existen estaciones de transferencia en Bolivia, Chile, Ecuador, Brasil, Argentina, Colombia, México, Perú y Venezuela y hay otras en proyecto en Paraguay, El Salvador, Costa Rica y otras ciudades. Los costos de este servicio de estaciones de transferencia varían de 5,0 a 17,0 dólares por tonelada.

Los vehículos de recolección, en la mayoría de casos, son utilizados para el transporte de los residuos sólidos hasta lejanos rellenos sanitarios controlados, por la falta de estaciones de transferencia. A este problema se suma las condiciones sanitarias no óptimas de las estaciones de transferencia que generan malestar entre los vecinos.²

Según datos de 33 grandes ciudades de ALC en cuanto a disposición final, en 57% de estas ciudades los residuos sólidos van a rellenos sanitarios controlados y en 29% a rellenos semicontrolados y el 14% no tienen ningún tipo de control. Si se comparara estas cifras con las de hace poco más de una década, se puede decir que ha habido un buen avance. Sin embargo, esto sólo ocurre en grandes ciudades y no en aquellas pequeñas del interior de los países donde la situación no es favorable.

Con excepción de algunos países del Caribe, los gobiernos de la Región aún no han identificado los beneficios que trae consigo el adecuado manejo de los residuos sólidos para la economía nacional. No siendo posible cuantificar económicamente los beneficios de la salud, la preservación del medio ambiente, el mejoramiento de la calidad de vida, ni la disminución de la pobreza, las evaluaciones sobre beneficios económicos se reducen a valorizar el material recuperado y reciclado, a la venta de compost y gas metano, a la generación de energía por incineración y otros beneficios

² Idem 1

secundarios. Sin embargo es alentador que entidades financieras estén considerando que los costos ambientales sean incorporados en los costos de los proyectos a financiar. El manejo de los residuos sólidos urbanos no es tratado como un sector específico en los países de ALC y por lo tanto no existe un sistema financiero de apoyo al sector.

La problemática de los residuos sólidos en ALC no sólo comprende los déficit en su atención, sino, esencialmente, la marginación de los pobres, quienes son los que padecen más agudamente la inexistencia o la deficiencia de los servicios correspondientes.

En ALC se ha dado una serie de “soluciones” para resolver el problema; sin embargo, es poco lo avanzado a pesar de las grandes inversiones realizadas. Por esto, importantes sectores de la población latinoamericana particularmente pobres han entendido que una alternativa efectiva es su propia participación activa y decidida en la solución del problema. En consecuencia, han optado por tomar directamente en sus manos, como sociedad civil, la responsabilidad de los servicios correspondientes, aunque no necesariamente de la mejor manera.

Como respuesta a las deficiencias en el manejo de los residuos sólidos, en América Latina y el Caribe existen una serie de experiencias en el manejo de residuos sólidos, muchas de las cuales están siendo ejecutadas por organismos no gubernamentales, organizaciones vecinales, municipios, universidades, etc.³

En la mayoría de casos, éstas experiencias regionales tienen una alta dependencia a los fondos de la cooperación. Esta situación, que claramente alude a una falta de

³ Idem 3

autosuficiencia de las experiencias, implica el riesgo de lo que algunos llaman “proyectos bicicleta”: funcionan sólo mientras alguien (externo a la bicicleta) le da soporte.

Aquí, es importante recalcar que el problema de las basuras afecta principalmente a los sectores pobres y marginales de América Latina, representando sólo uno de muchos otros problemas de igual o mayor complejidad que aquellos padecen. Esto es indispensable que se tome en cuenta porque, en cierta medida, condiciona actitudes que priorizan la atención de otro tipo de problemas y no el de los residuos sólidos.

Sin embargo, el hecho de que las basuras sean un problema principalmente de los pobres de América Latina no puede llevar a la “formulación de soluciones” alternativas, sólo para los pobres y marginales; en ello, podría estar la insostenibilidad de dichas “soluciones”.⁴

En El Salvador, el manejo de los desechos sólidos se ha enfocado tradicionalmente en la recolección, transporte y disposición final de estos. Dado el crecimiento de la población, el aumento del consumismo y construcción de urbanizaciones, la basura se ha convertido en uno de los principales problemas ambientales junto con la erosión del suelo, la contaminación del agua, la deforestación, etc.

En el año de 1995 se eligió al municipio de Suchitoto por su importancia histórica y cultural, como lugar para realizar un diagnóstico general del manejo de los desechos sólidos e implementar posteriormente un relleno sanitario manual.⁵

⁴ Gestión Integral de los Desechos Sólidos de la Ciudad de Suchitoto, Cesta 1999.

⁵ Primer Censo Nacional de Desechos Sólidos del MRNA, 2001.

Según el “primer Censo Nacional de Manejo de Desechos Sólidos” , realizado por el MARN en el 2001, el 69% de los municipios (182) cuentan con servicio de recolección de basura, equivalente al 63% de la población total de El Salvador con acceso a este. La generación de basura del país es de 2,347.26 toneladas al día. La forma de prestación del servicio de recolección es muy variable. El 62% de los municipios lo hacen directamente, el 21% lo hace por medio de la concesión a un particular, el 8% de los municipios adoptan un sistema mixto, entre la municipalidad y un privado, el 9% lo hace de manera compartida.⁶

Existe un grupo de municipalidades que comparten este servicio con directivas comunales, grupos ecológicos y convenios intermunicipales. A nivel nacional no existe una sistematización de las experiencias de tratamiento de desechos sólidos, sin embargo, cabe mencionar que se están desarrollando algunas experiencia exitosas, sobre todo en lo relacionado al compostaje.

Para la disposición final de los desechos sólidos, identificaron 143 botaderos de basura a cielo abierto en los 182 municipios que cuentan con el servicio de recolección. Para ese año solamente 19 municipios a nivel nacional contaban con un sitio adecuado (relleno sanitario) siendo estos una estructura de saneamiento ambiental básica ya que reúne las condiciones ambientales para su operación. Estos son preparados con impermeabilización en la base, se les tiene que construir drenajes perimetrales para

⁶ Idem 5

canalizar las aguas lluvias, tuberías de recolección de lixiviados, lagunas de tratamiento u otro tipo de tratamiento de lixiviados y cercado.⁷

Los desechos que se depositan en los rellenos sanitarios son objeto de un tratamiento de cobertura diario y hay un aprovechamiento y monitoreo constante de gases.

Ante la problemática de los desechos sólidos la Alcaldía Municipal del municipio de Concepción Quezaltepeque en el Departamento de Chalatenango esta interesada en darle un tratamiento y una solución integral al manejo de los desechos sólidos que van desde el mejoramiento del proceso de recolección de la basura hasta la construcción de un relleno sanitario manual.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La generación de desechos sólidos va en aumento cada día debido al crecimiento demográfico, urbanístico, industrial, etc. Y al inadecuado manejo que se le da a los mismos. convirtiéndose estos en un grave problema sanitario y de salud publica .

En la actualidad existe un deficiente tratamiento de los desechos sólidos, ya que en este sentido, los municipios no cuentan con suficientes recursos económicos, con programas que incentiven el apoyo de la comunidad (“cultura de la limpieza”) y, existen escasos intereses en involucrar a las comunidades en la gestión de los residuos.

También, no existen programas municipales que incentiven la gestión ambiental de los residuos sólidos, como: recolección selectiva, reciclaje, minimización, etc.

⁷ Idem 5

En nuestro país se han identificado muchos botaderos a cielo abierto en los diferentes municipios que no cuentan con un tratamiento adecuado de los desechos sólidos y en particular el municipio de Concepción Quezaltepeque, este al no contar con un relleno sanitario, va generando la acumulación de basura, la cual se convierte en un problema de contaminación y de salud pública para sus habitantes.

El mayor problema, de los desechos sólidos radica en la falta de un marco regulatorio, que establezca claramente las políticas y estrategias de carácter general que guíen al sector en una dirección y en plazos definidos. Este marco, por ejemplo, debería establecer plazos para el cumplimiento de la legislación ambiental relativa a la disposición sanitaria de los residuos y para la implementación de un sistema integral de manejo de residuos por parte de las municipalidades, además de brindar reglas definidas y transparentes.

Para solucionar el problema de la falta de información sobre los residuos sólidos, es necesario consolidar sistemas nacionales de información que sirvan de apoyo para la toma de decisiones en las diversas instancias y niveles que conforman el sector y, se debe promover la realización de eventos sobre el tema y apoyar la divulgación de material técnico.

El manejo de residuos debe pasar de la recolección y la disposición final tradicional a un sistema integrado que incluya, entre otros, la minimización de residuos y la recuperación de los recursos. Estos se puede lograr mediante la implementación de programas de compostaje, reciclaje, reducción ,reutilización, etc.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVOS GENERALES

- 1) Elaborar el estudio de factibilidad y diseño de un relleno sanitario manual en el municipio de Concepción Quezaltepeque, Departamento de Chalatenango.
- 2) Contribuir a la disminución de los efectos negativos que produce al medio ambiente el inadecuado manejo de los desechos sólidos.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 1) Realizar un análisis y evaluación de la manera en que actualmente se manejan los desechos sólidos comunes de la municipalidad en estudio y con esto proponer nuevas alternativas y estrategias, además realizar una evaluación del sitio donde se ejecutará el relleno sanitario.
- 2) Efectuar los estudios de factibilidad que son requeridos para el diseño de rellenos sanitarios (estudio de suelos, estudio hidrológico, etc.).

- 3) Realizar la propuesta del diseño, el cual incluirá el presupuesto de los costos de inversión del relleno sanitario, así como los costos de operación y mantenimiento, rutas de recolección, para esto se tomará en cuenta la normativa existente.
- 4) Llenar ficha borrador de estudio de impacto ambiental para el MARN y elaborar manual de operación y mantenimiento del relleno sanitario.
- 5) Realizar de manera descriptiva los procesos de manejo integral de desechos sólidos para el municipio en estudio.
- 6) Dejar propuesta de clausura y uso final del relleno sanitario para el municipio.
- 7) análisis de la normativa existente para aplicarla en el diseño de relleno sanitario y demás procesos de manejo integral.

1.4 ALCANCES

- 1) La investigación que se realizó comprende el estudio de factibilidad y diseño de un relleno sanitario manual para el manejo de los desechos sólidos comunes.

2) El estudio servirá a la alcaldía de Concepción Quezaltepeque como documento para gestionar ayuda económica ante las instituciones financieras para poder obtener los fondos necesarios para poder ejecutar dicho proyecto.

3) Se pretende dar como alternativa de solución para la construcción de un relleno sanitario manual, el cual permitirá la disposición controlada de los desechos sólidos, considerando las leyes ambientales vigentes, así como apoyar con dejar una propuesta de clausura y uso final del relleno sanitario, aplicando la normativa vigente.

4) Se Indicara las recomendaciones de operación y mantenimiento por medio de un manual, tomando en cuenta las condiciones locales para tenga un buen funcionamiento el relleno sanitario.

5) Se Presentara los lineamientos requeridos para complementar el formulario ambiental, el cual es necesario para determinar los parámetros del estudio de impacto ambiental.

1.5 LIMITACIONES

1) No se realizara la etapa de selección del terreno, porque la municipalidad destino el mismo sitio que ocupa el botadero actual.

- 2) El trabajo de investigación esta limitado en cuanto al tiempo de ejecución. así como también a recursos económicos y humanos.
- 3) El transporte es otra de las limitantes del estudio.
- 4) Para realizar este tipo de estudio de factibilidad se requiere hacer una alta inversión, ya que involucra varios estudios. Por tanto la investigación se desarrolló de acuerdo a las condiciones económicas de los involucrados y el apoyo de entidades que promueven este tipo de proyectos.
- 5) Falta de colaboración por parte de la alcaldía del municipio para la realización de la investigación.

1.6 JUSTIFICACIÓN

El problema de saneamiento ambiental ocasionado por el deficiente manejo de los desechos sólidos, ha constituido siempre una amenaza a la población y al medio ambiente. Provocando esta una contaminación al agua, suelo, aire, etc. y poniendo en riesgo la salud de los habitantes, y el deterioro del medio ambiente. Lo que ha obligado que la construcción de rellenos sanitarios se este llevando a cabo en los diferentes municipios del país en los últimos años especialmente en zonas densamente pobladas. Varios de los rellenos sanitarios construidos desde el año de 1977 con ayuda internacional han ayudado a disminuir la contaminación del medio ambiente.

Sin embargo, en la actualidad, se han construido rellenos sanitarios manuales en algunos municipios, pero hay muchos municipios que todavía no cuentan con este tipo de obras. Específicamente el municipio de Concepción Quezaltepeque no cuenta con este tipo de proyecto, lo cual le genera muchos problemas por el vertedero de basura que está al aire libre y porque la población deposita los desechos sólidos en quebradas contaminando de esta forma tanto al subsuelo, cuerpos de agua, así como también, a la población por la proliferación de vectores transmisores de enfermedades, por lo que se hace necesario realizar el estudio de factibilidad y diseño de relleno sanitario en el municipio de Concepción Quezaltepeque ya que este al no disponer de un adecuado tratamiento y manejo de los desechos sólidos pone en peligro todos los factores antes mencionados.

En la actualidad el municipio genera una producción promedio de 0.57 kg/hab/día., la cobertura de recolección es del 94.47 % de las viviendas, existe un solo botadero que esta cercano a los ríos Azambio y Motochico.

Por lo tanto, se considera que la propuesta presentada para el control de los desechos sólidos es de gran importancia para la higiene y salud de los pobladores, así como también, para mitigar los impactos que esto produce al medio ambiente y a la población en general.

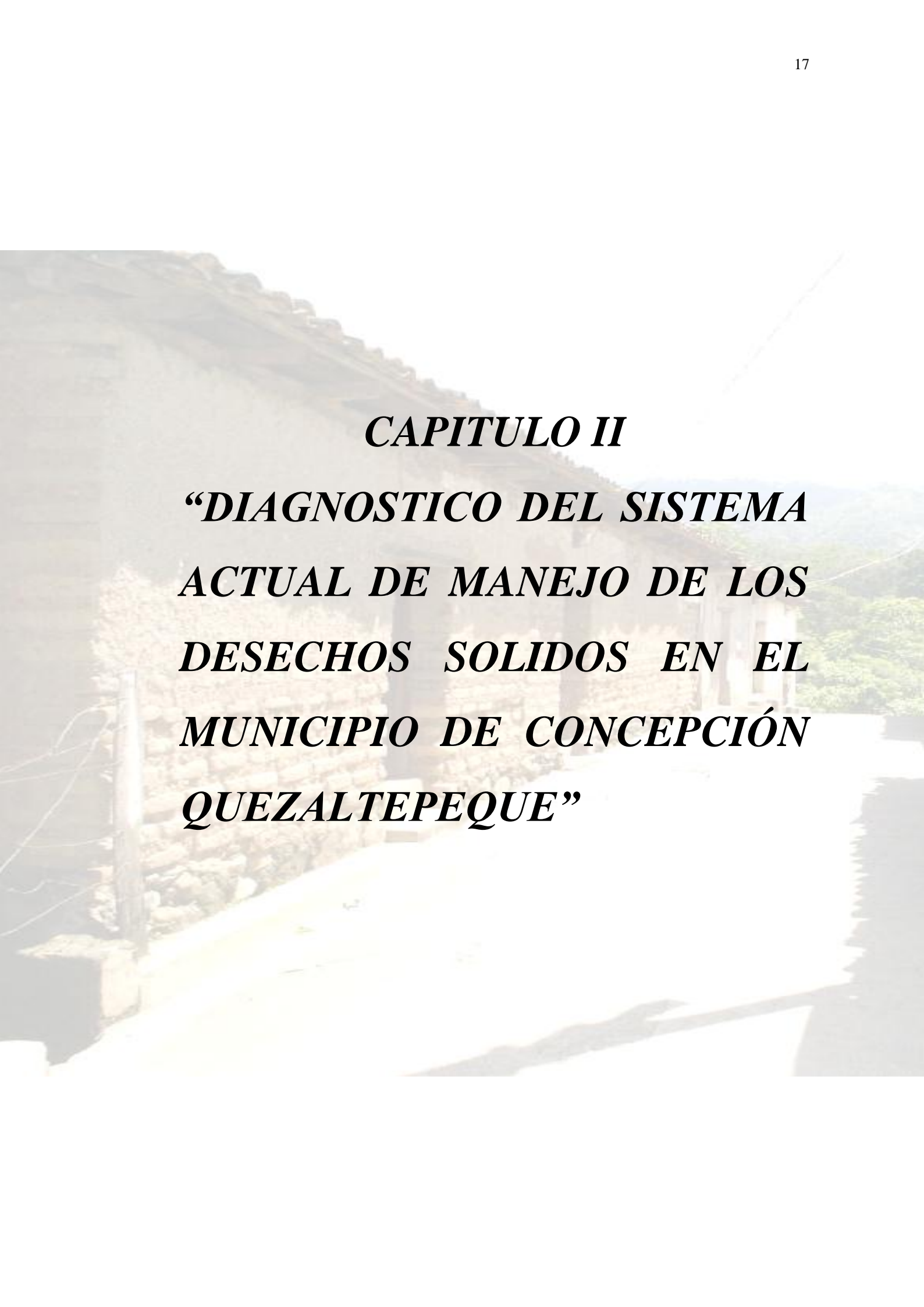
1.7 METODOLOGÍA

Para la realización del presente trabajo, se efectuó un diagnóstico de la zona de estudio, se consultó bibliografía relacionada con el tema de investigación como son tesis de la Universidad de El Salvador, libros, el código de salud, código municipal se aplicó el reglamento especial sobre el manejo integral de los desechos del MARN. Para obtener la composición de los desechos sólidos, la producción percapita se hizo un estudio de caracterización de los desechos sólidos del municipio.

Para el levantamiento topográfico se utilizó una estación total, tanto en planta como en perfil y para el estudio de suelos del sitio donde se pretende construir el relleno sanitario manual se hizo uso de todo el equipo necesario para realizar las pruebas que son requeridas en este tipo de proyecto.

También se efectuaron el estudio hidrológico, estudio geológico, el diseño y el cálculo del presupuesto de los costos de inversión, operación y mantenimiento del relleno sanitario manual.

Se realizaron entrevistas con el personal de la alcaldía del municipio de Concepción Quezaltepeque, en lo que se refiere a los desechos sólidos y todo lo que concierne a dicho tema, se efectuó un informe ambiental.



CAPITULO II

***“DIAGNOSTICO DEL SISTEMA
ACTUAL DE MANEJO DE LOS
DESECHOS SOLIDOS EN EL
MUNICIPIO DE CONCEPCIÓN
QUEZALTEPEQUE”***

2.1 LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE CONCEPCIÓN

QUEZALTEPEQUE

2.1.1 LOCALIZACIÓN GEOGRAFICA

TITULO DE LA COMUNIDAD: CIUDAD

ALTITUD: 440 MSNM

AREA: 52.54 km²

FECHA DE FUNDACIÓN: 15 De enero de 1543 (Título de Pueblo), el 6 de julio de 1938 obtiene el título de Villa y 31 de Mayo del año 2002 recibe el e título de Ciudad.

DISTANCIA DE SAN SALVADOR: 72 Kms.

GENTILICIO: Quezaltepequenses o Quezaltecos.

TOPONIMIA: QUEZALTEPEQUE (Nahúat). Proviene de las voces: Quetzal, que es el Nombre de un ave de bellissimo plumaje Verde – Tornasol, resplandeciente.

Tepec: Cerro, Montaña, Localidad. Significa “Montaña de Quetzales”

La Cabecera de este municipio es la Ciudad de Concepción Quezaltepeque está ubicada en el Departamento de Chalatenango a 5.6 Km. de distancia al noreste de su cabecera departamental y a 72 Km. al norte de la capital San Salvador. Sus coordenadas geográficas son: 14° 05' 20"LN. Y 88° 57' 20" LWG.

Esta limitada al norte por los municipios de Comalapa y La Laguna, al noroeste con el municipio de Las Vueltas, al sureste y este con Chalatenango y al oeste con el municipio de Santa Rita, como se muestra en la figura No. 1.

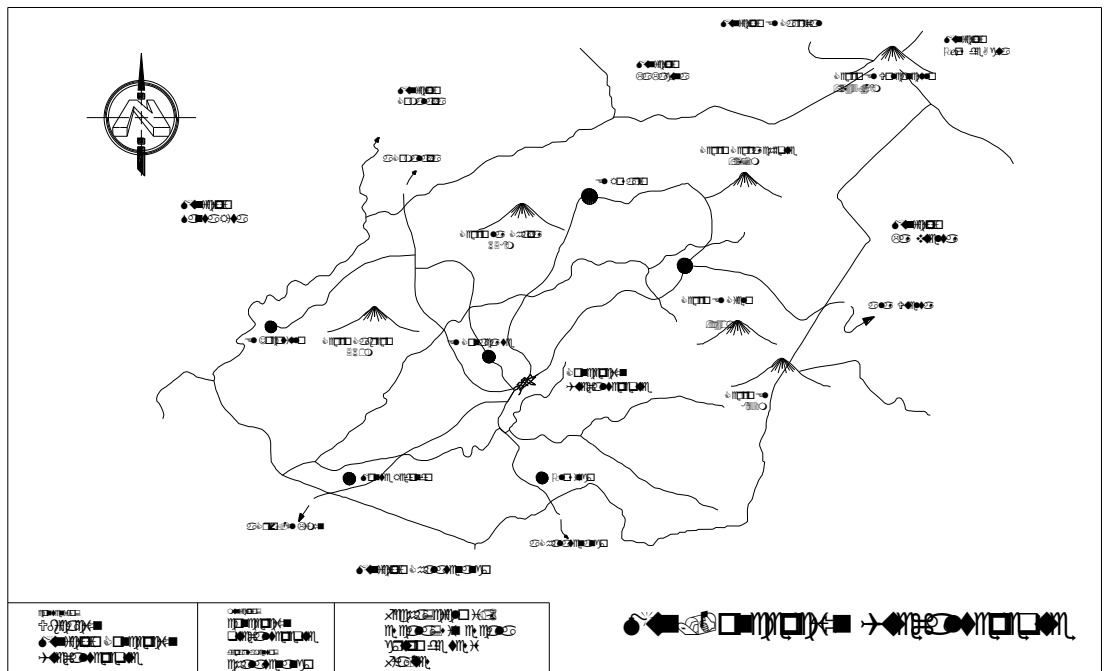


Figura No 1. Localización del Municipio de Concepción Quezaltepeque y colindancias.

La Ciudad de Concepción Quezaltepeque, cuenta con seis cantones y diecisiete caseríos.

CUADRO No. 1 Caseríos y Cantones del municipio de Concepción Quezaltepeque.

No.	CANTONES	CASERIOS
1	El Conacaste	El Conacaste, Los Gudieles, Los Cerritos, El Pepeto.
2	El Jocotillo	Casalute, Los Gómez.
3	El Rosario	Los Leones
4	Llano grande	La Lajancha, El Infiernillo, Mashaste, La Montañona.
5	Monte Redondo	La Joya, El Amatillo.
6	Olosingo	Guatenzucar, La China, Los Funes, Heramin.

Fuente: Alcaldía Municipal de Concepción Quezaltepeque

2.1.2 EXTENSIÓN TERRITORIAL

Extensión Territorial: El municipio de Concepción Quezaltepeque tiene una extensión territorial de 52.54 kilómetros cuadrados de los cuales 52.33 kilómetros cuadrados comprenden el Área Rural y 0.21 Kilómetros cuadrados aproximadamente comprenden el área urbana.

Altura sobre el Nivel del mar: El municipio de Concepción Quezaltepeque, esta ubicado a una altura de 440 Metros sobre el nivel del mar, según datos obtenidos del Instituto geográfico Nacional.

2.1.3 CLIMA: El clima en este Municipio es cálido en su lado oeste (W), y fresco en su parte este (E), Pertenece a los tipos de tierra caliente y templada, pero en los meses de marzo y abril se torna sofocante el calor, el monto pluvial anual oscila entre 1750 y 2075 mm., Entre los factores existentes que contribuyen a modificar el clima tenemos:

1- La deforestación en las cordilleras aledañas al municipio debido a la practica de la agricultura en tierras no actas para el cultivo de los productos tradicionales. (maíz, fríjol, maicillo).

2 – El uso excesivo de pesticidas y herbicidas en las zonas de cultivo, generando con esto contaminación de los mantos acuíferos superficiales y subterráneos así como también el aire.

3 – La extracción de material pétreo de los ríos, esto contribuye a la profundización del agua en el cause de estos, ejemplo palpable en esta comunidad es que desde hace unos cuatro años atrás del río guastena uno de los principales afluentes de este municipio se saca en el tramo del paso al cantón el Rosario hasta al cantón el

Conacaste entre los meses enero a mayo de cada año.

4 – Los Incendios forestales, que cada año se producen en la época de verano contribuyen también a la profundización de los mantos acuíferos que abastecen las cuencas, reduciendo su caudal.

2.1.4 HIDROGRAFIA:

Este municipio es regado por los ríos: Azambio, Guastena, Motochico, y las Quebradas: Gualcamera, chailaque, Las Hilarías, del Muerto, Gualorón, Jutiapa, Guatensuca, El Salto, el Zapote, Chacahuaca, El Potillo, El Ámate y la joya o las Gallinas. Cabe mencionar que todos estos desembocan en la Presa del Cerrón Grande.

2.1.5 RIOS PRINCIPALES:

AZAMBIO: Nace fuera de este municipio y penetra en su jurisdicción, a 3.7 Kms. al NW. De la Ciudad, sirve como limite entre esta y el municipio de Santa Rita, a partir de la afluencia de la quebrada Gualcamera. Corre con rumbo de NE a SW. Teniendo como afluentes las quebradas Almorzán y El Conacaste. La longitud de su recorrido en este municipio es de 4 Kms.

MOTOCHICO: Nace en las faldas de la loma El Escobillal, a 3.4Kms. Al este de la Ciudad de Concepción Quezaltepeque; su recorrido lo hace con rumbo de este a oeste, desemboca en el embalse generado por la presa del cerón grande. Recibe la Afluencia del Río Guastena y de las Quebradas: El Salto, Guatensuca, Jutiapa,

Chailaque y Gualorón. Su Recorrido dentro del municipio tiene una longitud de 7.5 Kms.

2.1.6 OROGRAFIA:

El Municipio de Concepción Quezaltepeque, cuenta con la presencia de 12 cerros y 13 lomas con rasgos orográficos notables en el municipio estos son:

CERROS: Los Chepes, Carranchagua, El Volcancillo, Los Picacho, El Pito, Chino, El Cielo, El Chiquero, Cabrera, El Infiernillo, El Maguey, Barrina.

LOMAS: Redonda, El Roblar, Alta, Piedra de chispa, Masayate, Plan del lodo, Cacaguenansal, Saca mil, Campanario, Quebrada Honda, Heramin, Dragon y Amatillo.

2.1.7 CERROS PRINCIPALES:

EL VOLCANCILLO: Esta situado a 7.8 Kms. al NE. De la Ciudad de Concepción Quezaltepeque. Su cima sirve de mojón en el límite que divide a esta con los municipios de: La Laguna, El Carrizal y Ojos de Agua. Su Elevación es de 1,643.48 metros Sobre el Nivel del Mar.

EL PITO: Está situado a 5.7 Kms. al NE. De la Ciudad de Concepción Quezaltepeque. Su cima sirve de mojón en el límite que divide a esta Ciudad con el Municipio de las Vueltas. Su Elevación es de 1,400 metros sobre el nivel del mar.

CARRANCHAGUA: Esta situado a 4.9 Kms. al NE. De la Ciudad de Concepción

Quezaltepeque, su elevación es de 1,272 metros sobre el nivel del mar.

También rodean la Villa de Concepción Quezaltepeque seis ríos que corren de norte a sur, pasando al oriente los conocidos como: Guastena, Pacayas, y Gualorón; al poniente, los conocidos como: Motochico, Chailaque y Merazaza. Todos los ríos desembocan en el río Motochico, el cual a su vez desemboca en la Presa el Cerrón Grande, conocida también como Lago de Xuchitlan.

La precipitación pluvial promedio, oscila entre los 1,600 milímetros, La Villa de Concepción Quezaltepeque tiene una Topografía de 60% inclinado, un 15% plano y un 25% quebrado; está ubicado a una altura de 440 metros sobre el nivel del mar.

El grado de erosión es grande debido a que los terrenos en su mayoría están siendo deforestados y utilizados para el cultivo de granos básicos y pastos para ganado.

2.1.8 FLORA

La Vegetación en el municipio está constituido por bosque húmedo subtropical; las especies arbóreas más notables son: Pepeto, madre cacao, Pino de Ocote, chaparrales, nance, roble, mango, copinol, chaperno, laurel entre otros. Aunque muchos de estos árboles están siendo talados para la extracción de madera y leña, esto crece en la época de siembra cuando se prepara la tierra para el cultivo ya que cada año se tala más en las

faldas de la cordillera oriente del municipio. Otra práctica que está contribuyendo a la deforestación es la ganadería extensiva, ya que se están talando zonas

forestadas con bosques de galería para el cultivo de sácate o pastos para el ganado, aumentando con ello las zonas deforestadas en el municipio.

2.1.9 FAUNA

Todos los animales la fauna existente del municipio son muy útiles, ya que proporcionan carne, otros huevos y los hay como el perico y la lora que se utilizan como animales de adorno.

En la comunidad de Concepción Quezaltepeque aun se conservan algunas especies. Tales como: El conejo, el mapache, el zorrillo, el cusuco, él perico, paloma ala blanca, el venado cola blanca, la cotuza, el tepezcuintle, Ardilla y otras especies de animales, pero la mayoría están en peligro de extinguirse debido a diferentes causas tales como:

- La casería por el placer de matar.
- Los incendios forestales.
- Fumigaciones excesivas de pesticidas y herbicidas

La deforestación del medio ambiente en que viven los animales.

2.1.10 INDUSTRIA

La industria consiste en un conjunto de operaciones que ocurren en la transformación de las materias primas.

En la comunidad de Concepción Quezaltepeque, se cuenta con una industria muy antigua como es la elaboración de la jarcia; para la explotación de esta industria en la comunidad aun se utilizan instrumentos manuales, tales como, el arquillo y la carreta; para la elaboración de la pita, la cual sirve de materia prima para la elaboración de una diversidad de productos algunos de estos son: Las hamacas, las cebaderas, las bolsas o alforjas, redes entre otros.

En la actualidad debido a que desaparecieron de la comunidad los cultivos del maguey, el cual sirve de materia prima para la elaboración de la pita, este es importado del departamento de San Miguel.

Esta industria artesanal ha logrado un gran desarrollo en los últimos años debido a la diversidad de productos que se elaboran como son hamacas, artesanías, etc. Y en la actualidad se usa diversos materiales como el Nylon, hilo de algodón, jersey, papelio. Estos han generado más demanda de estos productos a tal grado que ahora se exporta a muchos países como Holanda, Italia, USA, Alemania, y muchos países más.

No existen industrias de tecnología avanzada en dicha comunidad, la única es la

JARCIA, que es una industria Artesanal, en la cual se utilizan para la elaboración de los productos, objetos tradicionales, como la aguja, el arco y la carreta elaborados en madera.

2.1.11 AGRICULTURA Y GANADERIA

2.1.11.1 SUELOS

La mayor parte del suelo de Concepción Quezaltepeque es inclinado, en un 60%, un 15% plano y un 25% quebrado o semiquebrado.

Y debido al alto nivel de deforestación en los mismos se están convirtiendo en terrenos erosionados y a esto hay que sumarle el desgaste ocasionado por los cultivos tradicionales, que año con año se realizan en estos lugares.

2.1.11.2 PRODUCTOS

La producción agrícola de la comunidad está constituida por el maíz, frijoles, tomates, guineos, pepinos, maicillo, hayotes entre los más cultivados, pero la mayor parte de estas producciones esta destinada para el consumo diario, lo que la convierte en una agricultura de consumo, ya que es muy poco lo que se comercializa en el mercado.

2.1.11.3 TÉCNICAS EMPLEADAS

Las técnicas empleadas para el cultivo y obtención de estos productos, en su

mayoría son tradicionales, pero podemos mencionar también algunas técnicas más modernas, tales como: la utilización del abono, riego por aspersión, la atracción animal, vehículos de transporte.

Como mencionamos anteriormente la producción de este municipio es muy poca y esto la convierte en una producción de consumo.

Del 100% producido de los cultivos tradicionales antes mencionados, un 90% de la cosecha se usa para el consumo diario de la familia, mientras que un 10 % se comercializa en el mercado de la comunidad.

2.1.12 COMERCIO GENERAL

El comercio general en esta comunidad es muy fluido, por la cercanía con la ciudad de Chalatenango, lo cual hace que los productos elaborados y cosechados aquí sean llevados y comercializados en dicha ciudad, un 75% de la población de Concepción Quezaltepeque se dedica a la comercialización y elaboración de las artesanías a nivel nacional e internacional en su mayoría para los países de Honduras y Guatemala.

2.1.13 SERVICIOS CON QUE CUENTA EL MUNICIPIO

2.1.13.1 VIAS DE COMUNICACIONES

En cuanto a infraestructura la ciudad de Concepción Quezaltepeque cuenta con 6 Kilómetros de carretera pavimentada que la comunican con Chalatenango a la altura del desvió el limón, la cual a su vez forma Parte de 62 Kilómetros de Calle

pavimentada que comprende el anillo perimetral de la montaña que se comunica con los siete pueblos que conforman la mancomunidad denominada del mismo nombre, también cuenta con 5 Kilómetros de otra importante vía balastreada que desde la colonia Veracruz en Chalatenango conecta con el municipio a la altura del caserío el campo, con la carretera pavimentada que comunica con los pueblos aledaños a la ciudad y 35 Kilómetros de caminos rurales que comunican a los diferentes cantones y caseríos, todos en buenas condiciones ya que reciben mantenimiento de parte de la municipalidad en coordinación con la Gobernación Política Departamental y el FOVIAL.

La ciudad de Concepción Quezaltepeque cuenta con las calles del área urbana, reparadas con concreto, pero no se cuenta con señalización vial para una mejor orientación de los pobladores y visitantes.

2.1.13.2 TRANSPORTE

La población tiene a su disposición sistema de transporte interdepartamental, por autobuses y servicio de pick-up internos. Para los caseríos y cantones lo hacen en vehículos particulares, a caballo, caminando.

2.1.13.3 SERVICIOS DE COMUNICACIONES

Con respecto a la comunicación por parte de servicios públicos y privados se cuenta con las oficinas de CORREOS, TELECOM el cual hoy en día tiene cobertura en toda la ciudad de Concepción Quezaltepeque con Servicio telefónico domiciliario y cabinas públicas telefónicas, brindando de esta manera un mejor servicio a toda la

población, también se cuenta con el servicio de URGENTE EXPRESS. Los cuales ayudan a que la comunicación sea más efectiva en la comunidad.

2.1.13.4 EDUCACION

El municipio de Concepción Quezaltepeque, cuenta con la cantidad de 10 escuelas, un Instituto Nacional, un Kinder Garten Nacional, estos centros Educativos atienden a por lo menos unos 2500 estudiantes en el año desde parvularia hasta bachillerato repartidos de la siguiente manera.

CUADRO No. 2. : Centros educativos de la Ciudad de Concepción Quezaltepeque

ZONA URBANA	
Instituto Nacional Concepción Quezaltepeque	190 Alumnos
Centro Escolar Concepción Quezaltepeque (Parvularia, 1º, 2º y 3er ciclo)	1170 Alumnos
Kinder Nacional Monseñor Alas	84 Alumnos
TOTAL 1444	

Fuente: Unidad de Salud de la Ciudad de Concepción Quezaltepeque.

CUADRO No. 3 Total de Centros Educativos y total de alumnos del área rural

ZONA RURAL	
Cantón Llano Grande	230 Alumnos
Cantón Monte redondo	136 Alumnos
Cantón el Pepeto	144 Alumnos
Cantón El Jocotillo	45 Alumnos
Cantón El Conacaste	104 Alumnos
Caserío La Montañona	55 Alumnos
Cantón Olosingo	104 Alumnos
SUBTOTAL 818 Alumnos	

Fuente: Unidad de Salud de la Ciudad de Concepción Quezaltepeque.

2.1.13.5 DIFUSION DE NOTICIAS E INFORMACIÓN

La comunicación es de vital importancia en las relaciones personales, locales, nacionales e internacionales.

En la comunidad, no se cuenta con emisoras locales que difundan las noticias de los Sucesos mas importantes ocurridos en la sociedad Quezalteca, esto hace buscar

diferentes formas de comunicación en la comunidad, siendo la mas utilizada la comunicación en cadena.

2.1.13.6 ELECTRIFICACION

El municipio de Concepción Quezaltepeque cuenta con el servicio de energía eléctrica, tanto en la Ciudad como en los Cantones y Caseríos.

2.1.13.7 ALCANTARILLADOS

Debido a que en la comunidad no cuenta con tuberías para el alcantarillado de aguas negras, las aguas servidas y lluvias corren libremente por las calles de la comunidad causando mal olor y contaminación, ya que por la geografía del terreno estas aguas atraviesan toda la población ocasionando con esto un problema de insalubridad en la comunidad. Un 6% de la población a nivel municipal no cuenta con servicio de letrización.

2.1.13.8 AGUA POTABLE

En cuanto al agua potable esta es traída al pueblo desde las faldas del Cerro El Campanario por medio de cañerías, las cuales llegan a un tanque de captación en donde es clorada para distribución en toda la comunidad. Debido a la deforestación ocasionada en las faldas del cerro de donde viene el agua potable esta se escasea en los meses de verano ocasionando que se de un racionamiento en la comunidad.

La institución encargada de manejar el servicio de agua potable en la población es la alcaldía municipal, la cual vela por el mantenimiento de las cañerías y válvulas de control.

2.1.13.9 ANÁLISIS DE POBLACIÓN Y SERVICIOS

El porcentaje de población económicamente activa en el municipio es alto (38%), en relación a la población total, aunque menor al porcentaje departamental que es del 67.31%. La tasa de desempleo municipal es de 75 x 1000 PEA (población

económicamente activa) es cerca de 10 veces mayor que la nacional, tomando en cuenta que el indicador municipal incluye al sector informal.

En cuanto a la disposición de servicios básicos se observa como el 85% de las viviendas cuentan con agua potable, porcentaje mayor que a nivel departamental que es del 71.3%. La disposición de excretas adecuadamente en el 83.8% de las viviendas dato cercano al departamental que es de 82.17%. El servicio de recolección de desechos sólidos lo tiene aproximadamente un 94.47% de las viviendas.⁸

2.2 POBLACIÓN Y VIVIENDA

Para realizar la planificación del sistema de aseo público son de gran importancia los datos de población, densidad y tendencia del crecimiento .

También se tienen que analizar el número de viviendas, comercio, industrias, nivel de consumo de la población, etc.

Concepción Quezaltepeque, cuenta con una población total proyectada de 6810 habitantes para el año 2006, tomando como base el censo de 1992, el cual reporto para el área urbana una población de 2932 habitantes, con una densidad 120 habitantes/km².

⁸ Alcaldía Municipal de Concepción Quezaltepeque.

De acuerdo con el Censo Oficial de población del municipio en estudio en el año de 1992 y con datos obtenidos de la población del 2000 se ha obtenido la población

proyectada para el año 2006 por medio del Método de Crecimiento Geométrico, este método considera que algunas ciudades crecen en proporción correspondiente a un porcentaje uniforme de la población actual del periodo.

El método de proyección Geométrico es el que da resultados más lógicos y apegados a la realidad, ya que el área urbana del municipio en estudio muestra ser un área pequeña pero con un manifiesto estado de desarrollo, buenos servicios de comunicación y buen clima; este método permite obtener resultados menores de población a corto plazo, pero mayores en largos períodos.

Debido a las características propias del área urbana del municipio en estudio consideramos que a corto plazo no crecerá significativamente y ni en la misma proporción, por lo que su aumento tenderá a modificarse dependiendo de la coyuntura

socioeconómica del área urbana del municipio en estudio. Los datos obtenidos se muestran en el Cuadro No.4.

$P_f = P_0(1 + r)^{(n)}$ Fórmula del Método de Crecimiento Geométrico

Donde:

P_f : población futura

P_0 : población actual

r : tasa de crecimiento

$n : (t_f - t_0)$ intervalo de años.

Cuadro No.4 Datos de población del municipio en estudio.

Municipio	Población Censo de 1992			Población 2000/tasa de crecimiento						Población Proyectada 2006		
	Pob. Total.	Pob. Urb.	Pob. Rural	Pob. total	Tasa Total.	Pob. Urb.	Tasa Urb.	Pob. Rural	Tasa Rural	Pob. Total.	Pob. Urb.	Pob. Rural
Concepción Quezaltepeque	6295	2932	3363	6584	0.56	3002	0.29	3582	0.79	6810	3055	3755

Fuente: Dirección de Estadística y Censos.

2.3 DESCRIPCIÓN DEL MODELO DE GESTION DEL MANEJO PUBLICO DE LOS DESECHOS SOLIDOS MUNICIPALES

2.3.1 GENERALIDADES

El servicio de aseo publico es prestado por la administración de la alcaldía municipal solo en la zona urbana, el cual incluye recolección, transporte y disposición final de los desechos sólidos generados por la ciudad.

La recolección y el transporte de los desechos sólidos se realiza utilizando un vehículo contratado por la alcaldía, el cual incluye un motorista y 2 ayudantes.

En cuanto al barrido de las calles, este servicio es prestado por la alcaldía municipal en lo que respecta al servicio de aseo publico. Este servicio se presta en la zona del mercado y en la diferentes calles de la ciudad. El cual es realizado por una persona, la que lo efectúa con el horario de 6 a.m a 5 p.m 6 días a la semana.

En lo que se refiere a la disposición final de los desechos sólidos estos son llevados al botadero a cielo abierto ubicado en un terreno propiedad de la alcaldía que se

encuentra a 1 km antes de llegar a la ciudad de Concepción Quezaltepeque. En donde es depositada y almacenada sin ningún tipo de tratamiento.

La alcaldía municipal de Concepción Quezaltepeque esta estructurada por secciones, donde en la sección unidad de servicios públicos esta la responsabilidad del aseo.

La estructura del consejo municipal de la alcaldía municipal de Concepción Quezaltepeque se puede ver en la fig. No. 2. Y la estructura de organización se presenta en la fig. No.3.

En total trabajan 9 personas en la municipalidad, pero no tienen personal designado para aseo, ya que el servicio es a través de un trabajador particular. Por lo tanto, ésta persona recibe instrucción para el desempeño de su labor por parte de la alcaldía.

2.3.2 ORGANIZACIÓN DE LA MUNICIPALIDAD Y MARCO LEGAL MUNICIPAL

El municipio de Concepción Quezaltepeque solo cuenta con el código municipal, pero no posee una ordenanza que regule el servicio de aseo en dicho municipio.

FIG. No. 2 ORGANIGRAMA DEL CONSEJO MUNICIPAL DE CONCEPCION QUEZALTEPEQUE

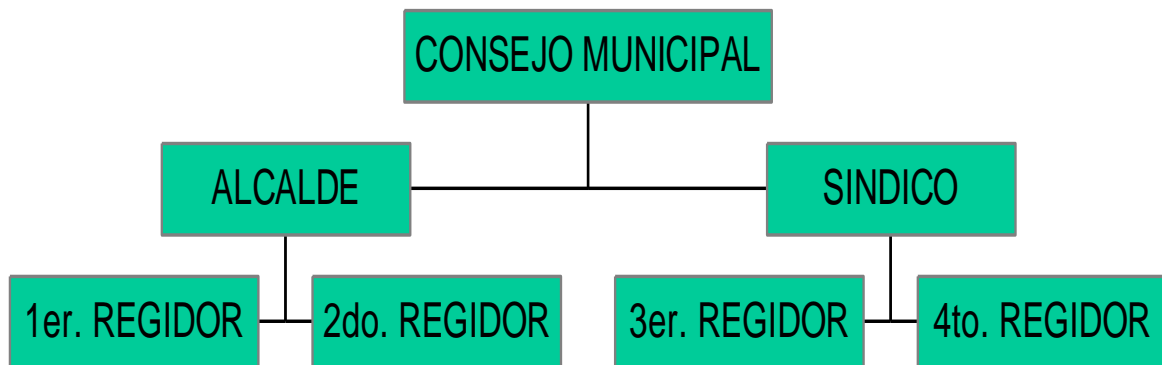
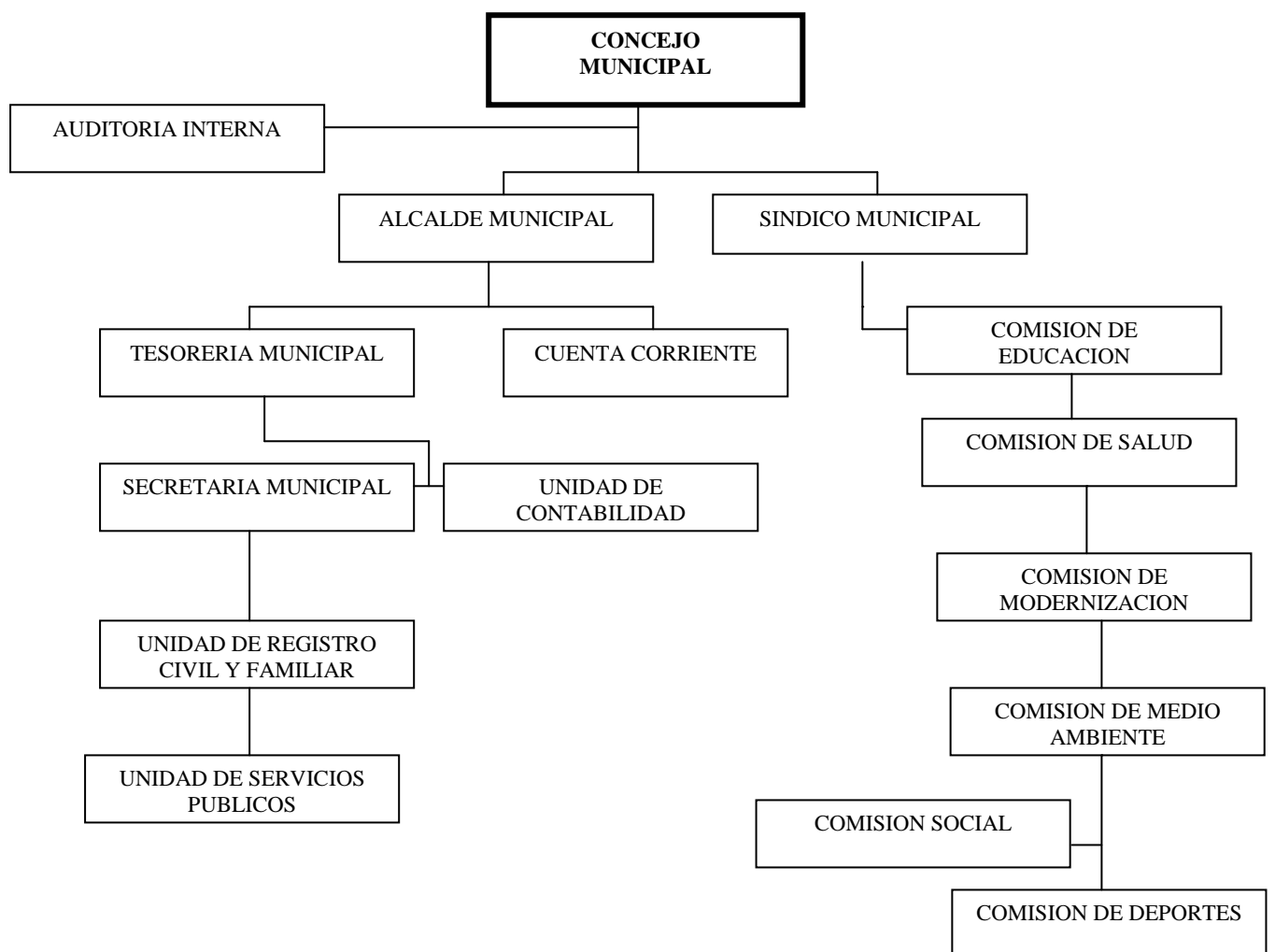


Figura N°3. Estructura organizativa de la alcaldía municipal de Concepción Quezaltepeque.



2.3.3 COMPOSICIÓN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS

Para el proceso de reciclaje y compostaje, la composición física de los desechos sólidos es una característica muy importante.

En el municipio de Concepción Quezaltepeque los desechos que se generan provienen en gran parte del porcentaje de la zona habitacional y cierto porcentaje del comercio.

De acuerdo al estudio realizado en el cual se tomaron muestras de los desechos provenientes de las viviendas y negocios previamente seleccionadas de la ciudad, se determinó el porcentaje en peso de cada uno de los grupos componentes, los resultados se presentan en el siguiente cuadro.

CUADRO No.5 Composición de los desechos sólidos de la Ciudad de Concepción Quezaltepeque

COMPOSICION DE LA BASURA			
COMPONENTE		PESO(KG)	PORCENTAJE
1	RESTOS ALIMENTICIOS	2.04	36.92%
2	PAPEL Y CARTON	0.60	10.77%
3	MADERAS Y RESIDUOS DE PLANTAS	1.64	29.74%
4	PLASTICOS	0.74	13.33%
5	METALES	0.00	0.00%
6	VIDRIO	0.31	5.64%
7	OTROS(CAUCHO,CUERO,TIERRA,ETC)	0.20	3.59%
TOTALES		5.53	100.00%

Fuente: Estudio de Caracterización de los Desechos Sólidos realizado por FORGAES.

2.3.4 ESTUDIO DE GENERACION DE LOS DESECHOS SÓLIDOS.

La determinación de la cantidad de los desechos sólidos generados es muy importante, porque sobre la base de estos es que se realiza la planificación del sistema de aseo urbano y el manejo integral de estos, de lo cual depende la

asignación de recursos y la cantidad de equipo necesario así como el dimensionamiento del sitio de disposición final.

Para lo cual se realizó el estudio de caracterización de los desechos sólidos del área urbana de la ciudad de Concepción Quezaltepeque y se hizo el análisis de peso y volumen de la basura que genera la ciudad en estudio en el cual se eligieron como muestras ciertas viviendas y negocios

La cantidad de desechos sólidos generados en el área urbana del municipio de Concepción Quezaltepeque se obtuvo por medio del estudio realizado durante un período de ocho días .

Los días Martes, Miércoles, Jueves, Viérnes, Sábado. Domingo, Lunes, Martes durante este período se monitoreó el peso de los desechos sólidos recolectados por día, para la determinación de la producción per cápita (ppc). Teniendo el número de viviendas a las que el vehículo presta el servicio de recolección, en cada viaje realizado para recolectar la basura, y así se obtuvieron los datos que se presentan en el cuadro No. 6

CUADRO No.6

PRODUCCION DIARIA POR HABITANTE

CODIGO	PROPIETARIO	HABITANTES	USO	PESO DE BASURA POR DIA EN KILOGRAMOS								PROMEDIO	PRODUCCION Kg/hab/dia
				DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6	DIA 7	DIA 8		
V-01	Francisco Humberto	5	vivienda	2.5	1.59	0.23	0.45	2.38	6.35	6.35	1.59	2.71	0.54
V-02	Salvador Ernesto López	5	vivienda	3.18	3.4	2.5	2.04	7.4	1.81	1.81	1.08	2.86	0.57
V-03	Tito Ramírez	5	vivienda	1.13	4.99	1.81	0.91	4.54	1.13	0.68	1.81	2.27	0.45
V-04	Gloria Maritza Rivas	4	vivienda	0.45	3.86	2.27	1.81	2.84	2.27	2.5	1.59	2.45	0.61
V-05	Teresa de Jesús Soriano	4	vivienda	1.42	3.77	2.5	1.36	3.63	0.68	0.91	0.4	1.89	0.47
V-06	Esperanza Funes	4	tienda	2.72	1.42	1.81	2.04	1.76	0.68	0.91	1.59	1.46	0.36
V-07	Gloria Marisol	5	vivienda	0.91	0.45	0.91	1.02	3.69	1.81	0.91	0.68	1.35	0.27
V-08	Sofía de López	4	vivienda	2.72	2.04	2.5	2.04	3.63	2.27	2.5	1.59	2.37	0.59
V-09	Jesús Antonio Landaverde	4	tienda	4.31	4.54	3.18	1.81	4.54	0.91	3.63	2.86	3.07	0.77
V-10	Jesús Antonio Hernández	5	tienda	2.35	3.18	4.54	2.5	4.08	2.27	2.5	1.36	2.92	0.58
V-11	Nicolás Hernández	5	vivienda	1.81	1.81	1.13	1.59	2.27	1.81	0.68	1.81	1.59	0.32
V-12	María de Funes	5	vivienda	1.02	4.99	4.99	2.61	1.11	1.36	1.59	1.13	2.54	0.51
V-13	María Marta Estupinán	6	vivienda	2.27	2.27	2.64	2.04	2.86	0.91	1.13	1.42	1.9	0.32
V-14	Gerberth Antonio Sánchez	4	vivienda	0.62	0.91	2.95	1.81	1.05	1.81	2.04	1.59	1.74	0.43
V-15	Teodora Olimpia Zamora	4	vivienda	4.99	4.54	4.68	3.86	0.79	4.08	4.08	2.04	3.44	0.86
V-16	José Luis	8	vivienda	2.1	2.95	4.54	2.5	0.34	1.13	0.91	1.5	1.98	0.25
V-17	José Agustín	8	vivienda	1.02	7.26	4.54	2.78	1.87	3.63	3.86	2.72	3.81	0.48
V-18	Joward Silva	9	vivienda	1.62	1.53	2.72	1.59	1.47	2.84	0.91	1.5	1.79	0.2
V-19	Víctor Soriano	6	vivienda	0.31	0.68	0.91	1.36	2.1	0.45	0.68	1.59	1.11	0.19
V-20	Miguel Sánchez	4	vivienda	0.51	1.19	4.99	2.5	1.02	1.36	2.04	0.91	2	0.5
V-21	Erlinda Beltrán	4	vivienda	1.47	1.36	2.04	2.27	1.13	0.91	1.02	1.59	1.47	0.37
V-22	Gladys Del Carmen Peraza	5	pupusería	3.74	7.26	3.86	2.04	1.81	2.38	2.5	1.59	3.06	0.61
V-23	Aracelí Elizabeth Peraza	5	vivienda	2.38	1.81	3.4	4.22	3.4	2.27	2.5	1.19	2.69	0.54
V-24	Serafina López	10	vivienda	1.73	1.81	2.04	1.59	2.38	1.59	1.13	0.68	1.6	0.16
V-25	Teresa de Jesús Ramos	5	comedor	3.18	5.67	7.26	3.86	6.81	3.63	3.86	2.72	4.83	0.97
V-26	Margot Del Rosario Palma	6	abarrotería	1.25	2.84	2.95	2.04	2.04	4.08	5.44	2.5	3.13	0.52
V-27	Marcos Aulerio Pocasangre	8	agroservicio	1.84	2.72	1.96	2.27	0.91	3.18	3.4	1.65	2.3	0.29
V-28	Marilí Yolanda Castillo	2	Bazar	0.54	1.36	1.13	1.59	1.36	0.45	0.23	0.45	0.94	0.47
V-29	José Rupertino Menjívar	4	tienda	0.68	0.68	1.13	0.45	3.74	0.45	0.68	0.23	1.05	0.26
V-30	Laura Concepción Cartagena	9	pupusería	1.08	1.19	1.36	2.5	2.72	1.36	1.59	0.68	1.63	0.18
V-31	Noemí Urbina	2	tienda	1.28	2.04	1.36	1.59	1.19	0.91	1.13	0.45	1.24	0.62

V-32	Esmeralda	2	Sorbetería	0.99	0.31	1.81	1.36	0.68	0.23	0.45	0.23	0.73	0.36
<i>PRODUCCION DIARIA POR HABITANTE</i>													
V-33	Delmy Maricela Gómez	6	tienda artesanal	1.59	5.22	2.72	1.81	2.5	0.45	0.23	1.59	2.07	0.35
V-34	Rosa Cordóva	5	vivienda	2.04	5.67	2.95	1.59	1.13	4.54	4.76	2.5	3.31	0.66
V-35	Nelly Hernández	4	tienda	0.99	2.38	0.23	0.45	1.02	1.36	1.02	0.45	0.99	0.25
V-36	Lilían Soriano	8	tienda	1.13	1.25	1.81	1.59	0.91	0.91	1.13	1.36	1.28	0.16
V-37	María Dolores Hernández	1	tienda	1.59	1.02	0.14	1.96	2.95	0.68	0.91	0.68	1.19	1.19
V-38	María Sonia Rivera	7	vivienda	1.13	4.76	8.62	8.85	8.85	2.27	0.45	1.13	4.99	0.71
V-39	Félix María Salina	3	tienda	1.7	0.68	1.81	1.47	3.4	0.68	0.68	0.91	1.38	0.46
V-40	Arnoldo Yánez	4	vivienda	1.08	2.04	2.72	2.04	2.27	2.5	2.27	1.59	2.2	0.55
V-41	Fany Aracelí Salinas	4	panadería	0.77	4.54	1.36	1.13	1.36	3.18	3.4	0.91	2.27	0.57
V-42	Elsa Marina Alvarenga	12	tienda	1.99	3.86	3.4	2.5	0.68	1.36	1.36	1.13	2.04	0.17
V-43	Juana López	1	vivienda	1.67	4.76	2.95	2.95	2.5	1.81	2.04	0.68	2.53	2.53
V-44	Mercedes Rivera	7	vivienda	2.04	2.04	8.17	8.39	4.54	3.63	3.63	2.04	4.63	0.66
V-45	María Cruz Castillo	6	vivienda	1.47	3.63	1.36	2.04	2.55	0.45	0.68	1.13	1.69	0.28
V-46	Jesús Aníval Martínez	4	vivienda	1.13	2.95	3.18	2.27	7.49	0.45	0.91	0.45	2.53	0.63
V-47	Cristina López	3	tienda	7.03	8.39	5.44	4.31	0.45	2.27	2.5	2.95	3.76	1.25
V-48	María Emma Gáldamez	6	vivienda	0.68	1.13	0.23	0.57	0.45	0.45	0.23	0.45	0.5	0.08
V-49	Walter Oswaldo Cruz	4	vivienda	0.99	7.49	4.08	3.18	1.13	2.72	2.95	1.59	3.31	0.83
V-50	Salvador Hernández	1	vivienda	1.47	4.76	2.27	2.04	3.86	1.81	2.04	2.5	2.75	2.75
V-51	Salomé Gonzáles	1	vivienda	2.95	2.38	1.81	1.59	1.36	4.08	3.29	1.36	2.27	2.27
V-52	Marta Alicia López	6	vivienda	1.59	2.5	1.59	0.68	1.13	2.27	2.5	2.01	1.81	0.3
V-53	María Angela Chinchilla	4	vivienda	1.13	2.95	1.5	1.13	1.59	2.04	1.81	1.13	1.74	0.43
V-54	María Dolores Sánchez	4	vivienda	1.59	1.81	1.36	0.99	3.69	0.91	1.59	1.81	1.74	0.43
V-55	Rosa Aminta Pérez	7	vivienda	1.02	1.59	1.47	1.96	1.41	1.36	1.13	1.59	1.5	0.21
V-56	Victoria Fuentes	11	vivienda	1.9	2.04	3.18	2.04	5.7	5.22	4.99	3.18	3.76	0.34
V-57	José Petronilo López	6	vivienda	2.95	4.08	3.86	2.95	4.08	2.72	2.5	2.04	3.18	0.53
V-58	Marta Luz Cordóva	6	vivienda	1.41	3.63	5.67	2.72	2.04	0.27	0.45	1.36	2.31	0.38
V-59	Concepción Cordóva	5	vivienda	0.45	1.13	0.91	0.45	1.87	0.45	0.23	0.45	0.79	0.16
V-60	Erika Gisela	4	vivienda	2.13	1.93	2.5	1.36	2.38	0.45	1.13	2.04	1.69	0.42
PRODUCCION PROMEDIO													0.57

Fuente: Estudio de Caracterización de los Desechos Sólidos, realizados por FORGAES

2.3.5 PESO VOLUMETRICO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS.

Para el dimensionamiento de las celdas del relleno sanitario, así como para determinar la cantidad y capacidad volumétrica de las unidades o vehículos recolectores es necesario conocer el peso volumétrico de los desechos sólidos. El peso volumétrico representa la relación del peso de la basura respecto a su volumen.

Ver cuadro No.7.

CUADRO No.7 PESO VOLUMETRICO DE BASURA					
DIA	PESO BRUTO(KG)	PESO TARA(KG)	PESO NETO(KG)	VOLUMEN TARA(M3)	PESO VOLUMETRICO(KG/M3)
1	22.69	4.08	18.60	0.10	192.25
2	23.1	4.08	19.02	0.10	196.53
3	21.25	4.08	17.17	0.10	177.41
4	22.2	4.08	18.12	0.10	187.23
5	23.8	4.08	19.72	0.10	203.76
6	22.7	4.08	18.62	0.10	192.40
7	24.15	4.08	20.07	0.10	207.38
PROMEDIO					193.85

Fuente: Estudio de Caracterización de los Desechos Sólidos realizado por FORGAES.

2.3.6 MANEJO ACTUAL DE LOS DESECHOS SOLIDOS

5.3.6.1 RECOLECCION

La modalidad de recolección es casa por casa se presta en un 94.47% del area de la Ciudad. En lo que respecta al mercado los desechos sólidos que este genera son depositados en barriles que luego son recolectados.

2.3.6.2 TRANSPORTE

El servicio transporte en la ciudad de Concepción Quezaltepeque se realiza por medio de un vehículo que es contratado en forma particular por la alcaldía municipal, las características de dicho vehículo se muestran en el cuadro No.8.

Dicha unidad esta compuesta por un motorista y dos auxiliares, los cuales van recolectando y acomodando los desechos sólidos .

Cuadro No.8 Características de la unidad recolectora

CANTIDAD	TIPO DE VEHICULO	MARCA	LARGO mts.	ANCHO mts.	ALTO mts.	VOLUMEN m ³	AÑO	ESTADO
1	PICKUP	TOYOTA	2.2	1.5	1.8	5.94	1980	REGULAR

Fuente: Sr. José Concepción Aguilar, Sindico Municipal .

2.3.7 ALMACENAMIENTO

El almacenamiento y la presentación de los residuos sólidos comunes son obligación del usuario, ya que este tiene la responsabilidad de mantener los desechos sólidos en un lugar que no contaminen el ambiente hasta que estos son entregados al servicio de recolección.

Los desechos sólidos que se generan en el municipio de Concepción Quzaltepeque son:

- 1)zonas habitacionales
- 2)del comercio
- 3)del mercado municipal

2.3.7.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS RECIPIENTES

Estas dependerán del tipo de desechos sólidos que se producen y de la cantidad que se va almacenar y de la frecuencia con que estos son recolectados en el lugar.

2.3.7.2 RECIPIENTES DE USO DOMICILIAR Y COLECTIVO

Los recipientes en los cuales la población de Concepción Quezaltepeque usa para depositar sus desechos sólidos son bolsas plásticas, caja de cartón, sacos de fibra, recipientes plásticos.

En la zona del mercado la basura la almacenan en dos barriles plásticos de 200 lts de capacidad.

2.3.7.3 RECOMENDACIONES PARA EL ALMACENAMIENTO APROPIADO DE LOS DESECHOS SOLIDOS

Para el correcto almacenamiento de los desechos sólidos se requiere de la selección de un recipiente el cual deberá tener las siguiente característica:

A. tamaño y forma manejable

- 1.El tamaño dependerá del tipo de desecho (domiciliar, comercial o industrial)
- 2.Su forma deberá ser tronco cónica para su fácil vaciado.

B. material

- 1.Deberán ser resistentes, reutilizables y fáciles de limpiar, entre ellos están los metálicos y los plásticos.
- 2.Desechables, esto incluye bolsas y sacos plásticos.

C. Que resguarde bien el contenido de:

1. la intemperie

2. el derrame de líquidos.

3. el ingreso de vectores.

D. Provistos de asas adecuadas (los reutilizables)

2.3.7.4 FRECUENCIA DE RECOLECCION

La frecuencia de recolección se refiere al numero de veces que el medio de recolección que se utiliza para los desechos sólidos pasa por las viviendas en una misma semana.

En el cuadro No. 9 se presenta la frecuencia de recolección de los desechos sólidos y número de viajes por semana.

Cuadro No.9 Frecuencia de la recolección.

Municipio	Medio de Recolec.	Sector	Días de recolección						# de Viajes por Sem.	Vol. Por viaje (m ³)	Tiempo de desc. (min.)
			L	M	M	J	V	S			
Concepción Quezaltepeque	Pickup Toyota	área urb.	5	-	3	-	3	-	11	5.94	15

Fuente: Grupo de Tesis

2.3.7.5 HORARIO DE RECOLECCION

En el cuadro No.10 se presenta el horario de recolección del municipio en estudio.

Cuadro No. 10 Horarios de recolección.

Municipio	Días	Horario
Concepción Quezaltepeque	lunes	6 AM 12 AM
	miércoles	6 AM a 12 AM
	viernes	6 AM a 12 AM

Fuente: Grupo de Tesis

2.3.7.6 RUTAS DE RECOLECCION

La ruta en que el vehículo recolector comienza su recolección es por la 2ª. Av. Sur y 2ª. Av. Norte, luego por la Av. Principal Sur y Principal Av. Norte y posteriormente la la. Av. Sur.

La ruta de recolección se muestra en la fig. No.4.

CONCEPCIÓN QUEZALTEPEQUE

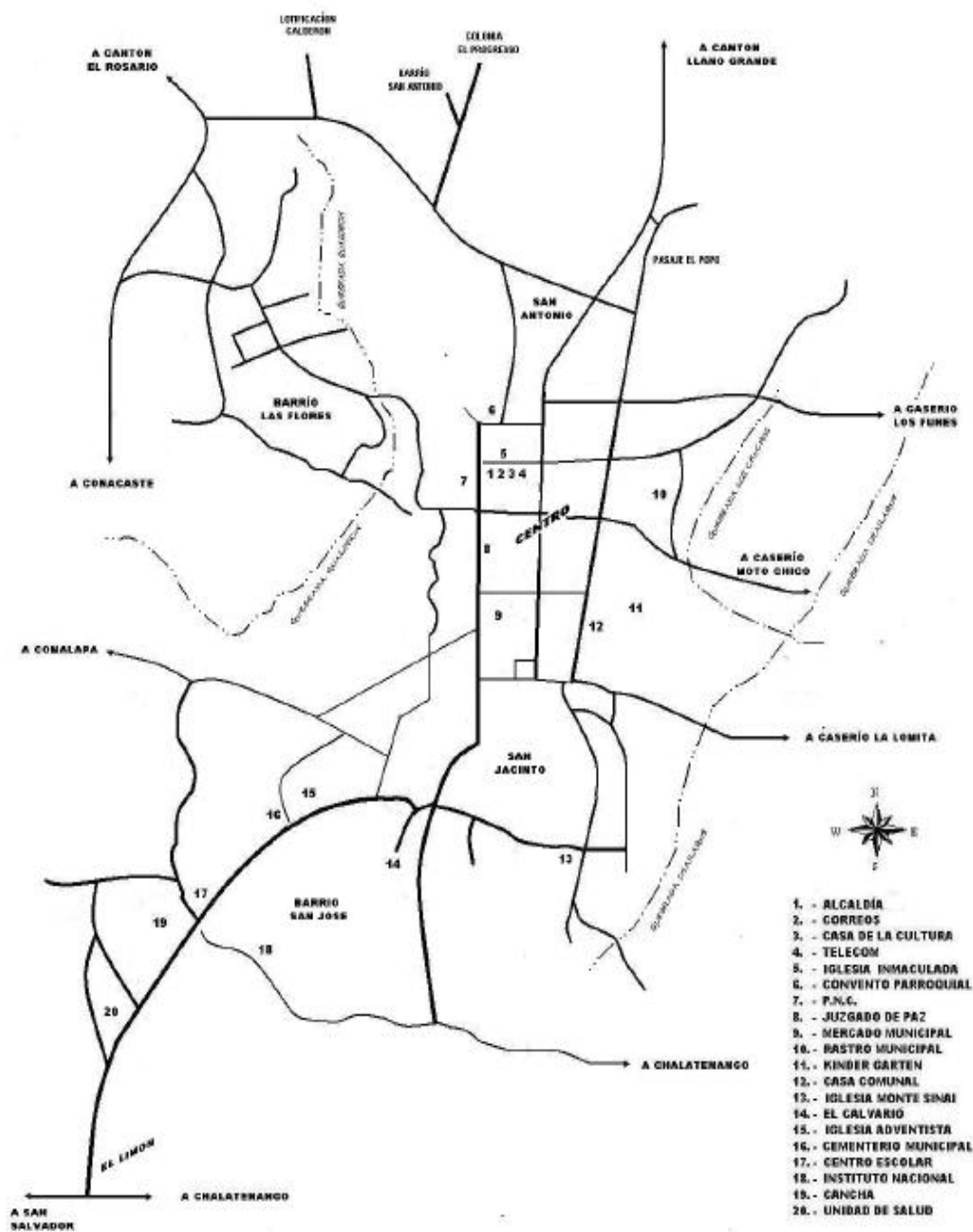


Figura No.4: Zona de recolección actual.

2.3.7.7 TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL

La municipalidad de Concepción Quezaltepeque deposita los desechos recolectados en un terreno propiedad de la alcaldía sin ningún tipo de tratamiento. Ya que no utilizan material de cobertura, no poseen equipo para el pesaje, ni para el manejo de los desechos.

Dicho terreno esta ubicado a 1 km. Antes de llegar a la ciudad, existen aproximadamente 10 pepenadores en el lugar, hay presencia de fuego, humos, malos olores, y vectores transmisores de enfermedades, ademas hay presencia de ganado.

El terreno consta de 3 manzanas es semiplano.

2.4 SISTEMA FINANCIERO PARA EL MANEJO DE LOS DESECHOS SOLIDOS

2.4.1 COSTOS DEL SERVICIO DE RECOLECCION Y TRANSPORTE DE DESECHOS SOLIDOS

El servicio de aseo es realizado a través de un particular, para el cual el municipio tiene los siguientes costos como se muestran en el cuadro No.11.

Cuadro No.11

RUBRO	\$/AÑO 2001
Contrato servicio de aseo	3044.64
Total	3044.64

Fuente: Tesorería Municipal

El servicio privado cuesta: \$ 253.72/mes

2.4.2 CATASTRO TRIBUTARIO MUNICIPAL

La municipalidad cuenta con un listado de personas a quienes se les presta el servicio de aseo publico que fue actualizado en enero del 2000.

Según este listado, se identifican 700 contribuyentes total registrados y calificados para el aseo publico.

Tomando en cuenta este valor, se obtiene la cobertura, calculado como la relación entre el numero de vivienda calificadas entre el numero de viviendas totales, del servicio de aseo publico, haciendo una cantidad del 94.47%.

2.4.3 INGRESOS Y EGRESOS POR SERVICIO DE MANEJO DE DESECHOS SOLIDOS

La tasa mensual que se cobra por servicio de recolección de basura por casa es de \$ 0.58. Y para los establecimientos comerciales es la misma tasa que se cobra (\$ 0.58).

Mencionan que los costos por servicio municipales que presta la alcaldía no están actualizados.

La tasa de este servicio fue aprobada en la reforma de la ordenanza reguladora de la tasa por servicios municipales de la ciudad de Concepción Quezaltepeque, publica en el Diario Oficial No. 36,tomo 350 del 19 de febrero de 2001.

Los ingresos por aseo publico reportados para el 2000 fueron de \$4,571.43, con una mora acumulada de \$457.14.

Pero la alcaldía afirma que la mora ha disminuido en estos 3 últimos años y que piensan implementar un plan de recuperación de mora.

2.4.4 ANÁLISIS DE COSTOS

Comparando con el presupuesto municipal que tiene la alcaldía de Concepción Quezaltepeque, \$528,141.59; el costo del servicio de aseo es el 0.62% de su presupuesto.

Otro indicador es la comparación de los ingresos vrs. Los costos del servicio. Este valor muestra que los ingresos representan aproximadamente el 138.60% de los costos del servicio de aseo, valor que indica que con los ingresos que obtienen cubren, hasta con amplio margen de porcentaje, los costos del servicio. Como se muestra en el cuadro No.12.

Cuadro No.12 Costo por tonelada recolectada anual:

Ingresos	Egresos	Saldo
\$ 5,985.00	\$ 3,793.03	\$2,191.70

Fuente: Tesorería Municipal

CAPITULO III

“ESTUDIOS BASICOS DEL SITIO ESCOGIDO PARA EL DISEÑO DEL RELLENO SANITARIO MANUAL”

3.1 UBICACIÓN GEOGRAFICA

El área de estudio se sitúa al norte de la zona central de El Salvador. La Cabecera de este municipio es la Ciudad de Concepción Quezaltepeque, está ubicada en el Departamento de Chalatenango a 5.6 Km. de distancia al noreste de su cabecera departamental y a 72 Km. al norte de la capital San Salvador. Sus coordenadas geográficas son: 14° 05' 20"LN. Y 88° 57' 20" LWG.

Esta limitada al norte por los municipios de Comalapa y La Laguna, al noroeste con el municipio de Las Vueltas, al sureste y este con Chalatenango y al oeste con el municipio de Santa Rita.

3.2 DESCRIPCION DEL SITIO.

El sitio se encuentra entre una gran cantidad de cerros que van desde pendientes pequeñas a pendientes muy pronunciadas (30% – 80%), el lugar tiene una vegetación moderada principalmente por árboles de chaparro y pequeños arbustos que en buena parte están secos (aproximadamente un 70% en época de verano) y maleza, el área de interés se encuentra rodeado de una quebrada de invierno que bordea gran parte del terreno, en otras partes del terreno se observa promontorios de desechos sólidos en la superficie y pequeños. El clima es caluroso, los datos que se requieren recopilar para impulsar el diseño serán el levantamiento topográfico (planialtimétrico), prueba de permeabilidad y clasificación del suelo. Con los datos obtenidos al final del capítulo se hará un análisis y se concluirá si el terreno reúne los requerimientos exigidos para poder realizar la obra.

3.2.1 TOPOGRAFÍA

3.2.1.1 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Dentro de los estudios básicos requeridos que se realizaron en el terreno en donde se desea construir el relleno sanitario manual, se encuentra el levantamiento topográfico y su descripción técnica (ver anexo N° 6), el cual tiene gran importancia ya que las características y detalles topográficos del terreno aportaran los elementos suficientes para la elección del mejor método a utilizar para el diseño y operación del relleno sanitario, es decir los accidentes topográficos limitan el volumen y área aprovechable del lugar, sujetándolo a la afirmación anterior aplicaremos el método más conveniente para la realización del proyecto, ya que existen tres métodos; trinchera, área y rampa.

La configuración topográfica del lugar se encuentra en una zona rodeada de cerros. El terreno se encuentra a la orilla de la calle, teniendo un punto de vista desde la calle este terreno tiene pendientes bastantes inclinadas, aunque recorriendo su entorno hacia el lado Este se hace más moderada, siguiendo hacia el lado Oeste del terreno encontramos que las pendientes son bastantes inclinadas hasta terminar en una quebrada que es de invierno y atraviesa el terreno en sentido de Norte a Oeste, de esta quebrada siguiendo en sentido Este encontramos en el terreno que se observan los cerros antes descritos con unas pendientes bastantes pronunciadas.

El trabajo de campo fue realizado por un Ing. Civil, junto con personas contratadas que trabajan en el campo de topografía y el levantamiento topográfico del terreno se hizo con el siguiente equipo:

- Estación Total
- GPS

- Tres prismas
- Un bolso con todos los elementos de campo para topografía

Se realizaron el levantamiento planimétrico y altimétrico del terreno, lo que se muestra en el anexo No.7 , en donde se pueden apreciar los detalles así como el acceso al lugar y curvas de nivel a cada metro del terreno.

3.2.1.2 RUTAS DE ACCESO AL SITIO

El acceso a la zona se puede lograr a través de la carretera CA-4, o mejor conocida como Troncal del Norte, y luego la carretera CA-3, la cual hace posible arribar al municipio de Chalatenango aproximadamente a 75 km de la capital del país. A partir de Chalatenango se aborda la calle del desvío al limón, la cual se conecta con las calles y caminos que conducen a los sitios poblados, incluyendo el anillo perimetral “La Montañona” que comunica los municipios de Chalatenango, Las Vueltas, Ojos Agua, El Carrizal, La Laguna, Comalapa y Concepción Quezaltepeque.

La zona de estudio pertenece a la Cuenca Media del Río Lempa, en la Región Hidrográfica A. Este municipio es regado por los ríos: Azambio, Guastena, Motochico, y las Quebradas: Gualcamera, chailaque, Las Hilarías, del Muerto, Gualorón, Jutiapa, Guatensuca, El Salto, el Zapote, Chacahuaca, El Potillo, El Ámate y la joya o las Gallinas. Cabe mencionar que todos estos desembocan en la Presa del Cerrón Grande.

3.2.2 GEOLOGIA.

3.2.2.1 CONTEXTO GEOLÓGICO SUPERFICIAL.

3.2.2.2 PLANIFICACIÓN DEL ESTUDIO GEOLÓGICO.

Para la planificación del estudio geológico del sitio de interés, se empleó el cuadrante topográfico escala 1:50,000; esto con el propósito de cubrir por completo el área de estudio. Siendo éste: Hoja 2458 III: Chalatenango. Este cuadrante topográfico cubre la totalidad de la zona. Respecto a la determinación de la geología de la zona, se utilizó la hoja geológica Chalatenango, escala 1:100,000.(mapas realizados por la Misión Alemana en El Salvador)

3.2.2.3 FISIOGRAFÍA GENERAL.

Al ubicarse la obra física en las inmediaciones de la cabecera municipal de Concepción Quezaltepeque al nor-poniente de la ciudad de Chalatenango, en la faja norte, su altitud es en ascenso, por la cota 300, y elevación máxima 348 metros sobre el nivel del mar. Ambiente moderadamente húmedo con temperatura predominante entre 22° y 34°. Zona vegetada cuya flora incluye hierbas, arbustos y árboles pequeños, medianos y altos, sombríos, de preservación del ambiente y que consecuentemente desarrollan y preservan la vida animal y humana de la localidad. En coherencia con su relieve, el drenaje natural se ciñe y define el cauce del Río Motochico y Río Guastena, con dirección nor-oriente. El ambiente de la zona de estudio propicia la permanencia de la población así como el desarrollo agrícola.* Ver mapa de la figura 5.

*Scott Baxter, 1984, Léxico Estratigráfico de El Salvador,CEL, Artes Graficas, S.S.

3.2.3 GEOLOGÍA LOCAL.

Predominantemente ambiente ígneo con ambiente volcano sedimentario, rocas basáltica propias del mecanismo de extrusión, así como piroclastos, principalmente tobas brechosas, suelos residuales o depositados producto de la actividad intensa del ambiente por meteorización y la actividad volcánica con depositaciones respectivamente. De acuerdo con la geología existente, cuadrante Chalatenango, predominan las unidades m2'a, ch1, b1 y b3. Esta geología esta influida principalmente por la actividad volcánica preexistente de eventos pasados, por eso la roca producto de flujos de lavas, se encuentra influida por esta actividad con fracturas, diaclasas, y hasta fisurada.*

La roca que comúnmente se encuentra es la andesita basáltica de variadas condiciones existentes.

De acuerdo a los límites territoriales y su correspondiente información geológica contenida en la hoja Chalatenango Mapa Geológico de El Salvador, escala 1:100,000, las unidades y miembros geológicos, se detallan brevemente describiendo sus principales características, conforme se ilustran en el mapa de la figura 6.

Formación Morazán. Miembro m2'a:

Equivalente a la parte superior del miembro m2'a. Consiste en una secuencia de piroclastitas intermedias hasta intermedias –ácidas, epiclastitas volcánicas y efusivas subordinadas, con evidencias de metamorfismo de contacto y alteración hidrotermal. *

*Scott Baxter, 1984, Léxico Estratigráfico de El Salvador, CEL, Artes Graficas, S.S.

GEOLOGIA LOCAL DE CONCEPCION QUEZALTEPEQUE.

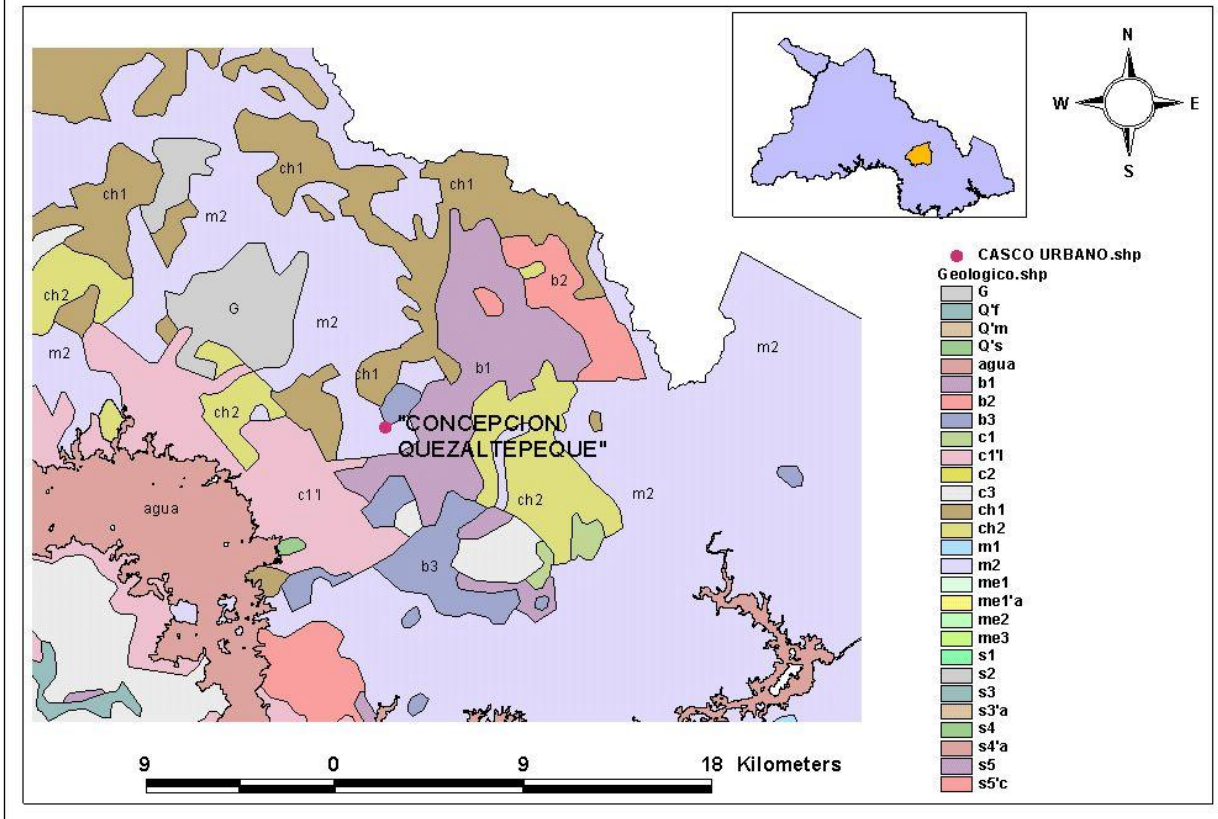


FIGURA No. 5

MAPA PEDOLOGICO DE CONCEPCION QUEZALTEPEQUE

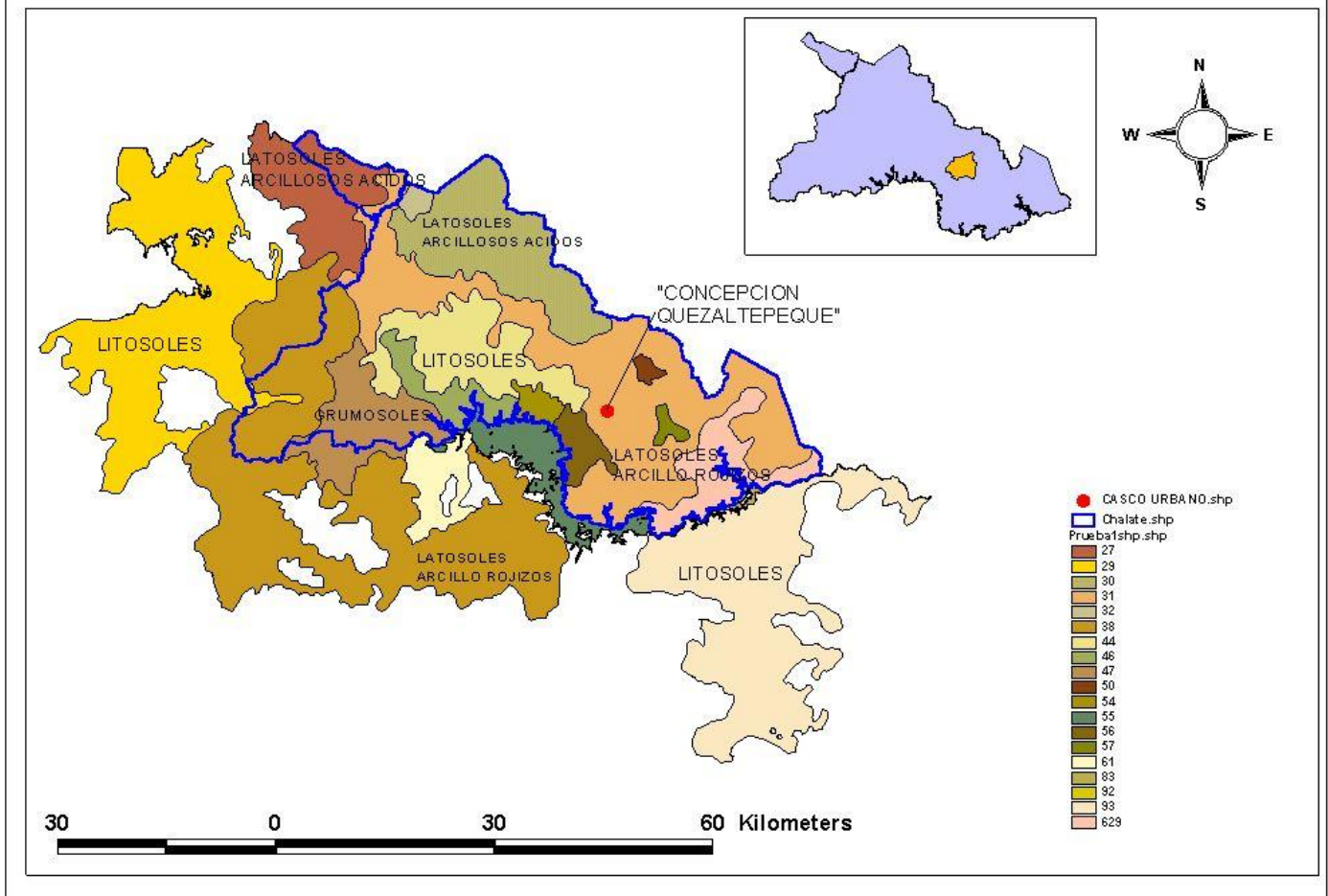


FIGURA No.6

Subyace al miembro ch1 de la Formación Chalatenango y los afloramientos están limitados a la franja noroccidental a nororiental del país.

En este miembro, afloran al norte de la ciudad de Chalatenango y siguiendo la orientación de los ríos Motochico y Guastena, internándose mas al nor-poniente del municipio. Ocupando la mayor parte de la superficie del casco urbano de Concepción Chalatenango.

Formación Chalatenango. Miembro ch1.

Formadas por rocas piroclásticas ácidas, epiclastitas volcánicas, ignimbritas y rocas efusivas intercaladas, localmente silicificadas. Su distribución está limitada al noreste y noroeste del país, en el sector del río Torola y río Lempa respectivamente. En el sector noreste del país se reportan en San Sebastián, a pocos kilómetros al oeste de Santa Rosa de Lima, unas dacitas Columnares.

La ubicación de este miembro se localiza específicamente en la bifurcación del río Motochico y río Guastena.

Miembro b1: Es una sección constituida por epiclastitas volcánicas, piroclásticas e ignimbritas; localmente efusivas básicas – intermedias intercaladas, facies claro (con lapilli de pómez) y limo rojo; alteración hidrotermal. Es en parte contemporánea con el miembro b2 y los afloramientos están principalmente al sur lado oeste del río Lempa. En el sector occidental, la sección ubicada en la Sierra el Bálsamo, está constituida por tobas brechosas, andesíticas, tobas interestratificadas

y pequeños flujos de lava; siendo el espesor mínimo de 300 m el que disminuye a 125 m en 7.5 Km al oeste.

En la parte central, en el área de Ilobasco, tobas aglomeráticas y andesitas del Plioceno tardío. Las primeras son un poco estratificadas, y constituidas por bloques de 20 cm a 50 cm o mayores, generalmente redondeados de tipo andesíticos, entremezcladas con material piroclástico gris claro de grano fino. La parte superior se encuentra intercalada por corrientes de lava y algunas tobas ácidas; y el espesor de la sección al sureste de Jutiapa y norte de Villa Dolores es de 300 m a 500 m. Se asume que parte de la sección constituidas por corrientes de lodos, lahares y productos volcánicos, fueron resultados de una serie de erupciones cuya intensidad fue disminuyendo mientras que aumentó la producción de lavas.

En las colinas de Jucuarán en el sector oriental, hay rocas sedimentarias y probablemente de la misma edad que las observadas en la Cordillera del Bálsamo.

Su ubicación se distribuye de norte, oriente y sur aproximadamente 1.5 Kilómetros del casco urbano de Concepción Chalatenango.

Formación Bálsamo. Miembro b3:

La Formación Bálsamo, es más joven que las ignimbritas ácidas de la Formación Chalatenango, pero anteriores a las de la Formación Cuscatlán, la cual, al sur de El Salvador, parece dividir las. Forma el miembro superior de la Formación Bálsamo, en parte contemporánea con el miembro b2, y constituida por rocas efusivas básicas-intermedias, localmente con alteración hidrotermal, silicificación y limos rojos.

En el sector oriental Stirton & Gaeley hacen moción en la parte superior de las Serie Jóvenes, entre El Divisadero y Pasaquina, basalto de augita y olivino, cuyo espesor es de casi 150 m, sobreyacen a tobas brechosas basáltica del miembro b2.

Este estrato se distribuye a manera de isletas aisladas del miembro b1, especialmente, al norte y sur del municipio.

3.2.4 GEOMORFOLOGÍA REGIONAL DEL MUNICIPIO DE CONCEPCIÓN QUEZALTEPEQUE.

En este ambiente volcano sedimentario la roca se encuentra asociada con depositaciones no rocosas o suelos que resultan de la alteración o meteorización en el tiempo y que posteriormente son sometidos a otras actividades o procesos como erosión, desarrollando la conformación geomórfica de la zona. Se identifican principalmente rocas andesititas en fragmentos de muy pequeños diámetros (clastos) y de grandes diámetros como peñones; asimismo arenas que provienen de estas rocas una vez que se someten a la acción mecánica del agua y del viento principalmente. Los suelos predominantes en forma de depósitos o bancos son suelos residuales, tobas y pómez influidos por el ambiente de diferentes estados de meteorización; las estructuras que conforman estos suelos en laderas, taludes o cortes se juzga su estabilidad cuya condición previa a la comparación se califica como estable. El cuadrante geológico Chalatenango facilita la caracterización geomorfológica por su composición, del suelo y roca, para las distintas geoformas y áreas correspondientes a la zona de estudio.

3.2.5 TECTONISMO EN RELACIÓN AL MUNICIPIO DE CONCEPCIÓN QUEZALTEPEQUE.

En general Centroamérica y El Salvador se encuentran localizados en la zona de subducción del Pacífico e influidos por las placas caribeñas; asimismo influido por actividades como las fallas importantes en la región: Falla de Motagua, la de San Fernando, etc. Así, no hay área que escape a esta actividad, en el país, por tal motivo las condiciones estructurales de las áreas del país, están influidas por el tectonismo y la sismicidad, encontrando la roca y el suelo con este estado de influencia en el área de estudio.

Los afloramientos de fallas geológicas observadas, se disponen, en su mayor parte, a lo largo del territorio en descenso de relieve de rumbo sur – norponiente. Encontrándose el casco urbano del municipio entre dos fallas paralelas, una al norte de aproximadamente 5 kilómetros de longitud y otra al sur de mas de 10 kilómetros, las cuales tienen contacto con las unidades anteriormente estudiadas.

3.2.6 GEOTECNIA.

Los distintos tipos de suelos observados en el sitio de estudio, poseen características de resistencia y estabilidad, así como propiedades físicas favorables al uso del suelo ingenierilmente, a partir de la estabilidad que estos tengan estando dispuestos in situ y su composición, por influencia del ambiente y su dinámica; similarmente las rocas por el grado de meteorización que tengan.

Lo anterior, debido principalmente a la naturaleza cronológica de los mismos, es decir, por ser suelos correspondientes a formaciones de edad aproximada al

Oligoceno – Plioceno - Plietoceno (40 – 23 y 2 millones de años, respectivamente); caracterizándose especialmente el miembro Morazán por suelos duros y poco permeables, para el caso, coladas de lavas andesíticas (Formación Morazán, m2'a).

3.2.7 HIDROGEOLOGÍA LOCAL.

3.2.7.1 CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS DE LAS FORMACIONES DIFERENCIADAS.

Debido al fracturamiento del terreno se identifican bloques alzados contiguo a bloques hundidos; en los primeros, se formaron montañas y en los segundos, valles. Estas unidades consideradas de norte a sur se denominan: Montaña Norteña o Frontera, Valle Interior, Montaña Interior, Valle Central, Montaña Costera o del Bálsamo y Planicie Costera.

En el sector se encuentran depósitos sedimentarios en ambas márgenes de los ríos Motochico y Guastena, formando terrazas aluviales de hasta 600 metros de largo alternando con las formaciones Morazán, Chalatenango y Bálsamo; las intrusiones ígneas constituyen, por sus características litológicas, una unidad hidrogeológica de permeabilidad muy baja a nula y más bien conforma el basamento impermeable sobre el cual descansan los depósitos volcano-sedimentarios de la formaciones anteriormente descritas, por lo que carece de total interés para las aguas subterráneas.

Las rocas pertenecientes a las formaciones citadas, dada su antigüedad y descomposición, presentan una transmisividad baja, por lo que no constituyen ningún acuífero explotable.

Por otra parte, la ocurrencia y movimiento del agua subterránea en la región depende de los factores tales como: clima, relieve, suelo, geología regional y local, así como del sistema de drenajes superficial y subterráneo propios de la región

Las rocas de las Formaciones Morazán y Chalatenango así como las rocas graníticas-dioríticas del intrusivo constituyen una Unidad Hidrogeológica de permeabilidad muy baja a nula. Esta característica es debida al alto grado de descomposición de las rocas y la ausencia de fracturas y diaclasas. Por las razones antes anotadas, en estas Formaciones no se encuentran zonas acuíferas o acuíferos de interés para los propósitos de explotación de aguas subterráneas, debido a que los materiales son muy compactos y no existe una buena infiltración y la mayoría de la precipitación pluvial escurre superficialmente .

En cuanto a los sedimentos aluvionales anteriormente mencionados, son productos de la erosión y arrastre de quebradas de invierno y ríos adyacentes a la zona de estudio. Estos productos pétreos se encuentran constituidos por rocas de diferente granulometría depositadas sobre el cauce de dichos ríos, formando terrazas de espesor desconocido y gran porcentaje de material grueso.

3.2.8 SUELOS DE CONCEPCIÓN QUEZALTEPEQUE.

De acuerdo al mapa Pedológico de El Salvador, en la región de estudio (zona nor-poniente de Chalatenango), se encuentran 3 asociaciones de grandes grupos los cuales se muestran en el mapa de la figura 7.

A continuación se presenta una breve descripción de las características distintivas de cada asociación y su respectivos grupos.

a) Latosoles Arcillo Rojizos. Alfisoles.

Fases de cenizas volcánicas profundas a fuertemente alomadas.

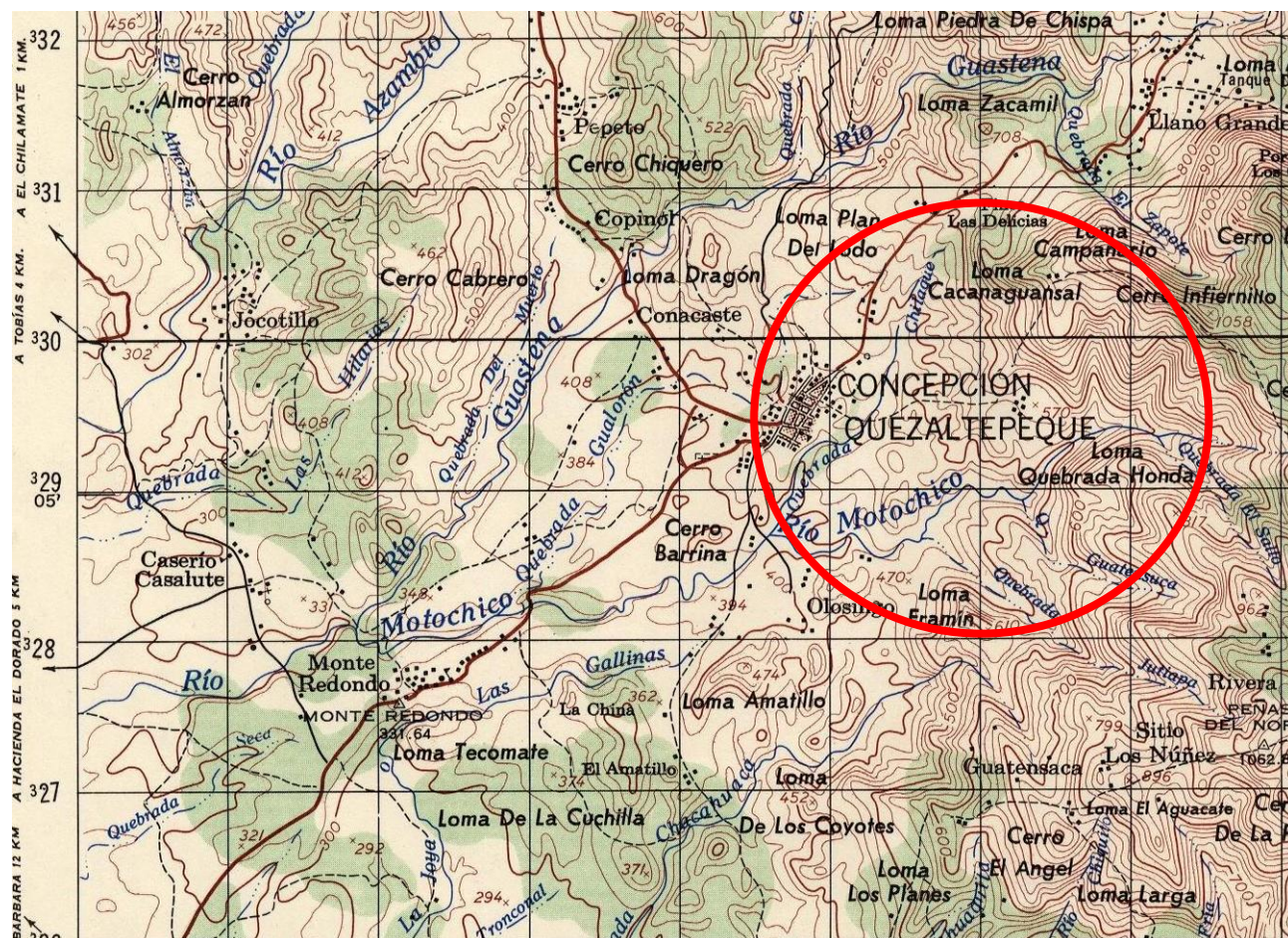


Figura 7. Mapa Topográfico de Concepción Chalatenango.

Fisiografía.

Terrenos elevados, terrazas y faldas bajas de ligeramente onduladas a accidentadas y predominantemente de poco a fuertemente diseccionadas, con formaciones interiores de espesos estratos de materiales finos piroclásticos no consolidados y usualmente sin piedras, con inclusiones de corrientes de lava del periodo Pleistoceno. Se encuentran algunas pendientes fuertes a muy fuertes y afloramientos rocosos, a lo largo de las quebradas mas profundas. El drenaje en general es bueno.

Suelos.

Los suelos principalmente son Latosoles Arcillo Rojizos profundos y fuertemente desarrollados, derivados de cenizas volcánicas no consolidadas y de otros materiales relacionados. Ellos tienen horizontes superiores franco arcillosos, pardos muy oscuros, granulares, y de ligera a moderada acidez y de espesor moderado sobre subsuelos arcillosos, de colores pardos a pardos rojizos o pardos oscuros a pardo rojizos oscuros, de estructura fuerte en bloques, con películas prominentes de arcilla, son suelos profundos. Los substratos de cenizas volcánicas, francas o franco arcillosas, pardo amarillenta y en algunos casos son cenizas y pómez blancos de texturas francas o franco gravillosas. En las áreas mas diseccionadas y precipitadas los suelos son poco profundos, predominan Los Regosoles. Ocurren intrusiones de suelos pedregosos.

Potencial Agrícola y Observaciones.

Moderado a muy alto. Las tierras con pendientes moderadas, que abarcan mas que el 40% de la unidad, son bien apropiadas para todos los cultivos anuales

que comúnmente adaptados en El Salvador. Las tierras con pendientes mas fuertes son apropiadas para cultivos perennes, incluyendo el café a elevaciones superiores a 400 metros. Usando adecuadamente fertilizantes nitrogenados y fosfatados, pueden ser obtenidos rendimientos moderadamente muy altos. La cuidadosa aplicación de practicas de conservación y de métodos de cultivos es urgente para evitar la erosión en estos suelos.

b) Latosoles Arcillo Rojizos y Litosoles. Alfisoles.

Fases onduladas a fuertemente alomadas de pedregosidad variable.

Fisiografía.

Tierras diseccionadas con topografía de ligeramente ondulada a alomadas, con algunas inclusiones de cuencas y valles en zonas calientes y bajas. En las formaciones inferiores predominan las lavas máficas y materiales piroclásticos pedregosos cementados. Hay acumulaciones de residuos intemperizados en las pendientes bajas y en los valles y cuencas. Algunas pendientes muy fuertes y escarpadas ocurren a lo largo de los cursos de drenajes mas profundos. El drenaje es generalmente bueno.

Suelos.

Los principales suelos son moderadamente profundos a profundos y ligeramente moderadamente pedregosos. Algunos son superficiales y algunos son muy pedregosos. Se encuentran afloramientos rocosos. Los horizontes superiores son de color pardo muy oscuros. Con Ph de ligera a moderadamente ácidos, franco

arcillosos y arcillosos, granulares, de variable pedregosidad. Los subsuelos, están por lo general, fuertemente desarrollados; son pardos o pardos rojizos o pardos oscuros o pardos rojizos oscuros, en bloques fuertes, arcillosos de variable pedregosidad y con películas definidas de arcilla. Están mezcladas con roca madre parcialmente intemperizada a profundidades de 75 cms a 2 metros, o mas. En algunas áreas el subsuelo es muy delgado o está ausente. Los suelos de esta unidad están caracterizados por una saturación de bases y capacidad de intercambio moderadamente alta. Son deficientes de nitrógeno o fósforo. El contenido de materia orgánica varía de moderado a bajo. La productividad es moderada.

Potencial Agrícola y Observaciones.

Moderadamente alto a bajo. Mas del 40% de estos terrenos es apto para el uso de maquinaria agrícola y para la producción de cultivos anuales como maíz, frijoles, maicillo, caña de azúcar, algodón, arroz y algunos cultivos hortícolas. Otras áreas tienen un uso agrícola limitado, y el resto es preferible para uso de pastizales y árboles forestales. Para obtener buenos rendimientos en estas tierras es necesaria la fertilización combinada de nitrógeno y fósforo.

c) Grumosoles, Litosoles y Latosoles Arcillo Rojizos. Vertisoles Alfisoles.

Fases de casi a nivel fuertemente alomadas.

Fisiografía.

Planicies, cuencas y valles disecionados con suelos no muy profundos sobre capas inferiores de rocas duras separadas por colinas rocosas y áreas muy quebradas en la

zona baja y de clima caliente. Las formaciones subyacentes son tobas pedregosas, conglomerados y algunas lavas. La topografía consiste principalmente de fases complejas y no diferenciadas, de casi a nivel a onduladas, pero con intrusiones substanciales de fases alomadas a muy accidentadas.

Suelos.

Predominan los suelos pedregosos poco profundos. Cuando las formaciones son tobas y conglomerados, en posiciones casi a nivel o cóncavos, se encuentran los suelos Grumosoles, con arcillas plásticas negras, las cuales se encogen y se rajan cuando se secan. En las pendientes convexas y precipitadas se encuentran los Litosoles con muy poco material intemperizado sobrepuesto al material madre endurecido. Donde las formaciones inferiores son lavas oscuras fracturadas, los cuales son generalmente asociaciones de Latosoles Arcillo Rojizos y Litosoles como los descritos en la unidad de mapeo anterior. Algunas intrusiones de suelos aluviales se encuentran a lo largo de los mas grandes riachuelos.

Potencial Agrícola y Observaciones.

Bajo a muy bajo. La mayoría de la tierra es apropiada solamente para pasto nativo no mejorado y para bosque bajo. Pequeñas áreas dispersas son apropiadas para cultivos tales como maicillo y algunas áreas de Grumosoles, particularmente aquellas enterradas bajo unos pocos centímetros de ceniza volcánica reciente, son apropiadas para arroz. Los rendimientos son generalmente bajos y el manejo difícil.

3.2.9 CLIMA Y PRECIPITACIONES

3.2.9.1 GENERALIDADES

A partir de información proporcionada por el Servicio Meteorológico Nacional, El Salvador está situado en la parte exterior del Cinturón Climático de los Trópicos, donde durante todo el año existen condiciones térmicas más o menos iguales (las oscilaciones diurnas de la temperatura son varias veces mayores que las anuales). Por otra parte, las precipitaciones atmosféricas muestran grandes oscilaciones durante el curso del año (con una o dos estaciones secas) y de año en año, aún durante la propia estación lluviosa.⁹

Característico de los trópicos externos son los vientos predominantes alrededor del rumbo NE conocidos como vientos alisios, también los máximos de actividad lluviosa unas semanas después del paso del Sol por el cenit (dos veces al año).

Se pueden distinguir dos estaciones y dos transiciones durante el transcurso del año, sus periodos de duración aproximado se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 13: Promedios de duración de estaciones, durante un periodo de 50 años

<i>Época del año</i>	<i>Principio</i>	<i>Final</i>	<i>Duración</i>
Estación Seca	14 de noviembre	19 abril	157 días
Transición seca- lluviosa	20 abril	20 mayo	31 días
Estación Lluviosa	21 mayo	16 octubre	149 días
Transición lluviosa- seca	17 octubre	13 de noviembre	28 días

Fuente Atlas de El Salvador, 2000. Tomado de estudio FIAS-ANDA-COSUDE, 2005

⁹ Atlas de El Salvador, 2000, Pág. 86.

De acuerdo a la altura sobre el nivel medio del mar, en la zona de estudio se pueden distinguir tres zonas climáticas de acuerdo a las definiciones climáticas de Kopén, Sapper y Lauer:

- a) Sabanas Tropicales Calientes o Tierra Caliente (De 0 a 800 msnm según Kopén)

Comprende la mayor parte de la zona del Complejo La Montañona y municipios circundantes. Las temperaturas anuales según la altura en las planicies esta entre 22° C y 28° C.

- b) Sabanas Tropicales Calurosas o Tierra Templada (de 800 a 1200 msnm según Kopén)

Esta zona se presenta en Arcatao y el la parte central de la región, mayormente en la zona del complejo La Montañona. Las temperaturas anuales promedio en las planicies altas y valles, entre 20°C y 22°C y en las faldas de las montañas entre 19°C y 21°C.

- c) Clima tropical de las alturas (De 1200 a 1800 msnm, según Kopén)

Correspondiente a una pequeña porción en la cima del cerro El Volcancillo (1640 msnm), en el Complejo La Montañona, considerada como tierra templada, en las que la tempetura anual en la planicies altas y valles oscilan entre 20°C y 16°C con posibles heladas en diciembre, enero y febrero. En las faldas de las montañas oscilan entre 19°C y 16°C, sin peligro de heladas.

El área de Concepción Quezaltepeque queda situada en la época lluviosa de mayo a noviembre, a sotavento de las montañas del Norte que originan una zona más seca

que los alrededores, que se extiende desde el río Lempa hasta la Reina como se comprueba en la figura N° 8. Concepción Quezaltepeque con 2100 mm. Es relativamente más lluviosa que otros sitios, al Oeste (Agua Caliente) y (El Paraiso).

El régimen de lluvia está caracterizado por una estación lluviosa de mayo a noviembre y una seca de diciembre a Abril separada por sendas transiciones.

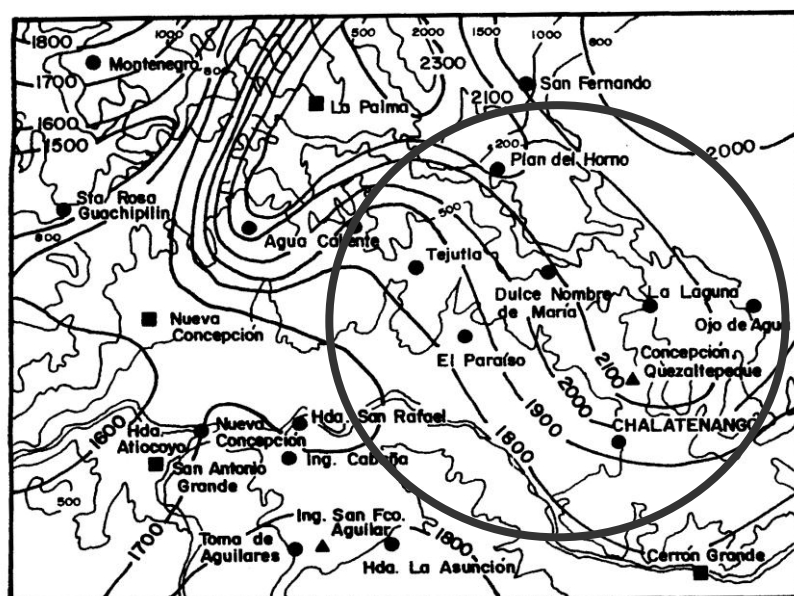


Figura N° 8. Lluvia anual media en mm, en el área de Concepción Quezaltepeque

3.2.9.2 RADIACIÓN Y LUZ SOLAR.

En el transcurso del año la radiación solar experimenta variaciones ocasionadas por la incidencia de los rayos solares, longitud del día, cuyo efecto permanente se ve influido por elementos meteorológicos como la nubosidad. En el área de estudio la máxima radiación global se registra en Marzo y Abril con $490 \text{ cal/cm}^2/\text{min}$. y la mínima en Diciembre con $402 \text{ cal/cm}^2/\text{min}$. La luz solar con un promedio de 8

horas/día, tiene su máximo en Febrero con 9.8 horas/día y un mínimo en Septiembre con 6.5 horas/día.

3.2.10 PROFUNDIDAD DEL NIVEL FREÁTICO.

Se recomienda una altura mínima de 1 a 2 mts¹⁰ en invierno (dependiendo de las características del suelo) entre la parte inferior del relleno sanitario y el nivel del agua subterránea (nivel freático), para evitar la contaminación de ésta, debido a los lixiviados productos de la descomposición de la basura.

En cuanto al nivel freático de pozos la alcaldía nos aclaro que no hay pozos cercanos al lugar . Pero que el nivel freático del pozo mas próximo a la zona se había encontrado a una profundidad de 14 mts. Y en otros pozos del municipio se encuentra a 80 mts. Y estos están a una distancia aproximadamente del lugar de 1000 mts.

3.2.11 CLASIFICACION DEL SUELO EN ESTUDIO

La clasificación del Suelo es de gran importancia para conocer el tipo de suelo que se tiene en la zona en estudio, así como también la permeabilidad de éste, estos son factores que influyen para el diseño del relleno sanitario.

Dichas pruebas las realizo el Laboratorio de Suelos y Materiales GEOCONSA (anexo No. 8).

¹⁰ Guía para el diseño, Construcción y Operación de Rellenos Sanitarios Manuales, pág. 25, autor Jorge Jaramillo, Washington, D.C. enero de 1997

3.2.11.1 EXPLORACION Y MUESTREO

Número, tipo y profundidad de los sondeos.

Se realizaron cuatro (4) sondeos continuos de Penetración Estandar Normal (SPT), basados en la Norma ASTM D 1586 y tres (3) ensayos de permeabilidad de campo por el método de Nasberg, ubicados como se muestran en el (anexo A) y cuyas profundidades máxima y mínima fueron de 4.0 y 1.5 metros, respectivamente.

Profundidad del Nivel freático. No se encontró.

Profundidad de la roca. No se determinó, no obstante se obtuvo la condición de rechazo en todos los sondeos, infiriéndose que tal condición obedece a la existencia de bloques de roca o talpetate.

Tipo de muestras extraídas. Alteradas representativas.

3.2.11.2 ENSAYOS DE LABORATORIO

ASTM D 2216 Determinación del Contenido de Humedad en el Laboratorio.

ASTM D 2488 Descripción de Suelos Procedimiento Visual Manual.

ASTM D 4318 Determinación de Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad de suelos.

3.2.11.3 RESULTADOS OBTENIDOS

Estratigrafía del Subsuelo

De acuerdo con los sondeos realizados y las profundidades de estos, el subsuelo del sitio en estudio muestra una estratigrafía de tipo regular, conformada básicamente por tres tipos de suelos, los cuales son clasificados como sigue:

ML Limo Arcilloso color café, que contiene del 20 al 40% de arena fina y finos de media compresibilidad. Este suelo presenta los siguientes parámetros de consistencia.

Límite Líquido (Ll)	46 %
Límite Plástico (Lp)	30 %
Índice Plástico (Ip)	16 %

Nota: El suelo antes descrito presenta una fuerte contaminación con basura en el sector del sondeo S2.

CH Arcilla color gris oscuro, que contiene el 10% de arena fina y finos de alta compresibilidad. Este suelo presenta los siguientes parámetros de consistencia.

Límite Líquido (Ll)	66 %
Límite Plástico (Lp)	29 %
Índice Plástico (Ip)	37 %

ML₁ Limo arenoso color beige, que contiene del 30 al 40% de arena fina a gruesa y finos de baja compresibilidad. Las muestras extraídas de este suelo presentan fragmentos de material duro tipo talpetate o toba.

Lo anteriormente expresado es mostrado en el (anexo B) de este informe, incluyendo sus contenidos de humedad y resistencia a la Penetración Estándar a lo largo de la profundidad explorada.

Contenidos de Humedad

El cuadro No. 14 muestra los valores de Contenidos de Humedad máximo, mínimo y promedio para cada uno de los sondeos realizados, habiéndose obtenido tales datos de los valores de humedad determinados a cada una de las muestras, las cuales son extraídas a cada 0.5 m de profundidad.

Cuadro No. 14 Contenidos de Humedad máximos, mínimos y promedios.

Sondeo No.	Contenido de Humedad (w %)		
	W máx.	W min.	W prom.
<i>S1</i>	34.6	8.4	22.7
<i>S2</i>	30.4	16.1	22.6
<i>S3</i>	35.9	23.6	29.3
<i>S4</i>	31.1	13.9	22.5

Capacidad de Carga

El cuadro No. 15 muestra los valores de Capacidad Admisible de Carga en kg/cm^2 obtenidos sobre la base de los resultados de resistencia a la penetración (N) del ensayo de Penetración Estándar y habiendo asumido para su cálculo una zapata de 1m x 1 m y un asentamiento en el suelo de 2.5 cm.

Cuadro No. 15. Valores de Capacidad de Carga Admisible

Prof. en Metros.	Capacidad de Carga Admisible en kg/cm ²			
	S o n d e o No.			
	S1	S2	S3	S4
0.5	1.7	*	1.1	3.5
1.0	0.7	*	0.8	3.0
1.5	0.7	*	2.2	R
2.0	0.6	*	> 5	--
2.5	0.6	1.0	R	--
3.0	1.5	2.7	--	--
3.5	R	> 5	--	--
4.0	--	R	--	--

- Contaminación con basura

R: rechazo

Permeabilidad del Suelo

La permeabilidad del suelo es uno de los parámetros que es necesario conocer para determinar si el suelo es apto en su condición natural para ser utilizado como base del relleno sanitario o si es necesario optar por transportar suelo y compactarlo para cumplir con las exigencias requeridas de impermeabilidad.

Con el propósito de conocer las características de infiltración del suelo del lugar, se realizaron tres ensayos de permeabilidad de campo, los cuales fueron basados en el método propuesto por Nasberg, que consiste básicamente en realizar una perforación con barreno manual de 9.0 cm de diámetro, incorporando al agujero una cierta cantidad de grava hasta alcanzar una altura igual a la cota absorbente de los estratos estudiados, finalmente se introduce un tubo metálico de diámetro conocido, por medio del cual se mide el volumen de agua infiltrada, permitiendo de manera previa a la toma de lecturas de tiempo y abatimiento del nivel, la estabilización del caudal infiltrado.

Es importante indicar que de acuerdo con la metodología aplicada, los resultados obtenidos de estos ensayos representan la velocidad de filtración vertical, ya que la relación H_2/D es menor de 4, siendo los valores obtenidos en estas condiciones $K = 2.9 \times 10^{-4}$, 6.2×10^{-4} y 2.1×10^{-4} cm/seg (Anexo "C").

Por lo antes expuesto en lo relativo a la capacidad de infiltración, se considera de acuerdo a la escala de valores de A. Casagrande y R. E : Fadum, que es un suelo con mal drenaje.

Cuadro No.16 Valores relativos de la permeabilidad

Permeabilidad relativa	Valor de K (cm/seg)	Suelo típico
Muy permeable	Mayor que 1×10^{-1}	Grava gruesa
Moderamente permeable	1×10^{-1} a 1×10^{-3}	Arena, arena fina
Poco permeable	1×10^{-3} a 1×10^{-5}	Arena limosa, arena sucia
Muy poco permeable	1×10^{-5} a 1×10^{-7}	Limo, arenisca fina
Impermeable	Menos que 1×10^{-7}	arcilla

Fuente : Terzaghi y Peck.

3.3 ANÁLISIS DE LOS ESTUDIOS BÁSICOS Y ASPECTOS LEGALES QUE LOS RIGEN.

El resumen de los aspectos legales presentados como requerimiento principal en el reglamento para la construcción de rellenos sanitarios manuales establecidos por el MARN (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales), se presenta en el

(anexo No. 8) A continuación se presenta el cuadro No.17 que es comparativo de las características que necesitan las áreas destinadas para la construcción de rellenos sanitarios manuales según el reglamento especial sobre el manejo integral de los desechos sólidos establecido por el MARN con las características encontradas en el sitio destinado por la alcaldía para la construcción del relleno sanitario. Esta selección se hizo sin realizar previamente el estudio de selección de sitio requerido para esta clase de proyecto, ya que la alcaldía destino el terreno donde se construirá el relleno sanitario.

Cuadro No.17 Comparación de las características que necesitan las áreas destinadas para la construcción de rellenos sanitarios manuales.

Características	Requisitos del (M.A.R.N)	Características del sitio en estudio	Resultados
Zona de recarga de acuíferos y fuentes de abastecimiento de agua potable.	Estar ubicado a una distancia que garantice que las zonas de recarga de acuíferos o de fuentes de abastecimiento de agua potable, estén libres de contaminación.	No se encuentra zona de recarga de acuíferos cerca del área destinada para la construcción del relleno sanitario.	Cumple
Permeabilidad	Que el suelo reúna características de impermeabilidad, aceptando un coeficiente máximo permisible de infiltración 10^{-7} cm/s que posea características adecuadas de remoción de contaminantes.	El coeficiente de permeabilidad se encuentra entre 6.2×10^{-4} cm/s, este dato se obtuvo por el tipo de suelo que se encontró en el sitio.	No cumple
Material de cobertura.	Contar con suficiente material terreo para la cobertura diaria de los desechos sólidos depositados durante la vida útil.	El sitio esta rodeado por cerros de los cuales es factible la extracción del material de cobertura.	Cumple
Zonas de inundación, cuerpos de agua y zonas de drenaje natural.	Estar ubicado a una distancia no perjudicial para las zonas de inundación, pantanos, marismas, cuerpos de agua, zonas de drenaje natural.	El sitio destinado para la construcción del relleno sanitario no se encuentra ubicado cerca de zonas de inundación.	Cumple

Fuente : Grupo de Tesis y Reglamento del M.A.R.N.

Características	Requisitos del (M.A.R.N)	Características del sitio en estudio	Resultados
Núcleos poblaciones.	Estar ubicado a una distancia de 500 metros de los núcleos poblacionales y con un fácil acceso por carretera o por caminos transitables en cualquier época del año.	La población mas cercana al lugar se encuentra a más de 1000 Mt. ,Además el terreno presenta fácil acceso por un camino transitable en cualquier época del año.	Cumple.
Áreas naturales protegidas y servidumbre de paso.	Estar ubicado fuera de las áreas naturales protegidas o de los ecosistemas frágiles, así como de la servidumbre de paso de acueductos, canales de riego , alcantarillados y líneas de conducción de energía eléctrica.	El sitio en estudio se encuentra fuera de áreas naturales protegidas y no hay líneas de conducción de energía eléctrica, ni otros servicios.	Cumple.
Fallas Geológicas.	Estar ubicado a una distancia mínima de 60 Metros de fallas que hayan tenido desplazamiento reciente.	No se observa ninguna falla geológica reciente cerca del sitio.	Cumple.

Fuente : Grupo de Tesis y Reglamento del M.A.R.N.

CAPITULO IV

“DISEÑO Y PRESUPUESTO DEL

RELLENO SANITARIO

MANUAL”

4.1 DISEÑO DE RUTAS DE RECOLECCION.

El diseño de rutas es un proceso de prueba y error que requiere de cierta experiencia, sin embargo se puede definir algunos criterios generales que ayuden a trazar las primeras rutas.

Algunos de estos criterios son:

- Identificar las políticas y regulaciones de la municipalidad relacionadas con los puntos de recolección y su frecuencia.
- Aprovechar toda la capacidad de los vehículos recolectores.
- Aprovechar la jornada de trabajo del personal.
- Reducir al mínimo los periodos improductivos sin recolección.
- En áreas con topografía accidentada, las rutas deben de comenzar en el punto más alto y luego comenzar a bajar.
- Las rutas deben ser trazadas de tal manera que el último recipiente o contenedor de la ruta esté ubicado lo más cerca posible del sitio de disposición final.
- Que cubra a toda la población.
- De ser posible trazar las rutas de tal forma que estas inicien y terminen cerca de arterias principales, utilizando barreras topográficas y naturales como límites de la ruta.
- Que se realice en el menor tiempo posible.

- Desechos generados en zonas con congestionamiento de tráfico deben ser recolectados tan temprano como sea posible.
- Puntos de producción donde se generan cantidades muy grandes de desechos deben ser cubiertos durante la primera parte del día.

4.1.1 TRAZADO DE RUTAS.

Para iniciar el diseño de las rutas es conveniente dividir la ciudad o área de interés en zonas, las zonas en sectores y los sectores en rutas de recolección, los pasos a seguir son:

- Preparar los mapas del área de interés mostrando datos e información relativa a las fuentes de generación.
- Análisis de los datos y preparación de cuadros resumen de la información.
- Trazado preliminar de rutas.
- Comparación de las rutas preliminares y el desarrollo de las rutas balanceadas por prueba y error.

Las rutas de recolección dentro de un sector para los sistemas de recolección domiciliar manual en la acera pueden diseñarse siguiendo las siguientes diagramaciones:

- a) Recorrido en moño.
- b) Recorrido en semicírculo.

c) Recorrido en espiral.

d) Recorrido ondulado.

Se recomienda utilizar siempre que sea posible el recorrido ondulado que es el más eficiente¹².

El diseño de la ruta de recolección (trazado preliminar) para el municipio involucrado en el proyecto se presenta en el anexo No.9. La cual se hizo en base a recorrido ondulado.

4.1.2 CONTROL DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN.

No basta con diseñar un buen sistema de recolección, si no hay que tener en cuenta un buen sistema de control que garantice la operación de acuerdo a lo estipulado, que permita detectar y corregir problemas cuando estos ocurren, responder adecuadamente a las emergencias y dar un servicio de calidad a los usuarios. Para ello es necesario que se controlen algunos factores que afectan al servicio:

- Cobertura diaria del servicio.
- Carga del vehículo.
- Tiempo

²²Recolección y Disposición final de la Basura: Un Servicio Publico Municipal, sección 3.3 ;programa DEMUCA, Septiembre de1995.

- Costos.

4.1.2.1 COBERTURA DIARIA DEL SERVICIO.

Es necesario verificar que se cumple con el programa de rutas diario. Para ello es necesario que exista un supervisor de rutas que verifique que se está dando la cobertura estipulada y en caso de emergencia (reparación de calles, instalación de tuberías, construcción de calles, etc.) diseñar rutas alternas. La ruta propuesta cumple con la cobertura diaria del servicio la cual es de 6 a.m a 12 a.m.

4.1.2.2 CARGA DEL VEHÍCULO.

Otro parámetro que hay que controlar es la carga del vehículo recolector. Si el vehículo al final de su ruta de recolección no está completamente lleno se debe rediseñar la ruta de recolección para hacer uso de toda su capacidad de carga. Con la ruta propuesta el vehículo logra transportar aproximadamente 1.74 ton/día.

4.1.2.3 TIEMPO.

Es importante controlar el tiempo empleado durante todo el proceso de recolección para reducir las ineficiencias y los tiempos de no recolección que son causados por falta de responsabilidad de los operarios. Con la ruta propuesta el vehículo realiza tres viajes en los días que se efectúa la recolección de los desechos sólidos.

4.1.2.4 **COSTOS.**

El responsable del sistema de recolección deberá tener un control sobre los costos de la operación del mismo y detectar posibles problemas y sugerir cambios en la operación del sistema.(los costos que tienen del municipio para el sistema de recolección ver capítulo II)

4.2 **DISEÑO DEL RELLENO SANITARIO MANUAL.**

Finalizada la etapa de los estudios básicos del sitio seleccionado para el diseño del relleno sanitario manual, corresponde realizar la etapa del diseño y presupuesto necesario para la ejecución del proyecto.

Para un buen diseño es indispensable la visita de campo, por lo que se realizó ésta, para confrontar los planos con el terreno y así poder identificar mejor el área a rellenar y sus alrededores, la vía interna de acceso, drenajes, el método constructivo, y el origen de la tierra de cobertura del terreno en estudio cuya extensión es de 16,067.59 m² (ver plano N° 1).

4.2.1 CALCULO DEL VOLUMEN NECESARIO.

Los requerimientos de espacio del relleno sanitario están en función de:

- La producción diaria de los desechos sólidos si se espera tener una cobertura del 100%, para nuestro caso es de 1.74 ton/día, para el municipio en estudio.
- La densidad de los desechos sólidos estabilizados¹³ en el relleno sanitario manual, será de 550 Kg/m³.
- La cantidad de material de cobertura (20 – 25)% del volumen estabilizado de los desechos.

4.2.1.1 VOLUMEN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS.

Con la producción diaria y la densidad de los desechos sólidos estabilizados del municipio en estudio se obtendrá el volumen diario y anual de desechos sólidos que se requieren disponer, es decir:

$$V_{\text{diario}} = \frac{DSp}{Drsm}$$

$$V_{\text{anual}} = V_{\text{diario}} * 365$$

Donde:

¹³ Este dato se tomo de la Guía para la Construcción y Operación de Rellenos Sanitarios Manuales; sección 5.1.2.1 Pág. 91 autor: Jorge Jaramillo.

V_{diario} = volumen de desechos sólidos a disponer en un día ($\text{m}^3/\text{día}$)

V_{anual} = volumen de desechos sólidos en un año ($\text{m}^3/\text{año}$)

D_{sp} = cantidad de desechos sólidos producidos (Kg./día)

365 = equivalente a un año (días)

D_{rsm} = densidad de los desechos sólidos recién compactados, (450 Kg./ m^3) y estabilizados (550 Kg./ m^3)

El cálculo del volumen necesario se muestra en el cuadro No. 19 , en las columnas 6, 7 y 8, donde se calcula el volumen de los desechos sólidos; diarios y anuales, compactados y estabilizados por un año respectivamente.

4.2.1.2 VOLUMEN DEL RELLENO SANITARIO.

De esta manera, se puede calcular el volumen del relleno sanitario manual para el primer año, afectando el valor anterior por el material de cobertura (que por su difícil determinación se le aplicara un factor) así:

$$V_{\text{rs}} = V_{\text{anual}} * MC$$

Donde:

V_{rs} = volumen del relleno sanitario ($\text{m}^3/\text{año}$)

MC = factor del material de cobertura (1.25)

Los datos obtenidos se muestran en el cuadro No. 19; columna 9 y para conocer el volumen total ocupado durante la vida útil se tiene:

$$V_{rs_{vu}} = \sum_{i=1}^n V_{rs}$$

Donde:

$V_{rs_{vu}}$ = volumen del relleno sanitario durante la vida útil (m^3)

n = número de años

Los datos obtenidos se muestran en el cuadro No. 19, columna 10, es decir, los valores acumulados anualmente.

4.2.2 CÁLCULO DEL ÁREA REQUERIDA.

Con el volumen calculado se puede estimar el área requerida para la construcción del relleno sanitario, solamente si se puede estimar en forma aproximada la profundidad o altura del relleno.

El área requerida para la construcción del relleno sanitario manual depende principalmente de factores como:

- Cantidad de desechos sólidos a disponer
- Cantidad de material de cobertura
- Densidad de compactación de los desechos sólidos
- Profundidad o altura del relleno sanitario
- Capacidad volumétrica del terreno
- Áreas adicionales para obras complementarias

Para el cálculo del área requerida del relleno sanitario manual, se utilizara la siguiente formula:

$$A_{rs} = \frac{V_{rs}}{H_{rs}}$$

Donde:

V_{rs} = volumen necesario del relleno sanitario ($m^3/año$)

A_{rs} = área a rellenar sucesivamente

H_{rs} = altura o profundidad media del relleno sanitario (m)

Los datos obtenidos al aplicar la formula anterior se muestran en el cuadro No. 19, columna 11.

Y el área total requerida se obtendrá de la siguiente manera:

$$A_T = F * A_{rs}$$

Donde:

A_T = área total requerida (m^2)

F = factor de aumento del área adicional requerida para las vías de acceso, áreas de aislamiento, caseta para portería e instalaciones sanitarias, patio de maniobras, etc.

Éste se considera entre un 20 – 40% del área a rellenar.

Los resultados se muestran en el cuadro No. 19, columna 12.

4.2.3 PROCEDIMIENTO DE LOS CALCULOS EFECTUADOS PARA COMPLETAR EL CUADRO NO. 19

En el capítulo II se efectuó un diagnóstico actual de los desechos sólidos comunes producidos por el municipio de Concepción Quezaltepeque, y se obtuvieron los siguientes datos:

- Población del área urbana de los municipios en estudio para el año 2006 (cuadro No.4) el cual se tomara como año cero, con la fórmula del método de crecimiento geométrico se proyectara la población de cada uno del municipio para 20 años. Los datos obtenidos se presentan a continuación en el cuadro No.18.

$P_f = P_1 (1 + r)^n$	Año
$P_0 = 3055$	0
$P_1 = 3055 (1 + 0.0029)^1 = 3064 \text{ hab.}$	1
$P_2 = 3055 (1 + 0.0029)^2 = 3073 \text{ hab.}$	2
... = =
$P_{20} = 3055 (1 + 0.0029)^{20} = 3237 \text{ hab.}$	20

La población total para cada año se traslada a la columna 1 del cuadro 19.

- Producción diaria de los desechos sólidos = 1.74 ton/día
- Cobertura del servicio = 100%

- Densidad de los desechos sólidos compactados en el RSM 450 Kg./ m^3
- Densidad de los desechos sólidos estabilizados en el RSM = 550 Kg./ m^3

4.2.3.1 **PRODUCCIÓN PERCAPITA.**

La producción percapita (pp_c) se calculó en el capítulo II, sección 2.3.4 teniendo para el año en estudio (2006) una $pp_{c0} = 0.57 \text{ Kg./hab/día}$. Se estima que la producción percapita aumente en un 1% anual. Los datos obtenidos se presentan en la columna 2 del cuadro 19.

$$pp_{c1} = pp_{c0} + (1\%)$$

$$pp_{c1} = 0.57 * 1.01 = 0.5757 \text{ Kg./hab/día}$$

$$pp_{c2} = pp_{c1} + (1\%)$$

$$pp_{c2} = 0.5757 * 1.01 = 0.5815 \text{ Kg./hab/día}$$

Y así sucesivamente se calcula la pp_c para los demás años.

Cuadro No.18: Población proyectada para 20 años del área urbana del municipio en
Estudio.

Municipio	CONCEPCIÓN QUEZALTEPEQUE
Año	
0	3055
1	3064
2	3073
3	3082
4	3091
5	3100
6	3109
7	3118
8	3127
9	3136
10	3145
11	3154
12	3163
13	3172
14	3181
15	3191
16	3200
17	3209
18	3218
19	3228
20	3237

Fuente: Grupo de Tesis

4.2.3.2 CANTIDAD DE DESECHOS.

Producción diaria:

$$Dsp_0 = pob_0 * pp_{e0}$$

$$Dsp_0 = 3055 * 0.57 = 1.74 \text{ ton/día}$$

Esto es de la población urbana del municipio en estudio. En el capítulo II se obtuvo un $Ds_{total} = 1.74 \text{ ton/día}$ en este dato se incluye lo que se genera en el municipio de Concepción Quezaltepeque.

Entonces se le aumentara este porcentaje para cada año, los datos obtenidos se muestran en la columna 3 del cuadro 19.

$$Dsp_0 = 3055 * (0.57\%)$$

$$Dsp_0 = 1741.35 \text{ Kg./día}$$

$$= 1.74 \text{ ton/día}$$

Producción anual: se calcula multiplicando la producción diaria de los desechos sólidos por los 365 días del año (columna 4, cuadro 19)

$$Dsp_{0 \text{ (anual)}} = Dsp_0 * 365$$

$$Dsp_{0 \text{ (anual)}} = \frac{1741.35 * 365}{1000} = 635.59 \text{ ton/año}$$

Y así sucesivamente para los demás años.

4.2.3.3 VOLUMEN DE LOS DESECHOS SÓLIDOS.

Volumen diario compactado:

$$V(\text{diario comp.}) = (Dsp/Drsm)$$

$$V_0(\text{diario comp.}) = (Dsp_0/ Drsm)$$

$$V_0(\text{diario comp.}) = 1741.35/450 = 3.87 \text{ m}^3/\text{día} \text{ (columna 6, cuadro 19)}$$

Volumen anual compactado:

$$V (\text{anual comp.}) = (D_{sp}/D_{rsm}) * 365$$

$$V_o (\text{anual comp.}) = (D_{sp_0}/D_{rsm}) * 365$$

$$= (1741.35/450) * 365$$

$$= 1412.43 \text{ m}^3/\text{año} (\text{columna 7, cuadro 19})$$

Volumen anual estabilizado:

$$V (\text{anual estabilizado}) = (D_{sp}/D_{rsm}) * 365$$

$$V (\text{anual estabilizado}) = (D_{sp_0}/D_{rsm}) * 365$$

$$= (1741.35/550) * 365$$

$$= 1155.62 \text{ m}^3/\text{año} (\text{columna 8, cuadro 19})$$

Volumen del relleno sanitario:

El volumen del relleno sanitario está conformado por los desechos sólidos y el material de cobertura. Para nuestro caso se estima como material de cobertura el 25% del volumen de la basura.

$$V_{rs} = V_{\text{anual}} * MC$$

$$V_{rs_0} = V_o(\text{anual}) * MC$$

$$V_{rs_0} = 1155.62 * 1.25 = 1444.53 \text{ m}^3/\text{año}$$

En la columna 10 se presenta el volumen del relleno sanitario acumulado anualmente, permitiendo identificar la vida útil del relleno al compararla con la capacidad volumétrica del sitio.

4.2.3.4 CÁLCULO DEL ÁREA REQUERIDA.

Cálculo del área a rellenar: si se asume una profundidad promedio de 3 mt, las necesidades de área serán;

El año en estudio (año cero)

$$A_{rs0} = V_{rs0} = \frac{1444.53}{3} = 481.51 \text{ m}^2$$

En la columna 11, se podrá observar el área necesaria para los demás años, si se trabaja a partir de los datos acumulados en la columna 10 cuadro 19.

Cálculo del área total: teniendo en cuenta un factor de aumento, para las áreas adicionales. En este caso se asume un 30%.

Para el año en estudio (año cero)

$$A_T = F * A_{rs} = 1.30 * 481.51 = 625.96 \text{ m}^2$$

Y así sucesivamente para los demás años, los datos obtenidos se presentan en la columna 12 del cuadro 19.

4.2.4 SELECCIÓN DEL METODO.

El método constructivo y la seguridad de operación de un relleno sanitario están determinados principalmente por la topografía del terreno escogido, las características del suelo, aunque también depende del material de cobertura que se utilizará y de la profundidad del nivel freático.

Por lo tanto es necesario presentar los planos que oriente el inicio de las operaciones así como el avance de la obra, además de la configuración final que tendrá el relleno sanitario.

La configuración topográfica del sitio en estudio se obtuvo por medio de un levantamiento planimétrico y altimétrico del mismo, como se puede observar en el Plano No.1, el cual servirá de base para el cálculo de áreas y volúmenes que se utilizarán para el diseño de toda la obra.

El método que mejor se adapta a las condiciones del terreno es el método de área, ya que por las condiciones topográficas del sitio requieren de un trabajo de terracería previo.

Cuadro 19
VOLUMEN Y ÁREA REQUERIDA

AÑO	POBLACIÓN (hab)	PPC (Kg /hab /día)	CANTIDAD DE DESECHOS SÓLIDOS			VOLUMEN DE DESECHOS SÓLIDOS					ÁREA REQUERIDA	
			DIARIO (Kg)	ANUAL (Ton)	ACUMULADA (Ton)	COMPACTADOS		ESTABILIZADO ANUAL (m3)	RELLENOS		RELLENO ARS. (m2)	TOTAL AT (m2)
						DIARIO (m3)	ANUAL (m3)		(DS+MS) ANUAL	ACUMULADO (m3)		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
0	3055	0.5700	1741.35	635.59	635.59	3.87	1412.43	1155.62	1444.53	1444.53	481.51	625.96
1	3064	0.5757	1763.94	643.84	1279.43	3.92	1430.76	1170.62	1463.27	2907.80	969.27	1260.05
2	3073	0.5815	1786.82	652.19	1931.62	3.97	1449.31	1185.80	1482.25	4390.05	1463.35	1902.35
3	3082	0.5873	1809.97	660.64	2592.26	4.02	1468.09	1201.16	1501.45	5891.50	1963.83	2552.98
4	3091	0.5931	1833.41	669.19	3261.45	4.07	1487.10	1216.72	1520.90	7412.40	2470.80	3212.04
5	3100	0.5991	1857.13	677.85	3939.31	4.13	1506.34	1232.46	1540.58	8952.97	2984.32	3879.62
6	3109	0.6051	1881.15	686.62	4625.93	4.18	1525.82	1248.40	1560.50	10513.48	3504.49	4555.84
7	3118	0.6111	1905.46	695.49	5321.42	4.23	1545.54	1264.53	1580.67	12094.14	4031.38	5240.80
8	3127	0.6172	1930.07	704.48	6025.90	4.29	1565.50	1280.87	1601.08	13695.23	4565.08	5934.60
9	3136	0.6234	1954.98	713.57	6739.47	4.34	1585.71	1297.40	1621.75	15316.98	5105.66	6637.36
10	3145	0.6296	1980.20	722.77	7462.24	4.40	1606.16	1314.13	1642.67	16959.64	5653.21	7349.18
11	3154	0.6359	2005.73	732.09	8194.33	4.46	1626.87	1331.07	1663.84	18623.48	6207.83	8070.18
12	3163	0.6423	2031.56	741.52	8935.85	4.51	1647.82	1348.22	1685.27	20308.76	6769.59	8800.46
13	3172	0.6487	2057.72	751.07	9686.92	4.57	1669.04	1365.58	1706.97	22015.73	7338.58	9540.15
14	3181	0.6552	2084.19	760.73	10447.65	4.63	1690.51	1383.15	1728.93	23744.66	7914.89	10289.35
15	3191	0.6618	2111.65	770.75	11218.40	4.69	1712.78	1401.37	1751.71	25496.37	8498.79	11048.43
16	3200	0.6684	2138.78	780.66	11999.06	4.75	1734.79	1419.37	1774.22	27270.59	9090.20	11817.26
17	3209	0.6751	2166.25	790.68	12789.74	4.81	1757.07	1437.60	1797.00	29067.59	9689.20	12595.96
18	3218	0.6818	2194.05	800.83	13590.57	4.88	1779.61	1456.05	1820.06	30887.65	10295.88	13384.65
19	3228	0.6886	2222.87	811.35	14401.91	4.94	1803.00	1475.18	1843.97	32731.62	10910.54	14183.70
20	3237	0.6955	2251.36	821.75	15223.66	5.00	1826.10	1494.08	1867.61	34599.23	11533.08	14993.00

Fuente Grupo de tesis

Configuración inicial.

Para iniciar las operaciones del relleno sanitario es requerido determinar los niveles de desplante del suelo el cual soportara los desechos sólidos, el terreno debe ser preparado y adecuado para la obtención de las diferentes terrazas y del material de cobertura. Ver plano 2 (configuración de terrazas y niveles de desplante).

Se propone el acondicionamiento, con una base de suelo impermeable, con un coeficiente de máxima permeabilidad de infiltración no superior a los 10^{-7} cm/s, de un espesor mínimo de 50 cms. y con una compactación del 95% (ver anexo 8).

Configuración final del terreno

La configuración final del relleno sanitario es la conformación del terreno una vez se termine su vida útil, en la que al final, se tiene proyectado la realización de una área de reforestación que ayudara al medio ambiente. Ver plano 4.

4.2.4.1 MÉTODO DE ÁREA.

Debido a las características topográficas del terreno se opto por el método de área, es decir por ser ésta una zona de depresiones naturales las cuales se pretenden transformar y llenar con los desechos sólidos producidos por el municipio en estudio.

La capacidad volumétrica del sitio es el volumen total disponible del terreno para recibir y almacenar basura y el material de cobertura que conforman el relleno sanitario. Es decir, el volumen comprendido entre la superficie de desplante y la superficie final del relleno, para lo cual es indispensable determinar la capacidad volumétrica del terreno.

Utilizando el método a partir de las curvas de nivel, el cual consiste en determinar la capacidad existente en el terreno entre los planos horizontales, lo que requiere calcular las áreas de las intersecciones de esos planos con el terreno y multiplicarlas, luego de promediarlas por la diferencia de altura que las separa. Este método nos facilita el cálculo ya que el levantamiento topográfico tiene curvas a nivel a cada metro dándonos una mayor precisión en la capacidad volumétrica. La obtención de los datos se obtuvo por medio de un programa por computadora cuyos resultados se presentan en el cuadro No. 20.

4.2.5 CÁLCULO DE LA VIDA UTIL.

El volumen comprendido entre las configuraciones inicial y final del terreno (volumen del relleno sanitario manual) fue calculado por un programa de computadora, cuyos resultados se muestran en el cuadro No. 20.

Cuadro No.20 Capacidad, vida útil y material de cobertura por terraza.

Terraza	Nivel (mt.)	Área (m2)	Volumen de corte (m3)	Volumen de relleno (m3)	V total (m3)	Material de cobertura (m3)
1	390	3495.48	17795.40	2137.50	9521.75	2380.44
2	394	2339.15	19541.75	2010.00	5994.66	1498.67
3	397	2550.24	16790.17	2827.75	6738.71	1684.68
TOTAL			54127.32	6975.25	22255.12	5563.79

Fuente: Grupo de Tesis.

Material sobrante = Volumen de Corte – Volumen del material de Cobertura

$$= (54127.32 - 5563.79) \text{ m}^3$$

$$= 48563.53 \text{ m}^3 \text{ (se utilizará en cobertura final del proyecto).}$$

La sumatoria del volumen total de cada una de las terrazas es de 22255.12, al comparar este valor con la columna 10 del cuadro 19, donde aparecen los volúmenes acumulados de los desechos por año, se tiene que éste se encuentra entre el rango de 13 y 14 (columna cero), interpolando se obtuvo un valor de aproximadamente 13.13.

Entonces concluimos que la vida útil aproximada del relleno sanitario manual será de **13.13 años**. Es de aclarar que esta vida útil puede ser aumentada si se utilizan los métodos de reducción, reciclaje y Rehúso.

4.2.6 CÁLCULO Y DISEÑO DE LA CELDA DIARIA.

La celda diaria se define como la unidad básica de construcción del relleno sanitario; se asemeja a un pequeño bloque, y está constituida por la cantidad de basura que se entierra en un día por la tierra necesaria para cubrirla. Las dimensiones de la celda diaria varían en cada caso y se definen teóricamente como un paralelepípedo. Su ancho equivale al frente del trabajo, el largo o avance está definido por la cantidad de basura que llega al relleno en un día, y la altura se limita a un metro o ½ metro para lograr una mayor compactación.

Para el municipio en estudio se tiene una producción de 1.74 ton/día y se considera que el relleno sanitario operara seis días a la semana, entonces tenemos:

La cantidad de basura en el relleno sanitario manual:

$$DSrs = DSp * 7/d_{hab}$$

Donde:

DSrs = cantidad media diaria de desechos sólidos en el relleno sanitario (Kg./día)

DSp = cantidad de desechos sólidos producidos por día (Kg./día)

d_{hab} = días hábiles o laborales en una semana

$$DSrs = 1741.35 * (7/6)$$

$$DSrs = 2031.58 \text{ Kg./día laboral.}$$

Volumen de la celda diaria:

$$Vc = (DSrs/Drsm) * MC$$

Donde:

V_c = volumen de la celda diaria (m^3)

D_{rsm} = densidad de los desechos sólidos recién compactados en el relleno sanitario manual (450 Kg./m^3)

MC = factor de material de cobertura (25%)

$$V_c = \frac{2031.58}{450} * 1.25 \quad V_c = 5.64 \text{ m}^3/\text{día laboral}$$

Dimensiones de la celda

Área de la celda

$$A_c = V_c/H_c$$

Donde:

A_c = área de la celda ($m^2/\text{día}$)

H_c = altura de la celda (mt) se tomara de 1 mt.

$$A_c = (5.64/1) = 5.64 \text{ m}^2/\text{día}$$

El largo o avance de la celda estará sujeto a las variaciones normales del ingreso de la basura, mientras que el ancho o frente se mantendrá con 3.5 mt, es decir:

$$L = A_c/a$$

Donde:

a = ancho o frente de trabajo

$$L = (5.64/3.5) = 1.61 \text{ mt}$$

Los detalles de la celda se presentan en la figura N° 9.

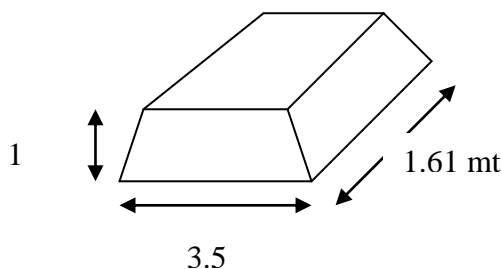


Figura N° 9 dimensiones de la celda diaria

4.2.7 CONFIGURACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE TERRAZAS.

La parte del terreno donde se proyecta la realización del relleno sanitario manual tiene una extensión de $16,067.59 \text{ m}^2$ y está ubicado en la parte oriente del sitio en estudio.

El área destinada para las lagunas de estabilización debe de ser el punto mas bajo. Cuyo nivel de desplante sera de 386 mts.

El diseño consta de una configuración de 3 terrazas. Debido a las condiciones del terreno (ver plano No.2) .

Primero se deberá realizar la terraza 1 cuyo nivel de desplante es de 390 mt de ahí en adelante las demás terrazas se harán una por una, cuyo material que resulte de la terracería servirá para el cubrimiento de la celda diaria.

Los taludes de corte se dejaran con una pendiente de 1:1 (H – V) y los de relleno quedaran con una pendiente de 3:1 (H – V). La terrecería comenzara después que el sitio esté adecuado con sus obras complementarias como lo son; la calle de acceso principal (ver plano N° 2) que permitirá poder ingresar a todas las terrazas, ésta tendrá una

pendiente del 8% y 5% respectivamente e iniciará en el portón principal y terminara en el área donde se encontraran las lagunas de estabilización, caseta de control, baños, etc.

4.2.8 CALCULO DE LA MANO DE OBRA.

La mano de obra necesaria en la operación manual del relleno sanitario para conformar la celda diaria depende de:

- La cantidad de desechos sólidos a disponer
- La disponibilidad y tipo de material de cobertura
- Los días laborales en el relleno
- La duración de la jornada diaria
- Las condiciones del clima
- La descarga de los desechos sólidos en el frente de trabajo o distante de él
- El rendimiento de los trabajadores

4.2.8.1 NÚMERO DE TRABAJADORES

Para calcular el número de trabajadores necesarios en el relleno sanitario manual se utilizaran los rendimientos¹⁴ que se muestran en el cuadro 20, en los cuales se considera una jornada de ocho horas diarias, con un tiempo efectivo de seis horas.

Celda diaria = volumen de los desechos sólidos + material de cobertura (25%)

$$\text{Volumen de DS} = \frac{2031.58 \text{ Kg./día}}{450 \text{ Kg./m}^3} = 4.51 \text{ m}^3/\text{día}$$

14 Guía para el Diseño, Construcción y Operación de Rellenos Sanitarios Manuales. Autor: Jorge Jaramillo Washington, D.C, Enero DE 1997. sección 5.6.

$$\text{Volumen de tierra} = 4.51(\text{m}^3/\text{día}) * 0.25 = 1.13 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$\text{Volumen de la celda diaria} = (4.51 + 1.13) \text{ m}^3/\text{día}$$

$$= 5.64 \text{ m}^3/\text{día} (\text{hc} = 1 \text{ mt})$$

Ahora de acuerdo con las distintas operaciones y rendimientos se tiene el número de trabajadores. El resultado se muestra en el cuadro 21.

Cuadro No.20 Rendimientos para el cálculo del número de trabajadores.

Operación	Rendimiento
Movimiento de desechos	0.95 ton/h - h
Compactación de desechos	20 m ² /h - h
Movimiento de tierra	0.35 m ³ /h - h
Compactación de la celda	20 m ² /h - h

Fuente: 11.

Cuadro No.21 Cálculo del número de trabajadores.

Operación	Rendimiento	Hombre/día
Movimiento de desechos	$\frac{1.74 \text{ ton/día}}{0.95 \text{ ton/h - h}} * \frac{1.0}{6\text{hrs}}$	0.31
Compactación de desechos	$\frac{5.64 \text{ m}^2}{20 \text{ m}^2/\text{h - h}} * \frac{1.0}{6\text{hrs}}$	0.047
Movimiento de tierra	$\frac{1.13 \text{ m}^3}{0.35 \text{ m}^3/\text{h - h}} * \frac{1.0}{6\text{hrs}}$	0.54
Compactación de la celda	$\frac{5.64 \text{ m}^2}{20 \text{ m}^2/\text{h - h}} * \frac{1.0}{6\text{hrs}}$	0.047

Fuente: Grupo de Tesis

El total de hombres será de $(0.31 + 0.047 + 0.54 + 0.047) = 0.94 \approx 2$ *hombre*.

Lo anterior significa que este relleno sanitario podrá ser operado con un total de 2 hombres aproximadamente (equivalente a un rendimiento de 0.54 ton/día). Como se anoto, el número de hombres dependerá de cuan cerca esté el frente de trabajo para la descarga de los desechos sólidos y el material de cobertura, de las condiciones del clima (época de lluvia) y por supuesto de las variaciones de la cantidad de desechos sólidos recibidos en el relleno sanitario fundamentalmente.

4.3 DISEÑO DE LAS OBRAS DE DRENAJE

4.3.1 ANÁLISIS HIDROLÓGICO.

La determinación de la precipitación pluvial del lugar donde se pretende desarrollar un relleno sanitario, es de suma importancia, de manera que se logre prever las características de los drenajes y las obras que se vayan a necesitar a fin de atenuar la producción de lixiviados, interceptando y desviando el escurrimiento superficial y la evacuación de los gases, para evitar la contaminación de los mantos acuíferos subterráneos, la atmósfera y el agua superficial; por tanto, resulta necesario construir obras de drenaje con dimensiones tales que sean adecuadas y apropiadas a las condiciones climáticas locales, tales como: precipitación, área tributaria, características del suelo, vegetación y relieve topográfico del lugar de estudio.

4.3.2 ANÁLISIS DEL TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC).

El tiempo de concentración (T_c) se define como el tiempo que tarda la gota mas lejana en llegar al punto de interés, de manera que éste proporcione el caudal máximo cuando la lluvia tenga esta duración. Cuando el tiempo de lluvia sea menor a T_c , el caudal no llegará a su máximo. El cálculo del tiempo de concentración se basa en las características fisiográficas de la cuenca de estudio (para nuestro caso se estudiaron por separado las cuencas de los ríos Guastena y Motochico), que para este caso en particular son las siguientes:

Longitud del cauce mas largo = 7.315 Km. (río Guastena)

Área total de la cuenca = 26.97 Km² (total de cuencas río Guastena y Motochico).

Elevación máxima = 1300 m.s.n.m. (cerro El Pito)

Elevación mínima = 370 m.s.n.m. (punto de intersección de ambos ríos).

Formula para calcular el tiempo de concentración T_c para cuencas pequeñas:

$$T_c = \frac{(A)^{1/2} + 1.5 \times L_c}{0.80 \times (\Delta H)^{1/2}}$$

donde:

T_c = Tiempo de concentración

L_c = Longitud del cauce mas largo.

A = Área total de la cuenca.

ΔH = Diferencia de nivel entre el punto mas alto y el punto mas bajo.

Por tanto los datos son los siguientes:

L_c = 7.315 Km.

$$A = 26.97 \text{ Km}^2$$

$$\Delta H = 930 \text{ m}$$

Sustituyendo estos valores en la formula se tiene:

$$T_c = \frac{(26.97)^{1/2} + 1.5 \times 7.315}{0.80 \times (930)^{1/2}}$$

$$T_c = 0.66 \text{ horas.}$$

$$T_c = 39.8 \text{ minutos.}$$

Utilizaremos para nuestro análisis un tiempo de concentración de 45 minutos.

De acuerdo a los datos propuestos por la estación meteorológica CONCEPCIÓN QUEZALTEPEQUE (ver tabla 1 y fig. No. 10 Curvas I-D-F), para un Tiempo de Concentración de 45 minutos y un periodo de retorno de 5 años, la intensidad máxima esperada es de 1.6 milímetros por minuto.

Tabla 1. Registro de Intensidades de Lluvia, Estación Meteorológica “Concepción Quezaltepeque”.

ESTACION: CONCEPCION QUEZALTEPEQUE
 INTENSIDAD DE PRECIPITACION MAXIMA
 ANUAL MILIMETROS/MINUTOS

INDICE: G-12
 ELEVACION: 450 m.s.n.d.m.
 LATITUD: 14 05.5 min. N
 LONGITUD: 88 57.4 min. W

AÑO	05min	10min	15min	20min	30min	45min	60min	90min	120min	150min	180min
1971	2.02	1.71	1.61	1.50	1.27	0.89	0.80	0.61	0.55	0.50	0.18
1972	2.90	2.07	1.79	1.54	1.36	1.13	0.94	0.70	0.55	0.44	0.42
1973	2.52	2.48	2.85	2.22	1.72	1.42	1.13	0.85	0.70	0.58	0.53
1974	3.60	2.73	2.65	2.58	2.14	1.78	1.38	0.93	0.70	0.57	0.49
1975	3.02	2.85	2.40	2.14	1.82	1.44	1.22	0.84	0.64	0.52	0.44
1976	2.40	2.23	1.83	1.58	1.37	0.94	0.87	0.88	0.69	0.56	0.47
1977	3.92	2.94	2.60	2.37	1.70	1.16	0.87	0.58	0.47	0.35	0.30
1978	3.36	2.72	1.91	1.47	1.16	1.04	0.96	0.73	0.56	0.45	0.37
1979	4.70	3.00	2.33	2.10	1.55	1.08	0.88	0.60	0.56	0.32	0.27
1980	4.00	3.00	2.54	2.22	1.84	1.63	1.40	1.07	0.82	0.66	0.55
1981	2.90	2.18	1.98	1.64	1.43	1.05	0.84	0.57	0.40	0.32	0.28
1982	2.12	1.89	1.53	1.44	1.37	1.00	0.78	0.54	0.40	0.34	0.30

4.3.3 PENDIENTE MEDIA DE LA ZONA DE ESTUDIO (S).

La pendiente media de la zona en estudio, se determinó mediante la formula siguiente:

$$S = \frac{D \times \sum L}{A}$$

Donde:

S: Pendiente media de la cuenca (%).

D: Intervalo ente curvas de nivel (metros).

$\sum L$: Sumatoria de longitudes de los contornos de las curvas (mts).

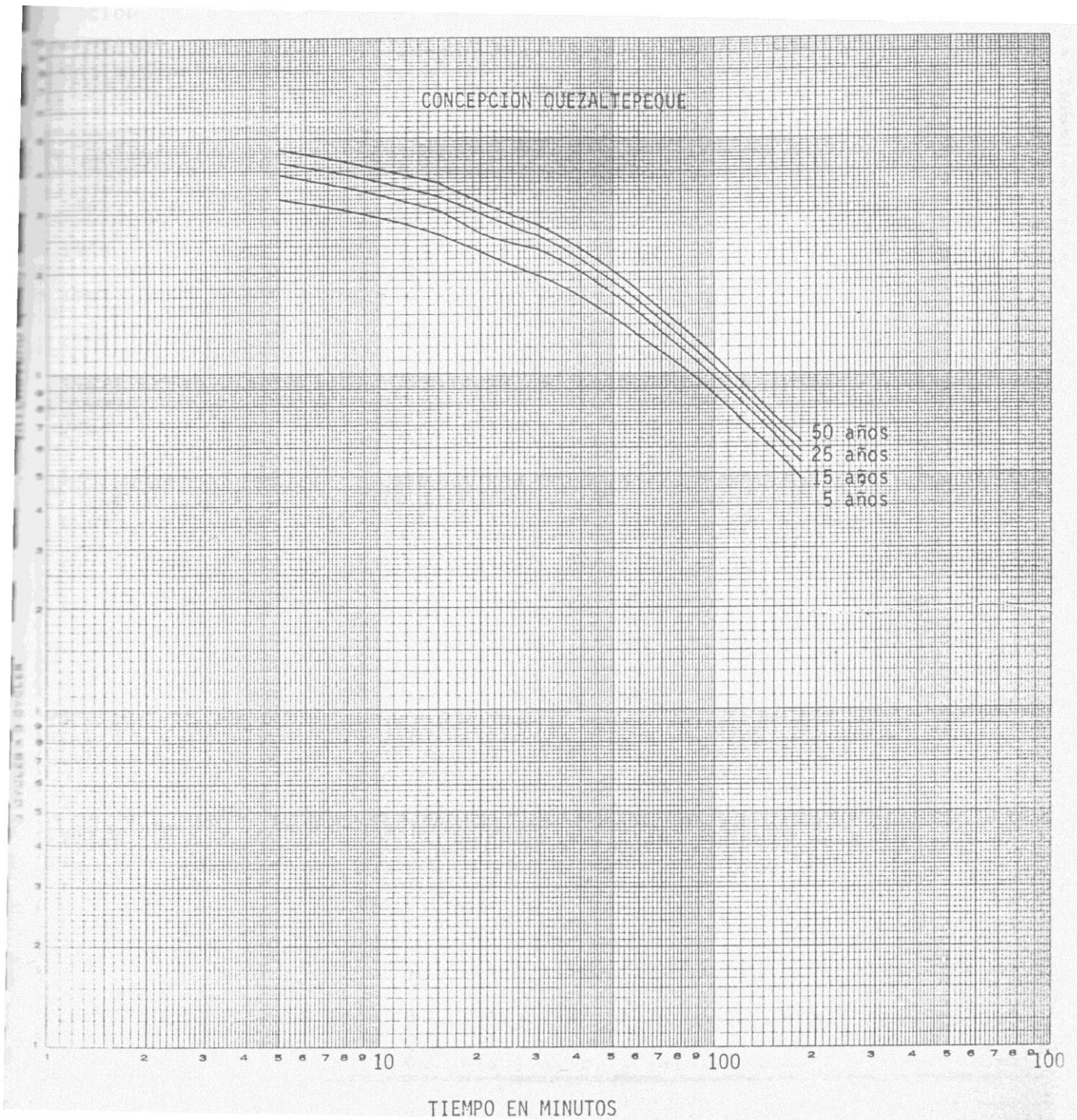
A: Área total de la cuenca (mt²).

Para obtener las longitudes de toda las curvas de nivel se utilizó un programa de computadora de manera que se delinearán digitalmente las curvas y así determinar con mayor acierto la longitud de las mismas. El cuadro siguiente resume las características anteriormente señaladas.

Cuadro 22. Longitudes de todas las curvas de nivel con curvas a cada 1.00 metros.

No.	COTA	LONGITUD	SUMA ACUMULADA.
1	380	698	698
2	360	885	1,583

Figura No. 10. Curvas I-D-F Correspondientes a la Estación Meteorológica "Concepción Quezaltepeque".



Luego:

$D = 20$ metros.

$\Sigma L = 1,583$ metros.

$A = 201,792.8920$ m^2 . (area total de las cuencas)

$$S = 15.7 \% \quad S = \frac{20 \times 1,583}{201,792.8920}$$

4.3.4 CALCULO DEL COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA. C.

El valor del Coeficiente de Escorrentía mide la relación existente entre el volumen precipitado y el volumen escurrido por unidad de tiempo, y es un parámetro subjetivo en la estimación de los caudales cuando se utiliza el método racional.

El coeficiente de escorrentía es un parámetro de mucha importancia para la evaluación hidrológica, por cuanto nos demarca cuanto de la precipitación de una lluvia se convierte en escorrentía superficial, en ese sentido la selección cuidadosa dará valores de escurrimiento máximo congruentes con la importancia del proyecto. Para el proyecto en estudio, éste se determinó en base al Nomograma de Ven –Te – Chow donde el coeficiente de escorrentía está en función de tres variables a saber: Tipo de suelo, cobertura vegetal y pendiente del terreno

Para obtener los valores del coeficiente de escorrentía, que no es mas que la relación entre la lluvia escurrida y la lluvia caída, se hace uso del nomograma de Ven –Te – Chow, para lo cual es necesario:

Identificar las condiciones del tipo de terreno que están definidas en función de la permeabilidad del mismo, éstas se determinaron en base al mapa geológico escala

1:100,000, hoja Chalatenango; en este sentido, el área de la cuenca de los ríos Guastena y Motochico, se identificaron las formaciones geológicas constituidas por materiales de la era terciaria clasificándose como semipermeable (ver explicación en contexto geológico).

La evaluación de la cobertura vegetal se realizó mediante el uso del mapa de uso de suelo a nivel nacional a escala 1:50,000, lo que permitió obtener una información mas detallada de la cobertura vegetal.

Para el calculo de las pendientes del terreno se hizo por diferencia de elevaciones entre la longitud del punto de mayor elevación al de menor elevación.

Con la pendiente media de la cuenca, se entra al nomograma de Ven –Te – Chow con una línea horizontal (de izquierda a derecha) la cual debe cortar la línea de cobertura vegetal, luego se traza una línea vertical hacia arriba, donde se lee el valor de C.

De lo anterior se obtiene lo siguiente:

Tipo de vegetación: terrenos pedregosos poco profundos.

Condiciones de permeabilidad: baja.

Pendiente media de la cuenca: 15.7 %

Del nomograma de Ven –Te – Chow, se obtiene el siguiente valor: $C = 0.33$ (ver fig. No. 11)

4.3.5 CALCULO DEL CAUDAL MÁXIMO DE DISEÑO.

Para obtener el caudal que influirá en el relleno sanitario, se recurrió a utilizar la formula racional. Como método de escurrimiento, el cual está clasificado como método Hidrometeorológico ya que trata de reproducir el fenómeno hidrológico con base a la estimación de los parámetros meteorológicos del área en estudio.

Este método se basa en la hipótesis que las lluvias mas desfavorables, pueden ocurrir en cualquier zona de la región y que las crecidas se propagan con velocidad constante a lo largo de los cauces producidos por la precipitación y están en función directa de ella.

La expresión matemática para el cálculo del caudal máximo esperado por medio del método de la Formula Racional, es:

$$Q = 16.667 CIA.$$

En donde:

Q: Caudal Máximo Instantáneo en m³/seg.

C: Coeficiente de Escorrentía.

I: Intensidad Máxima Esperada en mm/min

A: Área de la zona de estudio Km².

16.667: Factor de conversión.

Sustituyendo los datos en la formula:

$$Q = 16.667 (0.33) \times (1.6 \text{ mm/seg}) \times (0.202 \text{ Km}^2).$$

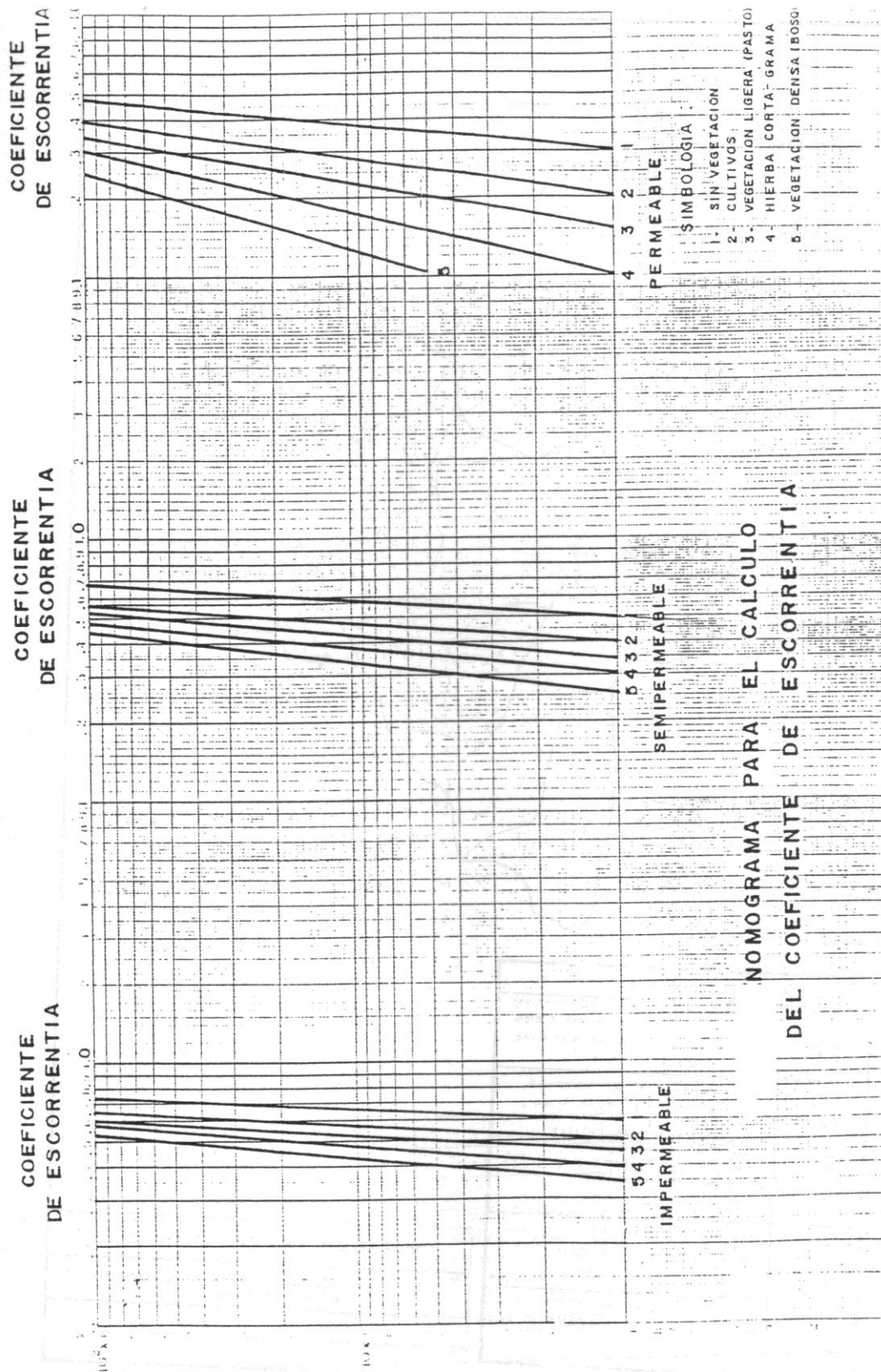
$$Q = 1.78 \text{ m}^3/\text{seg}$$

El siguiente paso después de haber obtenido las características y el caudal máximo de diseño en la cuenca de interés, se procede a diseñar las obras de drenaje, como sigue:

4.3.6 DRENAJE PLUVIAL.

El encauce de drenaje de las aguas lluvias se proyecta hacerlo a través de un sistema superficial de canaletas forjadas en tierra, con el objeto de captar y desviar la esorrentía que llegue de los terrenos aledaños al terreno, disminuyendo el riesgo de un aumento significativo de líquidos lixiviados y mejorar las condiciones de operación del relleno sanitario.

Figura No. 11. Nomograma de Ven - Te - Chow



El diseño propuesto para la canaleta perimetral, se tomará además, para las canaletas provisionales que se harán dentro del relleno sanitario durante su funcionamiento como se muestra en la figura N° 12.

Para obtener las dimensiones de las canaletas antes mencionadas, es necesario determinar el siguiente parámetro:

Tamaño de desagüe: Para calcular el tamaño del desagüe se aplica la fórmula de Manning.

Donde:

$$Q = \frac{A * R_n^{2/3} * S^{1/2}}{n}$$

Q: Caudal de desagüe (m³/seg)

A: Área de la sección del canal (m²)

S: Pendiente longitudinal del canal

n: Coeficiente de Manning (Hidráulica de Canales

Abiertos,

Ven Te Chow.)

Rn: Radio hidráulico

Sustituyendo datos, para el drenaje definitivo:

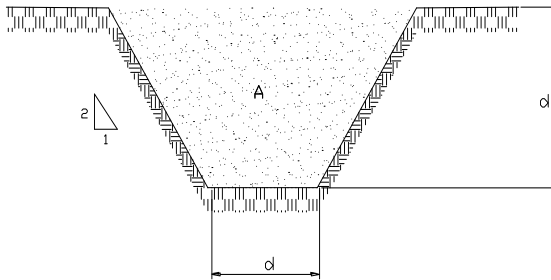
$$Q = 1.78 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

$$S = 2 \%$$

$n = 0.023$ y 0.015 (canales de tierra rectos y bien conservados, cemento con pulido ordinario).

Para una canaleta trapezoidal.

$$A = (3/2)d^2$$



$$R_h = \frac{3d}{2(1+\sqrt{5})} = 0.4635d$$

Sustituyendo en la fórmula de Manning.

$$1.78 = \frac{(3/2*d^2) * (0.4635d)^{2/3} * (0.02)^{1/2}}{0.023}$$

$$1.78 = 5.5238886 d^{8/3}$$

$$d = 0.6539 \text{ mt.} \approx \mathbf{0.70 \text{ mts.}}$$

$$\mathbf{d = 65.39 \text{ cm.} \approx 70 \text{ cm.}}$$

$$1.78 = \frac{(3/2*d^2) * (0.4635d)^{2/3} * (0.02)^{1/2}}{0.015}$$

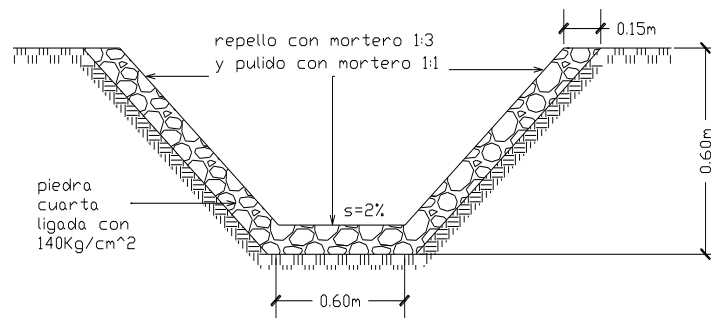
$$1.78 = 8.46996252 d^{8/3}$$

$$d = 0.5571 \text{ mt.} \approx \mathbf{0.60 \text{ mts}}$$

$$d = 55.71 \text{ cm.} \approx \mathbf{60 \text{ cms.}}$$

En la figura No. 12 se muestran los detalles de la canaleta para el drenaje de las aguas lluvias en la periferia y dentro del relleno sanitario.

DETALLE DE CANALETA PERIMETRAL



DETALLE DE CANALETA PROVISIONAL

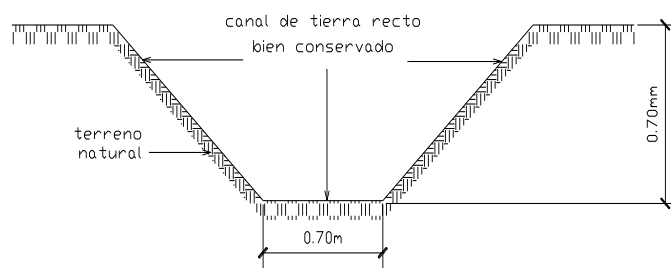


FIGURA N° 12

La sección de canaleta de mampostería de piedra será para la canaleta perimetral, usando canaletas de tierra para las canaletas provisionales, que se usarán como drenaje a medida que se van llenando las terrazas.

4.4 DRENAJE DE LÍQUIDOS LIXIVIADOS.

Los líquidos generados por la descomposición de la basura en el relleno sanitario son llamados líquidos percolados o lixiviados, estos líquidos pueden ser aumentados significativamente con la lluvia que cae directamente sobre el relleno sanitario, estos líquidos son de color oscuro, son contaminantes, según su mal olor y la elevada demanda bioquímica de oxígeno que estos poseen.

Para el relleno sanitario es de vital importancia construir un sistema de drenaje en la zona del terreno en que se va a construir el relleno sanitario, antes de colocar y compactar la basura, éste se construirá similar al de un sistema de alcantarillado sanitario, aunque es de hacer notar que el manejo de los líquidos lixiviados es uno de los mayores problemas que genera el relleno sanitario.

Para colocar el sistema de drenaje en el relleno, se construirán canaletas cuadradas al pie (abiertas) del talud del nivel de desplante de cada terraza bajo la celda de los desechos sólidos. Las canaletas serán llenadas con grava N° 2 o piedra, ubicando antes en su interior una tubería de PVC (con diámetros de 8", 6" y 4") perforada colocando el tubo sobre un colchón semipermeable de suelo compactado con pisón de mano, este método de drenaje se le llama Dren Francés, este detalle se refleja en la figura N° 13.

Para determinar las dimensiones del diámetro de la tubería, se realizará aplicando el siguiente procedimiento¹⁵:

$$Q = P * A * K * T^{-1}$$

Donde: Q = Caudal medio de lixiviados (lts/seg)

P = Precipitación media anual (mm de agua)

A = Área del relleno sanitario (m²)

K = Coeficiente de compactación, que depende del grado de
Compactación (aproximadamente un 30%)

T = Número de segundos en un año (31536000 seg.)

La precipitación pluvial anual del departamento de Chalatenango hasta el año de 1980, varia entre; 1800mm - 2000mm.

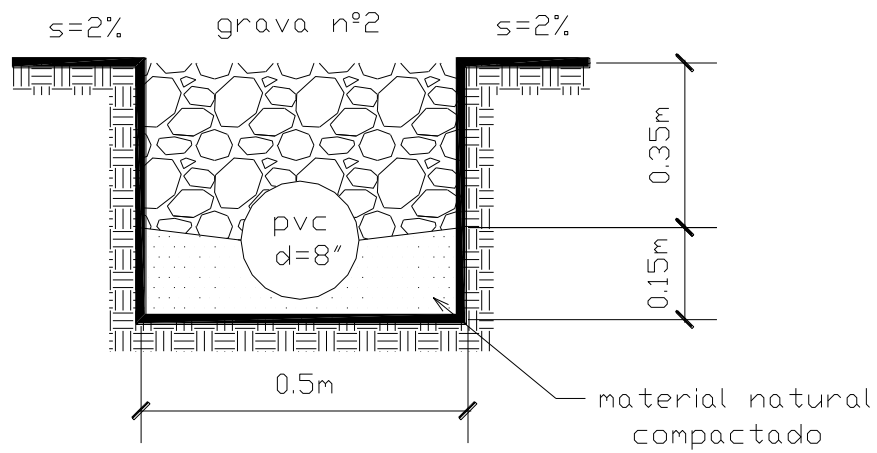
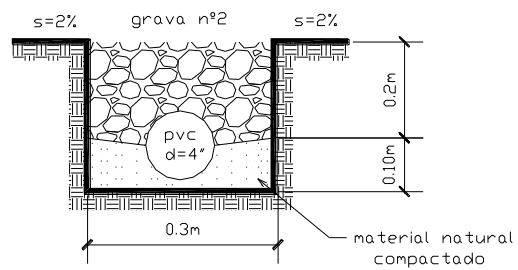
La precipitación promedio = 1900 mm/año.

El coeficiente de compactación se calcula así:

$K = \frac{\text{Densidad de la basura descargada en el relleno}}{\text{Densidad en el relleno sanitario}}$ (cuadro 2.7, capítulo II)

$$K = \frac{0.19385 \text{ ton/m}^3}{0.450 \text{ ton/m}^3} = 0.431$$

¹⁵ Relleno Sanitario Manual un Estudio de Factibilidad para el Municipio de San Francisco Gotera, Departamento de Morazán; Tesis UES, año 2001. Pág. 142. Autor Hugo Bonilla Chicas.

DETALLE DE DRENAJE PARA LIQUIDOS LIXIVIADOS**CANALIZACIÓN PRIMARIA****CANALIZACIÓN SECUNDARIA****FIGURA N° 13**

luego:

$$K = 0.431$$

$$P = 1900 \text{ mm/año.}$$

$$A = 16,067.59 \text{ m}^2$$

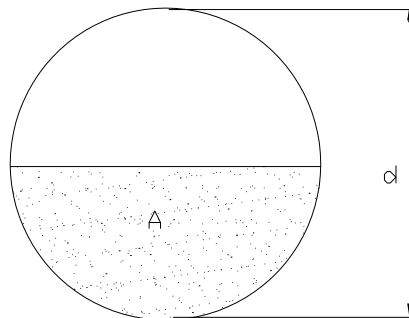
$$T = 31536000 \text{ seg.}$$

Sustituyendo valores: $Q = (1900 \text{ mm/año}) * (16,067.59 \text{ m}^2) * (0.431) * (31536000)^{-1}$

$$Q = 0.4172 \text{ lts/seg.} = 0.0004172 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

Aplicando la formula de Manning.

$$Q = \frac{A * R_n^{2/3} * S^{1/2}}{n}$$



$$A = \frac{\pi * d^2}{4}$$

$$R_h = \frac{d}{4}$$

$$Q = 0.0004172$$

$$n = 0.013 \text{ (para tubo de PVC)}$$

$$S = 0.02$$

$$0.0004172 = \frac{\pi * d^2 * d^{2/3} * (0.02)^{1/2}}{4 * 4^{2/3} * 0.013}$$

Despejando d: $d = 0.03433\text{mts.}$

$$d = 3.433 \text{ cm.} = 1.35 \text{ in.} \approx 2 \text{ in.}$$

Por lo que se necesita una tubería de PVC de $\phi = 2$ in, aunque es suficiente una tubería de este diámetro se sobre dimensionará la tubería previniendo períodos de lluvia largos y con gran precipitación, previniendo también la posible colocación de sedimento en el fondo de la tubería, entonces para tener una completa seguridad del funcionamiento, se utilizará una tubería de PVC de $\phi 8''$ para el drenaje principal y tuberías de $\phi = 4''$ para los ramales o drenajes secundarios, es de hacer notar que en la parte superior del relleno sanitario se colocará tubería de $\phi 6''$ por lo menos en 50 m. de longitud del drenaje principal, es de subrayar que todos los tubos con sus canaletas tendrán el método de drenaje Dren Francés especificando los detalles en la figura N° 14.

Otro de los detalles muy importantes para el drenaje son los agujeros que se harán, para dimensionarlos se asumirá una velocidad de 1 cm/seg de entrada en el agujero, de esta

forma se calculan las áreas tributarias de cada ramal, escogiéndose lo más desfavorable, se calculará, en base al caudal, el área de los orificios, por cierta distancia de tubería:

Datos :

$$A_{\text{terrazas } n3} = T_3 + \text{talud}_3$$

$$A_{\text{terrazas } n3} = (2550.24 + 249.42) \text{ mt}^2$$

$$A_{\text{terrazas } n3} = 2799.66 \text{ mt}^2$$

Entonces:

$$P = 1900 \text{ mm/año}$$

$$K = 0.431$$

$$T = 31536000 \text{ seg.}$$

$$Q = \frac{(2799.66 \text{ mt}^2) * (1900 \text{ mm/año}) * (0.431)}{31536000 \text{ seg}}$$

$$Q = 0.07269 \text{ lts/seg.} = \underline{0.00007269 \text{ mt}^3/\text{seg.}}$$

Luego de la formula de Manning: $Q = VA$

Se tiene que:

$$A = Q/V$$

$$A = (0.00007269 \text{ mt}^3/\text{seg}) / (0.01 \text{ mt/seg})$$

$$\underline{A = 0.007269 \text{ m}^2}$$

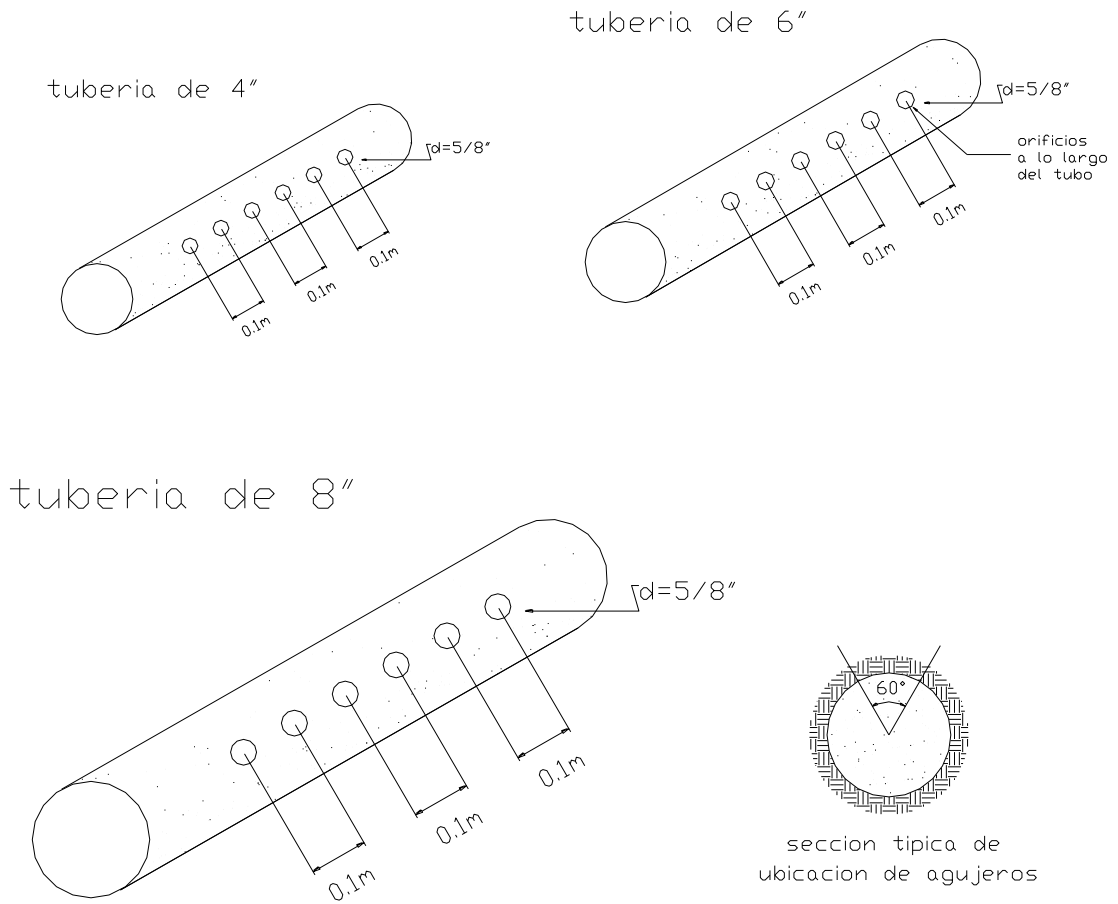
Para tuberías de 8", 6" y 4".

Considerando un diámetro de agujeros de 5/8" colocados a cada 10 cm. de la tubería y tomando una longitud de tubería de 20 mt. para el área de influencia, considerando que los agujeros, no trabajan completamente sino que al 50% de su capacidad, obteniendo así para el área del agujero:

$$A_{\text{agujero}} = \pi d^2 / 4$$

$$d = 5/8'' = 0.015875 \text{ m.}$$

$$A_{\text{agujero}} = \pi(0.015875)^2 / 4$$



DETALLE DE AGUJEROS EN TUBERIAS

FIGURA N° 14

$$A_{\text{agujero}} = 0.0001979 \text{ m}^2$$

Tomando en cuenta que se aclaró que los agujeros estarán espaciados a cada 10 cm, entonces se considerará dos filas de agujeros en los 20 m; por lo tanto se tendrán 400 agujeros, obteniendo así el área a desalojar de lixiviados, producto de las áreas de influencia tributaria para los agujeros será:

$$A_{\text{trabajo}} = 400 * (0.0001979) * (0.50)$$

$$A_{\text{trabajo}} = 0.03958 \text{ m}^2 > 0.007269 \text{ m}^2.$$

4.4.1 LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN PARA TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS.

Los líquidos lixiviados producidos por la basura en descomposición, no pueden ser desalojados directamente al ambiente, para nuestro caso sería a la quebrada aledaña al terreno en donde se proyecta construir el relleno sanitario. Los líquidos antes mencionados tienen alta concentración de material que es soluble y contaminante para la naturaleza; para amortiguar los efectos de estos líquidos se propone lagunas de estabilización (tres lagunas facultativas en serie) para su tratamiento, llamando así a estanques en el cual se descargan aguas residuales y en donde se produce la estabilización de materia orgánica y la mortalidad bacteriana. Son estanques construidos de tierra, de profundidad reducida (< 5 m), diseñados para el tratamiento de aguas residuales, por medio de la interacción de la biomasa, la materia orgánica de los desechos y otros procesos naturales como la demanda bioquímica de oxígeno. Las

lagunas se construirán realizando excavaciones a 2.60 m. de profundidad con taludes internos de uno a uno y con períodos de retención de 90 días (tres meses).

Los parámetros que se monitorearán en las lagunas de estabilización para observar el comportamiento de los lixiviados son: La demanda bioquímica de oxígeno (DBO) que caracteriza la cantidad de materia orgánica; y el número más probable de coliformes fecales que caracteriza la contaminación microbiológica; y los sólidos disueltos en suspensión, Demanda Química de Oxígeno (DQO), Potencia de Hidrógeno (PH), Nitratos (Ni). (ver anexo 4).

El método de cálculo para, obtener las dimensiones de las lagunas de estabilización es el siguiente:

Estimando el volumen del liquido percolado en un 15% del volumen de la precipitación pluvial en el área del relleno sanitario¹⁶. Utilizando el método del coeficiente de compactación en el relleno sanitario basado en una relación empírica que establece que el percolado es una función directa de la compactación de la basura y esta expresado de la siguiente forma:

$$Q = P * A * K$$

Donde;

P = Precipitación media anual (1900mm.).

A = Área del terreno (16,067.59 m²).

K = Coeficiente que depende del grado de compactación (15%).

¹⁶ Rellenos Sanitarios y Tratamiento de Residuos Líquidos de Mataderos Municipales. Pág. 46 y 77, autor Instituto Nicaragüense de Fomento Municipal. Año 1998.

Caudal medio de lixiviados (Q) = 15 % de la precipitación media anual * Área del relleno.

$$Q = 15\%(1900 \text{ mm/año})*(16,067.59 - 1572.61)\text{m}^2$$

$$Q = 0.15(1.9 \text{ mt/año})*(14,494.98 \text{ m}^2)$$

$$Q = 4131.07 \text{ m}^3 / \text{año} = (4122.73/365) \text{ m}^3 / \text{día}$$

$$\underline{Q = 11.32 \text{ m}^3 / \text{día.}}$$

Período de retención: $\Phi_f = V/Q$

Donde: Φ_f = periodo de retención

V = volumen de las lagunas

Q = caudal medio de lixiviados.

Para un período de retención de 90 días:

$$\text{Entonces: } V = \Phi_f (Q)$$

$$V = 90 \text{ días } (11.32 \text{ m}^3 / \text{día})$$

$$\underline{V = 1019 \text{ m}^3}$$

Luego para tres lagunas se tiene que: $V = 1017 \text{ m}^3 / 3$

$$\underline{V = 340 \text{ m}^3}$$

Concluimos que para cada laguna se requiere un volumen 340 m^3 , los detalles y dimensiones se muestran en la figura N° 15.

Asumiendo una sección trapezoidal con $h=3$ mts

$$V = A * l$$

Donde:

$V =$ volumen

$A =$ área (asumiendo, 21m^2)

$l = ?$

$$V = 21 * l$$

$$340 = 21 * l$$

$$l = 18 \text{ mt}$$

LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN FACULTATIVAS.

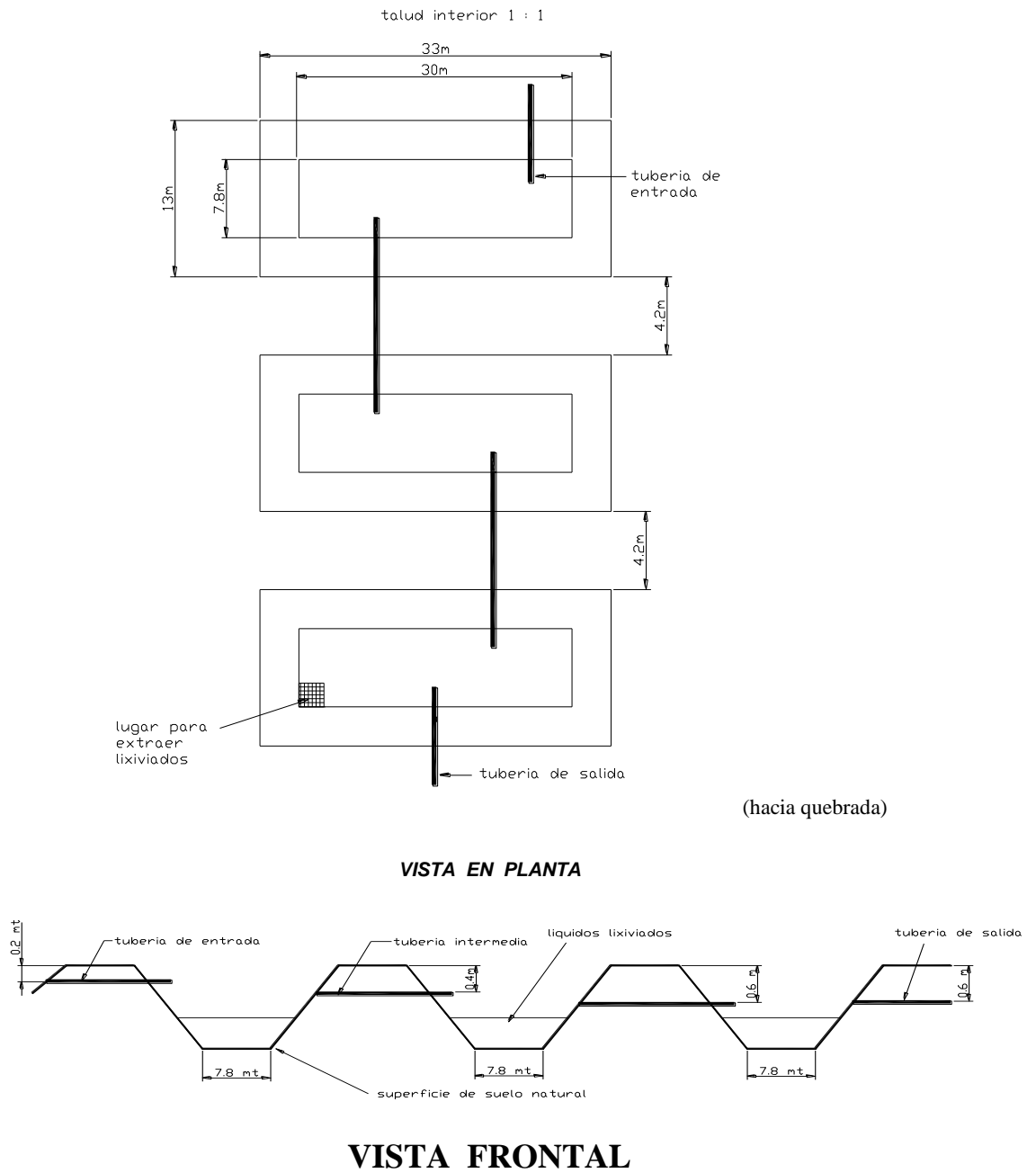


FIGURA N° 15

4.5 DRENAJE DE GASES.

La producción de gases es una de las características principales de la materia en descomposición para nuestro caso la basura, la cual produce diferentes gases, en los que se incluye el metano (CH₄) que puede alcanzar concentraciones altas (5 - 15%) y puede provocar accidentalmente una explosión al interior del relleno sanitario por su alta volatilidad; por lo tanto los gases se evacuarán del relleno para evitar los inconvenientes que produce el metano y asentamientos diferenciales en zonas terminadas del relleno¹⁷.

Para el sistema de evacuación de gases se construirán “chimeneas”, las cuales atravesarán el relleno sanitario desde el nivel en donde se coloquen las tuberías de drenaje o sea desde el nivel del suelo hasta la superficie terminada del relleno, construyéndose éstas chimeneas en sentido vertical a medida que avanza el relleno, asegurándose que tenga una buena compactación alrededor de las mismas.

La forma en que estarán constituidas será con barriles metálicos, con diámetro de 60 cm. relleno con piedra, que al observar que se terminará la construcción se colocará una tubería de concreto perforada con agujeros a lo largo de su eje y luego otra tubería al final para coleccionar el gas que luego se quemará; las chimeneas serán construidas en el relleno sanitario con separaciones entre ellas de 30 m. que en algunas ocasiones tendrán un máximo de separación de 50 mts, colocadas directamente sobre el sistema de drenaje de líquidos lixiviados, como se presenta en detalle de las figuras N° 16 y 17.(Ver plano N° 3).

¹⁷ Guía para el Diseño, Construcción y Operación de Rellenos Sanitarios Manuales. Autor: Jorge Jaramillo Washington, D.C, Enero DE 1997. Pág. 25 y 64.

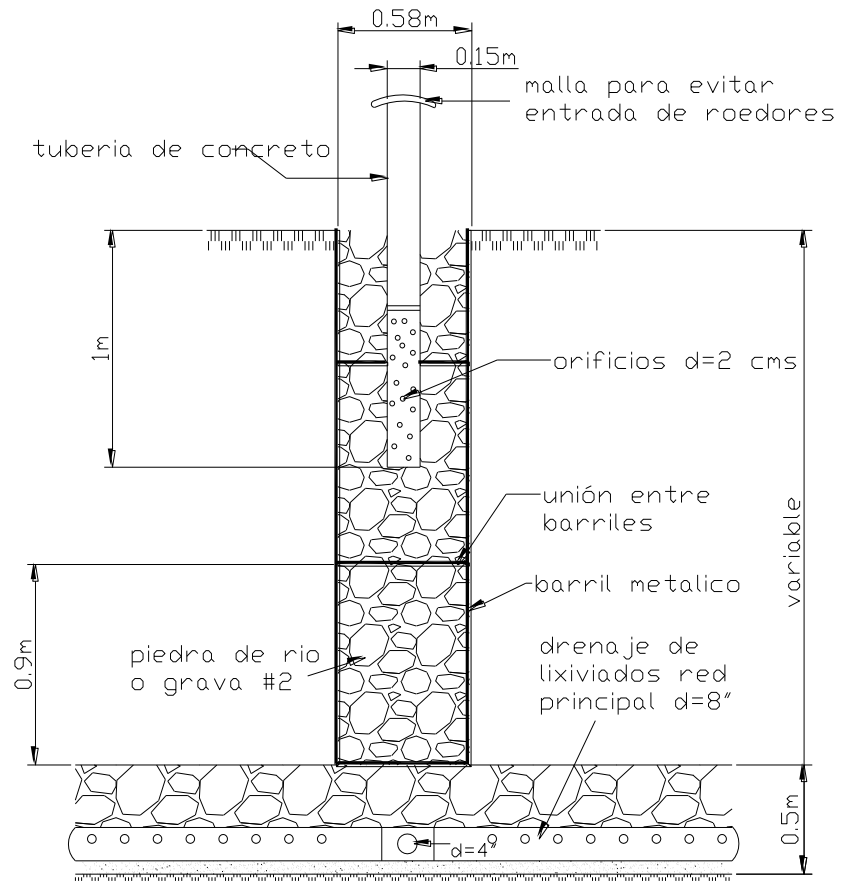
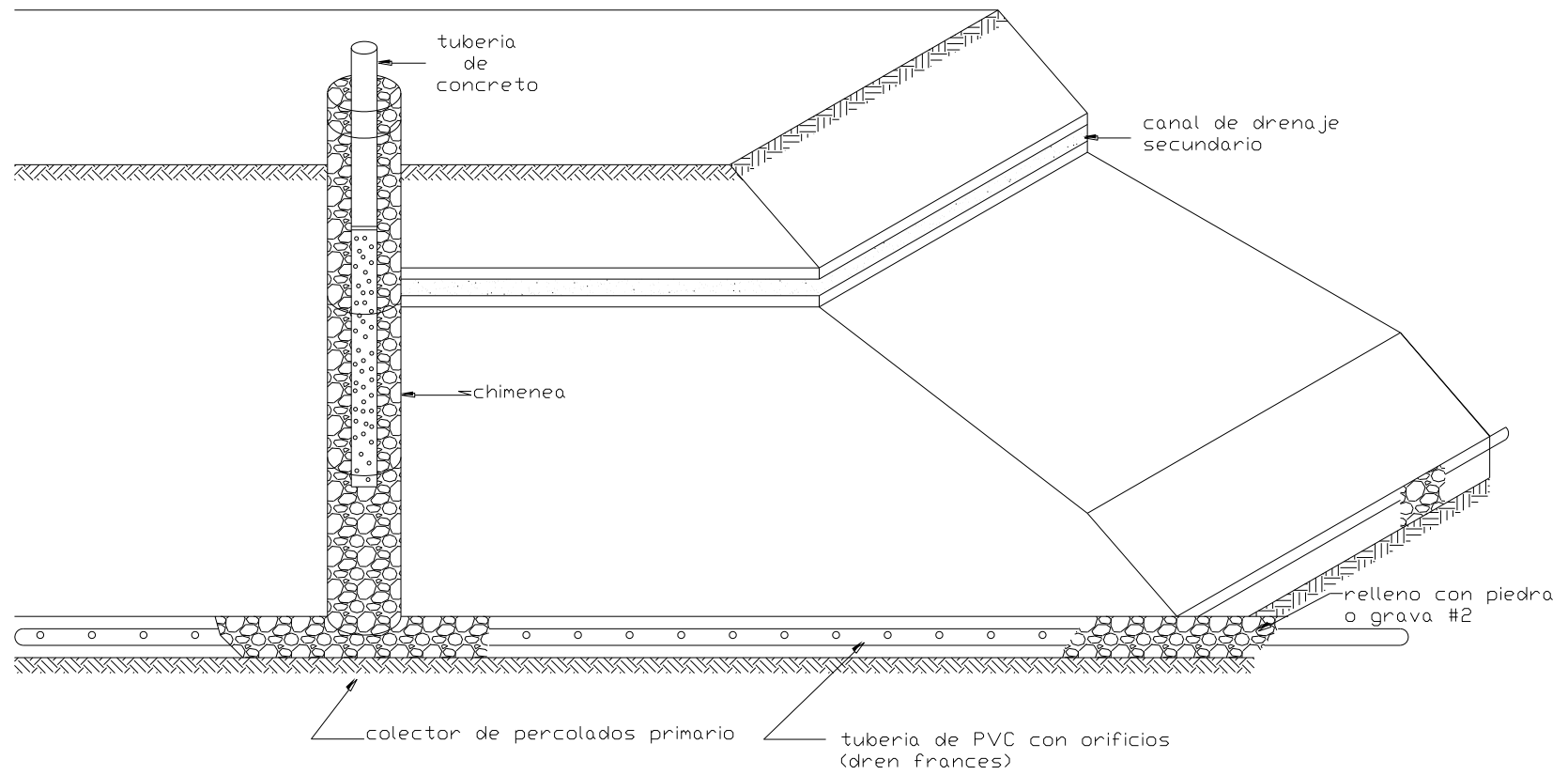
FIGURA N°16 DETALLE DE LA CHIMENEA PARA GASES.

FIGURA N° 17 DETALLE DE SISTEMAS DE DRENAJES.



4.6 DISEÑO DE OBRAS COMPLEMENTARIAS.

Las obras complementarias que se proponen son pequeñas y de bajo costo, tratando de hacerlas compatibles con la vida útil prevista, puesto que entre las características de esta obra de saneamiento básico (relleno sanitario), están las de atender los requerimientos sanitarios con la máxima economía y utilización de mano de obra en todas sus actividades, a fin de minimizar las inversiones temporales. Entre las obras complementarias están: cerco perimetral, caseta de control, portón, aguja de control, servicios sanitarios, vías de acceso interno y rotulo de identificación.

4.6.1 CERCO PERIMETRAL.

Se debe construir una cerca perimetral para impedir el libre acceso del ganado y pepenadores al interior del relleno, dado que estos no solo entorpecen en la operación, si no también destruye las celdas, especialmente cuando se retiran los trabajadores al fin de la jornada diaria.

Se propone una cerca perimetral con malla ciclón, fijada en postes de concreto, con una separación de 2 mts. entre cada poste. Los detalles se muestran en la figura N° 18.

Es también necesaria la conformación de un cerco vivo de árboles y arbustos como aislamiento visual, pues oculta de los vecinos y transeúntes la vista de los desechos sólidos; da buena apariencia estética al contorno del terreno, y puede servir para retener

papeles y plásticos levantados por el viento y malos olores. Se recomienda sembrar árboles de rápido crecimiento como pino, eucalipto, laurel, etc.

4.6.2 CASETA DE CONTROL Y PORTON DE ACCESO.

Se construirá una caseta, un portón y se colocará una pluma en la entrada del relleno sanitario para el control de la basura, y solamente permitir el acceso a los vehículos que transporten desechos sólidos. La caseta servirá para ser usada como portería, oficina y bodega para guardar las herramientas, cambio de ropa antes y después del trabajo del personal de operación y mantenimiento del relleno sanitario, resguardo de los trabajadores en caso de lluvia, y específicamente para el control de ingreso de la basura. Los detalles de la caseta y el portón se muestran en el anexo No.10, respectivamente.

4.6.3 INSTALACIONES SANITARIAS.

El sitio debe contar con las instalaciones mínimas que aseguren la comodidad y bienestar de los trabajadores, así que se propondrá la construcción de una letrina . Los detalles de la letrina propuesta se muestran en (anexo No.10).

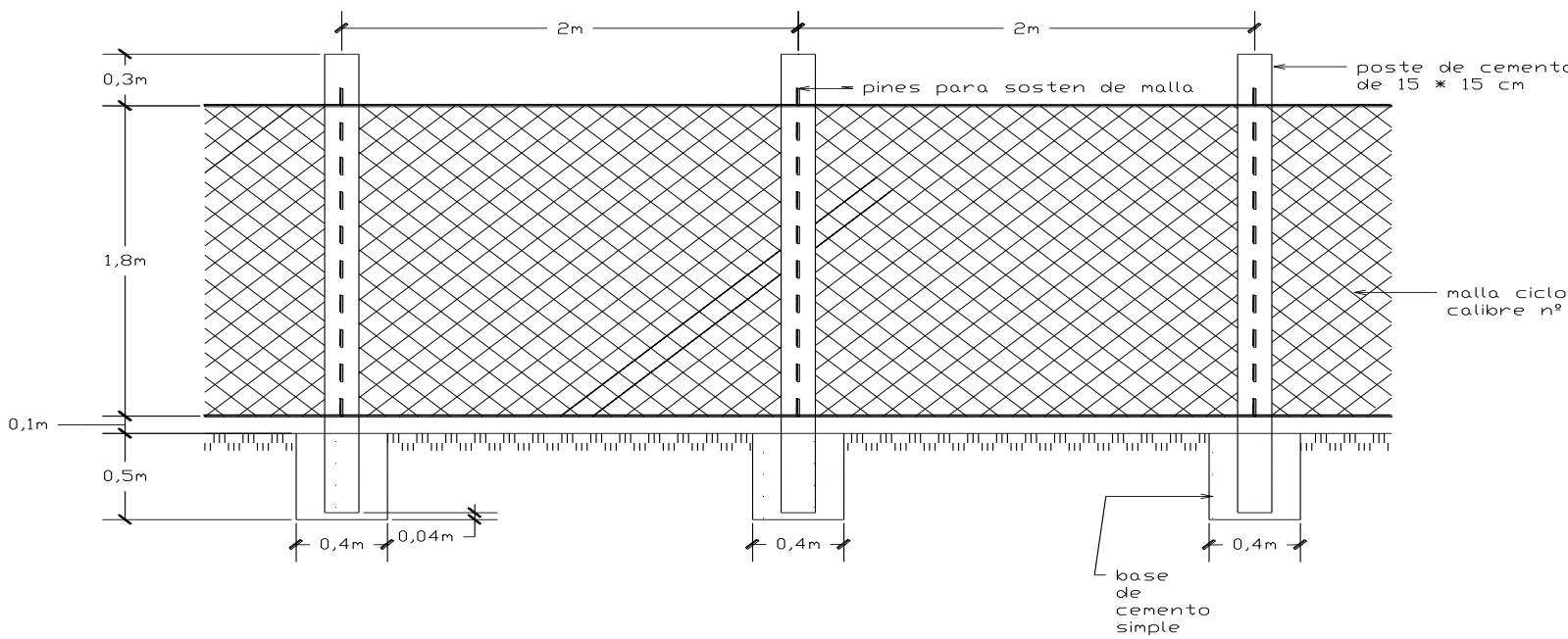


Figura N°18. Detalles de cerca perimetral.

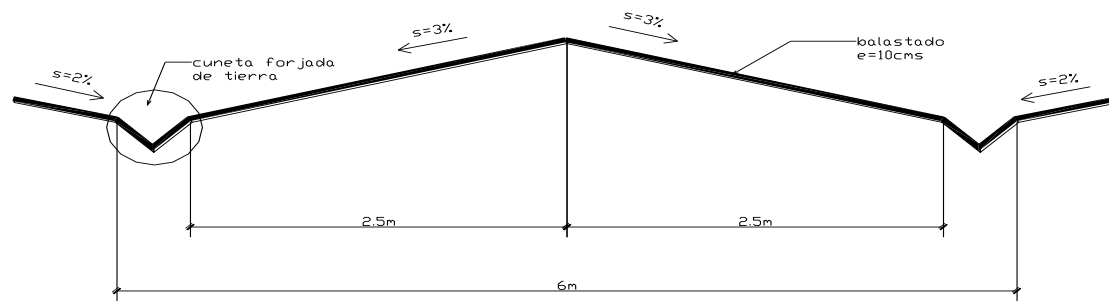
4.6.4 VIAS DE ACCESO INTERNAS.

La construcción de vías internas en el relleno sanitario es importante ya que estas permiten el desplazamiento por todo el terreno, y a través de ellas se facilita el depósito de los desechos en las terrazas. Estas vías de acceso, como generalmente son temporales, se construyen de forma rústica, hechas de tierra, piedra y restos de demoliciones, pero deben de mantenerse drenadas, y en buen estado durante todo el año.

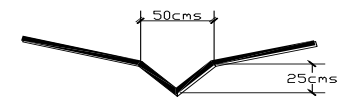
Los anchos de rodaje de estas vías serán de 6 mts, con una pendiente longitudinal de su eje entre el 5% y el 10% y con una pendiente transversal a su eje del 3% con el objetivo que haya un buen drenaje de las aguas lluvias de la vía. Ver detalles en la figura N° 19.

4.6.5 ROTULO DE IDENTIFICACION DEL PROYECTO.

Es necesaria la colocación de un rótulo de presentación de la obra, a fin de que sea identificada por la comunidad, éste se ubicará en la entrada principal del proyecto. Los detalles se presentan en la figura N° 20.



Sección transversal de calle



detalle de cuneta forjada de tierra

Figura N° 19 Detalles de las vías de acceso internas.

Figura N° 20 Propuesta del contenido del rotulo.

MUNICIPIO: CONCEPCIÓN QUEZALTEPEQUE

DEPARTAMENTO DE CHALATENANGO

El gobierno de El Salvador, con colaboración de la

Comunidad y a través de la alcaldía municipal, esta

Realizando el proyecto:

“RELLENO SANITARIO MANUAL”

COSTO TOTAL: \$

FECHA DE INICIO:

EMPRESA CONSTRUCTORA:

4.7 PRESUPUESTO DEL RELLENO SANITARIO MANUAL.

4.7.1 COSTO DE INVERSIÓN.

PRESUPUESTO DEL RELLENO SANITARIO MANUAL EN EL MUNICIPIO DE CONCEPCIÓN QUEZALTEPEQUE COSTOS DE INVERSIÓN PARA EL RELLENO SANITARIO MANUAL. (PRECIOS UNITARIOS INCLUYEN MANO DE OBRA)						
Nº	PARTIDA	CANT.	UNID.	PRECIO UNIT. \$	SUB-TOTAL \$	TOTAL POR PARTIDA \$
1	INSTALACIONES AUXILIARES					
	ALBAÑILERIA					6524.32
	Caseta - Oficina	1.00	S.G		6524.32	
	OBRAS SANITARIAS Y DE ABASTECIMIENTO					822.08
	Tanque de polivinilo de 2 m ³	1.00	c/u	377.15	377.15	
	Letrina tipo abonera	1.00	c/u	397.78	397.78	
	pila de dos alas	1.00	c/u	47.15	47.15	
2	OBRAS EXTERIORES					10307.78
	Cerco de malla ciclón con poste de concreto	517.75	ml.	18.44	9547.31	
	Portón	1.00	c/u	760.47	760.47	
3	OBRAS DE DRENAJE					23189.71
	Canaleta perimetral	277.42	ml.	44.45	12331.32	
	Excavación para drenaje de lixiviados	171.18	m ³	10.12	1732.34	
	Drenaje de lixiviados	492.32	ml.	12.80	6301.70	
	Drenaje de gases	33.00	ml.	22.90	755.70	
	Caja de registro y limpieza	1.00	c/u	319.65	319.65	
	Chimeneas de gases	11.00	c/u	159.00	1749.00	
4	ACCESO PRINCIPAL					14107.42
	Conformación de acceso principal	1336.10	m ²	3.02	4035.02	
	Excavación de acceso perimetral principal	831.38	m ³	10.01	8322.11	
	Balastrado de acceso perimetral principal	1336.10	m ²	1.31	1750.29	
5	MONITOREO Y TRATAMIENTO DE LIXIVIADO					30835.36
	Excavación para lagunas de estabilización (3)	1566.14	m ³	10.12	15849.34	
	Conformación de las lagunas de estabilización	1601.88	m ²	7.46	11950.02	
	Equipo de bombeo para recirculación de lixiviados	1.00	c/u	3036.00	3036.00	
6	CONFORMACION DE TERRAZAS Y CONFIGURACION DE LAGUNAS DE ESTABILIZACION					169026.28
	Corte con maquinaria (material duro)	17795.4	m ³	2.88	51250.75	
	Movimiento del material de cobertura	2380.44	m ³	5.93	14116.01	
	Corte para terraza de lagunas de estabilización	8931.04	m ³	2.88	25721.39	
	Corte de material (parte superior del cerro)	27061.85	m ³	2.88	77938.13	
	INVERSION TOTAL					254812.95

Fuente: Grupo de Tesis.

4.7.2 COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO ANUALES PARA EL R.S.M. DEL MUNICIPIO DE CONCEPCION QUEZALTEPEQUE						
Nº	PARTIDA	CANT.	UNID.	PRECIO UNIT. \$	SUB-TOTAL \$	TOTAL POR PARTIDA \$
1	PERSONAL					14305.68
	Supervisor encargado del relleno sanitario	1	Año	6000.00	6000.00	
	Auxiliares/operadores	1	Año	2742.86	2742.86	
	Vigilante/portero	1	Año	2057.14	2057.14	
	Seguridad social (Codigo de Trabajo)		s/sub-t	22.46%	2425.68	
	Gastos administrativos		s/sub-t	10%	1322.57	
2	HERRAMIENTAS Y EQUIPOS					696.21
	Rodillo compactador (caneca)	2	c/u	113.15	226.30	
	Palas	2	c/u	7.04	14.08	
	Azadones	3	c/u	5.50	16.50	
	Piochas	3	c/u	7.59	22.77	
	Pison de mano	3	c/u	6.93	20.79	
	Carretillas	3	c/u	53.46	160.38	
	Escobas (metalicas)	2	c/u	3.85	7.70	
	Rastrillos	3	c/u	7.37	20.11	
	Punzones para papel	2	c/u	3.14	6.28	
	Uniformes (botas, guantes, etc.)	2	c/u	100.65	201.30	
3	SERVICIOS Y MANTENIMIENTO					7885.75
	Agua	550	m ³	1.95	1072.50	
	Mantenimiento de obras de drenaje		s/sub-t	10%	2318.97	
	Mantenimiento de caminos		s/sub-t	10%	1410.74	
	Monitoreo de aguas subterráneas		s/sub-t	10%	3083.54	
	TOTAL (OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO)					22887.64

Fuente: Grupo de Tesis.



CAPITULO V
“ASPECTOS AMBIENTALES”

5.1 GENERALIDADES.

El mal manejo de los Desechos Sólidos Municipales es un factor que repercute grandemente en el desarrollo de las Ciudades, su disposición final necesariamente debe de ir de la mano con las normativas legales en el ámbito del Medio Ambiente, es por ello que es necesario realizar el Estudio de Impacto Ambiental (EIA), cumpliendo con lo que dicta la Ley del Medio Ambiente y sus Reglamentos, lo cual tiene como fin primordial el proponer un Programa de manejo Ambiental que contenga todas las medidas necesarias para la prevención, compensación y atenuación de los posibles impactos ambientales, los cuales están condicionados a que sucedan al ejecutarse el proyecto, en el cual al mismo tiempo se deben incluir propuesta de medidas de mitigación.

Para la ejecución de todo proyecto se tiene que realizar una evaluación de los aspectos ambientales, en las que se deben incluir alternativas de solución que puedan evitar o minimizar los impactos diversos a corto, mediano o largo plazo por las acciones que se pretenden realizar en el proyecto.

Es importante mencionar que el uso actual de terreno representa riesgos tangibles en lo que respecta a la salud de los habitantes del lugar, ya que es evidente la producción de macro y micro vectores en dichos desechos, lo cual al mismo tiempo lleva como consecuencias la propagación de enfermedades virales y gastrointestinales, sin dejar a un lado la mala calidad de vida de los pobladores que mediante la recuperación de materiales reciclables o reutilizables son sustraídos por pepenadores sin utilizar ninguna protección para la salud.

Definiendo como impacto ambiental, a la alteración favorable o desfavorable que experimenta el ambiente como resultado de la actividad humana o de la naturaleza, denominando a la evaluación o estudio a desarrollar por el titular del proyecto como “Estudio de Impacto Ambiental” definiendo éste como la actividad diseñada para identificar y predecir la modificación de los componentes biológicos, geológicos, físicos y socioeconómicos del ambiente, para interpretar y comunicar información acerca de los impactos, así como la forma de atenuar o minimizar los adversos.

En síntesis el efecto que se obtiene con la ejecución de este tipo de proyectos es vivir en mejores condiciones de vida en un medio mejorado y contar con mecanismos que ayudan a la población a cambiar de estilo de vida, mediante la salud en la vivienda y medio ambiente en general.

En este capítulo solamente se hará el análisis y pasos a seguir para realizar un estudio ambiental, el cual debe ser tomado en cuenta a la hora de diseñar el relleno sanitario manual, ya que estos pasos son de gran importancia para minimizar los efectos al medio ambiente. Además se presentará el formulario ambiental, el cual es un instrumento establecido en los artículos 21 y 22 de la Ley de Medio Ambiente y en el artículo 20 del Reglamento General del Medio Ambiente, mediante el cual el titular de una actividad, obra o proyecto (nuevo), suministra la información que el MARN (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales), refiere en el formulario

ambiental correspondiente, para iniciar el trámite administrativo, tendente a obtener el permiso ambiental correspondiente.

5.2 ASPECTOS AMBIENTALES A SER AFECTADOS NEGATIVAMENTE POR LA IMPLEMENTACION DEL RELLENO SANITARIO.

Para la realización del diseño del proyecto es de gran importancia conocer los efectos que tendrá la obra de saneamiento básico, como lo es el relleno sanitario manual, ya que, esta obra puede causar efectos negativos al medio ambiente.

En el municipio de Concepción Quezaltepeque se encuentra el sitio destinado para la realización del relleno sanitario manual (actual botadero a cielo abierto), el cual servirá para la disposición final de los desechos sólidos producidos en el municipio de manera controlada, en este lugar la disposición final de los desechos sólidos actual y a futuro genera muchos contaminantes, que tienen diversos efectos sobre los recursos naturales de la zona, dentro de estos se encuentran los siguientes:

- *Contaminación de las aguas superficiales y subterráneas.*

El sitio seleccionado por la municipalidad antes mencionadas, presenta la característica de un suelo con características de poca permeabilidad de acuerdo al estudio de suelos que se realizó, lo que genera una gran escorrentía superficial la cuales drenan a través de una quebrada de invierno, produciéndose gran cantidad de líquidos lixiviados, los cuales contaminan las aguas superficiales de la quebrada actualmente

Contaminación del Suelo.

Es necesario una eficiente operación y mantenimiento del relleno sanitario manual, ya que de lo contrario éste podría convertirse en poco tiempo en un botadero a cielo abierto nuevamente, contaminando el suelo por la falta de un control adecuado de los lixiviados, alcanzando por lo mismo las zonas aledañas al lugar, a demás esto genera la degradación natural del suelo, provocando con ello una pérdida de valor y un deterioro estético del lugar.

- ***Contaminación del Aire.***

Como se mencionó en el párrafo anterior, la operación y mantenimiento es clave para el buen funcionamiento del relleno sanitario ya que este método es un digestor de desechos sólidos en los que intervienen en la descomposición factores aerobios y anaerobios, produciendo gases que en su mayoría son inflamables (CH_4), los cuales podrían provocar incendios por descuidos y más aún si los desechos inflamables como el cartón y papel se encuentran esparcidos, produciendo los mismos al combustionar humos y gases que provocarían contaminación en el aire y problemas respiratorios e irritación de la vista a los trabajadores y habitantes aledaños a la zona.

5.2.1 ASPECTOS AMBIENTALES DE MAYOR IMPORTANCIA EN EL SITIO DE INTERES.

5.2.1.1 EL CLIMA.

De acuerdo a la altura sobre el nivel medio del mar en La Montañona se pueden distinguir tres zonas climáticas de acuerdo a las definiciones climáticas de Köpen, Sapper y Lauer:

Sabanas Tropicales Calientes o Tierra Caliente (De 0 a 800 msnm según Köpen)

Comprende la mayor parte de la zona del Complejo La Montañona y municipios circundantes. Las temperaturas anuales según la altura en las planicies internas está entre 22°C y 28°C.

Sabanas Tropicales Calurosas o Tierra Templada (De 800 a 1200 msnm según Köpen)

Esta zona se presenta en Arcatao y en la parte central de la región, mayormente en la zona del complejo La Montañona. Las temperaturas anuales promedio en las planicies altas y valles, entre 20°C y 22°C y en las faldas de las montañas entre 19°C y 21°C.

Clima tropical de las alturas (De 1200 a 1800 msnm, según Köpen)

Corresponde a una pequeña porción en la cima del cerro El Volcancillo (1640 msnm), en el Complejo La Montañona, considerada como tierra templada, en las que la temperatura anual en las planicies altas y valles oscilan entre 20°C y 16°C con posibles

heladas en diciembre, enero y febrero. En las faldas de las montañas oscilan entre 19°C y 16°C, sin peligro de heladas.

El 60 % corresponde al de Sabana tropical caliente (Aw aig), 20 % Sabana Tropical Calurosa (Aw big) y 20 % Clima tropical de las alturas (Cw big). Los rangos de precipitación oscilan entre los 2,000 y 2,200 mm al año.

El área de Concepción Quezaltepeque queda situada en la época lluviosa de mayo a noviembre, a sotavento de las montañas del Norte que originan una zona más seca que los alrededores, que se extiende desde el río Lempa hasta la Reina, como Concepción Quezaltepeque con 2100 mm. Es relativamente más lluviosa que otros sitios, al Oeste (Agua Caliente) y (El Paraiso).

El régimen de lluvia está caracterizado por una estación lluviosa de mayo a noviembre y una seca de diciembre a Abril separada por sendas transiciones.

5.2.1.2 VEGETACIÓN.

El municipio de Concepción Quezaltepeque pertenece a la Mancomunidad “La Montañona” y el suelo de todo el territorio de la Mancomunidad según su textura son latosoles arcillosos rojizos y litosoles. El grado de erosión va de severo a alto.

El Mapa 1, muestra la capacidad de uso agrológico del suelo en la Mancomunidad La Montañona; tal como se puede apreciar en dicho mapa un 70% de los suelos son Clase VII, es decir que son de vocación forestal o para cultivos permanentes.

Mapa 1: Capacidad Agrológica de los Suelos de La Mancomunidad La Montañona.

Fuente: estudio FUNDE 2004



Los suelos Clase II y III se encuentran en los valles y llanuras de la fosa interior, con pocas restricciones para los cultivos intensivos y de tipo anual, mientras existe una pequeña parte de suelos Clase VI, que cuentan con limitaciones para los cultivos intensivos.

El Mapa 2 Muestra el uso actual el suelo en la mancomunidad La Montañona, Un análisis de la observación de los Mapas 1 y 2 señala que de 70% de los suelos que cuentan con vocación forestal, únicamente una pequeña parte, la del macizo de la

Montañona y otros pequeños parches de bosques naturales al oriente de La Mancomunidad son dedicados para actividades forestales, la mayor parte del territorio se dedica actualmente para pastos y granos básicos.

Las actividades productivas en la zonas delimitadas para la Mancomunidad La Montañona de Río Tamulasco, Motochico y La Montañona, (Macizo boscoso) se puede caracterizar de la siguiente forma:

El Río Tamulasco presenta un potencial agrológico de un 73% de vocación Forestal, 20% tiene vocación para el desarrollo de la Ganadería, 7% Cultivos permanentes y forestal. El uso del suelo muestra un 97% Pastos y granos básicos y 3% Matorrales y Arbustales.

En toda la cuenca del Tamulasco se observan limitaciones a la producción agrícola debido al constante y crítico deterioro de los suelos, debido a patrones de uso de la tierra, así como a prácticas ancestrales de quemas de tierra y sobre explotación de leña. Esta condición aunada a la limitación de agua como insumo productivo propician actividades de subsistencia en las que no se percibe rentabilidad, ni ingresos considerables, especialmente en su cuenca alta y media.

La cuenca del Motochico, estribaciones de la Montañona presenta un potencial agrológico con un 86% de vocación Forestal y un 14% tiene vocación para el desarrollo de la Ganadería. El uso del suelo en esta zona muestra que un 48% son Chaparrales, 30% Pastos y granos básicos y 22% Matorrales y Arbustales.

En la mayoría del área de los municipios pertenecientes a la cuenca del Motochico se

practica la agricultura de subsistencia, donde coexisten los cultivos de maíz, frijol, maicillo, el chan y en algunas zonas altas las hortalizas. Dado que la zona de montaña es poco apta para los cultivos de subsistencia, los pobladores combinan la siembra de chan y hortalizas en la parte alta aledaña a sus asentamientos con la siembra de maíz, maicillo y frijol en tierras de la parte baja que arriendan por temporada de cultivo. Hay pequeñas cantidades de cultivos de hortalizas, piña, huertas, café, pequeñas crianzas de pollos y ganado.

En el caso del café se hace en pocas y pequeñas parcelas, debido a que los precios son bajos y se siembra combinado con otras plantas en algunas parcelas. La siembra de hortalizas es también temporal, sobre todo en verano se le dedica más tiempo, como labor complementaria (PRISMA, 2003).



Mapa 2: Uso Actual del Suelo en La Mancomunidad La Montañona

Fuente: estudio FUNDE 2004

Las actividades ganaderas en la mayoría de municipios que forman parte del área delimitada de la Cuenca de Tamulasco y Motochico se ven restringidas ya que muchas de las tierras de pastoreo se encuentran tan degradadas que apenas llegan a ser poco más que lugares rocosos. La excepción lo constituye el municipio de Concepción

Quezaltepeque en el que se encuentran medianas y pequeñas ganaderías más desarrolladas que en el resto de los municipios

5.2.1.3 SUELO.

El subsuelo del sitio estudiado hasta las profundidades exploradas(ver cuadro No15 del capítulo III) , está conformado básicamente por tres tipos de suelos, clasificándose el primero o superficial como Limo arcilloso (ML) color café, que contiene del 20 al 40% de arena fina y finos de media compresibilidad, conz; subyaciendo al suelo anterior en el sector del sondeo S1 se encontró una Arcilla (CH) color gris oscuro, que contiene el 10 % de arena fina y finos de alta compresibilidad; también subyaciendo al suelo superficial (ML) en el sector de los sondeos S2 y S3 se detectó un Limo arenoso (ML₁) color beige, que contiene del 30 al 40% de arena fina a gruesa y finos de baja compresibilidad, este suelo presenta una consistencia dura tipo toba y en los cortes de los pozos a cielo abierto se observaban fracturamientos. El espesor de los últimos estratos de suelos descritos no fue posible definirles el espesor por suponerse su extensión a mayor profundidad que explorada.

5.2.2 ÁREAS NATURALES DE COBERTURA VEGETAL DEL MACIZO DE LA MONTAÑONA Y BIODIVERSIDAD

5.2.2.1 ÁREAS NATURALES:

La Montañona y otras áreas del Chalatenango forman parte del Corredor Biológico. Por lo que han sido definidas como áreas potenciales para integrar el Sistema Nacional de Áreas Protegidas.

La Montañona pertenece al área de Conservación Alotepeque – La Montañona y a la unidad morfoestructural de la Cordillera Fronteriza, se compone principalmente de formaciones de pino y asociaciones mixtas de pino-roble, pino-liquidámbar, bosque mediano perennifolio y bosque de galería, representado en los espacios.

En cuanto a las Comunidades Vegetales, la cordillera norte, es caracterizada por la presencia de bosques de pino, liquidámbar, asociaciones pino-roble, y los bosques nebulosos de la cordillera.

De acuerdo al Plan Nacional de Ordenamiento y Desarrollo Territorial (PNOTD) elaborado en el 2004 la zona se puede dividir en 3 Unidades Morfoestructurales :

Las estribaciones de la Montañona,

La Montañona y

El Río Tamulasco.

Los Ecosistemas presentes en el área de las Estribaciones de la Montañona son un 48% Chaparrales, 30% son sistemas productivos, granos básicos y ganadería, 22% son Matorrales y Arbustales deciduos en época seca. De acuerdo al PNODT la zona posee un Interés de conservación Alto.

Los ecosistemas del área de la Montañona 90% son Pinares y Robledales y 10% son sistemas productivos, granos básicos y ganadería. Según el PNODT posee un Interés de conservación Alto. La cima de la montaña, que está arborizada, es de suma importancia como área de flujo biológico con otras áreas montañosas del país y Honduras. Entre las especies que se han identificado en la zona están venados cola blanca, cotuzas, pájaros carpinteros, culebras, palomas petenera, cuzucos, tepezcuintles, tigrillos, un puma y otras especies, en una altura que varía entre 1,270 y 1,650 msnm.

Finalmente, en relación a los ecosistemas presentes en el área del Tamulasco tenemos que el 99% son sistemas productivos, granos básicos y ganadería y 1% son Matorrales y Arbustales deciduos en época seca. Para el PNODT el Interés de conservación del área es Baja. En dicha zona de la microregión, la tendencia general es el deterioro continuo de la base de recursos debido a las prácticas agrícolas predominantes. Esto se refleja en un paisaje agrícola fragmentado y degradado, distribuidos en minifundios donde todavía prevalecen prácticas que amenazan seriamente a las áreas de bosque del macizo de la Montañona, así como los recursos de la zona en general. Una considerable extensión del territorio lo constituyen pastizales y lomas con vegetación herbácea.

Esta vulnerabilidad de la población rural de la región de la Montañona está directamente asociada a las condiciones de deterioro de las tierras que los agricultores

poseen, a las continuas quemadas de pastizales y en algunas zonas a los niveles de inclinación de las laderas. Por consiguiente, la deforestación de la casi totalidad de las tierras de la Montañona, que ha mermado la reducción de la cobertura vegetal, así como, la reducción drástica de las aguas superficiales como la Cuenca del Tamulasco y las condiciones socio-económicas de la población son situaciones convergentes que determinan un área altamente vulnerable social y ambientalmente.

El Área Natural de la Montañona (Macizo boscoso)

No existe un dato exacto sobre la extensión real del denominado macizo de la Montañona, algunos estudios reportan una extensión de 2,550 Ha (MARN), otro señala unas 1,439 Ha (PRISMA), mientras que un estudio de FUNDE reporta una extensión aproximada de 1,241 Ha.

Su potencial agrológico es el siguiente: 66% Vocación Forestal, 18% Vocación para la Ganadería y 15% Vocación para cultivos permanentes y forestales.

El uso del suelo actual según el PNOTD en esta zona se presenta con un 90% Pinares y Robledales y 10% Pastos y granos básicos con arbustos y árboles.

En la parte del macizo se encuentra la comunidad La Montañona es un asentamiento pequeño, eminentemente rural, sus recursos locales se limitan al bosque, a la tierra que arriendan y a los insumos para hacerla producir.

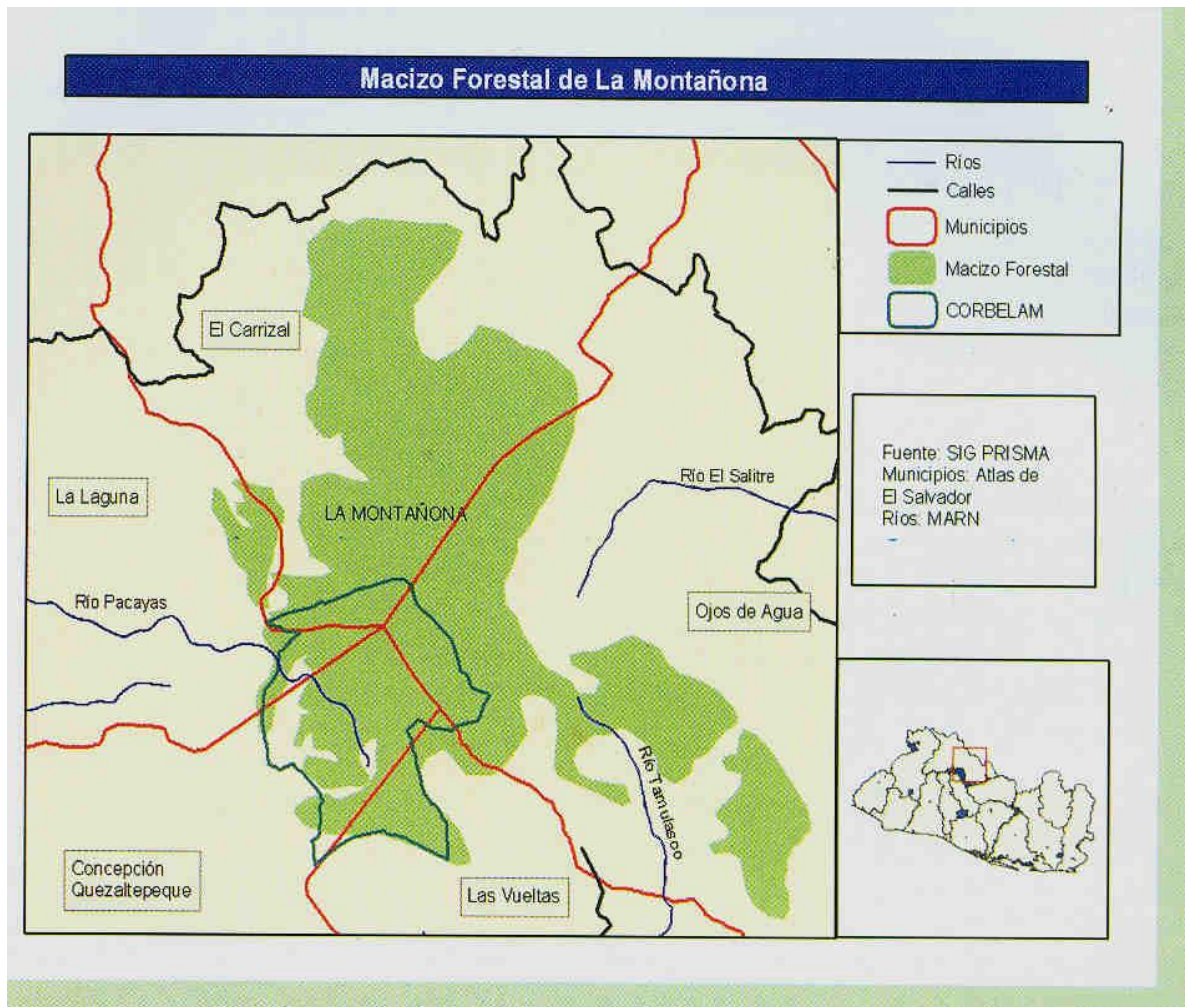
La zona del macizo de la Montañona tiene un limitado potencial para la agricultura, pues los tipos de suelo dominantes son más apropiados para bosque y cobertura vegetal permanente. A pesar de este potencial, la práctica forestal no se ha desarrollado como parte del sistema de producción campesina, en parte por la situación de tenencia de la

tierra. La práctica forestal se reduce al macizo boscoso, sin embargo, no se considera como opción viable, dadas las condiciones actuales de precios de la madera y la decisión de los dueños de conservar la integridad del bosque.

Según PRISMA, los recursos no maderables (hongos comestibles, orquídeas, plantas medicinales, resina) son poco aprovechados y no forman parte del Plan de Manejo. Este Plan ha sido apoyado por diversas instituciones no gubernamentales y programas de desarrollo empezando con PROCHALATE en 1996.

El Plan de Manejo es un instrumento que ha permitido armonizar la necesidad de conservación del área con la satisfacción de las necesidades de la población al generar ingresos a los habitantes de las comunidades que son contratados para ejecutar las actividades de manejo forestal. Ambientalmente el Plan de Manejo ha destacado la importancia del bosque para la infiltración de agua lluvia y abastecimiento de poblaciones de la parte baja, integrando actividades silvícola y de protección contra incendios (Wachowski, 2001).

El Mapa 3 muestra las divisiones municipales y la extensión del macizo de La Montañona, en el que se puede apreciar que la mayor parte del macizo montañoso se ubica en el municipio de El Carrizal, siguiéndole en importancia el municipio de Ojos de Agua y Concepción Quezaltepeque. Los Municipios La Laguna y Las Vueltas únicamente cuentan con pequeñas porciones de territorio del macizo boscoso.



Mapa 3: Macizo Forestal de La Montaña, cuencas hidrográficas y cobertura municipal

Fuente: estudio PRISMA

5.2.2.2 BIODIVERSIDAD

La fauna presente en la zona incluye a venados cola blanca, cotuzas, pájaros carpinteros, culebras, palomas petenera, cuzucos, tepezcuintles, tigrillos, y otras especies, en una altura que varía entre 1,270 y 1,650 msnm. La vegetación consiste en asociaciones encino-roble y coníferas en las mayores elevaciones. En las propiedades predomina la vegetación de pinos que se mezclan con las parcelas individuales donde se cultivan granos básicos, chan, hortalizas como güisquil, tubérculos como la papa y frutas silvestres.

Alberga una gran abundancia de aves que se alimentan de insectos de la madera, como carpinteros (*Melanerpes formicivorus*, *M. aurifrons*, *Colaptes auratus* y *Dryocopus lineatus*), gavilanes y halcones (*Accipiter chionogaster*, *Buteo nitidus*, *Falco sparverius*), palomas (*Columba fasciata*, *C. flavirostris*, *Zenaida asiática*), corre caminos (*Geococcyx velox*), cotorras (*Amazona albifrons*). Existe abundancia de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), mapaches (*Procyon lotor*), conejos (*Sylvilagus floridanus*) y cuzucos (*Dasypus novemcinctus*), entre otras especies (PNODT, 2002).

“ Se han documentado la presencia de 133 especies de aves en el bosque de la Montañona. Probablemente hay más de 150 que se presentan en el bosque durante un año completo. La mayorías de las especies reportadas son residentes en el bosque durante todo el año y algunas (25) son aves migratorias, durante parte del año, generalmente de septiembre hasta abril” (Aves del Bosque de La Montañona PRISMA, Agosto de 2005).

Un estudio denominado La Flora de Bosque La Montañona (PRISMA Septiembre 2005) reporta que en un inventario sobre la fauna “ se obtuvo un total de 205 especies, logrando identificar 185 plantas, pertenecientes a 65 familias botánicas” Los tipos de bosques encontrados son: Bosque mixto (pino, encino, roble, y otras especies) bosque de pino, bosque de Quercus, vegetación de quebrada y Matorral. Entre las familias con mayor representación dentro del bosque están: Asteraceae, Leguminosae, Melastomataceae, Orquidaceae, Gramineae (PRISMA, Septiembre 2005).

5.3 METODOS PARA ESTUDIAR Y EVALUAR EL IMPACTO AMBIENTAL.

Los estudios encaminados a identificar, predecir, evaluar y presentar los impactos ambientales y proponer las medidas de mitigación, deben realizarse previamente a la ejecución de las obras o actividades por lo que constituyen una importante herramienta en la etapa de planeación.

Ante el caudal de información que se maneja y por la complejidad de los fenómenos naturales y socioeconómicos que están involucrados en los proyectos, el desarrollo de los estudios de impacto ambiental requiere la participación de equipos interdisciplinarios (constituidos por; biólogos, agrónomos, sociólogos, geólogos, ingenieros, etc.)

5.4 METODOLOGIA PARA LA EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL DEL RELLENO SANITARIO CONTROLADO .

Evaluación de Problemas mayores:

Problemas Sanitarios: En un botadero generalmente existe la presencia de: Fuego, Humareda, mal olor, transmisión de enfermedades (macro vectores y micro vectores).

Problemas Ambientales: Es necesario evaluar los siguientes parámetros: Contaminación del aire, contaminación de agua (superficial y subterránea), contaminación del suelo, deterioro del paisaje.

Problemas Operacionales: Se necesita tomar en cuenta lo siguiente: Vías de acceso intransitables en tiempo de lluvia (Superficies, pavimentos), ausencia de control de residuos (inspección y pesaje), ausencia de criterios para la colocación de los desechos sólidos en el terreno (frente de trabajo y método de manejo de los desechos).

Evaluación de las áreas de disposición actualmente existentes: Con respecto a la evaluación de las áreas de disposición, con miras en su continuidad operativa o en el cierre del botadero de desechos, los criterios técnicos que se deben de verificar son:

Tamaño del Área: Área efectiva de disposición, área totalmente disponible, evaluación de su vida útil, restricciones de aprovechamiento.

Localización del área: Evaluación de las tendencias de ocupación del área, planificación del uso y la ocupación del área del terreno y sus alrededores, distancia con respecto al área urbana, industrial y rural.

Conveniencia ambiental del área: Criterios legales, identificación de estudios ya realizados, estudio de impacto ambiental, Ley y reglamentos del MARN, código de salud, etc.

Datos Básicos (Inventario Físico):

Mapas (geológico, de suelos, etc.)

Levantamiento topográfico y catastral.

Clima(Pluviometría, evaporimetría, temperatura y vientos)

Biota (Flora, fauna y comunidades)

Geología, geotécnica e Hidrogeología.

Tipos de Residuos: Origen, clasificaciones, volúmenes.

Proyección futura de los volúmenes y tipos de residuos que se deberán depositar en el sitio.

Estructura de la disposición: Drenajes, coberturas, secciones especiales (celdas), taludes, forma de operación, etc.

Tratamiento de residuos (líquidos y gases)

Condiciones de acceso:

Vías externas: Distancia hasta los centros productores de desechos, estado de conservación de las carreteras y caminos, tráfico local.

Vías internas: Estado de conservación de los accesos en cualquier tiempo y sistema de circulación.

Operación:

Condiciones de operación: Manejo de residuos (despeje, compactación y cobertura), vallas y secciones especiales, equipo a utilizar, mezcla de residuos (co-disposición).

Control de Área: Administración, pesaje, cercas, excavadores y existencia de animales.

Recursos disponibles:

Identificación de los costos de aseo urbano del municipio: Presupuesto, recaudación y otros,

Recursos humanos: Técnicos, operacionales, administrativos.

Recursos Materiales: Equipo disponible (incluyendo unidades sin condiciones de uso: cargador frontal camión basculante, retroexcavadora, camión cisterna, otros).

5.5 PROCEDIMIENTOS BASICOS PARA LA EVALUACION DE IMPACTOS AMBIENTALES

5.5.1 CONSIDERACIONES JURÍDICAS Y NORMATIVAS.

A continuación se mencionan las diferentes leyes y reglamentos relacionados con el manejo integral de los desechos sólidos municipales.

LEY DEL MEDIO AMBIENTE

TITULO	ARTICULO	RELACIÓN CON EL PROYECTO
Proyectos que requieren EIAs	21	Todas las personas naturales o jurídicas deberán presentar el Estudio de Impacto Ambiental para realizar cualquier tipo de proyecto.
Elaboración de los EIAs	23	El EIA será elaborado por cuenta del interesado por medio de un equipo multidisciplinario.
Educación y formación ambiental	41	El Ministerio promoverá junto con la empresa privada el desarrollo de programas ambientales.
Protección del suelo	50	Los habitantes deberán usar prácticas correctoras en el tratamiento y disposición final de los desechos domésticos, industriales y agrícolas
Infracciones ambientales	86	Toda actividad que está sujeta a infracción, clasificadas en graves y menos graves.

CÓDIGO MUNICIPAL

TITULO	ARTICULO	RELACIÓN CON EL PROYECTO
Competencia Municipal	4	El gobierno local elabora, aprueba y ejecuta planes de desarrollo urbano, protege los recursos renovables y fiscaliza las obras particulares.
Organización de los gobiernos	30	Emite ordenanzas para aprobar los planes de desarrollo urbano y rural
	31	El gobierno local tiene como obligación construir las obras necesarias y la prestación de servicios públicos a la comunidad.
Instrumentos Jurídicos	35	Las ordenanzas son reglamentos de cumplimiento obligatorio para particulares.
ADESCOS	118 al 125	Las personas pueden organizarse en ADESCOS para impulsar soluciones a los problemas locales.

CONDICIÓN ACTUAL DE LOS PERMISOS:

El proyecto deberá ser aprobado por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), respetando todos los lineamientos para su desarrollo, tomando en cuenta que será un proyecto de desarrollo progresivo en el transcurso de la vida útil del proyecto; también estará monitoreado por todas las instituciones que intervengan para su desarrollo (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Ministerio de salud y Alcaldía Municipal).

Es importante mencionar que no existen ordenanzas municipales en cuanto al manejo integral de los desechos sólidos específicas dentro del municipio.

Una EIA en resumen es necesario para lo siguiente:

Predice los impactos ambientales del proyecto.

Encuentra la forma de reducir los impactos inaceptables y adapta el proyecto a las condiciones locales.

Presenta condiciones y opciones a quienes toman decisiones.

Recursos necesarios para un EIA:

Equipo multidisciplinario calificado: A fin de poder establecer las relaciones con quienes toman las decisiones y motivar al equipo de trabajo.

Lineamientos técnicos aprobados por las autoridades competentes para ejecutar las diversas fases del proceso del EIA, especialmente en sondeo ambiental, alcance, predicciones, evaluación y medidas de control.

Información acerca del ambiente para ser seleccionada y evaluada en relación a los impactos considerados luego del alcance.

Capacidad analítica para realizar trabajos de campo, pruebas de laboratorio, investigaciones bibliográficas, procesamiento de datos, fotomontaje, encuestas y modelos de predicción.

Recursos administrativos para apoyar la evolución del proceso de la EIA, los cuales incluyen: Personal de oficina, instalaciones para reuniones, facilidades de comunicación y manejo de datos.

Acuerdos institucionales: Incluye procedimiento formal de consulta con quienes toman decisiones y otros grupos interesados.

Autoridad para supervisar, monitorear y obligar el cumplimiento de las medidas de control a lo largo del proyecto.

La primera etapa de un estudio de impacto ambiental (figura N° 21) consiste en describir las características del proyecto, obras y actividades que en el se involucran en sus diferentes fases como son: selección del sitio, preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento, y abandono del sitio. A continuación debe hacerse una caracterización de la situación ambiental existente en la zona de influencia del proyecto, haciendo énfasis en los posibles niveles de alteración. La descripción del ambiente debe incluir los aspectos generales del medio natural (físico y biológico) y socioeconómico.

Como parte final de esta primera etapa, se predicen las condiciones ambientales futuras que se tendrían en el sitio, de no llevarse a cabo el proyecto.

La segunda etapa es el elemento fundamental del estudio de impacto ambiental y consiste en tres fases principales: identificación, predicción y evaluación de los efectos que tendrá la implementación del proyecto en sus diferentes etapas sobre el ambiente. Para llevar a cabo esta segunda etapa, se han desarrollado numerosas técnicas, que presentan diferencias en su objetivo, enfoque y requerimientos de información. Cada una de estas técnicas presenta ventajas y desventajas respecto de las otras, por lo que aquella o aquellas que se apliquen deberán seleccionarse considerando el tipo de proyecto, la información disponible y las características del

ambiente en el sitio de que se trate. En el apartado 6.3.2 se describen las técnicas de evaluación del impacto ambiental.

En la tercera etapa del estudio se proponen las medidas de prevención y mitigación de los efectos negativos que ocasionaría el proyecto sobre el ambiente, tomando en cuenta los impactos evaluados en la etapa anterior.

Finalmente, la cuarta etapa del estudio consiste en comunicar sus resultados mediante el documento denominado Manifestación de Impacto Ambiental.

5.6 TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL.

Para llevar a cabo la segunda etapa del estudio de impacto ambiental existen diversas técnicas simples y complejas que pueden aplicarse. Entre estas técnicas se incluyen diversas matrices de ponderación, listados, modelos de simulación por computadora, etcétera. La finalidad ideal que se persigue al aplicar las técnicas de análisis es cubrir las tres fases del estudio antes mencionadas: identificación, predicción y evaluación. Estas fases se resumen en el Cuadro 22 y se explican a continuación.

MIA
(METODOLOGIA DE IMPACTO AMBIENTAL)
MODALIDAD GENERAL

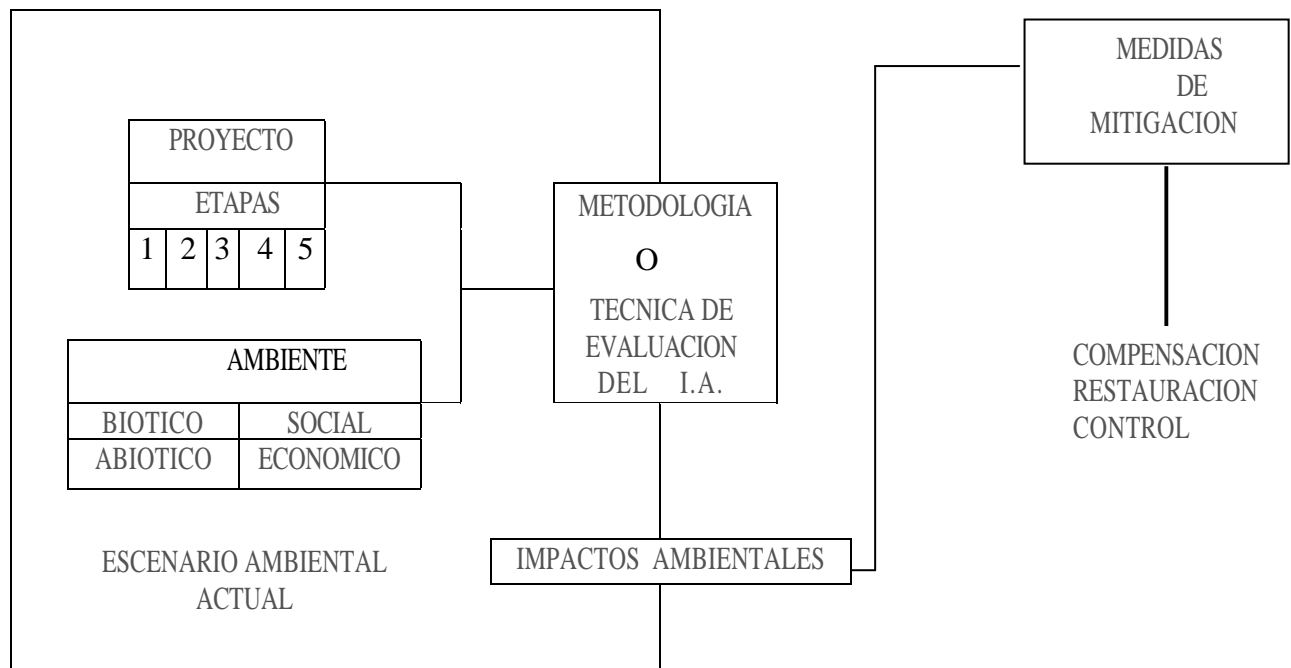


Figura N° 21 Procedimiento general, para realizar un estudio de
impacto ambiental

CUADRO No. 22

FUNCIONES ANALITICAS DE LAS TRES FASES DE LA SEGUNDA ETAPA DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
FASE	FUNCION ANALITICA
IDENTIFICACIÓN	Descripción del sistema ambiental existente. Determinación de los componentes del proyecto. Definición de las alteraciones del medio causadas por el proyecto (incluyendo todos los
PREDICCIÓN	Estimación de las alteraciones ambientales significativas. Evaluación del cambio de la probabilidad de que ocurra el impacto.
EVALUACIÓN	Determinación de la incidencia de costos y beneficios en, los grupos de usuarios y en la población afectada por el proyecto. Especificación y comparación de relaciones costo / beneficio entre varias alternativas.

Fase 1: Identificación.

Consiste en identificar separadamente las actividades del proyecto que podrían provocar impactos sobre el ambiente en las etapas de selección y preparación del sitio; construcción, operación y mantenimiento; y abandono al término de la vida útil. Asimismo, se identifican los factores ambientales y sus atributos que se verían afectados.

Fase 2: Predicción

Consiste en predecir la naturaleza y extensión de los impactos ambientales de las actividades identificadas. En esta fase se requiere cuantificar con indicadores efectivos el significado de los impactos.

Fase 3: Evaluación

Consiste en evaluar los impactos ambientales cuantitativa y cualitativamente. De hecho, la política de estudiar los efectos en el ambiente carecería de utilidad si no se contara con una determinación cualitativa y cuantitativa de los impactos. Al conocer la naturaleza y dimensión de un impacto es posible tomar una decisión, la cual puede consistir en:

- Diseñar alguna medida de prevención o mitigación, o
- Determinar una alternativa del proyecto que genere impactos de menor magnitud e importancia.

La elección de cualquiera de estas opciones implicará las correspondientes consideraciones técnicas, económicas, sociales y financieras.

La segunda etapa del estudio de impacto ambiental es la que requiere más dedicación y esfuerzo, ya que, debe ser desarrollada por un grupo de especialistas en diferentes disciplinas con el objeto de que queden cubiertas todas las áreas del ambiente. Esta actividad interdisciplinaria exige una estrecha comunicación entre los especialistas que la llevan a cabo, requiriéndose del trabajo en grupo para definir la importancia de los factores ambientales y la magnitud de los impactos.

La clasificación más ampliamente aceptada divide a las técnicas para identificar, predecir y evaluar los impactos ambientales en los siguientes grupos (Cuadro 23):

- Procedimientos pragmáticos.
- Listados.
- Matrices.
- Redes.
- Modelos.
- Sobre posiciones.
- Procedimiento adaptativo.

Procedimientos pragmáticos.

Consiste en integrar un grupo de especialistas en diferentes disciplinas para identificar impactos en sus áreas de especialidad (por ejemplo: flora, fauna, contaminación, aspectos económicos), buscando satisfacer los requerimientos de la legislación ambiental vigente en el sitio del estudio, referentes a la evaluación de impactos. En esta metodología no se definen parámetros específicos que deben ser investigados ni se realiza una evaluación formal de la magnitud de los impactos.

Cuadro No.23 Técnicas para identificar, predecir y evaluar los impactos ambientales.

PROCEDIMIENTOS PRAGMATICOS	comité interdisciplinario de especialistas
LISTADOS	Lista estandarizada de impactos asociados con el tipo de proyecto.
MATRICES	Listas generalizadas de las posibles actividades de un proyecto y de los factores ambientales afectados por más de una acción.
REDES	Trazado de ligas causales.
MODELOS	Conceptual.- describe las relaciones entre las partes del sistema. Matemático.- modelo conceptual cuantitativo. Simulación en computadora.- representación dinámica del sistema.
SOBREPOSICIONES	Evaluación visual de la capacidad ecológica anterior; y posterior al, proyecto.
PROCEDIMIENTO ADAPTATIVO	Combinación de varias técnicas.

Listados

En estas técnicas se parte de una lista maestra de factores ambientales y/o impactos seleccionándose y evaluándose aquellos impactos esperados para el proyecto y sus acciones específicas. Este tipo de listas se elaboran con un criterio interdisciplinario para identificar las acciones del proyecto que puedan causar impactos significativos, no relevantes o sin interés. Los listados pueden complementarse con instrucciones de la forma de presentar y usar los datos, y con la inclusión de criterios explícitos para impactos de cierta magnitud e importancia.

Matrices.

Consisten básicamente en listados generalizados de las posibles actividades de un proyecto y de los factores ambientales potencialmente impactados. Ambas listas se colocan, indistintamente, en las columnas o renglones de la matriz. La utilización de las matrices difiere de los listados en que se identifican las posibles interacciones del proyecto y el ambiente; asimismo, permiten definir las acciones que generan más de un impacto y los factores ambientales afectados por más de una acción.

La mayoría de los sistemas basados en matrices, utilizan una escala que permite al evaluador la oportunidad de registrar niveles de intensidad. Algunas de ellas muestran la manera como el evaluador puede utilizar, de manera combinada, ciertos indicadores objetivos con opiniones de expertos e impresiones para asignar una calificación a cada una de las celdas dentro de la matriz. Otras metodologías están basadas en la asignación de pesos (ponderación) multiplicar símbolos por el rango de severidad, dentro de cada celda.

Los listados son utilizados como insumo en las matrices de causa-efecto para identificar los posibles impactos causados por las diferentes actividades del proyecto.

Redes.

Estas técnicas amplían el concepto de las matrices mediante la introducción de una red de causa-condición-efecto que permite la identificación de impactos acumulativos o indirectos, los cuales no son adecuadamente explicados a través de una secuencia

simple de causa-efecto representada por matrices.

Modelos.

Un modelo es una representación física, matemática, o en el mejor de los casos física-matemática, que reproduce las características y condiciones de un ecosistema, de modo que analizando esta información y las interacciones existentes, se puede llegar a la percepción y comprensión del comportamiento de tal sistema.

Es evidente que los modelos matemáticos son; un reflejo expresado en ecuaciones y formulas: la matemática de modelos intuitivos elementales demuestra una imagen del funcionamiento del universo, y tienen por objeto efectuar una predicción.

Sobreposiciones.

para cuantificar estos impactos o identificar interacciones secundarias o terciarias Estas técnicas están basadas en el uso de una serie de mapas transparentes que se pueden sobreponer para producir una caracterización compuesta del ambiente regional. Los mapas describen factores ambientales o características del suelo y la distribución superficial del proyecto con todas sus obras complementarias. Este enfoque es efectivo para seleccionar alternativas e identificar ciertos tipos de impactos, ya que esta técnica localiza los factores limitativos para ciertos usos, pudiéndose así conocer los factores del ambiente más sensibles de ser afectados; sin embargo, no puede usarse.

Procedimiento adaptativo.

Debido a que ninguna de las técnicas antes descritas cubre las tres fases del estudio: identificación, predicción y evaluación, es necesario complementarlas o combinarlas, resultando un procedimiento adaptativo.

5.6.1 CRITERIOS DE SELECCIÓN DE MÉTODOS.

El uso de un método para el análisis de los impactos ambientales, depende de las necesidades específicas del responsable del proyecto y del mismo proyecto en cuestión. Para realizar la selección de métodos se han desarrollado criterios que pueden servir de base para quienes están elaborando la evaluación de impacto ambiental.

En 1977, R.K. Jain, K.V. Urban y G.S. Stancey; presentaron siete consideraciones clave de selección, las cuales son:

1. Finalidad del análisis de impactos.

Es necesario definir si el análisis es para toma de decisiones o con fines de difusión. Un documento de decisión es vital para determinar el mejor curso de acción; mientras que uno de difusión revela, en principio, las implicaciones de las alternativas elegidas. Un documento de decisión generalmente requiere mayor énfasis en la identificación de aspectos clave, la cuantificación y la comparación directa de alternativas. Un documento de difusión requiere un

análisis más integral y se concentra en interpretar la trascendencia del espectro más amplio de posibles impactos.

2. Alternativas del proyecto.

Se requiere considerar si las alternativas difieren solo en magnitud o en esquema conceptual. Si difieren en cuanto a su conceptualización, como el caso de la prevención de inundación mediante construcción de bordos en contra de la zonificación de áreas de inundación, entonces la magnitud del impacto deberá evaluarse con base en un patrón absoluto, puesto que los impactos serán diferentes tanto en tipo como en tamaño; por otro lado, los grupos de alternativas que difieren sólo en magnitud permiten una comparación de impactos y un mayor grado de cuantificación.

3. Participación social.

Es necesario definir si la participación de la comunidad en el análisis será activa o solo de revisión. La participación activa permite el uso de técnicas más sofisticadas, tales como el análisis por computadora o estadístico que resulta difícil de explicar a un público interesado; pero que no ha participado anteriormente. El papel de una participación activa también permite un mayor grado de cuantificación o ponderación de la magnitud de los impactos mediante la incorporación directa de los valores públicos.

4. Información existente y recursos disponibles para el análisis.

Un aspecto fundamental para seleccionar el método es la información existente,

así como los recursos disponibles para su análisis. Los métodos más sofisticados y que proporcionan resultados más confiables requieren necesariamente mayor información y recursos para su aplicación.

5. Conocimiento del área de estudio por el grupo de análisis.

El conocimiento o familiaridad que tenga el grupo que realiza el estudio aumentara la validez de un análisis subjetivo de la magnitud de los impactos.

6. Trascendencia del proyecto o acción.

La trascendencia que tenga el proyecto, o una acción específica, tanto en su magnitud física, como un efecto social, es otro factor importante en la selección del método por emplear. Mientras más importante es una acción, mayor es la necesidad de explicitarla, cuantificarla o identificar sus aspectos clave. Las ponderaciones y relaciones arbitrarias para comparar un tipo de impacto (ecológico) contra otro (económico), llegan a ser poco apropiados.

7. Consideraciones institucionales.

Es necesario tomar en cuenta si los métodos seleccionados están limitados por los procedimientos de la dependencia responsable o por requerimientos de formato. Las políticas o lineamientos específicos de la dependencia pueden excluir algunas técnicas al especificar por ejemplo, ámbitos de impactos y el tiempo disponible para realizar el análisis.

Folden presento en 1980 nueve criterios para seleccionar el método apropiado:

1. Integridad.

El método seleccionado debe comprender todas las alternativas, y puntos de vista significativos. Sin un enfoque integral es casi seguro que las decisiones no sean óptimas.

2. Aplicabilidad.

El método debe de ser simple para ser aprendido y aplicado por un grupo pequeño con conocimientos limitados, con un presupuesto reducido y en un tiempo corto, si así se requiere.

3. Descriptibilidad.

Los resultados y conclusiones obtenidas deben permitir la visualización del problema y sus soluciones de manera tal que permitan el entendimiento y confianza del público y aseguren su participación.

4. Ampliabilidad.

Debe permitir la evaluación preliminar de alternativas y debe ser fácilmente ampliable para proporcionar mayor detalle en aspectos clave. De esta manera, el mismo método debe permitir un análisis superficial o un examen detallado.

5. Aspectos relevantes.

La técnica debe incluir un informe explícito de todos los aspectos relevantes, sistemáticamente ordenados y ponderados para reflejar su importancia relativa.

6. Sistema único.

El método debe reflejar un entendimiento del sistema ambiental socio-económico como un todo y las principales interrelaciones entre los diversos factores.

7. Discriminación de efectos.

El método debe reflejar cambios que ocurrirán en el futuro "sin el proyecto" y "con el proyecto" y debe permitir la cuantificación de la diferencia entre conjuntos de alternativas.

8. Uniformidad.

Diversos factores son medidos convencionalmente con una amplia variedad de unidades objetivas y subjetivas (pesos, biomasa, días de recreación, bueno-malo, empleos, etc.). Es recomendable emplear medios para transformar estas mediciones en unidades uniformes como un elemento para facilitar la comparación.

9. Sistematización de información.

La factibilidad para recabar y alimentar la información requerida por un método, es un criterio clave para la implantación exitosa de cualquier modelo. Técnicas potencialmente excelentes pueden ser impracticables por la dificultad en la colección de datos.

El empleo de una técnica adecuada permite definir los impactos existentes y su magnitud relativa. Una vez hecho esto, se requiere caracterizar los mismos,

definiendo para cada uno de ellos:

- Durabilidad: si es temporal o permanente el impacto.
- Plazo y frecuencia.: Si el impacto se presenta en el corto o mediano plazo, si este es intermitente.
- Probabilidad de ocurrencia.: Define la probabilidad de que se presente el impacto, a mayor información la incertidumbre se reduce.
- Facilidad de mitigación: Si es posible eliminar o reducir el impacto

Por ultimo, una vez que se han identificado y caracterizado los impactos, y si entre estos existen impactos adversos de significación, es necesario proceder a la evaluación detallada tanto de los impactos en forma específica como del proyecto en forma global, para contar con elementos suficientes que permitan una decisión objetiva sobre la implantación del proyecto.

En principio lo ideal seria evaluar la totalidad de los impactos registrados tanto positivos como negativos, pero el número de estos hará por lo general poco factible y practico el proceso. De esta manera se recomienda evaluar en principio todos los impactos identificados como severos y los considerados como más relevantes, de entre los no severos.

5.7 COMPLEMENTACIÓN DEL FORMULARIO AMBIENTAL.

5.7.1 LINEAMIENTOS PARA LA COMPLEMENTACIÓN DEL FORMULARIO AMBIENTAL.

Los presentes lineamientos tienen por objeto proporcionar los elementos básicos necesarios para el adecuado llenado del formulario ambiental y que la información proporcionada por el titular (propietario) de la actividad, obra o proyecto, permita al equipo técnico profesional designado por el MARN, conjuntamente con los resultados de la inspección al sitio propuesto para el desarrollo del proyecto, determinar la procedencia de exigir o no la elaboración del estudio de Impacto Ambiental. El formulario ambiental se presenta en el anexo N° 11.

1. De la presentación del Formulario Ambiental.

El Formulario Ambiental, deberá ser presentado por el titular o el representante legal debidamente acreditado, de toda nueva actividad, obra o proyecto o que pretenda realizar ampliación, rehabilitación o conversión del desarrollo que requiera Permiso Ambiental. El Formulario Ambiental, será presentado al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, con una nota de remisión.

2. Del Contenido del Formulario Ambiental.

El Formulario Ambiental contiene como mínimo, de acuerdo al artículo 21 del Reglamento de la Ley de Medio Ambiente, lo siguiente:

- Información del titular, que propone la actividad, obra o proyecto.
- Identificación, ubicación y descripción de la actividad, obra o proyecto.
- Aspectos de los medios físico, biológico, socioeconómico y cultural, que podrían ser afectados por la ejecución del proyecto.
- Identificación y priorización preliminar de impactos potenciales, posibles riesgos y contingencias y estimación de las medidas ambientales correspondientes.
- Declaración jurada sobre la responsabilidad del titular en la veracidad de la información proporcionada.
- Marco Legal aplicable (nivel nacional, regional y/o local).

El formulario ambiental. Se deberá responder en lo que sea pertinente a la actividad, obra o proyecto propuesto.

3. De la Responsabilidad del contenido de la información proporcionada y remisión del formulario ambiental.

El titular de la actividad, obra o proyecto, será responsable de la veracidad de la información proporcionada en el formulario ambiental.

La información requerida en el formulario ambiental, deberá ser respondida en los diferentes aspectos de la actividad, obra o proyecto.

4. De la Reserva de la Información.

El Ministerio de Medio Ambiente y de los Recursos Naturales, mantendrá en reserva la información que pudiera afectar derechos de propiedad industrial, intelectual o

intereses lícitos mercantiles del titular.

5. De la Tramitación del Formulario Ambiental.

El Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, de acuerdo a lo establecido en la normativa legal vigente y una vez efectuada la recepción del Formulario Ambiental, dará curso a la tramitación del mismo, siguiendo el procedimiento técnico administrativo que a continuación se describe.

5.1 De la Evaluación de la Información contenido en el Formulario Ambiental.

El equipo técnico profesional designado por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en cumplimiento a lo establecido en el artículo 22 del Reglamento General de Medio Ambiente, procederá al análisis de la información contenida en el Formulario Ambiental correspondiente (instrumento específico) para la actividad, obra o proyecto.

La información proporcionada en el formulario ambiental, será calificada con base a la cantidad y calidad de la información, que aplica a la actividad, obra o proyecto, que el titular (propietario), propone desarrollar.

El resultado de la evaluación de la información contenida en el Formulario Ambiental, se reflejará en la planilla de análisis ambiental, la cual forma parte de los instrumentos que integran el procedimiento técnico administrativo interno de tramitación del MARN.

5.2 De la Inspección al Sitio de Ubicación de la Actividad, Obra o Proyecto.

El Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, designará un equipo técnico profesional de acuerdo a la tipología y naturaleza del proyecto, el cual realizará la inspección al sitio de la actividad, obra o proyecto y determinará la sensibilidad del área donde se pretende implantar la actividad, obra o proyecto, el resultado de la inspección al sitio por parte del equipo profesional, se reflejará en el instrumento interno de tramitación del MARN (formulario ambiental inspección de campo).

6. De la Categorización de la Actividad, obra o proyecto.

El Ministerio de Medio Ambiente y Recursos naturales, conforme al resultado del análisis de información del formulario ambiental y determinación de la sensibilidad del medio ambiente, que a continuación se detalla:

6.1 Del Análisis de la Información contenida en el Formulario Ambiental.

El análisis de la información contenida en el Formulario Ambiental, proporcionará los elementos para determinar la envergadura de la actividad, obra o proyecto.

6.2 Sensibilidad del área de posible implantación de la actividad, obra o proyecto y naturaleza del impacto potencial.

La sensibilidad del área de ubicación de la actividad, obra o proyecto, se determinará como resultado de la inspección al sitio y se utilizarán indicadores

ambientales predefinidos, proporcionándose así, los elementos para determinar la naturaleza del impacto potencial.

7. De los criterios para establecer la envergadura de la actividad, obra o proyecto y la calificación de la sensibilidad del medio ambiente.

- ENVERGADURA DE LA ACTIVIDAD, OBRA O PROYECTO.

La envergadura se refiere al tamaño (magnitud) de la instalación, el criterio al ser integrado con la tipología de la actividad, obra o proyecto, permite definir la categoría para exigir la presentación o no, de un estudio de impacto ambiental.

Para establecer la envergadura de la actividad, obra o proyecto, y la sensibilidad del medio, el Ministerio se basará en los criterios siguientes:

- Tipología de la actividad, obra o proyecto y localización.
- Superficie total y ocupada por el proyecto.
- Longitud del proyecto o densidad de población.
- Cantidad de materias primas, insumos, combustibles, recurso agua a utilizar y volumen de producción.
- Cantidad estimada y calidad de efluentes, emisiones y residuos o desechos que puedan generar la actividad, obra o proyecto.
- CALIFICACIÓN DE LA SENSIBILIDAD DEL MEDIO AMBIENTE.

La calificación de la sensibilidad del medio ambiente, se hará con base a los indicadores ambientales predeterminados y que contemplan los recursos: suelos, vegetación, fauna, zonas frágiles, agua, aire, calidad de vida u otro de particular

importancia identificado en la inspección al sitio del proyecto. La Calificación que se asignará será la siguiente:

- Calificación No. 1: No afectable por la actividad, obra o proyecto.
- Calificación No. 2: Sensible, los recursos del medio físico, biológico, social y económico, serán afectados de forma parcial y/o temporal, no se coloca en peligro la integridad del sitio.
- Calificación No. 3: Muy sensible, los recursos naturales del medio físico, biológico y socioeconómico son afectados de forma total y/o permanente, se incluirán los elementos del patrimonio histórico y cultural.

En función directa de la sensibilidad del medio ambiente, se definirá la naturaleza del impacto potencial.

8. De las Categorías de la Actividad, obra o Proyecto.

La categoría de la actividad, obra o proyecto determinará el nivel del EsIA (Estudio de Impacto Ambiental), de acuerdo a lo siguiente:

- Categoría 1: No requiere de la presentación de un Estudio de Impacto Ambiental (EsIA), debido a la tipología de la actividad, obra o proyecto, la envergadura y la naturaleza de las acciones a ejecutar.
- Categoría 2: Requiere de la presentación de un EsIA, debido a que la tipología de la actividad, obra o proyecto, causa efectos sobre el medio ambiente bien definidos, pero que dependiendo de la envergadura de las acciones que pretenden ser realizadas, éstas deberán ser cuantificadas en su real magnitud,

por lo cual el estudio ambiental, deberá enfatizar en la satisfacción de los requerimientos específicos de información.

- Categoría 3: Siempre se requerirá de la presentación del EsIA, por la tipología y la envergadura, magnitud de demanda de recursos y los potenciales efectos sobre el medio ambiente que pueden generar impactos negativos e irreversibles para el medio ambiente, la salud y calidad de vida de la población.

9. De la Resolución de Categorización y de los lineamientos de términos de referencia.

Mediante la aplicación de los criterios antes indicados el Ministerio, categorizará la actividad, obra o proyecto y determinará la procedencia de exigir o no la presentación de estudio de impacto ambiental y el nivel de detalle de dicho estudio.

El Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales emitirá, en un plazo máximo de veinte (20) días hábiles a partir de la recepción del formulario ambiental, dará la resolución sobre la procedencia de presentación de un estudio de impacto ambiental de la actividad, obra o proyecto, la cual será acompañada de los lineamientos de términos de referencia para elaborar el EsIA.

10. De la Vigencia de la Resolución de Categorización de la Actividad, Obra o Proyecto.

La vigencia de la resolución de categorización será por un (1) año, a partir de la fecha de notificación de la misma, transcurrido el lapso indicado se deberá actualizar la información suministrada.

5.7.2 LISTA DE DOCUMENTOS QUE DEBERÁN ANEXAR AL FORMULARIO.

Si es persona Natural.

- Declaración jurada (última Pág. del Formulario) deberá ser firmada por el titular (propietario) o el Representante Legal.
- Fotocopia del DUI del Titular o Representante Legal.
- Copia de Escritura de Propiedad del Inmueble (copia de contrato arrendamiento en caso de no ser el propietario).

Si es persona jurídica.

- Declaración jurada (última pág. del Formulario) deberá ser firmada por el titular (propietario) o el Representante Legal.
- Copia de acta de la Constitución de la empresa.
- Copia de escritura de propiedad del inmueble (o copia del contrato de arrendamiento en caso de no ser el propietario).

En ambos casos es necesario:

- Mapa de ubicación del proyecto o empresa.
- Plano de la construcción del proyecto.
- Plano de curvas de nivel y accidentes naturales.

Teniendo como requerimiento que sólo se recibirán los formularios ambientales que estén completos. Entendiéndose por completos:

- a) Aquellos que incluyan la información solicitada en los mismos.
- b) Estar suscrito y firmados en original por el titular (propietario), y sellados cuando se trate de personas jurídicas (empresas).
- c) Se acompañen los atestados o anexos correspondientes.

CAPITULO VI
“MANUAL DE OPERACIÓN Y
MANTENIMIENTO DEL
RELLENO SANITARIO
MANUAL”

6.1 OPERACIÓN.

La operación para que un relleno sanitario cumpla con sus objetivos como una obra de saneamiento ambiental durante su vida útil para la cual es diseñada es de gran importancia, todas las actividades que se refieren a su operación deben realizarse con el cumplimiento estricto y apego a las normas de Ingeniería Sanitaria, ya que con esto se evita que se convierta en un botadero a cielo abierto. Al no efectuar adecuadamente esta actividad se pone en peligro que en pocos días pueda, así sea el mejor de los rellenos, convertirse en un botadero a cielo abierto nuevamente.

Por lo tanto se considera indispensable elaborar un plan de operaciones el cual contemple los siguientes aspectos⁸:

6.1.1 CONSTRUCCION DE LA CELDA DIARIA.

La celda diaria es la unidad básica del relleno sanitario, la cual esta constituida por un frente de trabajo (ancho), el cual se define como el área destinada para la descarga de los desechos sólidos por los camiones recolectores, la ubicación de esta área no es permanente dentro del relleno sanitario si no que se moverá cada vez que sea necesario pasar a otra celda. El frente de trabajo tendrá un ancho mínimo de 1.5 veces el ancho

⁸ Guía Para el Diseño, Construcción y Operación de Rellenos Sanitarios Manuales. Autor: Jorge Jaramillo, Washington D.C, Enero de 1997.

del camión, equivalente para nuestro estudio a 1.5 mt. Además la celda también esta constituida por una longitud o avance (variable) y una altura (1mt.).

Pasos para la construcción de las celdas:

- Para la construcción de la primera celda se debe delimitar el área que ocupará, de acuerdo con las dimensiones estimadas basadas en la cantidad de desechos y grado de compactación fundamentalmente, esto dará una visión rápida y aclarará las dudas de los trabajadores.
- Descargar la basura en el frente de trabajo a fin de mantener una sola y estrecha área descubierta durante la jornada y evitar el acarreo de larga distancia. Ver figura N° 22.
- Esparcir la basura en capas sucesivas delgadas de 20 a 30 cm. y compactar hasta obtener la altura recomendada (1mt.) para la celda en el frente de trabajo.
- Cubrir las basuras compactadas con la tierra una vez al día, al final de la jornada con un espesor de 20 a 30 cm. para taparlas completamente y rellenar las irregularidades de la superficie.
- Compactar toda la celda hasta obtener una superficie uniforme.

Una vez completada la primera base de celdas, se debe hacer transitar el vehículo por encima de ellas en los períodos secos para lograr una mayor compactación.

Se descargan los desechos en el frente de trabajo y se esparcen de arriba hacia abajo, manteniendo una pendiente de 3:1 (H:V)., también se debe mantener en la superficie

de la celda una pendiente del 2% (en dirección Oeste – este) para facilitar el drenaje de aguas lluvias.

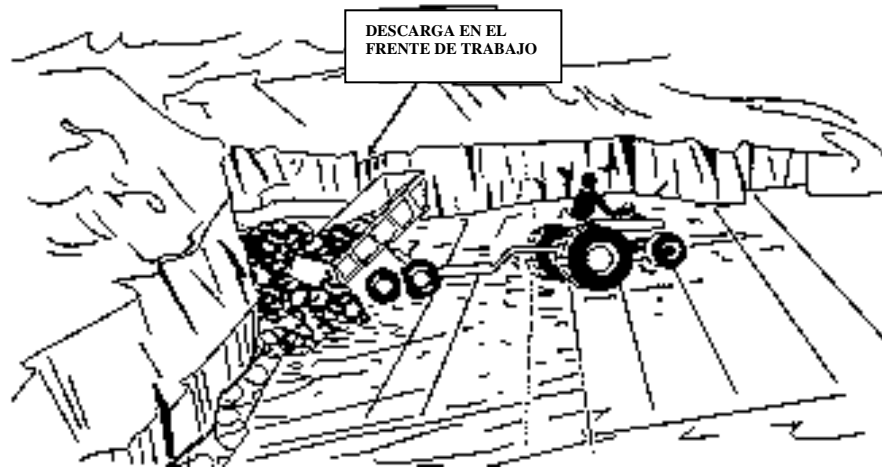


Figura N° 22 Descarga de los desechos sólidos.

6.1.2 MATERIAL DE COBERTURA.

El material de cobertura es muy importante, ya que es lo que hace la diferencia entre un relleno sanitario y un botadero a cielo abierto. La finalidad del material de cobertura es aislar los desechos sólidos del medio ambiente y teniendo como objetivos los siguientes:

- Prevenir la proliferación de vectores.
- Evitar el esparcimiento de los desechos por la acción del viento.

- Disminuir la infiltración de aguas lluvias y con esto la cantidad de líquidos lixiviados.
- Controlar los malos olores.
- Evitar la generación de incendios y presencia de humos.
- Estabilizar el relleno para que sea más transitable.
- Permitir el crecimiento de vegetación.

La cobertura de los desechos se realizará en tres etapas:

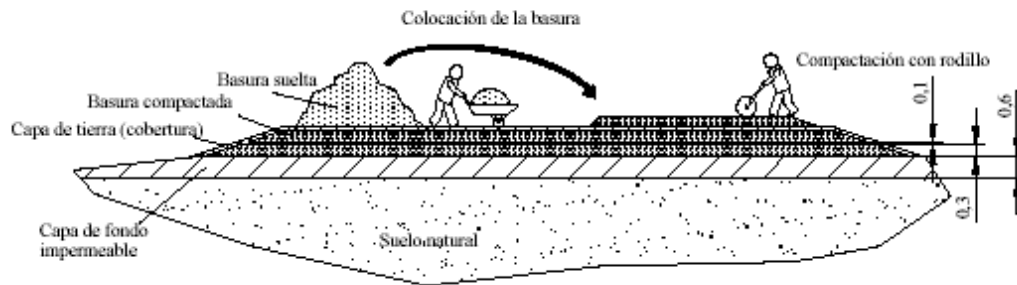
- 1) **Cobertura diaria:** en este tipo de cobertura el espesor de la capa de suelo puede ser de 20 a 30 cm. lo que servirá para el control del arrastre de papeles y plásticos, controlar la proliferación de vectores y disminuir la infiltración de aguas lluvias.
- 2) **Cobertura intermedia:** con esta cobertura, se logran los mismos propósitos que en la cobertura diaria, además sirve para el desplazamiento de los vehículos recolectores, da estabilidad a las chimeneas para el drenaje de los gases; por lo que se recomienda un espesor de capa de 30 a 40 cm. compactada a cada 15 o 20 cm. la cual deberá ser colocada cada semana y se deberá controlar que no se erosione.
- 3) **Cobertura final:** esta deberá tener un espesor de 60 cm. compactada en capas de 20 cm. de la misma clase de tierra utilizada para las demás coberturas y 20 cm. adicionales de humus (tierra negra), con el fin de que facilite el crecimiento de vegetación. El material de cobertura que se utilizara esta a unos 800 mts del lugar.

6.1.3 COMPACTACION.

Las densidades ha alcanzar en los rellenos sanitarios manuales deben ser de 400 – 500 Kg./m³, las cuales son relativamente bajas ya que la compactación se realiza con pisones y rodillos manuales (ver figura N° 23 y 24), los que se consideran suficientes para este tipo de relleno. Además existen otros factores a considerar que aumentan la compactación de los desechos sólidos en el relleno, entre estos están:

- Transito de vehículos sobre las celdas ya terminadas (ver figura N° 25), no se debe realizar este trabajo en el período lluvioso, puesto que hay peligro que se hundan los vehículos si el terreno está demasiado flojo. El transitar de los vehículos, sobre los desechos, se puede facilitar poniendo planchas y palos sobre la celda de basura, como se muestra en la figura N° 26.
- Descomposición de la materia orgánica, la cual se transforma en agua, humus y gases, lo que reduce su volumen haciendo que las celdas superiores compacten debido a su peso a las celdas inferiores.
- Almacenamiento de material de cobertura en las celdas ya terminadas.

a) capas horizontales



b) Capas inclinadas

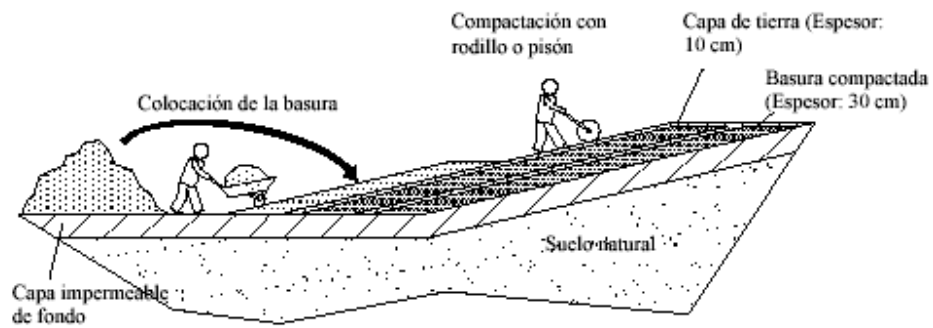


Figura N° 23. Colocación manual y compactación de la basura.

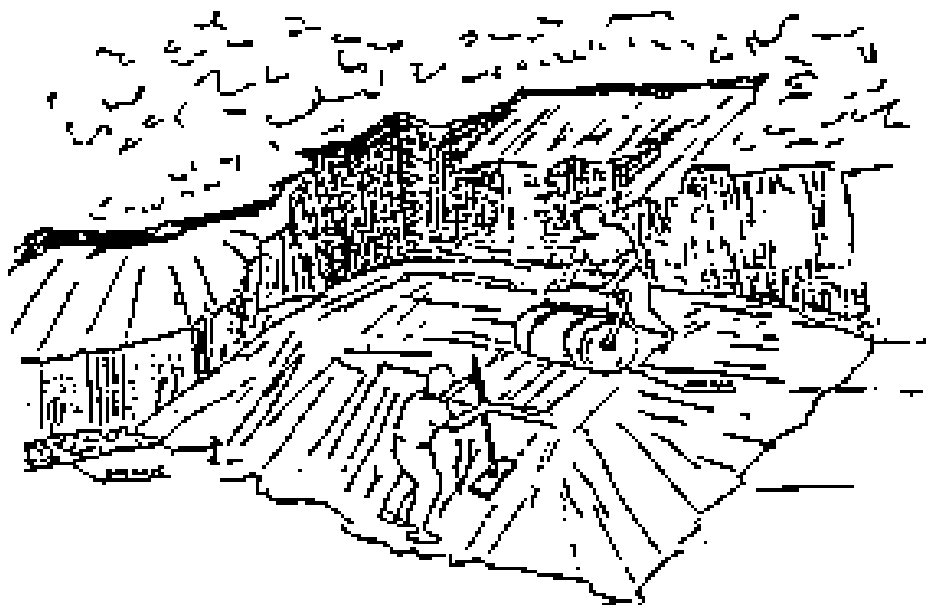


Figura N° 24. Compactación de la celda terminada.

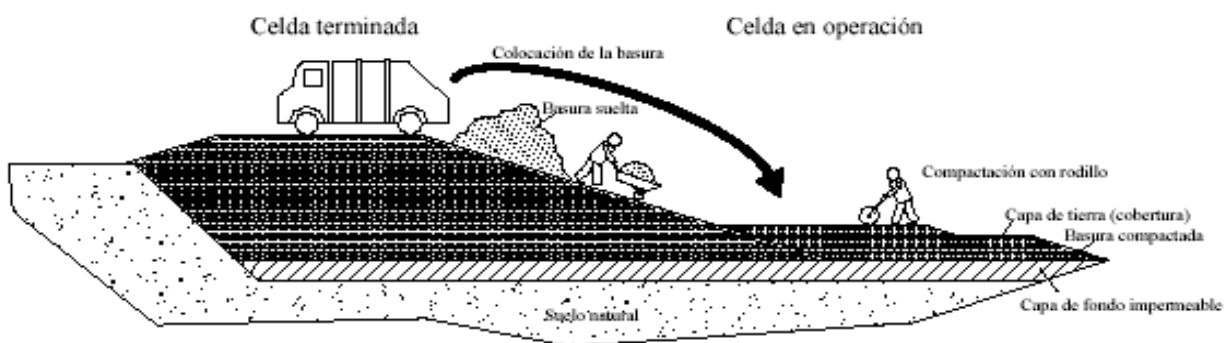


Figura N° 25. Transitar de vehículos sobre una celda terminada.

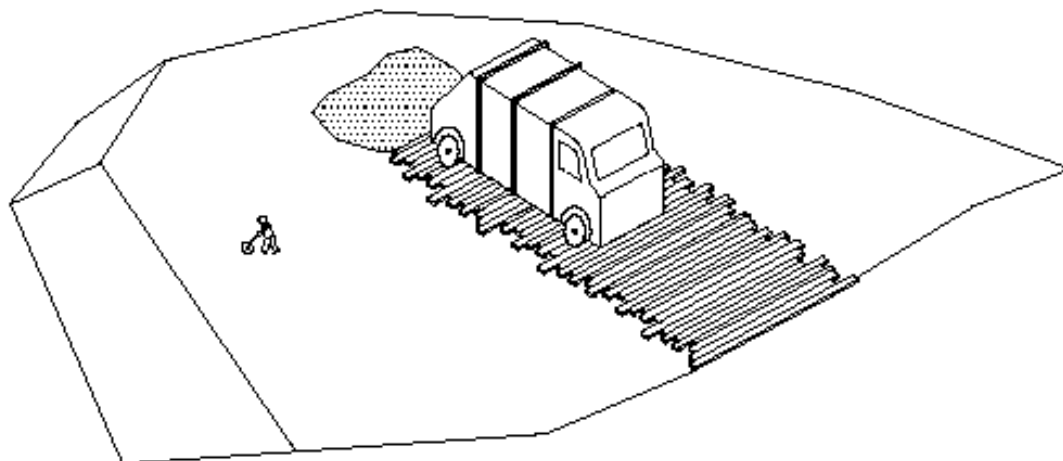
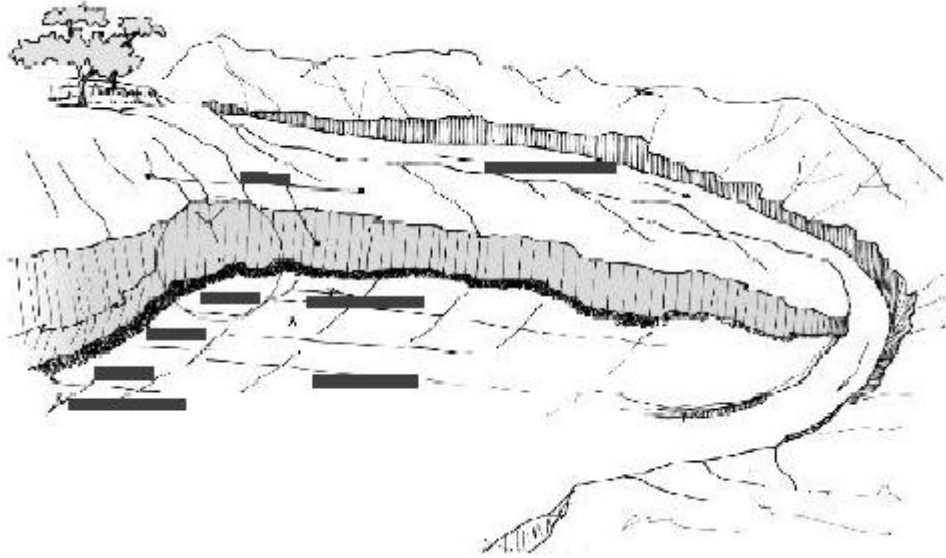


Figura N° 26. Colocación de planchas para estabilizar el peso del vehículo.

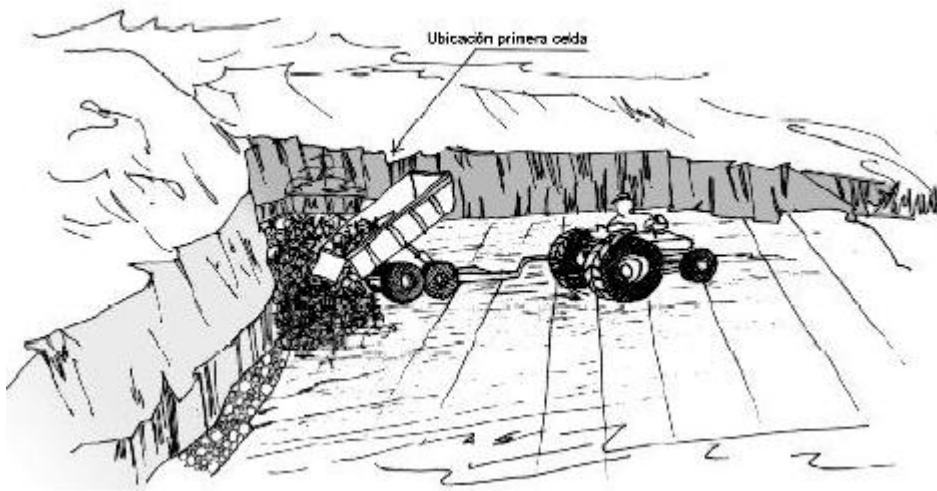
En los periodos secos se debe esparcir un poco de agua sobre la superficie del suelo de cobertura del relleno sanitario, para lograr una mayor compactación y evitar la presencia de polvo.

6.1.3.1 ESQUEMA DEL PROCESO PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE DESECHOS SOLIDOS POR EL METODO DE AREA

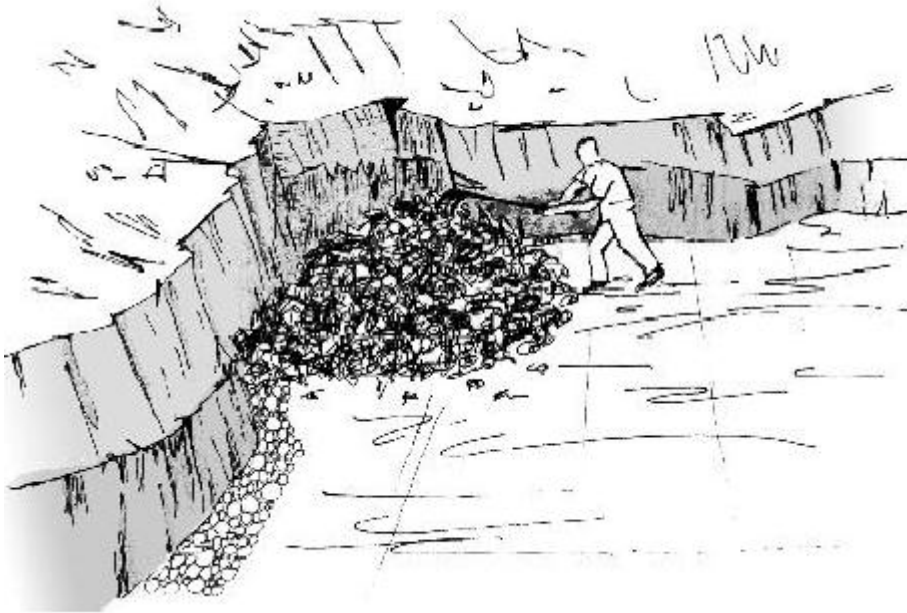
Con el propósito de facilitar la celda diaria, a continuación se grafica cada uno de los pasos a seguir por el personal del sitio:



Terreno preparado para la construcción del relleno.



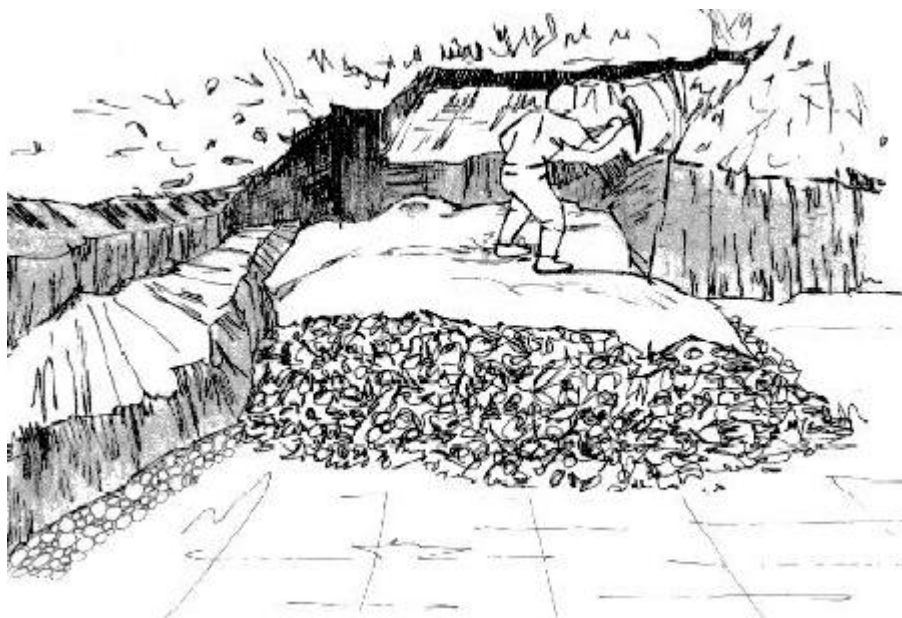
Primera descarga de desechos sólidos de la celda diaria.



Esparcimiento de los desechos sólidos.



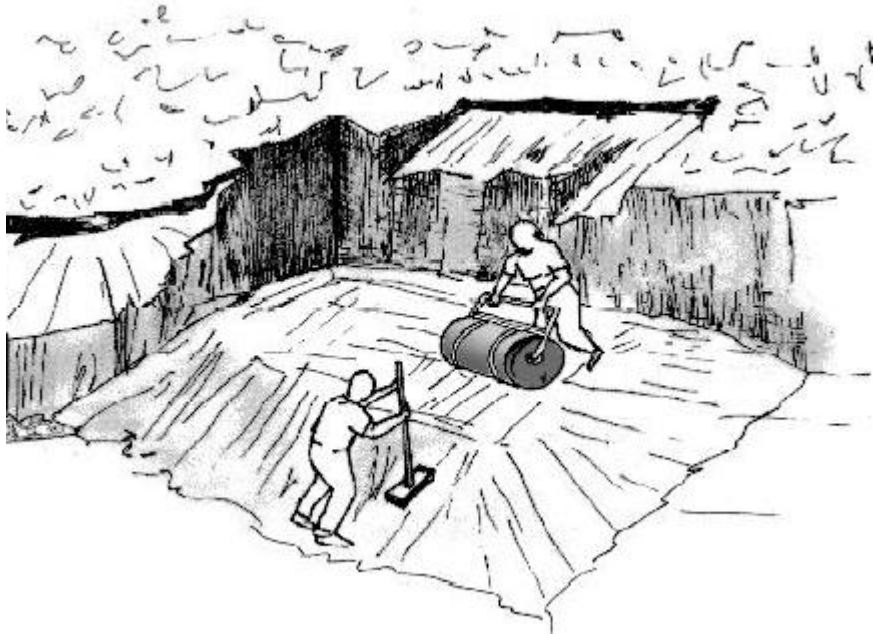
Compactación.



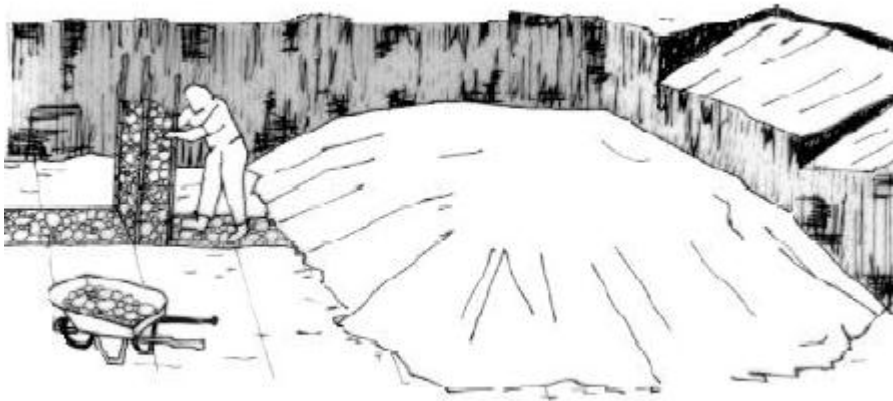
Extracción de la tierra para cubrir los desechos sólidos.



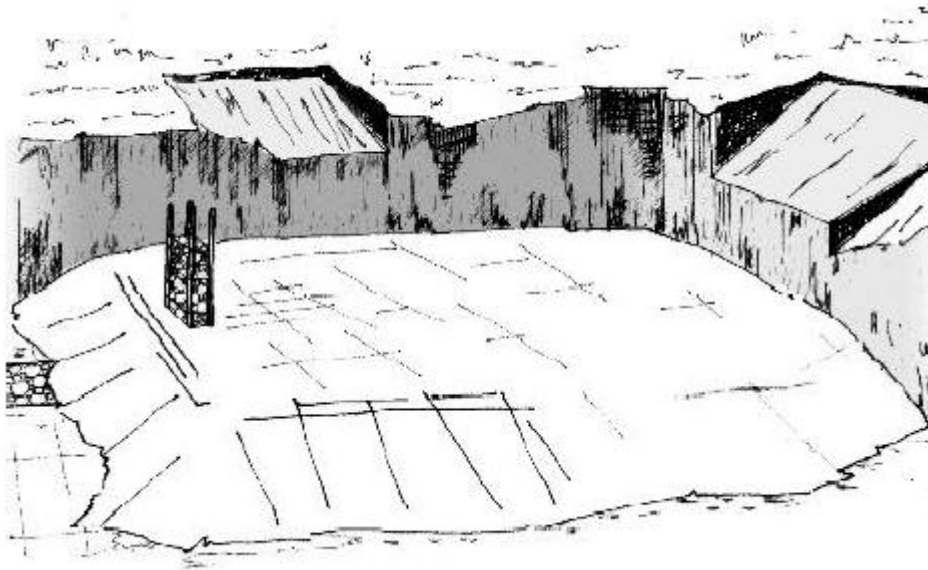
Cubrimiento de los desechos sólidos con tierra.



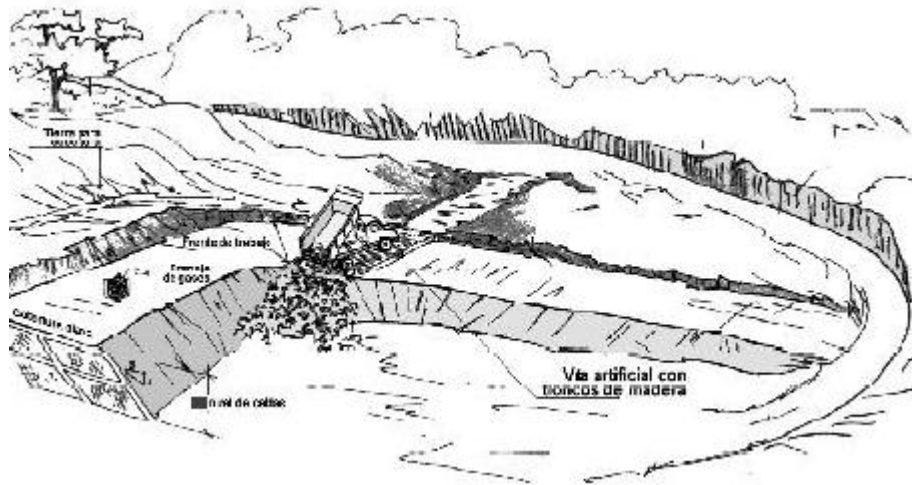
Compactación de la primera celda.



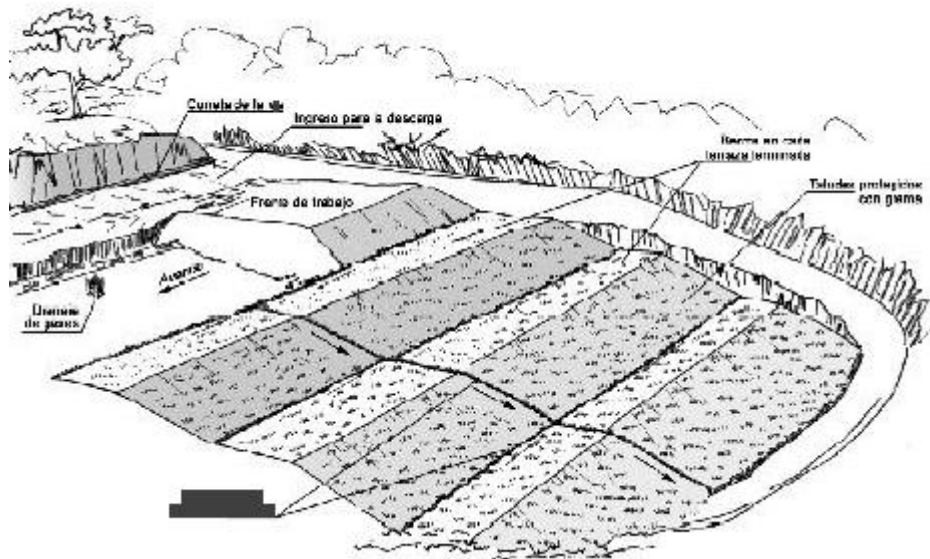
Construcción de drenaje de gases.



Construcción de la segunda celda.



Construcción de terrazas.



Configuración final.

6.1.4 VIAS DE ACCESO Y CONTROL DE DESCARGA DE LOS VEHÍCULOS RECOLECTORES.

Para mantener una buena operación del relleno sanitario, es necesario mantener las vías de acceso internas en buen estado, a las cuales se les debe dar mantenimiento durante y después de la época lluviosa. Las vías de acceso en la época seca deben ser regadas con suficiente agua para evitar la acumulación o distribución de polvo a ras de suelo y en el aire.

Esta actividad debe realizarla la persona responsable (supervisor), a lo largo de la vida útil del relleno sanitario, esta persona también será encargada de controlar el ingreso de los desechos sólidos, el flujo de vehículos, así como la descarga en el frente de trabajo.

Cuando ingresen camiones particulares al relleno sanitario (deberán de estar de acuerdo con la municipalidad, ya que se les cobrara por la disposición final ya sean particulares o de otras municipalidades; de lo contrario no se les permitirá el ingreso al relleno), el encargado del relleno sanitario tendrá la obligación de revisar los desechos a depositar, esto con el fin de evitar el ingreso de desechos peligrosos, ya que estos no están considerados en el diseño.

Para llevar un correcto control de descarga de los vehículos recolectores (es decir la cantidad de basura que ingresa) se recomienda el uso del cuadro No. 24, además se sugiere seguir el siguiente procedimiento:

- Los vehículos recolectores se tendrán que reportar en la portería para poder ingresar.
- El encargado del relleno, inspeccionara los vehículos para poder determinar la naturaleza de los desechos sólidos.
- Luego de la inspección, se les indicara la ubicación del frente de descarga de los desechos sólidos.
- El camión recolector debe abandonar el relleno sanitario inmediatamente después de haber realizado la descarga de la basura.

Todo lo anterior deberá ser aplicado tanto a los vehículos del servicio de aseo público como a particulares.

6.1.5 OPERACIÓN EN PERIODO DE LLUVIAS.

En los períodos de lluvias se presentan los mayores problemas de operación en un relleno sanitario, ya que todas las actividades realizadas en éste se ejecutan a la intemperie. Entre los problemas que podemos enfrentar en este período podemos mencionar:

- Difícil ingreso de los vehículos recolectores por encima de las celdas ya conformadas y posibles atascamientos debidos a la baja densidad alcanzada con la compactación manual.
- Dificultad para extraer y transportar el material de cobertura y arduo trabajo de conformación de las celdas. Estos factores conducen a un menor rendimiento por parte de los operarios.
- En ocasiones, debido a las fuertes lluvias, sólo es posible descargar la basura y el material de cobertura sobre la terraza, quedando retrasada la conformación y compactación de las celdas. Por consiguiente, si no se toman las medidas apropiadas a tiempo, se va deteriorando la apariencia del relleno por la basura dispersa y la presencia de zopilotes.
- Mayor producción de lixiviado debido a la lluvia que cae directamente sobre las áreas rellenadas. Por lo anterior, es necesario tomar las siguientes previsiones:
 - 1) Reservar algunas áreas en los lugares menos afectados por las lluvias, con accesos conservados para operar en las peores condiciones.

- 2) Construir una vía artificial, empleando para ello troncos de madera de 3 m de largo, conformando un "empalado o entarimado". Estos troncos deben ir unidos por medio de alambón de 1/8" de diámetro. Una vez armado el módulo, se cubre con cascajo para evitar que los vehículos patinen sobre ellos. Este camino artificial se construye de acuerdo con las necesidades y avance del relleno en módulos de 3 m de longitud por 3 m de ancho, dado que éste es el tamaño comercial de estos troncos, los cuales pueden ser rehusados en el futuro. Se recomienda que los módulos sean armados en el sitio; el terreno debe estar bien compactado, para disminuir asentamientos, procurando además darle un buen drenaje provisional en tierra. Ver figuras N° 27 y 28.

- 3) Aprovechar los escombros, producto de la demolición de viejas construcciones para conformar y mantener algunas vías internas.
- 4) Limpiar constantemente las canaletas de desagüe de aguas lluvias existentes, para evitar acumulamientos de desechos u otros materiales.

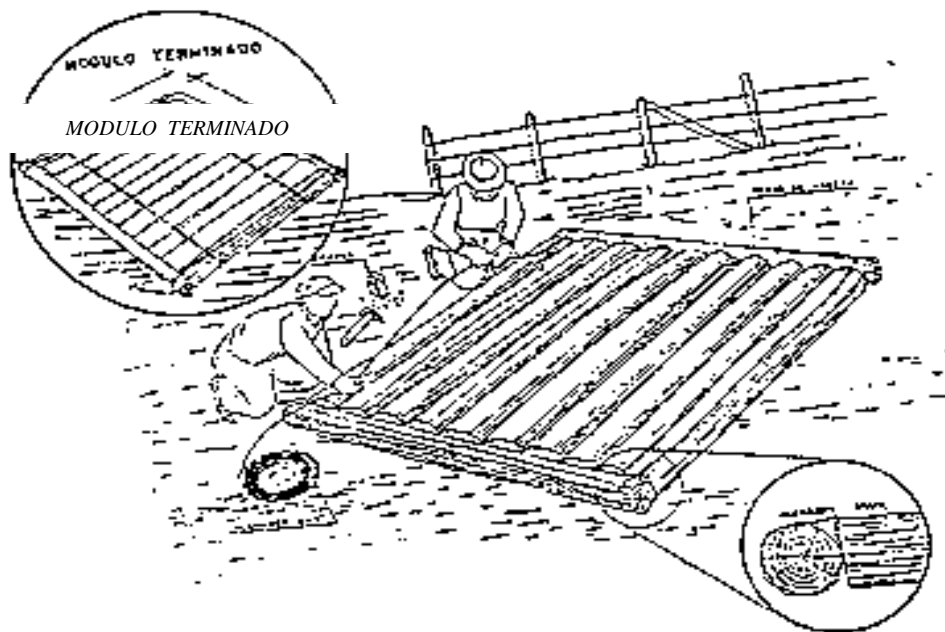


Figura N° 27. Construcción del módulo para el empalmado.

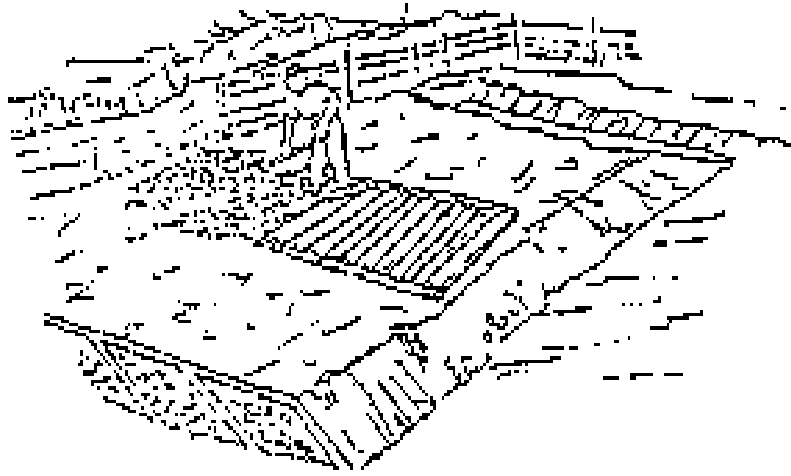


Figura N° 28 Colocación de cascajo sobre el modulo.

6.1.6 HERRAMIENTAS

Se propone el manejo del Relleno Sanitario con herramientas sencillas, cuya cantidad estará en función del número de trabajadores y éstos a su vez dependen de la cantidad de desechos sólidos a enterrar en el sitio.

Para el acarreo del material de cobertura o basura, sobre las celdas ya construidas se recomienda la colocación en la superficie del relleno de unos tablonces o tarimas en forma transversal para facilitar el desplazamiento de los camiones o carretillas, sobre todo en época de lluvias, mejorando así los rendimientos en la operación.

Las herramientas básicas a ser utilizadas en la operación manual del relleno sanitario son:

Las herramientas necesarias para la operación del relleno sanitario manual consisten en utensilios de albañilería, más un rodillo compactador manual. En la figura N° 29 , se muestran los utensilios elementales para las operaciones necesarias.

Para la construcción del rodillo, se recomienda llenar el barril con piedra, arena u hormigón, con el fin de evitar que los golpes en el terreno le abollen. El área de uso de las herramientas se describe brevemente en el Cuadro No. 25.

Es importante tener en cuenta que la cantidad de herramientas esta en función del número de trabajadores que estarán en el relleno sanitario, que serán los encargados de tapar o cubrir los desechos sólidos que llegarán diariamente al relleno, provenientes de los municipios involucrados en el proyecto.



Figura N° 29. Herramientas de trabajo.

Nombre	Uso
Pala	<ul style="list-style-type: none"> - Cargar, descargar y colocar basura suelta - Cargar, descargar y colocar material de cobertura - Excavar - Mantenimiento de la fosa séptica y laguna de tratamiento biológico (excavación de sedimento) - Mantenimiento y construcción de cunetas
Azadón	<ul style="list-style-type: none"> - Aflojar el terreno - Trabajos de arborización - Mantenimiento de cunetas y canales de drenaje
Barra	<ul style="list-style-type: none"> - Aflojar el terreno para excavaciones - Trabajos de arborización - Mantenimiento y construcción de cunetas y canales de drenaje
Pico	<ul style="list-style-type: none"> - Mullir el terreno para excavaciones - Trabajos de arborización - Mantenimiento y construcción de cunetas y canales de drenaje
Pisón de mano	Compactación manual de la basura colocada en las superficies laterales (taludes)
Horquilla o diablo	Carga y descarga de basura en fundas
Machete	<ul style="list-style-type: none"> - Cortar palos para la construcción de chimeneas u otros trabajos de mantenimiento - Afiliar palos y estacos - Cortar árboles pequeños para la preparación del terreno
Martillo	<ul style="list-style-type: none"> - Construcción y mantenimiento de chimeneas - Mantenimiento de herramientas
Sierra	Cortar palos y otra madera
Rastrillo	Colocación homogénea del material de cobertura; homogeneización de la basura colocada
Carretilla	Transporte interno de basura y del material de cobertura
Rodillo manual	Compactación de la basura y de la cubierta con tierra

Cuadro No. 25. Uso de las herramientas en el relleno sanitario.

6.1.7 SEGURIDAD DE TRABAJO.

Debido al tipo de labores del servicio de aseo urbano (recolección, transporte y disposición final de basuras), los trabajadores están constantemente expuestos a accidentes en la vía pública como a enfermedades infecto-contagiosas por tener que

trabajar con desechos potencialmente contaminados (alimentos en mal estado, animales muertos, recipientes que contienen algún líquido o gas peligroso, etc.). Estos accidentes pueden tener dos orígenes: uno por condiciones inseguras de trabajo y otro por negligencia por parte del propio trabajador⁹.

Las principales condiciones inseguras de trabajo y que es necesario tomar en cuenta para la seguridad de los trabajadores son las siguientes:

- Recoger la basura manualmente, sin emplear guantes de cuero y recogedores, lo que puede producir cortes en las manos al encontrar vidrios rotos o metales afilados.
- Manejar recipientes muy grandes, inadecuados para el almacenamiento de las basuras porque producen desgaste excesivo del trabajador, cortaduras, luxaciones y desgarramientos musculares al ser levantados para su traslado y vaciado al vehículo.
- Trabajar en jornadas excesivamente largas, con la consiguiente fatiga de los trabajadores.
- Carecer de uniformes adecuados y equipos individuales de protección (bioseguridad).

Entre los actos de negligencia más comunes del propio trabajador se encuentran:

- No usar el equipo individual de protección.

⁹ Guía Para el Diseño, Construcción y Operación de Rellenos Sanitarios Manuales. Autor: Jorge Jaramillo, Washington D.C, Enero de 1997.

- Ingerir bebidas alcohólicas durante la jornada de trabajo.
- Levantar en forma indebida recipientes u objetos pesados.
- No prestar atención al tráfico vehicular.

Por lo tanto, se deben identificar cuidadosamente todas las condiciones inseguras, así como las causas más comunes de accidentes de trabajo y riesgos a que esté expuesto el trabajador, con el objeto de darles la solución adecuada.

Seguidamente se indican algunas recomendaciones para tratar de minimizar los problemas anteriores:

- Evaluar las causas de accidentes más comunes y adoptar las medidas preventivas del caso.
- Elaborar normas de bioseguridad de trabajo, con las respectivas indicaciones para el uso del equipo.
- Proveer al personal de un local(caseta de control) para vestuario y duchas donde asearse y cambiarse de ropas después de la jornada de trabajo, a fin de no llevar a sus hogares cualquier clase de contaminación.
- Establecer un programa de exámenes médicos (examen de sangre, heces, orina y otros en los cuales se puede detectar alguna enfermedad que los trabajadores hayan adquirido) para que puedan ser identificados los riesgos potenciales de contaminación, relacionados con su actividad.
- Mejorar la calidad del equipo y herramientas, así como buscar la uniformidad

de los recipientes en cuanto a forma, tamaño y peso, obligando, por lo menos al sector comercial, al empleo de recipientes plásticos de unos 60 a 100 litros de capacidad. Para el sector residencial, llevar a cabo una buena campaña de promoción y concientización.

- Dotar a los trabajadores de guantes, botas y por lo menos de dos uniformes al año. Ver figura N° 30.
- Señalizar los lugares de riesgo.
- Capacitar a los trabajadores sobre medidas de seguridad y uso de equipo de protección (mascarilla, anteojos y otros).

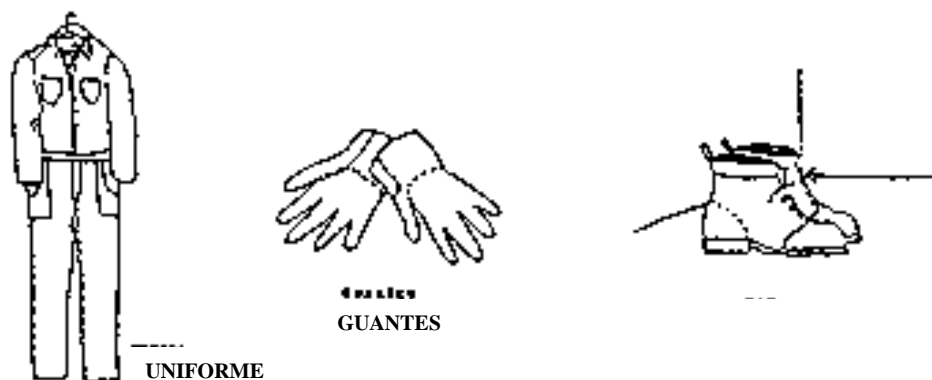


Figura N° 30. Algunos implementos de protección para los trabajadores.

6.1.7.1 PROPUESTA DE UN REGLAMENTO INTERNO SOBRE LA SEGURIDAD PARA LA RECOLECCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE LA BASURA.

La siguiente propuesta de un reglamento interno de trabajo se enmarca dentro de la Legislación Laboral contenida en el Código de Trabajo en los Art. 265, 266, 53 y 54 en lo que se refiere a Seguridad e higiene en los centros de trabajo; y tiene como fin proteger la vida, la salud y la integridad de los trabajadores.

El objetivo principal es el de establecer los requisitos mínimos de seguridad e higiene que deben desarrollarse en las labores del sistema de recolección, manejo y disposición final de los desechos sólidos, así como también disminuir los riesgos ocupacionales y la frecuencia de los accidentes; debido a las causas directas como son; las condiciones inseguras y actos inseguros (fallas humanas).

Sección I. barrido de calles.

Art. 1

El trabajador debe ejecutar la labor del barrido de manera erguida en lo posible y no adoptar posiciones incorrectas.

Art. 2

Se prohíbe bromear con los compañeros cuando estén en el desarrollo de sus actividades.

Art. 3

No se permita laborar al trabajador que se presente bajo la influencia de drogas, o estupefacientes en estado de ebriedad.

Art. 4

Deberá usar en forma correcta el equipo de protección personal, que le sea proporcionado y cuando las circunstancias así lo exijan.

Art. 5

Deberá tener la suficiente precaución con el tráfico vehicular, mientras este barriendo o cuando este transportando la basura.

Art. 6

Cuando la basura contenga elementos cortopunzantes, vidrios rotos, etc., deberá utilizar guantes de cuero para su manipulación.

Art. 7

En época de lluvia o atemporalados deberá utilizar una capa impermeable y botas de hule para su protección.

Art. 8

Al finalizar su jornada laboral deberá asearse con agua y jabón, en las instalaciones proporcionadas para tal fin por la municipalidad.

Art. 9

No debe lavar su uniforme de trabajo junto con la ropa de la familia.

Sección II. Recolección de desechos sólidos.**Art. 10**

Se prohíbe laborar bajo la influencia de drogas enervantes o en estado de ebriedad.

Art. 11

No deberán levantarse en forma individual volúmenes de basura con pesos mayores a 120 libras.

Art. 12

Mantener la coordinación necesaria con los compañeros de trabajo, para evitar choques físicos entre ellos; ni se deberá bromear mientras desempeñen sus labores.

Art. 13

Se debe usar el equipo de protección personal siempre.

Art. 14

Informar al motorista de las fallas que se observen en las unidades recolectoras.

Art. 15

Al final de la jornada laboral deberán asearse en las instalaciones proporcionadas por la municipalidad.

Art. 16

Los equipos y uniformes deberán lavarse por separado con la ropa de toda la familia.

Sección III. Motoristas de las unidades recolectoras.**Art. 17**

Inspeccionar al inicio de la jornada las unidades, para asegurarse que no fallarán en el transcurso de los recorridos.

Art. 18

Deberá desplazarse en los sentidos correctos de las calles y/o avenidas, respetando las señales de tránsito y las rutas de recolección.

Art. 19

El motorista no debe poseer problemas visuales.

Art. 20

No deberá manejar bajo el estado de ebriedad o bajo el efecto de drogas, fatigas, desvelos.

Art. 21

Debe tener la suficiente capacidad para maniobrar el vehículo y detectar fallas mecánicas.

Art. 22

Portará equipo de protección personal y equipo de extinción de incendios.

Art. 23

Tomar las precauciones necesarias en tráfico vehicular desordenado, calles angostas, pendientes fuertes, curvas pronunciadas, estados lluviosos, nubes de polvo, etc.

Art. 24

Mantener después de cada turno la unidad a su cargo limpia y desinfectada, así como también la ropa y los artículos que son utilizados por los operadores.

6.2 MANTENIMIENTO.

Uno de los requerimientos más exigentes para la construcción de un relleno sanitario es una constante supervisión y mantenimiento, lo cual implica que la municipalidad debe atender oportunamente algunos gastos, que deben incluirse en el presupuesto anual del municipio; evitando así que el relleno sanitario manual a lo largo de su vida útil cuente con una mala supervisión junto a un inadecuado mantenimiento técnico y económico, descartando por lo tanto la posibilidad de fácilmente convertirse en un botadero a cielo abierto, con todos sus perjuicios, por lo tanto un relleno sanitario exige una constante supervisión para poder evitar fallas futuras, apegadas a la afirmación anterior y a las necesidades antes mencionadas se propone un manual en el que se contempla recomendaciones, para obtener mayor eficacia en el logro de los objetivos propuestos, en donde para lograr lo antes expuesto es de gran importancia tomar en consideración los siguientes factores:

6.2.1 CONTROL DE VECTORES.

Uno de los problemas más notorios que producen los desechos sólidos son el apareamiento de vectores porque proporcionan un medio con todas las características que facilitan su reproducción de manera acelerada, por lo que se hace necesario aplicar con prontitud, el método principal y recomendado para minimizar la acción de vectores como los roedores, las moscas, las cucarachas, etc. El método consiste en cumplir con cubrir diariamente los desechos con tierra, tratando en lo posible de tener el menor tiempo posible la basura al descubierto.

Por lo general, el vector que resulta con más notoria presencia en un relleno sanitario es la mosca, por su corto período de incubación y su fácil reproducción en la basura, sin dejar de lado que en la mayoría de los casos las moscas son llevadas al relleno sanitario a través de los desechos transportados en los vehículos recolectores; teniendo como limitante para el control de las mismas el no poder utilizar insecticidas, ya que su excesivo empleo no sólo origina la contaminación del ambiente, que aplicado a nuestro caso la contaminación se reflejaría más en la quebrada de invierno que se encuentra en el terreno, originando además en las moscas el desarrollo de resistencias a los insecticidas, lo cual a largo plazo no permite su control; para un caso como el antes mencionado lo mejor es aumentar la capa de tierra, observando que espesor de capa de suelo puede resultar más efectiva para eliminar la proliferación de insectos (cucarachas, moscas, mosquitos), roedores (ratones y ratas) y la presencia de zopilotes.

Una opción alternativa que para algunas personas es muy aceptable utilizar venenos que afecten directamente a insectos y se utilicen con la periodicidad que se requiera en cada caso (ejemplo, cuando existe una excesiva cantidad de moscas en el lugar, ver fig. N° 31).



Figura N° 31. Fumigación en el área del relleno sanitario.

6.2.2 CONTROL DE GASES EXPLOSIVOS.

Como se mencionó en capítulos anteriores un relleno sanitario no es otra cosa que un digestor anaerobio en el que, debido a la descomposición natural de los desechos sólidos; no sólo se producen líquidos sino también gases y otros compuestos. La descomposición ocurre en dos etapas; la aerobia, es la etapa en la que el oxígeno está presente en el aire que está junto a la basura enterrada, siendo rápidamente consumido,

la anaerobia, en cambio, es la que predomina en el Relleno Sanitario y produce cantidades apreciables de metano (CH_4) y dióxido de carbono (CO_2), así como trazas de gases de olor repugnante como ácido sulfhídrico (H_2S), amoníaco (NH_3) y mercaptanos.

En el relleno sanitario el gas metano reviste mayor interés porque, es inodoro, inflamable y explosivo si se concentra en el aire en una proporción del 5 al 15% en volumen; los gases tienden a acumularse en los espacios vacíos dentro del relleno sanitario pudiendo originar altas concentraciones de metano con el consiguiente peligro de explosiones en el área.

Para evitar este tipo de problemas, se propone en el Capítulo IV la evacuación de los gases por chimeneas (construidos con barriles perforados de 55 galones llenos de piedra) las cuales se deben cuidar por los asentamientos del relleno, el tránsito de vehículos por encima de las celdas y demás, ya que estos pueden deformar las chimeneas u ocasionar la obstrucción en el avance de la otra, por lo que es necesario mantenerlas verticales. Teniendo la supervisión la responsabilidad de lograr lo antes mencionado junto a la responsabilidad de colocar por encima de las chimeneas fuego (por medio de papel o cartón, resguardando la debida distancia de seguridad) en períodos cortos de tiempo para que la concentración de gas metano se mantenga a bajo del 25% del límite inferior de explosividad (LIE), que es la menor concentración de la mezcla de gases en el aire que produce un flamazo a 25°C de temperatura y a una atmósfera de presión, la operación se efectúa en todas las chimeneas que existan en el relleno.

6.2.3 CONTROL DE INCENDIOS.

En las zonas de trabajo al interior del relleno sanitario y las zonas aledañas a las antes mencionadas la supervisión y los trabajadores deben evitar quemas de materiales que son muy comunes en los desechos sólidos como lo son; el papel, cartón, plástico, o cualquier otro material inflamable, para no correr el riesgo de producir una explosión o un incendio, ya que la basura en descomposición anaerobia produce metano, que es un gas inflamable y explosivo, poniendo en manifiesto también que al practicar quemas de material dará un aspecto no estético del relleno sanitario asemejándolo a un botadero a cielo abierto.

6.2.4 CONTROL DE POLVO.

Uno de los fines de realizar un relleno sanitario es conservar la salud de zonas aledañas de botaderos a cielo abierto, así por lo tanto la supervisión debe poner especial énfasis en la salud de los trabajadores así como los vecinos del área del relleno sanitario, ya que el relleno es una construcción que genera mucho polvo especialmente por el tránsito de camiones por lo que puede causar irritaciones en la vista así como puede producir afecciones respiratorias, causando también deterioro de los automotores y maquinarias.

Sumado al movimiento de los camiones se tiene la acción del viento sobre el suelo y

los montículos de suelo utilizados para la cobertura, si no están cubiertos con plástico, originan dispersión del material en toda el área de trabajo, afectando así la labor de los trabajadores; teniendo que contrarrestar los efectos producidos en las máquinas con un chequeo continuo o limpieza de las unidades; para reducir los efectos del polvo en los trabajadores y los lugareños aledaños, se recomienda un riego periódico de agua en las vías de circulación interna, pudiendo optar en realizar un imprimado en la vía principal al interior del relleno, si los fondos lo permiten, la periodicidad del riego se hará acorde a las necesidades que observe el supervisor.

6.2.5 CONTROL DEL MATERIAL DISPERSO.

El material disperso es uno de los aspectos en que la supervisión debe poner especial énfasis, para conservar la imagen estética del relleno y evitar la mala apariencia en el sitio de trabajo, para lo cual se necesita el apoyo de los lugareños aledaños al mismo, ya que los desechos quedan dispersos en todo lugar cuando los camiones de basura no toman las debidas precauciones de cubrir la basura en el traslado, junto a lo antes mencionado se suma la acción del viento y que haya sido transportada pegada en las ruedas de las unidades recolectoras o cualquier otra causa que se sume a dispersar los desechos alejándolos del frente de trabajo diario; exigiendo por lo tanto tomar medidas que mantengan limpias las zonas en las que no se está trabajando, sugiriendo para lograr tal fin las siguientes recomendaciones:

- Los desechos dispersos fuera del área de trabajo, ya sean arrastrados por la acción del viento como papeles y plásticos o por otras causas, se recogerán al término de la jornada diaria por uno de los trabajadores utilizando para esto un saco y los deposite en el sitio donde se construye la celda diaria (ver figura 32).
- Construir mallas que serán móviles, con materiales que son fáciles de encontrar en el mercado local, utilizando para ello el método de construcción llamado corte y clavo, los materiales que se utilizarán son; regla pacha, costanera, clavos y malla que es utilizada en los gallineros.
- Estas cercas se moverán según el avance de las celdas dentro de la terraza e igualmente en todo el frente de trabajo diario; teniendo la característica de no tener un lugar fijo dentro del relleno, colocándolas en la dirección predominante del viento y lugares de descarga, estos deberán limpiarse continuamente de los residuos acumulados para que no genere ningún problema y no se tomen como elementos no funcionales.
- Exigir a los camiones que ingresen la basura al relleno sanitario, que cubran la basura, ya que al ingresar con su carga al descubierto se caerían algunos desechos como papel, plástico o alguna bolsa mal colocada, generando así una dispersión de basura que puede iniciar desde el portón de acceso al lugar de trabajo de la celda, dando paso así a una mala apariencia en el relleno sanitario.
- Planear el frente de trabajo de tal forma que el lugar en donde se coloquen los desechos sólidos del día, se encuentre en contra de la dirección del viento para

que los elementos que pueda arrastrar los empuje hacia el frente de trabajo.



Figura N° 32 Recolección de material disperso en el área del relleno.

6.2.6 CONTAMINACIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES.

Para nuestro caso la contaminación de aguas superficiales es bastante mínima; ya que no existe este tipo de fuentes en la cercanía del terreno, pero no se descarta la posibilidad de contaminación de corrientes de agua permanentes en la época de invierno por el arrastre de la quebrada que se encuentra en el área del terreno, ya que ésta sólo funciona en invierno debido a la esorrentía que llega a ella por las lluvias, entonces para minimizar este riesgo es necesario mantener en buen estado todo el sistema de drenaje pluvial periférico e interno para dejar de lado la posibilidad de la

llegada de grandes volúmenes de agua a las lagunas de estabilización, lo cual puede provocar el rebalse de estas y el arrastre de contaminantes por medio de la quebrada a cauces que se encuentran lejos del terreno.

6.2.7 MONITOREO DE LA CALIDAD DE AGUA.

Las características requeridas para que el agua pueda ser utilizada por el hombre a través del tiempo se ha clasificado como aguas aptas para el consumo y otras como dañinas, llegando a establecer parámetros y las características, químicas y bioquímicas del agua.

Para la región en que se desea realizar la construcción del relleno sanitario, no se pudo determinar el nivel freático. Solo se cuenta con el dato que la alcaldía proporciono que dice que el nivel freático mas próximo a la zona se ha determinado que está a una profundidad bastante considerable por lo tanto para tener una plena certeza de que no se estén contaminando los niveles freáticos en los alrededores del relleno sanitario, es de vital importancia la creación de un sistema de monitoreo de las aguas subterráneas.

Para la región en que se desea la construcción de éste, se ha determinado que el nivel freático está a una profundidad aproximada de 80 mt. , por lo tanto para tener una plena certeza de que no se estén contaminando las aguas subterráneas, se debe aclarar de antemano que en las cercanías del terreno se indagó sobre la profundidad que tenían los pozos artesanales, aclarando las personas aledañas al lugar, que se habían realizado excavaciones hasta 14 mt. de profundidad , por lo tanto para lograr conocer si se han

afectado los niveles freáticos se deben buscar los pozos más cercanos a la zona para crear un sistema de monitoreo de las aguas subterráneas se tendrá como base las condiciones actuales de las mismas, teniendo de este modo una comparación confiable con los análisis o datos obtenidos a futuro y así evaluar en base a esto si se está dando algún tipo de contaminación por parte del relleno sanitario.

6.2.7.1 PARÁMETROS DE ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA.

Como se explicó en capítulos anteriores la descomposición de la basura genera líquidos, gases y productos intermedios que algunos son retenidos en los poros del terreno otros portados por líquidos que atraviesan las capas de suelo y basura.

Aunque el relleno sanitario manual es una obra pequeña que recibe los desechos sólidos de pequeñas poblaciones que consisten en desechos de origen doméstico y comercial, es factible expresar que es necesario impermeabilizar la base del terreno y las paredes, para lograr esto se debe colocar una capa de suelo limo arcilloso de por lo menos 50 cm. de altura, puesto que con estas condiciones se disminuye sensiblemente el poder contaminante del líquido.

Orientando los análisis en una base comparativa, tomando muestras antes de iniciar las operaciones y una vez teniendo estos valores como parámetros se procederán a tomar muestras posteriores, en los que se evaluarán el valor que se considera como una de las propiedades más importantes de los contaminantes ya que determina si la sustancia es

corrosiva, de ser así se le puede considerar como residuo peligroso, estos valores son; el potencial de Hidrógeno (pH); ya que al variar este parámetro con respecto al inicial tomado en los pozos, nos afirmaría de la existencia de algún tipo de contaminación en los mantos acuíferos que por lo tanto necesitará de la evaluación de otros parámetros para lograr identificar la contaminación que se ha generado.

Para controlar los posibles contaminantes en las aguas subterráneas, se deben considerar el análisis de los siguientes parámetros:

- Potencial de Hidrógeno (pH)
- Demanda química de oxígeno (DQO), mg/l
- Demanda bioquímica de oxígeno (DBO), mg/l
- Cromo (Cr)
- Plomo (Pb)
- Mercurio (Hg)
- Niquel (Ni)
- Nitrato, mg/l
- Cloruros, mg/l
- Sulfatos, mg/l

En los cuadros 26 y 27 se presentan los niveles máximos de contaminantes en los sistemas de aguas y la selección de parámetros para reconocimiento de los ríos, respectivamente.

Los análisis de laboratorio, se pueden hacer intensivos durante los primeros meses y menos frecuentes una vez se perciban valores constantes en los resultados.¹⁰

¹⁰ Propuesto por Jorge Jaramillo, en Guía para la Construcción, operación y mantenimiento de rellenos sanitarios manuales y por el Reglamento del MARN.

Cuadro No. 26. Niveles máximos de contaminantes en sistemas de agua comunitarios

Categoría de contaminante	Contaminante	Nivel máximo de contaminante
Estándares primarios		
Químicos inorgánicos	Arsénico	0,05 mg/l
	Bario	1
	Cadmio	0,010
	Cromo	0,05
	Fluoruro	4,0
	Plomo	0,05
	Mercurio	0,002
	Nitrato (como N)	10
	Selenio	0,01
	Plata	0,05
Químicos orgánicos	Hidrocarburos clorados	0,0002 mg/l
	Endrín	0,004
	Lindano	0,1
	Metoxicloro	0,005
	Toxafeno	0,005
	Clorofenoxis	0,1
	ácido 2,4-D (2,4-diclorofenoxiacético)	0,01
	ácido 2,4,5-TP (2,4,5-triclorofenoxipropiónico)	0,10
Trihalometanos totales (la suma de las concentraciones de bromodiclorometano, dibromoclorometano, tribromometano (bromoformo) y triclorometano (cloroformo))	0,10	
Turbidez	Turbidez	1,0 UTJ (u. de turb.)
Radioactividad	Radio 226 y radio 228 combinados	5 pCi/l
	Actividad alfa total (incluyendo radio 226 pero excluyendo radón y uranio)	15 pCi/l
Bacteriológicos	Coliformes totales	1/100 ml
Estándares secundarios		
Varios	Aluminio	0,05 a 0,2 mg/l
	Cloruro	250 mg/l
	Color	15 UC (u. de color)
	Cobre	1,0 mg/l
	Corrosividad	No corrosiva
	Fluoruros	2,0 mg/l
	Agentes espumantes	0,5 mg/l
	Hierro	0,3 mg/l
	Manganeso	0,05 mg/l
	Olor	3 Ton*
	pH	6,5 a 8,5
	Plata	0,1 mg/l
	Sulfato	250 mg/l
	Sólidos disueltos totales	500 mg/l
Zinc	5 mg/l	

* Umbral de olor. Fuente: Recopilado utilizando datos de la Environmental Protection Agency, 1991e y 1991f.

Tipo de reconocimiento	Parámetros físicos	Parámetros químicos			Parámetros biológicos	
		Inorgánicos	Orgánicos	Nutrientes	Microbiológicos	Hidrobiológicos
Propuesto en todos los reconocimientos	Color pH Conductividad específica Sólidos suspendidos Sólidos totales		Demanda química de oxígeno (DQO) Carbono orgánico total (COT)		Coliformes totales y fecales	
Recomendado para recoger datos sobre la línea de base	Olor	Acidez Alcalinidad Calcio (Ca) Cloruros (Cl) Oxígeno disuelto Dureza Hierro (Fe) Manganeso (Mn) Potasio (K) Selenio (Se) Plata (Ag) Sodio (Na)	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO) inmediata a los 5 días última	Nitrógeno nítrico (NO ₃)	Recuento total en placa	
Parámetros adicionales recomendados donde se espera contaminación municipal y/o industrial	Sólidos flotantes	Arsénico (As) Bario (Ba) Berilio (Be) Boro (B) Cadmio (Cd) Cromo (Cr) Cobre (Cu) Dióxido de carbono dis. (CO ₂) Fluoruros (F) Sulfuro de hidrógeno (H ₂ S) Plomo (Pb) Mercurio (Hg) Níquel (Ni) Vanadio (V) Zinc (Zn)	Cianuros (CN) Carbono orgánico disuelto Sustancias activas al azul de metileno (SAAM) Aceites y grasas Pesticidas Compuestos fenólicos	Nitrógeno amoniacal (NH ₃) Nitrógeno nitroso (NO ₂) Nitrógeno orgánico Fósforo soluble Fósforo total	Estreptococos fecales Salmonella	Recuentos de bentos y plancton
Parámetros opcionales para reconocimientos especiales	Penetración de la luz Tamaño de partículas Concentraciones de sedimento Sólidos sedimentables	Aluminio (Al) Sulfatos	Extracto de carbono en alcohol (CAE) Extracto de carbono en cloroformo (CCE) Demanda de cloro	Fósforo orgánico Ortofosfatos Polifosfatos Sílice reactiva	Shigella Virus Coxsackie A y B Poliiovirus Adenovirus Ecovirus	Clorofilas Peces Perifiton Composición taxonómica

Fuente: Recopilado utilizando datos del Grupo de Trabajo IDH-WHO sobre Calidad del Agua, 1978.

Cuadro No. 27 Selección de parámetros para reconocimientos del control de la calidad de aguas en ríos.

6.2.8 CONTROL DE LOS DESECHOS PELIGROSOS.

Para el relleno sanitario que se desea construir se han tomado las características de los desechos sólidos (capítulo II), que producen las diferentes poblaciones interesadas en la construcción del mismo, encontrando solo desechos de origen doméstico y comercial únicamente, por lo tanto se investigó si existía alguna industria peligrosa en alguno de los lugares interesados y no se encuentra ninguna en las poblaciones en estudio, por lo tanto el relleno sólo aceptará desechos no peligrosos, jugando un papel predominante la supervisión chequeando todos los vehículos que quieran ingresar al relleno, sean estos particulares o públicos, con la intención de depositar la basura que llevan, este proceso no se aplicará a equipo propiedad de las municipalidades, ya que se supone que no presentan este tipo de problemas.

El nombre de desechos peligrosos se le da al material descartado de su uso que representan un alto grado de peligrosidad para la salud de la población, generalmente el conglomerado de desechos se conocen con las siglas C.R.E.T.I.B, donde:

- C: Corrosivos: Son desechos que contienen sustancias con alcalinidad arriba de nueve y debajo de seis.
- R: Reactivos: Contienen sustancias que producen reacciones al unirse con otros elementos.
- E: Explosivos: Desechos que contienen sustancias gaseosas o a presión y que pueden contener pólvora.

T: Tóxicos: Desechos considerados como pesticidas, los órganos fosforados, etc.

I: Inflamables: Desechos que contienen sustancias que con una leve temperatura los puede hacer inflamables.

B: Biológicos: Son los desechos generados principalmente por los hospitales, las morgues, etc.

Los últimos mencionados (I y B) son los desechos peligrosos que se producen generalmente en los municipios involucrados en el proyecto, generados por las unidades de salud en cada una de las poblaciones, pero que son manejados y depositados internamente por dichos centros, de la siguiente manera:

Para la recolección de los desechos considerados como peligrosos (biológicos-infecciosos, cortopunzantes y patológicos), se utilizan bolsas de color rojo, los cuales son depositados en celdas de seguridad o incinerados según la disponibilidad y el criterio del personal que los maneja.

El manejo de los desechos comunes de la unidad de salud se hace recolectándolos en bolsas de color negro entregándolos después a las unidades recolectoras de las alcaldías municipales.

La supervisión deberá tener un método práctico para determinar si se trata de ingresar desechos sólidos considerados como peligrosos, en el método de verificación deberán incluirse por lo menos los siguientes aspectos:

Deberá revisar todos los vehículos privados y públicos que deseen depositar la basura en el relleno (para poder detectar desechos peligrosos).

Formar un archivo con todos los datos necesarios para poder identificar la frecuencia en que ingresa el vehículo particular o público y que tipo de basura ingresan.

Definir el procedimiento de notificación a las autoridades competentes de la municipalidad, en caso de detectar algún vehículo con cargas que contengan desechos peligrosos.

Prohibir el ingreso de cualquier vehículo cuando sean detectados desechos peligrosos y notificar de inmediato a las autoridades del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social de la ciudad de Chalatenango y al MARN.

6.2.9 CONTROL DE HURGADORES DE BASURA.

En todos los botaderos a cielo abierto que existen es común la presencia de personas que frecuentan los botaderos para tratar de recuperar objetos que puedan tener algún valor comercial o que puedan ser utilizados en su vida cotidiana. En el basurero en estudio se pudo comprobar la presencia de hurgadores, en los cuales se corroboró que llegan al lugar tanto personas mayores, como niños al interior del basurero.

La práctica realizada por los pepenadores en muchas ocasiones interfiere con las actividades de disposición final en los botaderos, dificultando la descarga de las unidades y en algunas ocasiones poniéndose en peligro, así mismos al subirse a las unidades en movimiento o en maniobras de descarga.

Por lo antes mencionado en el relleno sanitario manual, desde el inicio de operaciones y durante su vida útil se prohibirá la entrada a hurgadores por medio de un cartel o

rótulo que exprese lo siguiente “NO SE PERMITE LA ENTRADA A PEPENADORES”.

Aunque es difícil controlar en ocasiones el ingreso de pepenadores en un relleno sanitario, estos siempre buscarán la manera de ingresar al recinto sin ser vistos, por lo que es de suma importancia mantener una vigilancia en la entrada al relleno sanitario y en las áreas de trabajo, jugando un papel muy importante la supervisión en el cumplimiento de no permitir la permanencia de personas no autorizadas en el área del relleno sanitario.

Una de las alternativas que podría promover las municipalidades para los pepenadores o las familias que se dediquen a esta actividad, sería impartir para los más jóvenes capacitación o aprendizaje de algún oficio y para las personas con más edad gestionar ayuda para la obtención de nuevas viviendas y de ser posible incluirlos en trabajos en que se puedan desempeñar con facilidad.

6.2.10 CONTROL DE OPERACIONES.

Para lograr cumplir con las labores en el relleno sanitario se deben organizar y supervisar estrictamente todas las actividades al interior del relleno, desarrollando un programa de control y ordenamiento como el que se plantea a continuación:

- Registro del ingreso de los vehículos.
- Control del flujo de los vehículos desde la portería.

- La orientación del tráfico y zonas de descarga.
- Supervisar la descarga en el frente de trabajo.
- Supervisar la conformación de las celdas.
- El buen mantenimiento de las herramientas y dotación de implementos de protección de los trabajadores.
- Mantener una vigilancia para impedir el ingreso de animales y personas extrañas y evitar la excavación de los residuos sólidos en las celdas ya conformadas.

6.3 SEPARACIÓN DE MATERIALES Y MATERIA ORGANICA.

Esta técnica se realizará con el objeto de la reutilización y reciclaje de los materiales y para determinar el tipo de desecho a separar, se ha tomado como base los materiales que se desechan en los municipios interesados en el proyecto y que pueden ser reutilizados o reciclados entre ellos tenemos:

1. Los metales.
2. El papel
3. El plástico.
4. El vidrio.
5. Materia Orgánica.

1. LOS METALES (*Específicamente Aluminio y hierro*).

Los productores y fabricantes de metales han promocionado activamente el reciclaje desde los años sesenta. El reciclaje tiene sentido desde el punto de vista económico, por varias razones: pueden generar pequeños negocios de compra y venta de chatarra, disminución de la energía necesaria para producirlos, los materiales reciclados son de una composición uniforme y conocida, y las impurezas son separadas fácilmente.

En el caso del aluminio, para fines de reciclaje, se pueden separar todos los objetos desechados como las ollas, cacerolas, picheles, marcos de cama, ventanas, mesas y sillas: manubrios de bicicleta, latas de bebidas gaseosas, cervezas y otras bebidas, perfiles de cielo falso, antenas de televisores, refrigeradoras, otros electrodomésticos y todos aquellos elaborados de este material.

Del hierro se pueden separar las piezas de camas, sillas, mesas y otros muebles de hierro, sobrantes de polines y otros derivados de la construcción y demolición, como por ejemplo puertas, varillas, alambres, clavos deformados, barriles, piñones, ejes, bancadas de maquinaria, tornillos, arandelas y tuercas deformadas; manivelas, malla ciclón y otros utensilios elaborados de este material.

2. EL PAPEL.

Con base al peso, el papel constituye un componente importante de los residuos sólidos urbanos. Como este porcentaje puede ser grande, el reciclaje del papel representaría una opción relativamente fácil para desviarlos del relleno sanitario a los lugares de reciclaje, con lo que se estaría reduciendo el impacto sobre los bosques, reducir las fibras y el

consumo de energía a nivel nacional.

El tipo de papel que se puede separar es; papel periódico, facturas y sus copias, papel de fotocopiadoras, papel bond, papel de computadoras, revistas, separadores de archivos, cuadernos, fólderes, libros, libretas, agendas, cartulina y todo aquel papel que pueda absorber líquidos fácilmente y que esté libre de contaminantes como grasa, aceite, polvo goma y papel carbón.

3. *EL PLÁSTICO.*

El crecimiento en el uso de los plásticos se ha producido sobre todo en los productos de consumo, ya que los plásticos han sustituido, en gran parte, a los metales y al vidrio como materiales para recipientes. Los plásticos tienen diversas ventajas: son ligeros, y por lo tanto reducen los costos de transporte; son duraderos, y a menudo proporcionan un recipiente más seguro, pueden presentarse en diversas formas y pueden ser fabricados para que sean flexibles o rígidos y son buenos aislantes.

Por sus diversas utilidades pueden ser objeto de separación todos los recipientes plásticos desechados como los botes, platos, tapones, material de envoltura, mangueras de jardinería, juguetes y los demás objetos termoplásticos elaborados en poliestileno y polipropileno. No debe incluirse en estos aquellos que se encuentran mezclados con concreto y/o asfalto y plásticos no procesales llamados termofraguantes como la melanina, formal de hído de urea y fenol formal de hído; en el que se incluyen, productos laminados, ruedas de esmeril, cajas moldeadas, clavijas eléctricas, tapones de

botella, perillas, mangos de cuchillos, botones, cadenas, teléfonos, interruptores, fórmica, etc.

El reciclaje del plástico tiene sentido desde el punto de vista económico, por varias razones: puede generar pequeños negocios de compra y venta , disminución de la energía necesaria para producirlos, los materiales reciclados son de una composición uniforme y conocida, y las impurezas son separadas fácilmente.

4. VIDRIO.

Las ventajas de reciclar el vidrio, incluye: la reutilización del material y ahorros de energía. Estos materiales son los menos generados en la ciudad y se podrán separar todos los depósitos elaborados de vidrio que puedan utilizarse, como por ejemplo: envases de encurtidos, salsas, jaleas, aceites, dulces, entre otros.

Debe aclararse que la separación de estos materiales debe darse solamente en aquellos que se encuentran en perfectas condiciones dado que su objetivo final es ser utilizados nuevamente como depósitos; por lo tanto no se debe de incluir aquellos materiales que están quebrados.

5. MATERIA ORGÁNICA.

La materia orgánica constituye un porcentaje bastante alto de los desechos sólidos generados por las comunidades de las municipalidades involucradas en el proyecto, por lo que se puede separar con el objeto de desarrollar una compostera, que consiste en convertir la materia orgánica en un componente bioquímicamente inactivo llamado compost. Se puede decir, que el compost es un material que se obtiene por la acción

microbiana controlada, donde se utilizan los desechos orgánicos como materia prima.

El proceso de composteo es semejante al de la naturaleza para renovar el suelo, es por eso que en el relleno sanitario, se implementará una compostera en el área de reforestación del terreno, la cual servirá como fuente para el mejoramiento de los suelos de la zona, y que puede ser desarrollada con la colaboración de las Instituciones Educativas.

Como técnica de procesamiento de los desechos orgánicos urbanos generados por los municipios de Concepción Quezaltepeque, el compostaje(ver anexo No.12) ofrecerá las siguientes ventajas:

- Es la única técnica operativa actual para reutilizar de mejor manera la materia orgánica.
- Es adecuada para manejar principalmente los desechos provenientes de vegetales, madereras, cárnicos, entre otros.
- Se complementa generalmente con otros procesos como el de recuperación de materiales, entre otros.
- Mejoramiento de los suelos de la zona.
- Se puede implementar esta técnica con la ayuda de las Instituciones Educativas del municipio.

CAPITULO VII
“CLAUSURA Y USO
FINAL DEL RELLENO
SANITARIO MANUAL”

7.1 CLAUSURA Y POSTCLAUSURA DEL RELLENO SANITARIO.

Para que el relleno sanitario después de finalizada la vida útil para el cual es diseñado se pueda integrar al ambiente natural, es necesario tener consideraciones paisajísticas para las condiciones finales del mismo.

La clausura del relleno sanitario constituye una parte crítica al final del proyecto, ya que, deben intervenir profesionales expertos en la materia, precisamente por que durante el funcionamiento del relleno sanitario se están controlando los niveles de contaminación y al terminar la vida útil de éste, es lógico que el programa de monitoreo termine, pero las posibilidades de contaminación pueden continuar en algunas áreas, mientras el relleno sanitario se estabiliza.

Esta etapa comprende las acciones orientadas a conservar el relleno clausurado al final de su vida útil, en condiciones estables o similares a las que presentaba el área antes de su operación; esto implica conservación de la cobertura final, funcionamiento adecuado de los sistemas de drenaje de gases y lixiviados y funcionamiento adecuado de los sistemas de tratamiento.

Las causas que pueden alterar la estabilidad del relleno clausurado con material de cobertura final son principalmente: posibles afloramientos y escurrimientos de lixiviados, emanaciones de biogás y averías en el sistema de tratamiento del biogás ya que las estructuras de emanación están expuestas en el área. A estos les siguen algunas explosiones como consecuencia del aumento de presión en los bolsones de biogás retenido, obstrucciones de la red de lixiviados y averías en la estructura de tratamiento

de lixiviados. Esto produce principalmente malos olores, emanaciones de biogás y presencia explícita de lixiviados. Estas relaciones de causalidad son, evidentemente, de menor implicancia y riesgo ambiental que su correspondiente en la etapa de operación, pero de mayor trascendencia y riesgo que su correspondiente en la etapa de habilitación.

De todos los elementos que afectan al medio ambiente en esta fase, los lixiviados ofrecen los mayores riesgos y peligros para el medio ambiente y la salud de la población, seguido de los olores como consecuencia del biogás emanado. Las categorías que se verán más afectadas como consecuencia de la presencia de elementos potenciales son la salud pública, seguridad y la calidad del aire atmosférico, subsuelo y el paisaje.

Desafortunadamente en nuestro país no hay reglamentos y/o criterios que controlen los términos de clausura de un relleno.

Al final de la vida útil, el terreno tiene que ser recuperado y usado para los fines propuestos, en nuestro caso la propuesta es la de una zona de reforestación (ver plano N° 4). Es importante tener presente que se debe excluir el uso habitacional, es decir no se podrá construir ninguna estructura o edificación sobre este terreno.

ACABADO FINAL Y ASENTAMIENTO.

La colocación de la cobertura final y el engramado requieren de gran atención, pues no solo incide en el funcionamiento, sino también en la imagen final del relleno sanitario terminado.

Con el transcurso del tiempo, los desechos sólidos se descomponen (parte se transforma en gas, parte en líquido y la materia orgánica en humus), la tierra de cobertura y la humedad penetra en sus vacíos, asentándolo. Después de dos años, el asentamiento se reduce mucho y prácticamente desaparece a los cinco años (esto estará sujeto al grado de compactación alcanzado durante la vida útil del relleno sanitario). Como el asentamiento no es uniforme, se producen depresiones en la superficie del relleno, donde se acumula el agua en la época lluviosa, por lo tanto, se deberán de hacer nivelaciones al terreno para procurar tener buen drenaje.

Una vez concluida la vida útil del relleno sanitario, la municipalidad encargada del proyecto deberá velar para que se le de el acabado final y el mantenimiento necesario, de tal manera que el terreno sea utilizado por la población tal y como fue especificado al inicio del proyecto (ver plano N° 4).

Si no se cumplen los requisitos establecidos para la operación y mantenimiento, la población no obtendrá uno de los beneficios (recuperación del terreno) de esta obra de saneamiento básico; por lo que, esto podría ser una causa de rechazo de nuevos sitios para implementar rellenos sanitarios, lo que implicaría ubicaciones mas lejanas de las

áreas urbanas y por consiguiente aumento en los costos de transporte de desechos sólidos.

CRITERIOS ESPECÍFICOS PARA EL CIERRE O CLAUSURA DEL RELLENO.

Para el cierre del relleno sanitario se pueden tomar en cuenta los siguientes criterios:

- El sitio del relleno se recubrirá con capas de 0.60 metros de arcilla y se compactará, hasta alcanzar una densidad Proctor entre Dpr 90 y 95 %, luego se cubrirá con una capa vegetal de unos 0.40 m para sustentar una vegetación típica local, se establecerá una pendiente suave (2%) dentro del área de celdas, para evitar la infiltración del agua de lluvia y así disminuirá la producción de lixiviados que se seguirán produciendo por cierto periodo de tiempo.
- Proceder a instalar lo establecido y diseñado previamente en el plan de clausura (ver plano N° 4). La principal alternativa que se considera será: zona de reforestación.
- El monitoreo de gases y lixiviados denominándolos, se realizará hasta que se asegure que no existe peligro de contaminación al medio ambiente y la salud de la población.
- Se establecerán espacios de áreas cercanas a las chimeneas y a la captación y tratamiento de lixiviados como áreas restringidas o áreas de peligro, las cuales

serán debidamente identificadas con rótulos visibles y cercadas para evitar cualquier accidente, aún cuando el sitio del proyecto sea usado con propósitos de reforestación.

- Hacer pública la clausura final del relleno sanitario por los medios de comunicación locales, anunciando que ya no se permitirá la disposición de desechos sólidos en el lugar e informar a la comunidad sobre la existencia del nuevo lugar para disposición final de la basura.
- Colocar avisos, informando a la ciudadanía las sanciones que se aplicarán a quienes infrinjan las normas dictadas al respecto.

7.2 INFORMACION AL PÚBLICO.

Uno de los parámetros más importantes de la información al público, es en detalle los conocimientos que lo llevan a la educación sanitaria y ambiental, que se debe realizar al inicio y durante la vida útil del relleno sanitario, teniendo como objetivo desarrollar la conciencia de la población en todo lo relativo al cuidado y protección al medio ambiente, lo cual se materializa en actitudes y comportamiento que estimulan hacia la calidad de dicho medio, en cuya defensa deben actuar toda la población en la medida de sus posibilidades, lo que exige adquirir, conocimientos adecuados y espíritu crítico suficiente para actuar de modo positivo a la causa de la protección ambiental.

En general la actitud de la población en relación de la presentación del servicio indica que existe una frontera entre el deber de la población relacionada con la limpieza de su vivienda y la obligación de la alcaldía responsable de la recolección y la disposición de los desechos sólidos.

Poniendo de manifiesto que existe poca conciencia de los efectos negativos de la inadecuada gestión de los residuos sólidos, que se evidencia en la proliferación de focos de insalubridad, multiplicación de vectores y el deterioro de la salud de la población y la contaminación de fuentes de agua subterránea y superficiales por tal razón la alcaldía y la comunidad juegan un papel básico en la preservación de un ambiente limpio y sano.

Por tanto la meta de la información, comunicación y sensibilización es mejorar el manejo de los desechos sólidos municipales y reducir los daños al medio ambiente, es decir procurar:

- a) Fomentar la conciencia del valor de la calidad de vida.
- b) Mostrar a la población la amenaza del mal manejo de los desechos sólidos al bienestar del medio ambiente y como puede contribuir a mejorar su manejo.
- c) Alentar a la población a trabajar en el adecuado manejo de los desechos sólidos.
- d) Propiciar mediante la educación, ambientes saludables en las comunidades beneficiadas y los hogares.

7.2.1 PARTICIPACION DE LA CIUDADANIA ORGANIZADA.

La participación ciudadana es un elemento indispensable para el manejo integral de los desechos sólidos, exigiendo para la participación una gran voluntad, junto a una alta dosis de recursos materiales.

Tomando una gran importancia en el proceso de educación y sensibilización sobre desechos sólidos, necesitará producir cambios en los hábitos de la población, partiendo desde el nivel de consumo hasta el manejo de la basura dentro y fuera de los hogares, formando así conciencia de los costos en un manejo correcto de los desechos, que se manifiesta en una disposición de pago por estos servicios.

En el caso de la educación tiene como objetivo desarrollar la conciencia de la población, un aspecto importante a resaltar, es la gestión de los desechos sólidos no deberá basarse únicamente en tal accionar institucional, si no que debe involucrar a la población, no sólo en la ejecución voluntaria de las tareas, si no que también en la toma de decisiones de la planificación, ejecución y control de la prestación del servicio.

Logrando lo antes mencionado por un lento proceso que conduce a la población a tomar conciencia de las diversas responsabilidades y deberes para el mantenimiento de un sistema integral que permita el mejor y más saludable manejo de los desechos sólidos.

Se deben proponer organizaciones que representen las inquietudes de la comunidad, siendo estas las moderadoras reconocidas entre la población y los organismos como las alcaldías y las Unidades de Salud, impulsando la creación e implementación de

diversos programas educativos por medio de campañas tanto a la población adulta en sus hogares, como a los niños en sus hogares y centros escolares, fortaleciendo así la educación en el campo del medio ambiente permitiendo que el problema de la basura sea solucionado en forma integral, dejando en claro que los beneficios son a largo plazo, pero con mayor impacto en el problema generado por los desechos Sólidos.

Para realizar campañas de Educación Ambiental se deben realizar los siguientes pasos:

- a. Realizar un diagnóstico rápido de los problemas ambientales del municipio.
- b. Definir si la campaña de Educación ambiental, es importante justificar y definir sus objetivos.
- c. Definir que temas se abordaron en la campaña (ejemplos; recorrido en el relleno sanitario, distribución de árboles para ayudar a la ecología, etc.).
- d. Definir los ámbitos de la educación que se abordaran (formal, no formal o informal)
- e. Invitar a las Organizaciones e Instituciones presente en el municipio, que deseen participar en la campaña de Educación Ambiental.
- f. Definir y Firmar una carta compromiso que defina cuales serán las organizaciones que participaran en la misma.
- g. Establecer un plan de Coordinación entre las organizaciones e Instituciones que participaran en la campaña.
- h. Establecer una matriz que efectúe los acuerdos y las actividades, en función de las organizaciones y representantes responsables de su cumplimiento.

- i. Establecer un plan mensual de seguimiento, para evaluar los avances y cumplimientos de las actividades para determinado periodo.

En el marco de una campaña de Educación Ambiental, es necesario definir guías que nos permitan facilitar la implementación de las distintas tareas a efectuar, las cuales son las siguientes:

A- *Guía de Perifoneo.*

1. El marco del concepto para los textos del mensaje (ejemplo; promover la limpieza y reciclaje, promover todos los eventos orientados a mejorar el manejo de los desechos sólidos.)
2. Identificar la existencia de personas que posean sistema de perifoneo ambulante y estar al tanto del costo del mismo.
3. Definir un mensaje de texto alegre, popular y relacionado con el quehacer población – concepto.
4. Tiempo de duración del mensaje
5. Para las grabaciones contar con un lugar silencioso.
6. Para la grabación del mensaje en tiempo y forma, es necesario:
 - Dos grabadoras (una para música de fondo y la otra para grabar el mensaje)
 - Contratar dos personas con voz clara y agradable (Hombre y mujer).
 - Apoyarse con sonido de latas, pitos, grabaciones de zumbido musicales alegres, que suenan en la actualidad.

7. definir y fijar hora e itinerario de recorrido (ruta óptima)

8. realizar el perifoneo y si se tienen afiches colocarlos.

B- Guía para la elaboración de afiches y mantas.

1. El marco del concepto para los textos imágenes o lemas

2. Concurso de pintura y dibujos alusivos al concepto y texto a desarrollar.

3. Investigar sobre imágenes o lemas elaborados a nivel local y apoyarse en los mismos.

4. Definir el mensaje a transmitir y el texto que lo expresara.

5. Tamaños y posiciones de los afiches y mantas.

6. Tipografía existente y costo de la misma para elegir el método de construcción que se apegue a las necesidades.

7. Elaboración de los afiches y mantas

8. La búsqueda de sitios concurridos y estratégicos para la colocación.

C- Guía para organizar un carnaval.

1- El marco del concepto y objetivo de la realización del carnaval.

2- Guía o Guión de contenido a elaborar en conjunto con la alcaldía e Instituciones involucradas.

3- Realización de diferentes eventos como:

✓ Un recorrido al relleno sanitario manual.

✓ Payasos para niños con presentación visuales alusivos al ambiente.

✓ Presentación de acto de títeres.

✓ Presentación de danzas.

- ✓ Concurso de dibujo escolar a nivel de primaria.
- 4- Invitar a personas actores para los eventos y saber si es factible la realización de diferentes en el lugar (horas nocturnas).
- 5- Definir tiempo de duración del carnaval.
- 6- Fijar horas de presentación.
- 7- Fijar lugares públicos de alta concentración para el carnaval.
- 8- Elegir música apropiada para el evento y las diferentes actividades
- 9- Realizar el carnaval.

CONSEJOS PARA LOS CIUDADANOS.

- Si en la comunidad se tiene uno o varios botaderos de basura en su comunidad o colonia, se debe avisar cuanto antes a la alcaldía municipal para que el personal de la alcaldía llegue y clausure el botadero y coloque un rótulo prohibiendo que se siga botando desperdicio en el lugar.
- Impedir que se formen promontorios de desechos (basura) en la comunidad o colonia en que vive, avisando pronto a la alcaldía o unidades de salud, para frenar esta práctica y colocar un rótulo prohibiendo que se siga botando basura.
- Promover conversaciones entre vecinos para tener más beneficios en el recorrido de recolección de basura, proponiendo a la alcaldía los días y las horas en que se favorece la mayor recolección de basura.

- Si ha pasado un tiempo prudencial en que se denunció la existencia de botaderos a cielo abierto a Instituciones como la alcaldía y la unidad de Salud, no observando ningún resultado para solucionar el problema, se puede recurrir a la unidad de Medioambiente de la PNC, o a la fiscalía, teniendo estas Instituciones la posibilidad de poder darle solución al problema.
- Tratar de crear una conciencia entre vecinos y amigos sobre lo nocivo que es botar basura en lugares inapropiados. Dejando en claro que en la mayoría de los casos son creados basureros, por personas sin conciencia a las que se suman otras, poniendo en claro que es un problema de origen cultural.
- Si en su comunidad o colonia no se presta el servicio de recolección de basura, se debe formar una comisión para consultar a la alcaldía que días puede prestar el servicio y ponerse de acuerdo cual es la tarifa a pagar, junto a la frecuencia de pago que se debe hacer.
- Promover campañas para mantener limpia la ciudad, incentivando la instalación de contenedores para depositar basura, si se dificulta la entrega del desecho sólido a los camiones de recolección.
- Incentivar a la cultura ambiental promoviendo la colocación de basureros para facilitar la limpieza en parques y lugares públicos, ya que estas acciones contribuyen a la protección del medio ambiente.
- Crear conciencia en la juventud de los beneficios y ventajas que trae la práctica del reciclaje, la separación de los distintos tipos de basura así como la

implementación de la técnica de degradación natural en el que se obtiene un acondicionador natural para el suelo llamado compostaje.

- Promover en las colonias o comunidades, recipientes de distintos colores en los que se depositará cada tipo de basura como lo son aluminio, vidrio, etc.

CAPITULO VIII

***“CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES”***

8.1 CONCLUSIONES.

- El aseo publico del municipio de Concepción Quezaltepeque, es deficiente en cuanto a las siguientes actividades: No existe una planificación técnica para la prestación del servicio, la cobertura de recolección es del 94.47%; pero se puede alcanzar el 100%.
- El botadero actual utilizado por el municipio de Concepción Quezaltepeque, no es un método sanitario adecuado para la disposición final de los desechos sólidos por lo que es necesaria, la construcción lo mas pronto de un relleno sanitario para el municipio , ya que al no existir dicha obra , el botadero a cielo abierto se convierte en un foco de contaminación al medio ambiente debido a los productos de la descomposición de la basura(gases y lixiviados), Además , se puede ver la proliferación de vectores(ratas, moscas, zancudos, etc) que son transmisores de muchas enfermedades para el ser humano.
- La composición de los desechos sólidos en su mayor parte esta constituido por materia orgánica y en otras proporciones por plástico, metales, vidrio, cartón y caucho. La mayoría de los componentes de los desechos sólidos producidos son aptos para ser reciclados, reutilizados.

- El sitio seleccionado por la municipalidad para la realización del relleno sanitario manual, es donde se encuentra el botadero actual, contando con una calle de acceso pavimentada, la cual se une con el municipio de Comalapa, La Laguna. Facilitando el acceso a la carretera hacia Chalatenango. Todo esto es favorable al momento de transportar los desechos sólidos del municipio al sitio de interés.

- La topografía del sitio de interés no es la más apta desde el punto de vista económico para la realización del relleno sanitario, ya que por lo accidentado del lugar se hace más difícil su adecuación, debido a que se tiene que realizar un fuerte movimiento de tierra (cortes y rellenos), lo que eleva los costos de inversión.

- Por la configuración del terreno el método que más se adapta a este es el método de área.

- El terreno en el cual la alcaldía quiere construir el relleno sanitario, posee una área muy pequeña para este tipo de proyectos, que requiere una gran inversión económica (\$ 254812.95). Por lo que es indispensable que el terreno sea más grande para la construcción de relleno sanitario.

- Desde el año 2001 la Asamblea Legislativa ha otorgado tres prórrogas a los municipios para que busque los mecanismos adecuados para el tratamiento de los desechos sólidos y para finales de este año ya tienen que tener resuelto dicho problema, por que de lo contrario se les aplicara sanciones a las municipalidades que no cumplan.
- Según los requerimientos de factibilidad establecidos por el reglamento sobre el manejo y disposición final de los desechos sólidos del MARN, el sitio de interés cumple con todos ellos, a excepción del coeficiente de permeabilidad que para nuestro caso es de $(6.2 \cdot 10^{-4} \text{ cm/seg})$.
- La vida útil del relleno sanitario manual esta diseñado para aproximadamente 13.13 años, la cual se puede alargar al aplicar el método de reducción de reciclaje, compostaje, reuso y llevar al relleno solo los desechos sólidos que no puedan ser reciclados o rehusados.
- El relleno sanitario manual, que se pretende construir, ha sido diseñado exclusivamente, para el municipio de Concepción Quezaltepeque, por lo tanto, no se pueden vender servicios a otras municipalidades cercanas (Comalapa, La Laguna, El Carrizal, etc.), pero al incluir otros municipios se reduce la vida útil del relleno para el cual fue diseñado.

- Para que la vida útil del relleno sanitario manual se prolongue y este no se convierte nuevamente en un botadero a cielo abierto nuevamente, se debe de cumplir el manual de operación y mantenimiento propuesto. Tener muy en cuenta que un relleno sanitario manual debe de tener un especial cuidado desde el inicio de su construcción, hasta el cierre y monitoreo después de haber concluido sus operaciones, ya que al no cumplir con las normas de manejo, operación y mantenimiento se convertiría con facilidad en un botadero a cielo abierto, ocasionando problemas como cualquier otro botadero de la zona.
- El presupuesto calculado para la construcción del relleno sanitario manual del municipio de Concepción Quezaltepeque es de \$ 254812.95, pero para poder ejecutarlo lo mas rápido posible se puede realizar su construcción por etapas.
- La realización del relleno sanitario manual, en el municipio de Concepción Quezaltepeque, beneficiará a dicho municipio ya que, tendrá impactos positivos en la salud pública de las poblaciones, reduciendo así el riesgo de enfermedades gastrointestinales y respiratorias, así como también al medio ambiente, si es manejado en forma correcta.

8.2 RECOMENDACIONES.

- Se recomienda la implementación del relleno sanitario manual, lo más pronto posible ya que con esta obra de Ingeniería Sanitaria se reducirán significativamente, los focos de contaminación generados por el botadero, reduciendo así la contaminación al medio ambiente y los efectos negativos a la salud de la población.
- El área en la cual se pretende construir el relleno sanitario manual es muy limitada por lo que se recomienda a la alcaldía del municipio ocupar el terreno aledaño en el cual se quiere construir la planta de tratamiento. O de ser posible comprar otro terreno con una un área mas grande para la construcción del relleno sanitario manual.
- La municipalidad de Concepción Quezaltepeque debe de gestionar ante la instituciones financieras el financiamiento necesario para la ejecución del proyecto, a la mayor brevedad.

- Previo a la construcción del relleno sanitario, se recomienda la realización de pruebas de estudio de suelos e hidrogeológicas mas especializadas, para tener un mejor diagnóstico y control del lugar en estudio.
- Cuando la alcaldía aplique el sistema de aseo público, ésta deberá contar con una ordenanza municipal, en lo referente a las tasa que se cobraran a los usuarios por el servicio de aseo público, la cual debe ser elaborada por el consejo municipal, teniendo presente que las tasas a cobrar deben ser evaluadas de forma tal, que no perjudiquen a la población.
- La alcaldía debe de hacer una ordenanza para que se puede aplicar el reglamento interno sobre la seguridad de los trabajadores.
- Se debe cumplir con el acuerdo 39, reglamento sobre el manejo de desechos sólidos del MARN, el código de salud y el código municipal, para el manejo, tratamiento y disposición final de los desechos sólidos.
- Se recomienda a la alcaldía incorporar al sistema de aseo publico al cantón Llano grande, ya que es accesible llegar al lugar por la calle de tierra balastrada, también porque dicho cantón posee capacidad económica para poder pagar la tasa municipal.

- Educar a la población y enseñarles los conocimientos sobre la teoría de las “Rs”, permitiendo realizar acciones concretas relacionadas con la reducción, reutilización, reciclaje y rechazo contribuyendo de esta forma al manejo adecuado de los desechos sólidos.
- Las descargas de los lixiviados deberán de cumplir con el reglamento de aguas residuales y otras normativas que regulan dichas descargas.
- La implementación de recipientes de diferentes colores, los que se recomendarán a la población, que se coloquen para la separación de los desechos como lo son: materia orgánica e inorgánica, esta práctica se debe implementar e impulsar en lugares públicos, escuelas y negocios, para generar de este modo la práctica del reciclaje y rehuso.
- Impulsar y apoyar negocios que se dediquen a la compra y reutilización de materiales como el vidrio, plástico, hierro y aluminio.
- Se debe de realizar e impulsar en el municipio la técnica del compostaje ya que esto reducirá el volumen de los desechos sólidos y por ende incrementará la vida útil del relleno sanitario. Ya que el compostaje es una forma específica de

reciclaje de material orgánico el resultado obtenido se conoce con el nombre de “compost”.

- Implementar un programa de concientización para que las diferentes partes asuman el rol que les corresponde tomando en cuenta medidas y acciones en el proceso del manejo integral de los desechos sólidos.
- Elaborar campañas educativas para la población, a través de las cuales se enseñe a ésta, la forma adecuada de almacenamiento domiciliar de los desechos sólidos, trabajando en acción conjunta con las oficinas de Saneamiento Ambiental de la Unidad de Salud, y con la Alcaldía, y otras dependencias del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.
- Debemos hacer notar que las rutas de recolección propuestas en este documento son basadas en un método que ayuda y facilita tener una ruta básica, por lo que se recomienda partiendo de las mismas, observarlas y modificarlas a conveniencia, practicando el método de prueba y error, obteniendo así una ruta de recolección mucho mas efectiva y practica en el trabajo que se realiza.

- Una vez finalizada la vida útil del relleno sanitario, se recomienda hacer la clausura y cierre del relleno sanitario y colocar un rótulo, con el nombre de la obra (“relleno sanitario manual clausurado”).

- En la parte de mantenimiento y operación, el personal que realice la revisión de vehículos recolectores (públicos o privados) en el portón de acceso debe tener una capacitación adecuada para poder identificar con efectividad residuos peligrosos que no son permitidos en el relleno.

- Se debe cumplir con el manual de operación y mantenimiento propuesto para el relleno sanitario, ya que de esta forma se prolonga la vida útil del mismo y también para evitar que éste se transforme nuevamente en un botadero a cielo abierto.

BIBLIOGRAFÍA

- PROGRAMA DE GESTION AMBIENTAL URBANO COORDINACIÓN PARA AMERICA LATINA Y EL CARIBE, QUITO ECUADOR 2003.
- GESTION INTEGRAL DE LOS DESECHOS SOLIDOS DE LA CIUDAD DE SUCHITOTO, CESTA, 1999.
- MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES, EL SALVADOR.
REGLAMENTO ESPECIAL SOBRE EL MANEJO INTEGRAL DE LOS DESECHOS SOLIDOS.
SAN SALVADOR 30 DE MAYO DEL 2000
- PRIMER CENSO NACIONAL DE DESECHOS SOLIDOS, MRNA, 2001.
- RELLENOS SANITARIO Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS LIQUIDOS DE MATADEROS MUNICIPALES.
INSTITUTO NICARAGÜENSE DE FOMENTO (INNIFUM).
MIGUEL BALLADARES A.
- PROGRAMA DEMUCA
RECOLECCION Y DISPOSICIÓN FINAL DE LA BASURA: UN SERVICIO PUBLICO MUNICIPAL.
SEPTIEMBRE, 1995.

- GUIA PARA EL DISEÑO , CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE RELLENOS SANITARIOS MANUALES. WASHINGTON D.C. ENERO DE 1997 DE LA OPS/OMS.
- GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS, VOLUMEN I Y II TCHOBANOGLOUS GEORGE MC. GRAW HIL.
- FACTIBILIDAD Y DISEÑO DE RELLENO SANITARIO NO MECANIZADO PARA LA CIUDAD DE ILOBASCO. BERNANDO VITELIO BLANCO ECHEGOYEN, 1995. TESIS – UES
- RELLENO SANITARIO MANUAL, UN ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA EL MUNICIPIO DE SAN FRANCISCO GOTERA, DEPARTAMENTO DE MORAZAN. HUGO LEONEL BONILLA, 2000.

PROPUESTA PARA EL MANEJO DE LOS DESECHOS SOLIDOS Y DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA CIUDAD DE CHIRILAGUA, EN EL DEPARTAMENTO DE SAN MIGUEL.

GLORIA DE LA PAZ ARIAS LOPEZ, 2001.

- ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y PROPUESTA DE DISEÑO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN RELLENO SANITARIO NO MECANIZADO EN EL MUNICIPIO DE TEJUTLA, DEPARTAMENTO DE CHALATENANGO.
GABRIELA EUGENIA HERNÁNDEZ MOZ, 2005.
- GUIA METODOLOGÍA PARA LA CARACTERIZACION Y COMPOSICIÓN DE LOS DESECHOS SOLIDOS, ISDEM/GTZ, FONAES, JUNIO DE 2001.
- CUERPO DE PAZ DE EL SALVADOR, LOS DESECHOS SOLIDOS DESDE LA PERSPECTIVA MUNICIPAL, PROGRAMA DE DESARROLLO MUNICIPAL.
- DIAGNOSTICO AMBIENTAL MANCOMUNIDAD DE MUNICIPIOS LA MONTAÑONA, DICIEMBRE 2005, HUMBERTO SÁNCHEZ.
- DETERMINACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL FLUJO SUBTERRÁNEO DEL COMPLEJO LA MONTAÑONA, SEPTIEMBRE, 2005, RICARDO MATA ZELAYA.
- LÉXICO ESTRATIGRAFICO DE EL SALVADOR, 1984, CEL ARTES GRAFICAS, SAN SALVADOR, SCOTT BAXTER.
- MAPA GEOLÓGICO EL SALVADOR (6), 1978, ESCALA 1:100,000 REALIZADOS POR LA MISIÓN ALEMANA EN EL SALVADOR.

ANEXOS

ANEXO 1



ESTADO ACTUAL BOTADERO A CIELO ABIERTO DEL MUNICIPIO DE CONCEPCIÓN QUEZALTEPEQUE

ANEXO 2



***BOTADERO A CIELO ABIERTO DEL MUNICIPIO
DE CONCEPCIÓN QUEZALTEPEQU***

ANEXO 3

*Zanja del
Botadero
A cielo abierto*



ANEXO 4

***RECIPIENTES
QUE SE
UTILIZAN EN
EL MERCADO***



ANEXO 5

*VEHÍCULO
RECOLECTOR
DE LOS
DESECHOS
SOLIDOS.*



ANEXO 6

DESCRIPCION TÉCNICA

DESCRIPCION TECNICA

PROPIEDAD: SIN NOMBRE

PROPIETARIO: ALCALDIA MUNICIPAL DE CONCEPCION QUEZALTEPEQUE

CANTON: BARRIO SAN JOSE

MUNICIPIO: CONCEPCION QUEZALTEPEQUE

DEPARTAMENTO: CHALATENANGO

Descripción técnica del inmueble denominado SIN NOMBRE propiedad de ALCALDIA MUNICIPAL DE CONCEPCION QUEZALTEPEQUE ubicado en el BARRIO SAN JOSE, municipio de CONCEPCION QUEZALTEPEQUE, departamento de CHALATENANGO, con una extensión superficial de veintinueve mil ciento sesenta y nueve punto cuarenta y siete metros cuadrados equivalentes a cuarenta y un mil setecientos treinta y seis punto cincuenta varas cuadradas.

LINDERO NORTE partiendo del vértice Nor Poniente esta formado por once tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sureste setenta y tres grados cincuenta y tres minutos cincuenta y siete segundos con una distancia de trece punto cincuenta y dos metros; Tramo dos, Sureste cincuenta y cinco grados veintisiete minutos treinta y cinco segundos con una distancia de veinticinco punto noventa y un metros; Tramo tres, Sureste cincuenta grados cuarenta y ocho minutos diecisiete segundos con una distancia de catorce punto treinta y tres metros; Tramo cuatro, Noreste cincuenta y ocho grados diez minutos treinta y tres segundos con una distancia de trece punto treinta metros; Tramo cinco, Noreste sesenta y tres grados cincuenta y nueve minutos dieciséis segundos con una distancia de catorce punto cuarenta y seis metros; Tramo seis, Noreste cincuenta grados veintinueve minutos cincuenta y nueve segundos con una distancia de ocho punto cincuenta y seis metros; Tramo siete, Noreste cero cero grados cero seis minutos veintidós segundos con una distancia de trece punto treinta y cuatro metros; Tramo ocho, Noreste cero tres grados veinte minutos once segundos con una distancia de trece punto treinta y tres metros; Tramo nueve, Noreste veintiséis grados veintiocho minutos veintinueve segundos con una distancia de nueve punto cuarenta metros; Tramo diez, Noreste cincuenta y dos grados cuarenta y dos minutos dieciséis segundos con una distancia de once punto cincuenta y siete metros; Tramo once, Noreste sesenta y tres grados treinta y nueve minutos treinta y nueve segundos con una distancia de nueve punto setenta y un metros; colindando con terrenos de ISIDRO RAUL SOSA, con quebrada de por medio y con cerco de púas.

LINDERO ORIENTE partiendo del vértice Nor Oriente esta formado por seis tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Sureste cuarenta y dos grados veintidós minutos veintiún segundos con una distancia de dieciocho punto cuarenta y dos metros; Tramo dos, Sureste treinta y nueve grados cincuenta y cuatro minutos cuarenta y cuatro segundos con una distancia de diecinueve punto sesenta y cinco metros; Tramo tres, Sureste cincuenta y dos grados treinta y cinco minutos veintiséis segundos con una distancia de veinte punto once metros; Tramo cuatro, Noreste setenta y ocho grados cero ocho minutos treinta y nueve segundos con una distancia de veintitrés punto cero cuatro metros; Tramo cinco, Sureste ochenta grados cuarenta y nueve minutos cero tres segundos con una distancia de treinta y uno punto ochenta y seis metros; Tramo seis, Sureste dieciséis grados treinta y tres minutos veinte segundos con una distancia de seis punto cuarenta y cuatro metros; colindando con terrenos de CLEMENTINO ARNOLDO YANEZ, con quebrada de por medio y con cerco de púas.

LINDERO SUR partiendo del vértice Sur Oriente esta formado por quince tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Suroeste cincuenta y un grados treinta y un minutos cuarenta y nueve segundos con una distancia de veinticinco punto cero siete metros; Tramo dos, Suroeste cincuenta y cinco grados cincuenta y un minutos treinta y ocho segundos con una distancia de veinticuatro punto cero tres metros; Tramo tres, Suroeste cincuenta y seis grados cuarenta y nueve minutos treinta segundos con una distancia de veinticuatro punto cuarenta y siete metros; Tramo cuatro, Suroeste cincuenta y seis grados cero nueve minutos treinta segundos con una distancia de cincuenta y siete punto dieciséis metros; Tramo cinco, Suroeste cincuenta y tres grados cincuenta y un minutos veintisiete segundos con una distancia de cuarenta y tres punto cuarenta y nueve metros; Tramo seis, Suroeste cincuenta grados treinta y siete minutos cuarenta y cinco segundos con una distancia de veintidós punto ochenta y un metros; Tramo siete, Suroeste cuarenta y cinco grados quince minutos cuarenta y dos segundos con una distancia de veintiuno punto cero tres metros; Tramo ocho, Suroeste cuarenta y tres grados dieciséis minutos veinticuatro segundos con una distancia de veinte punto setenta y cinco metros; Tramo nueve, Suroeste treinta y ocho grados treinta y cuatro minutos diecisiete segundos con una distancia de veinticuatro punto ochenta metros; Tramo diez, Suroeste treinta y nueve grados cincuenta y nueve minutos treinta y nueve segundos con una distancia de cuatro punto cincuenta y un metros; Tramo once, Suroeste cincuenta grados trece minutos veintitrés segundos con una distancia de tres

punto treinta y siete metros; Tramo doce, Suroeste treinta y nueve grados veintinueve minutos doce segundos con una distancia de diecisiete punto cincuenta y cuatro metros; Tramo trece, Suroeste cuarenta grados cero tres minutos doce segundos con una distancia de dieciocho punto setenta y cuatro metros; Tramo catorce, Suroeste treinta y seis grados diecinueve minutos quince segundos con una distancia de trece punto cincuenta y nueve metros; Tramo quince, Suroeste setenta y siete grados cincuenta y dos minutos cero nueve segundos con una distancia de siete punto cero cinco metros; colindando con terrenos de ALFREDO JACOBO, con cerco de púas y con calle de por medio.

LINDERO PONIENTE partiendo del vértice Sur Poniente esta formado por veinticuatro tramos con los siguientes rumbos y distancias: Tramo uno, Noroeste sesenta grados cincuenta y cuatro minutos doce segundos con una distancia de cuatro punto cero ocho metros; Tramo dos, Noroeste cuarenta y cuatro grados cuarenta y nueve minutos cero seis segundos con una distancia de veintinueve punto noventa y siete metros; Tramo tres, Noroeste cuarenta grados veintiocho minutos dieciséis segundos con una distancia de trece punto setenta metros; Tramo cuatro, Noroeste veinticinco grados cincuenta minutos cincuenta y nueve segundos con una distancia de diez punto veinticuatro metros; Tramo cinco, Noroeste ochenta y seis grados cuarenta y ocho minutos veintitrés segundos con una distancia de diez punto cincuenta y un metros; Tramo seis, Noroeste diez grados veinticuatro minutos cero cinco segundos con una distancia de diecisiete punto noventa y dos metros; Tramo siete, Noreste once grados cuarenta y dos minutos cincuenta y cuatro segundos con una distancia de catorce punto ochenta y cinco metros; Tramo ocho, Noreste veintiocho grados trece minutos veintiocho segundos con una distancia de cinco punto treinta y seis metros; Tramo nueve, Noroeste cero dos grados treinta minutos cincuenta y nueve segundos con una distancia de cuatro punto setenta metros; Tramo diez, Noreste veinticinco grados veintisiete minutos cero tres segundos con una distancia de dieciséis punto cero cuatro metros; Tramo once, Noreste cincuenta y dos grados doce minutos cincuenta segundos con una distancia de veintiséis punto setenta y dos metros; Tramo doce, Noreste treinta y ocho grados cuarenta y ocho minutos cincuenta y nueve segundos con una distancia de ocho punto cincuenta metros; Tramo trece, Noroeste veintitrés grados cuarenta minutos cuarenta segundos con una distancia de cuatro punto ochenta metros; Tramo catorce, Noroeste treinta y dos grados cero tres minutos treinta y dos segundos con una distancia de doce punto cero cinco metros; Tramo quince, Noroeste cero cuatro grados veinticuatro minutos cincuenta y tres segundos con una distancia de once punto cero dos metros; Tramo dieciséis, Noreste cuarenta y nueve grados cincuenta y tres minutos cuarenta y tres segundos con una distancia de dieciséis punto noventa y siete metros; Tramo diecisiete, Noreste cuarenta y dos grados veintitrés minutos cincuenta y seis segundos con una distancia de veintitrés punto sesenta y seis metros; Tramo dieciocho, Noreste cuarenta y un grados cincuenta y seis minutos cincuenta y un segundos con una distancia de diecisiete punto cero un metros; Tramo diecinueve, Noreste setenta y seis grados veintisiete minutos cuarenta y un segundos con una distancia de cinco punto noventa y dos metros; Tramo veinte, Sureste setenta y tres grados cincuenta y nueve minutos cuarenta segundos con una distancia de catorce punto noventa y cinco metros; Tramo veintiuno, Noreste cincuenta y siete grados cincuenta y dos minutos cero ocho segundos con una distancia de diecisiete punto

trece metros; Tramo veintidós, Noreste veintiocho grados cuarenta y ocho minutos cincuenta segundos con una distancia de diez punto ochenta y un metros; Tramo veintitrés, Noroeste cuarenta y seis grados veinticinco minutos cero cuatro segundos con una distancia de cinco punto ochenta y nueve metros; Tramo veinticuatro, Noroeste cero seis grados treinta y tres minutos quince segundos con una distancia de diez punto treinta y ocho metros; colindando con terrenos de PABLO LOPEZ VENTURA, con quebrada de por medio y con cerco de púas. Así se llega al vértice Nor Poniente, que es donde se inició la descripción.

MEMORIA DESCRIPTIVA

PROPIEDAD: SIN NOMBRE

PROPIETARIO: ALCALDIA MUNICIPAL DE CONCEPCION QUEZALTEPEQUE

CANTON: BARRIO SAN JOSE

MUNICIPIO: CONCEPCION QUEZALTEPEQUE

DEPARTAMENTO: CHALATENANGO

NORTE	ORIENTE	SUR	PONIENTE	AREA
13.52	18.42	25.07	4.08	29169.47 m2
25.91	19.65	24.03	29.97	
14.33	20.11	24.47	13.70	
13.30	23.04	57.16	10.24	
14.46	31.86	43.49	10.51	
8.56	6.44	22.81	17.92	
13.34		21.03	14.85	
13.33		20.75	5.36	
9.40		24.80	4.70	
11.57		4.51	16.04	
9.71		3.37	26.72	
		17.54	8.50	
		18.74	4.80	
		13.59	12.05	
		7.05	11.02	
			16.97	
			23.66	
			17.01	
			5.92	
			14.95	
			17.13	
			10.81	
			5.89	
			10.38	

ANEXO 7
ESTUDIO DE SUELOS

ANEXO 8

***REGLAMENTO ESPECIAL SOBRE
EL MANEJO INTEGRAL DE LOS
DESECHOS SÓLIDOS***

DECRETO No. 42

EL PRESIDENTE DE LA REPUBLICA DE EL SALVADOR,

CONSIDERANDO:

- I. Que el manejo y la disposición de los desechos sólidos constituyen uno de los principales objetivos ambientales nacionales, los que dañan la salud y causan problemas de contaminación, cuando no son confrontados con una política preventiva y global;
- II. Que de conformidad al Art. 69, inciso segundo de la Constitución es atribución del Órgano Ejecutivo controlar las condiciones ambientales que puedan afectar la salud y el bienestar de la población; por lo que el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en cumplimiento al Art. 52 de la Ley del Medio Ambiente promoverá la coordinación con las instituciones competentes y otros sectores involucrados en la elaboración del Reglamento para el Manejo Integral de Desechos Sólidos.

POR TANTO,

En uso de sus facultades constitucionales,

DECRETA el siguiente:

REGLAMENTO ESPECIAL SOBRE EL MANEJO INTEGRAL

DE LOS DESECHOS SÓLIDOS

TITULO I

DISPOSICIONES GENERALES

CAPITULO UNICO

DEL OBJETO, DEL ALCANCE Y DEL AMBITO DE APLICACION

Objeto y Alcance

Art. 1.- El presente Reglamento tiene por objeto regular el manejo de los desechos sólidos. El alcance del mismo será el manejo de desechos sólidos de origen domiciliario, comercial, de servicios o institucional; sean procedentes de la limpieza de áreas públicas, o industriales similares a domiciliarios, y de los sólidos sanitarios que no sean peligrosos.

De aquí en adelante la Ley del Medio Ambiente será llamada La Ley y el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, el Ministerio.

Ámbito de Aplicación

Art. 2.- Las disposiciones del presente Reglamento se aplicarán en todo el territorio nacional y serán de observancia general y de cumplimiento obligatorio para toda persona natural o jurídica.

Glosario

Art. 3.- Los conceptos y sus correspondientes definiciones empleados en este Reglamento, constituyen los términos claves para la interpretación del mismo, y se entenderán en el significado que a continuación se expresa, sin perjuicio de los conceptos empleados en la Ley, así los contenidos en los instrumentos internacionales sobre la materia.

- a. **Almacenamiento:** Acción de retener temporalmente desechos, mientras no sean entregados al servicio de recolección, para su posterior procesamiento, reutilización o disposición.
- b. **Aprovechamiento:** Todo proceso industrial y/o manual, cuyo objeto sea la recuperación o transformación de los recursos contenidos en los desechos.
- c. **Botadero de Desechos:** Es el sitio o vertedero, sin preparación previa, donde se depositan los desechos, en el que no existen técnicas de manejo adecuadas y en el que no se ejerce un control y representa riesgos para la salud humana y el medio ambiente.
- d. **Compostaje:** Proceso de manejo de desechos sólidos, por medio del cual los desechos orgánicos son biológicamente descompuestos, bajo condiciones controladas, hasta el punto en que el producto final puede ser manejado, embodegado y aplicado al suelo, sin que afecte negativamente el medio ambiente.
- e. **Contaminación por desechos sólidos:** La degradación de la calidad natural del medio ambiente, como resultado directo o indirecto de la

presencia o la gestión y la disposición final inadecuadas de los desechos sólidos.

- f. **Contenedor:** Recipiente en el que se depositan los desechos sólidos para su almacenamiento temporal o para su transporte.
- g. **Desechos Sólidos:** Son aquellos materiales no peligrosos, que son descartados por la actividad del ser humano o generados por la naturaleza, y que no teniendo una utilidad inmediata para su actual poseedor, se transforman en indeseables.
- h. **Disposición Final:** Es la operación final controlada y ambientalmente adecuada de los desechos sólidos, según su naturaleza.
- i. **Estación de Transferencia:** Instalación permanente o provisional, de carácter intermedio, en la cual se reciben desechos sólidos de las unidades recolectoras de baja capacidad, y se transfieren, procesados o no, a unidades de mayor capacidad, para su acarreo hasta el sitio de disposición final.
- j. **Generador de desechos sólidos:** Toda persona, natural o jurídica, pública o privada, que como resultado de sus actividades, pueda crear o generar desechos sólidos.
- k. **Lixiviado:** Líquido que se ha filtrado o percolado, a través de los residuos sólidos u otros medios, y que ha extraído, disuelto o suspendido materiales a partir de ellos, pudiendo contener materiales potencialmente dañinos.
- l. **Gestión Integral:** Conjunto de operaciones y procesos encaminados a la reducción de la generación, segregación en la fuente y de todas las etapas de la gestión de los desechos, hasta su disposición final.
- m. **Relleno Sanitario:** Es el sitio que es proyectado, construido y operado mediante la aplicación de técnicas de ingeniería sanitaria y ambiental, en donde se depositan, esparcen, acomodan, compactan y cubren con tierra, diariamente los desechos sólidos, contando con drenaje de gases y líquidos percolados.
- n. **Relleno Sanitario Manual:** Es aquél en el que sólo se requiere equipo pesado para la adecuación del sitio y la construcción de vías internas, así como para la excavación de zanjas, la extracción y el acarreo y distribución del material de cobertura. Todos los demás trabajos, tales como construcción de drenajes para lixiviados y chimeneas para gases, así como el proceso de acomodo, cobertura, compactación y otras obras conexas, pueden realizarse manualmente.
- o. **Relleno Sanitario Mecanizado:** Es aquél en que se requiere de equipo pesado que labore permanentemente en el sitio y de esta forma realizar todas las actividades señaladas en el relleno sanitario manual, así como de estrictos mecanismos de control y vigilancia de su funcionamiento.
- p. **Reciclaje:** Proceso que sufre un material o producto para ser reincorporado a un ciclo de producción o de consumo, ya sea el mismo en que fue generado u otro diferente.
- q. **Recolección:** Acción de recoger y trasladar los desechos generados, al equipo destinado a transportarlos a las instalaciones de almacenamiento, transferencia, tratamiento, rehúso o a los sitios de disposición final.
- r. **Recolección Selectiva:** Acción de clasificar, segregar y presentar segregadamente para su posterior utilización.

- s. **Reutilización:** Capacidad de un producto o envase para ser usado en más de una ocasión, de la misma forma y para el mismo propósito para el cual fue fabricado.
- t. **Reducción en la Generación:** Reducir o minimizar la cantidad o el tipo de residuos generados que deberán ser evacuados. Esta reducción evita la formación de residuos, mediante la fabricación, diseño, adquisición o bien modificación de los hábitos de consumo, peso y generación de residuos.
- u. **Segregación en la Fuente:** Segregación de diversos materiales específicos del flujo de residuos en el punto de generación. Esta separación facilita el reciclaje.
- v. **Tara:** Peso neto de un vehículo de transporte.
- w. **Tratamiento o Procesamiento:** Es la modificación de las características físicas, químicas o biológicas de los desechos sólidos, con el objeto de reducir su nocividad, controlar su agresividad ambiental y facilitar su gestión.

TITULO II

DEL MARCO GENERAL

CAPITULO UNICO

DE LAS RESPONSABILIDADES Y ATRIBUCIONES

Responsabilidades del Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales

Art. 4.- Serán responsabilidades del Ministerio:

- a. Determinar los criterios de selección para los sitios de estaciones de transferencias, tratamiento y disposición final de los desechos sólidos;
- b. Emitir el permiso ambiental de acuerdo a lo establecido en la Ley para todo plan, programa, obra o proyecto de manejo de desechos sólidos.

TITULO III

DEL MANEJO INTEGRAL DE LOS DESECHOS SOLIDOS MUNICIPALES

CAPITULO I

DEL ALMACENAMIENTO

Especificación de almacenamiento temporal

Art. 5.- En aquellos casos en que se establezcan sitios de almacenamiento colectivo temporal de desechos sólidos en las edificaciones habitables, deberán cumplir, en su grado mínimo, con las siguientes especificaciones:

- a. Los sistemas de almacenamiento temporal deberán permitir su fácil limpieza y acceso;
- b. Los sistemas de ventilación, suministro de agua, drenaje y de control de incendios, serán los adecuados;
- c. El diseño deberá contemplar la restricción al acceso de personas no autorizadas y de animales; y
- d. Los sitios serán diseñados para facilitar la separación y la recuperación de materiales con potencial reciclable.

Disposiciones relativas a los Contenedores

Art. 6.- Los contenedores para el almacenamiento temporal de desechos

Sólidos, deberán cumplir los siguientes requisitos mínimos:

- a. Estar adecuadamente ubicados y cubiertos;
- b. Tener adecuada capacidad para almacenar el volumen de desechos sólidos generados;
- c. Estar contruidos con materiales impermeables y con la resistencia necesaria para el uso al que están destinados;
- d. Tener un adecuado mantenimiento; y
- e. Tener la identificación relativa al uso y tipos de desechos.

CAPITULO II

DE LA RECOLECCION Y TRANSPORTE

Rutas, horarios y frecuencias de recolección

Art. 7.- La determinación de las rutas, de los horarios y las frecuencias del servicio de recolección de desechos sólidos y planes de contingencia establecidos por los titulares, se realizará con sujeción estricta de los aspectos ambientales vigentes.

Equipos de Recolección y Transporte

Art. 8.- El equipo de recolección y transporte de desechos sólidos deberá ser apropiado al medio y a la actividad. Dicho equipo deberá estar debidamente identificado y encontrarse en condiciones adecuadas de funcionamiento, y llevará

inscrito en lugar visible y con material indeleble la magnitud de la tara. Los equipos deben ir debidamente cubiertos para evitar la dispersión de los desechos.

Transporte de desechos sólidos

Art. 9.- Los equipos de transporte pesado de desechos sólidos, desde la estación de transferencia, si la hubiere, hacia el sitio de disposición final, deberán estar debidamente identificados. En su recorrido, se respetará una ruta única y previamente establecida, la que no será alterada sin previa autorización.

CAPITULO III

DE LAS ESTACIONES DE TRANSFERENCIA

Estaciones de Transferencia Fijas

Art. 10.- De acuerdo con el Art. 21, letra d), de la Ley, las estaciones de transferencia requerirán del Permiso Ambiental respectivo, otorgado por el Ministerio y deberán considerarse, sin limitarse a ello, los siguientes aspectos:

- a. Volumen de desechos sólidos, que requiere almacenamiento temporal;
- b. Localización o ubicación, especialmente por la cercanía con áreas residenciales;
- c. Orientación de los vientos predominantes; y
- d. Tiempo de almacenamiento de los desechos.

CAPITULO IV

DEL TRATAMIENTO Y APROVECHAMIENTO

Tratamiento de desechos sólidos

Art. 11.- La utilización del Sistema de Tratamientos de Desechos Sólidos en el país dependerá fundamentalmente de la naturaleza y la composición de los desechos.

Para los efectos del presente Reglamento, se identifican los siguientes Sistemas de Tratamiento:

- a. Compostaje;
- b. Recuperación, que incluye la reutilización y el reciclaje; y

- c. Aquéllos específicos que prevengan y reduzcan el deterioro ambiental y que faciliten el manejo integral de los desechos.

Para la aplicación de estos Sistemas de Tratamientos se requerirá la obtención del permiso ambiental.

CAPITULO V

DE LA DISPOSICION FINAL

Del Relleno Sanitario

Art. 12.- Para los efectos del presente Reglamento, se adopta el relleno sanitario como un método de disposición final de desechos sólidos aceptable, sin descartar la utilización de otras tecnologías ambientalmente apropiadas.

Uso de terrenos utilizados como sitio de disposición final

Art. 13.- La ubicación de terrenos utilizados como sitios de disposición final deberán cumplir con los criterios establecidos en el anexo de este reglamento.

CAPITULO VI

DE LOS RELLENOS SANITARIOS

Clasificación de los Rellenos Sanitarios

Art. 14.- Por su forma de operación, los rellenos sanitarios se clasifican en tres tipos:

- a. Relleno Sanitario Manual;
- b. Relleno Sanitario Mecanizado; y
- c. Relleno Sanitario Combinado o Mixto.

Relleno Sanitario Manual

Art. 15.- El relleno sanitario manual se utilizará preferentemente como método de disposición final de los desechos sólidos ordinarios de poblaciones urbanas y rurales, para aquellas localidades que generen menos de 20 toneladas diarias de desechos.

Relleno Sanitario Mecanizado

Art. 16.- El relleno sanitario mecanizado se utilizará preferentemente como método de disposición final de los desechos sólidos ordinarios de poblaciones urbanas, en las que se generen más de 40 toneladas diarias de desechos. Dicho relleno sanitario podrá utilizarse como tipo de disposición final para varias localidades.

Relleno Sanitario Combinado o Mixto

Art. 17.- En aquellas poblaciones urbanas y rurales, en las que se generen de 20 a 40 toneladas diarias de desechos sólidos ordinarios, podrá usarse preferentemente cualesquiera de los dos tipos de relleno sanitario, o una combinación de ambos, según lo requieran las condiciones financieras y ambientales de cada caso.

Seguridad

Art. 18.- La operación de los sitios de disposición final se sujetará a lo establecido en el Reglamento General sobre Seguridad e Higiene de los Centros de Trabajo.

Criterios Mínimos

Art. 19.- Los criterios técnicos mínimos para el manejo de rellenos y proyectos de compostaje sanitarios, están contenidos en el Anexo del presente Reglamento.

TITULO IV

DE LA VIGILANCIA

Inspecciones

Art. 20.- De acuerdo al Art. 86 de la Ley, el Ministerio podrá realizar las inspecciones que considere pertinentes.

Informe

Art. 21.- El titular del proyecto de relleno sanitario presentará anualmente al Ministerio informes de operación de aquél, los cuales incluirán como mínimo la siguiente información:

- a. Promedio diario, semanal y mensual de ingreso de desechos sólidos, expresado en toneladas métricas;
- b. Registro de ingreso de vehículos de transporte de desechos sólidos, clasificándolos según su origen, peso y tipo de desechos; y

- c. Análisis de laboratorios, oficialmente acreditados, practicados a costo del titular, al afluyente del sistema de tratamiento de lixiviados. Este análisis incluirá, como mínimo, los parámetros siguientes DBO, DQO, pH, Sólidos Totales, Cr, Pb, Hg, Ni.

TITULO V

DE LAS INFRACCIONES Y SANCIONES

De las sanciones

Art.- 22.- Las contravenciones a las disposiciones del presente Reglamento, serán sancionadas de conformidad con el régimen establecido en la Ley.

TITULO VI

DE LAS DISPOSICIONES FINALES

Observancias de normas técnicas

Art. 23.- Los parámetros, tales como la generación per cápita, el peso volumétrico y las composiciones física, química y biológica y cualquier otra que se consideren, deberán ser obtenidos según las normas oficiales obligatorias de determinación de parámetros de desechos sólidos. Estos parámetros se diferencian de otras normas referidas en el presente Reglamento, las que serán desarrolladas en coordinación con Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

Art. 24.- Al entrar en vigencia el presente reglamento queda sin efecto el Acuerdo Ministerial Número 22 de fecha 6 de octubre de 1999 que contiene los lineamientos técnicos transitorios.

Vigencia

Art. 25.- El presente Decreto entrará en vigencia ocho días después de su publicación en el Diario Oficial.

DADO EN CASA PRESIDENCIAL: San Salvador, a los treinta y un días del mes de mayo del año dos mil.

FRANCISCO GUILLERMO FLORES PEREZ

Presidente de la República

ANA MARIA MAJANO

Ministra de Medio Ambiente

Y Recursos Naturales

ANEXO

**CRITERIOS TECNICOS PARA EL ESTABLECIMIENTO DE PROYECTOS DE
COMPOSTAJE Y PARA EL MANEJO DE RELLENOS SANITARIOS**

Criterios Mínimos para establecimiento de un proyecto de compostaje

Para el establecimiento de Proyectos de Compostaje se deberán respetar los criterios siguientes:

- a) Proporción Carbono:Nitrogeno de 25:1 – 35:1;
 - a. Temperatura de 40-50 °C;
 - b. Humedad entre el 40 o 50%;
 - c. Preferiblemente incorporar materiales en el rango de 1 a 4 centímetros de diámetro.

Características de las Áreas destinadas para Relleno Sanitario

Las áreas que se destinen para relleno sanitario deberán presentar, como mínimo, las características siguientes:

- a. Estar ubicadas a una distancia que garantice que las zonas de recarga de acuíferos o de fuentes de abastecimiento de agua potable, estén libres de contaminación. Esta distancia será fijada dentro de las normas técnicas nacionales;
- b. Que el suelo reúna características de impermeabilidad, aceptándose un coeficiente máximo permisible de infiltración 10^{-7} cm/s; que posea características adecuadas de remoción de contaminantes; y que la profundidad del nivel de las aguas subterráneas garantice la conservación de los acuíferos existentes en la zona. En caso de que se carezca de este tipo de suelos, se podrá trabajar con un mayor espesor de la capa, para lograr el mismo nivel de impermeabilidad;
- c. Contar con suficiente material terreo para la cobertura diaria de los desechos sólidos depositados durante la vida útil;
- d. Estar ubicado a una distancia no perjudicial para las zonas de inundación, pantanos, marismas, cuerpos de agua y zonas de drenaje natural;
- e. Estar ubicado a una distancia de 500 metros de los núcleos poblacionales y con un fácil acceso por carretera o camino transitable en cualquier época del año;
- f. Estar ubicado fuera de las áreas naturales protegidas o de los ecosistemas frágiles, así como de las servidumbres de paso de acueductos, canales de riego, alcantarillados y líneas de conducción de energía eléctrica; y
- g. Estar ubicado a una distancia mínima de 60 metros de fallas que hayan tenido desplazamientos recientes.

Requisitos técnicos para el Relleno Sanitario

Para el establecimiento y funcionamiento de un relleno sanitario, independientemente de su tipo y tamaño, este deberá cumplir, como mínimo, con los siguientes requisitos técnicos:

- a. Que exista garantía de estabilidad del terreno y del relleno contra deslizamientos;
- b. Que existan vías internas de acceso, balastadas o pavimentadas, transitables en cualquier época del año, con rótulo de información;
- c. Que exista un cercado periférico, que limite el terreno e impida el ingreso de personas y animales, ajenos al relleno, con portón y entrada restringidos;
- d. Que haya preparación del terreno, con una base impermeable, con pendiente hacia las líneas de drenaje;
- e. Que existan canales periféricos para las aguas pluviales;
- f. Que exista drenaje para los lixiviados y chimeneas, para los gases y los humos;
- g. Que haya instalaciones para captar y tratar o recircular los lixiviados;
- h. Que exista una caseta, bodega, servicios sanitarios y otra infraestructura básica;

- i. Que exista personal suficiente, con capacitación adecuada y supervisión calificada;
- j. Que exista cobertura diaria de los desechos con materia inerte, con un espesor mínimo de 15 cms;
- k. Que haya cobertura final del relleno, con una capa de material de cobertura de 60 cms. de espesor, con una capa adicional de 20 cms. de espesor, capaz de sostener vegetación, y con la suficiente inclinación para impedir el ingreso de aguas pluviales al relleno sanitario;
- l. Que exista un diseño de las diferentes fases de los períodos de explotación del sitio de relleno; y
- m. Que exista un diseño de la configuración final del sitio, con su tratamiento paisajístico.

Requisitos mínimos para el Relleno Sanitario Manual

Para la existencia de un relleno sanitario manual, serán considerados los siguientes requisitos mínimos, adicionalmente a aquellos establecidos en el Artículo 35:

- a. Una vida útil superior a los cinco años;
- b. Un equipo mínimo para el movimiento y la compactación manual de los desechos, incluyendo un equipo de protección personal;
- c. La disposición de desechos en capas de 20 a 30 cms; y
- d. El diseño del relleno, el cual será parte de un proyecto integral de la gestión de desechos sólidos

Requisitos mínimos para Relleno Sanitario Mecanizado

Para la existencia de un relleno sanitario mecanizado, serán considerados los siguientes requisitos mínimos, adicionalmente a aquellos establecidos en el Artículo 35 de este Reglamento:

- a. Una vida útil superior a los 10 años;
- b. Los taludes finales deberán tener una inclinación no mayor de 30%;
- c. Un área de ingreso con báscula, caseta de control y estacionamiento;
- d. Un área administrativa y otra de oficinas;
- e. Servicio de electricidad, agua y teléfono, en las áreas administrativa y de ingreso;
- f. Acondicionamiento del terreno, con una base de suelo impermeable, con un coeficiente de máximo permisible de infiltración no superior a los 10^{-7} cm/s, de un espesor mínimo de 50 cms. y compactación al 95%, y con pendiente mínima del 3%, hacia las líneas de los tubos de drenaje;
- g. Un sistema de drenaje para lixiviados, que cuente con aditamentos para su inspección y su mantenimiento, el que conducirá a estos líquidos hasta un sistema de tratamiento y disposición final, con o sin recirculación en el relleno;
- h. Un control de la calidad del agua subterránea, mediante la perforación de los pozos que sean necesarios, para detectar la posible presencia de contaminación por la operación del relleno;

- i. Minimización de la emisión de cualquier material volátil;
- j. Una supervisión calificada, de carácter permanente;
- k. Una disposición de los desechos, en capas de 60 cms. de espesor;
- l. Una compactación de cada capa, mediante un mínimo de cuatro pasadas con maquinaria de peso mínimo de 15 toneladas;
- m. Un sistema de emisión para gases, con aprovechamiento o evacuación permanente;
- n. Una asignación de personal que sea suficiente para el volumen de desechos que se dispondrá; y
- o. Un reglamento interno de operación.

ANEXO 9
PLANOS DEL DISEÑO DE LAS
RUTAS DE RECOLECCION

ANEXO 10
INSTALACIONES
COMPLEMENTARIAS

ANEXO 11
FORMULARIO AMBIENTAL PARA
EL MANEJO DE LOS DESECHOS
SÓLIDOS.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
DIRECCION DE GESTION AMBIENTAL

FORMULARIO AMBIENTAL No. _____ de

entrada: _____

MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS No. de

salida: _____

No. de base de

datos _____

A. INFORMACION GENERAL

Información del titular(propietario), que propone la actividad, obra o proyecto, sea persona natural o jurídica, pública o privada (anexar para personas jurídicas, fotocopia de la personería de la empresa y de la representación legal en caso de personas jurídicas).

I. DEL TITULAR (Indique si se trata de Alcaldía u Organización No Gubernamental)

DATOS PERSONALES

1. NOMBRE DEL TITULAR

(propietario): _____

2. CÉDULA DE IDENTIDAD PERSONAL (No. CIP):

3. DOMICILIO PRINCIPAL. Calle/Avenida: _____ Número:

Colonia/Cantón: _____ Mpio/Dpto:

Tel: _____

Fax: _____

Correo Electrónico: _____

4. DIRECCION PARA NOTIFICACIÓN Y/O CITACIÓN:

5. REPRESENTANTE LEGAL:

II. IDENTIFICACIÓN, UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD, OBRA O PROYECTO

1. NOMBRE DEL PROYECTO:

2. LOCALIZACIÓN Y UBICACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO. Deberá incluir mapa, croquis, indicando linderos y colindantes.

Calle/Avenida : _____ Colonia/Cantón:

Municipio: _____ Departamento: _____

Código Catastral del Predio: _____ No. Registro
Catastral: _____

3. ALTERNATIVAS DE LOCALIZACIÓN

Se consideró o se están considerando alternativas de localización: Sí
No

Si la respuesta es afirmativa, indique las
alternativas: _____

4. FORMA PARTE DE UN: (Sólo aplica para el Sector Público) Plan
Programa Proyecto aislado

Nombre del Plan/Programa: _____

Realizó Evaluación Ambiental Estratégica: Sí No

5. AMBITO DE ACCION: Urbano Rural

6.. NECESIDAD DE REUBICAR PERSONAS: Sí No
Permanente Transitoria

menos de 50 personas 50 a 100 personas mas de 100 personas

III. DE LAS CARACTERÍSTICAS ESPECIFICAS DE LA ACTIVIDAD, OBRA O PROYECTO

1. ESTADO DEL PROYECTO: Prefactibilidad Factibilidad Diseño Final

2. NATURALEZA DEL PROYECTO: Nuevo Ampliación Mejoramiento

3. ETAPAS DE CONSTRUCCIÓN: Indiquelas:

4. ETAPAS DE FUNCIONAMIENTO: Indiquelas:

5. AREA: Total del terreno: _____ m². Ocupada por el proyecto:
_____ m²

6. TIPOS DE PROYECTO: Compostera Centro de Acopio Centro de Reciclaje
 Relleno Sanitario Estación de Transferencia Transporte de Desechos

7. EN CASO DE: COMPOSTERA, CENTROS DE ACOPIO, O CENTRO DE RECICLAJE.
Deberá presentar información específica (no contenida en el presente formulario
ambiental).

8. EN CASO DE RELLENO SANITARIO se incluirán otras instalaciones como:

Planta de tratamiento para lixiviados Celdas especiales

Explique: _____

- Disposición de residuos médicos
9. EN CASO DE RELLENO SANITARIO: EL MATERIAL DE CUBRIMIENTO
Se encuentra en el sitio del relleno sanitario: Si No
En caso negativo indique la distancia al sitio: _____kms
10. LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO INCLUYEN: Recolección Transporte
 Almacenamiento Otras
Explique: _____
11. POBLACIÓN SERVIDA:
ACTUAL: _____ No de personas ESPERADA: _____ No. de personas
12. COBERTURA DEL SERVICIO:
ACTUAL: _____ Tm/semana ESPERADA: _____ Tm/semana
13. CAPACIDAD DEL SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL:
_____ Tm/semana
14. VIDA ÚTIL: _____ años

IV. DE LA DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE LA ACTIVIDAD, OBRA O PROYECTO

1. DESCRIPCIÓN DEL RELIEVE Y PENDIENTES DEL TERRENO
 Plano a Ondulado Alomado a Quebrado Accidentado Muy Accidentado
2. COBERTURA VEGETAL PREDOMINANTE: Pasto Matorral Arbustivo
 Bosque Ralo Bosque Denso Cultivo
3. ACCESO AL PROYECTO: Distancia en kilómetros desde la carretera más cercana.
 Requiere apertura de camino: Permanente Temporal
 Por camino de tierra _____ kms Por agua _____ kms Otros. Especifique: _____ kms
4. OTROS SERVICIOS A SER REQUERIDOS DURANTE LA EJECUCION DEL PROYECTO:
 Alumbrado público (m. lineales) _____ Alcantarillado pluvial (m. lineales) _____ Alcantarillado Sanitario (m. lineales) _____
 Abastecimiento de agua _____ m³,l Otros
Especifique: _____
5. GRUPO DE SUELOS Y CLASES DE SUELO.
Indique: _____

6. DESCRIPCION CLIMATICA. Estación meteorológica más cercana al proyecto: _____
 Precipitación anual prom. (mm.) _____ Temperatura prom. anual (°C) _____
7. EN EL AREA DEL PROYECTO SE ENCUENTRAN: Ríos Manantial Industrias
 Areas Protegidas Lugares turísticos Zonas de recreo Sitios valor cultural
 Escuelas Núcleos Residenciales
8. EL AREA DEL PROYECTO SE ENCUENTRA EN UNA ZONA SUSCEPTIBLE A:
 Sismos Inundaciones Erosión Hundimiento Deslizamientos Sedimentaciones

V. ASPECTOS DE LOS MEDIOS FÍSICO, BIOLÓGICO, SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL QUE PODRIAN SER AFECTADOS POR LA EJECUCIÓN POR LA ACTIVIDAD, OBRA O PROYECTO. Marque con una X, los recursos a ser afectados en cada una de las etapas , señalando los componentes del medio socioeconómico.

<i>ETAPAS</i>	RECURSOS					CUANTIFICACIÓN m ² , m ³ o kms
	SUELOS	AGUA	VEGETACIÓN	FAUNA	AIRE	
CONSTRUCCIÓN Preparación de sitio, apertura de celdas, otras instalaciones.						
OPERACIÓN Recepción, disposición final, tratamiento de lixiviados.						
CIERRE						

V.1 INDIQUE SI SE AFECTARÁN OTROS ASPECTOS DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO, MONUMENTOS HISTÓRICOS Y/O VALORES CULTURALES.

V.2 RECURSO HUMANO. Detallar el número de personas que serán requeridas en las etapas

Mano de obra	CONSTRUCCIÓN		OPERACIÓN		CIERRE
	Permanente	Temporal	Permanente	Temporal	Temporal

VI. IDENTIFICACIÓN Y PRIORIZACIÓN PRELIMINAR DE LOS IMPACTOS POTENCIALES CAUSADOS POR LA ACTIVIDAD, OBRA O PROYECTO. Indique los impactos generados por la ejecución de las diferentes actividades de ésta etapa,

IMPACTOS POTENCIALES	DESCRIPCION Y CARACTERISTICAS	CANTIDAD (m ³ /semana)	SITIO DE DISPOSICION FINAL/ MEDIO RECEPTOR
SUELOS			
AGUAS			
VEGETACIÓN			
FAUNA			
AIRE			
MEDIO SOCIO ECONÓMICO			

V.4 POSIBLES ACCIDENTES Y RIESGOS

INDIQUE LOS POSIBLES ACCIDENTES Y RIESGOS QUE PUEDAN OCACIONARSE EN LAS DIFERENTES ETAPAS DEL PROYECTO (construcción, funcionamiento o cierre)

VI. MARCO LEGAL APLICABLE (A nivel Nacional, Sectorial y Municipal)

NOTA: En caso de existir en el marco legal (Nacional, Sectorial y Municipal), una norma que prohíba expresamente la ejecución de la actividad, obra o proyecto en el área propuesta, deberá ser evaluada.

DECLARACION JURADA

El suscrito _____ en calidad de titular del proyecto, doy fe de la veracidad de la información detallada en el presente documento, cumpliendo con los requisitos de ley exigidos, razón por la cual asumo la responsabilidad consecuente derivada de esta declaración, que tiene calidad de declaración jurada.

Lugar y fecha: _____

Nombre del titular (propietario)

Firma del titular (propietario)

Nota: Si se requiere mayor espacio en alguno de los puntos, anexar hoja de acuerdo a formato. La presente no tiene validez sin nombres y firmas.

SOLO PARA USO OFICIAL: MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL

I. ANALISIS AMBIENTAL

- A. LA INFORMACIÓN SUMINISTRADA EN EL FORMULARIO AMBIENTAL ES:
 A.1 CANTIDAD DE INFORMACIÓN: [] COMPLETA [] INCOMPLETA
 A.2 CALIDAD DE LA INFORMACIÓN: [] BUENA [] REGULAR [] INCOMPLETA
 B. RESULTADO DE LA INSPECCIÓN TÉCNICA AL SITIO DE LA ACTIVIDAD, OBRA O PROYECTO

Se deberán indicar los posibles efectos generados por las actividades de cada etapa, así como las medidas ambientales previsibles para prevenirlos, atenuarlos, corregirlos o compensarlos.

ETAPAS	ACCIONES TÍPICAS	DESCRIPCIÓN / MÉTODO	EFFECTOS POTENCIALES (Positivos y Negativos)	MEDIDAS AMBIENTALES PREVISIBLES
Construcción (Incluye preparación del sitio)				
Operación				
Cierre				

C. DICTÁMEN TÉCNICO

FECHA: / /
AMBIENTAL

TÉCNICO RESPONSABLE DE LA DIRECCIÓN DE GESTIÓN

ANEXO 12
GUIA PARA REALIZAR EL
COMPOSTAJE.

COMPOSTAJE

1. ¿QUÉ ES EL COMPOSTAJE?

El compostaje o “composting” es el proceso biológico aeróbico, mediante el cual los microorganismos actúan sobre la materia rápidamente biodegradable (restos de cosecha, excrementos de animales y residuos urbanos), permitiendo obtener "compost", abono excelente para la agricultura. El compost o mantillo se puede definir como el resultado de un proceso de humificación de la materia orgánica, bajo condiciones controladas y en ausencia de suelo. El compost es un nutriente para el suelo que mejora la estructura y ayuda a reducir la erosión y ayuda a la absorción de agua y nutrientes por parte de las plantas.

2. PROPIEDADES DEL COMPOST.

- Mejora las propiedades físicas del suelo. La materia orgánica favorece la estabilidad de la estructura de los agregados del suelo agrícola, reduce la densidad aparente, aumenta la porosidad y permeabilidad, y aumenta su capacidad de retención de agua en el suelo. Se obtienen suelos más esponjosos y con mayor retención de agua.**
- Mejora las propiedades químicas. Aumenta el contenido en macronutrientes N, P,K, y micronutrientes, la capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.) y es fuente y almacén de nutrientes para los cultivos.**
- Mejora la actividad biológica del suelo. Actúa como soporte y alimento de los microorganismos ya que viven a expensas del humus y contribuyen a su mineralización.**
- La población microbiana es un indicador de la fertilidad del suelo.**

3. LAS MATERIAS PRIMAS DEL COMPOST.

Para la elaboración del compost se puede emplear cualquier materia orgánica, con la condición de que no se encuentre contaminada. Generalmente estas materias primas proceden de:

- **Restos de cosechas. Pueden emplearse para hacer compost o como acolchado. Los restos vegetales jóvenes como hojas, frutos, tubérculos, etc son ricos en nitrógeno y pobres en carbono. Los restos vegetales más adultos como troncos, ramas, tallos, etc son menos ricos en nitrógeno.**
- **Abonos verdes, siegas de césped, malas hierbas, etc.**
- **Las ramas de poda de los frutales. Es preciso triturarlas antes de su incorporación al compost, ya que con trozos grandes el tiempo de descomposición se alarga.**
- **Hojas. Pueden tardar de 6 meses a dos años en descomponerse, por lo que se recomienda mezclarlas en pequeñas cantidades con otros materiales.**
- **Restos urbanos. Se refiere a todos aquellos restos orgánicos procedentes de las cocinas como pueden ser restos de fruta y hortalizas, restos de animales de mataderos, etc.**
- **Estiércol animal. Destaca el estiércol de vaca, aunque otros de gran interés son la gallinaza, conejilla , estiércol de caballo, de oveja.**
- **Complementos minerales. Son necesarios para corregir las carencias de ciertas tierras. Destacan las enmiendas calizas y magnésicas, los fosfatos naturales, las rocas ricas en potasio y oligoelementos y las rocas silíceas trituradas en polvo.**
- **Plantas marinas. Anualmente se recogen en las playas grandes cantidades de fanerógamas marinas como *Posidonia oceánica*, que pueden emplearse como materia**

prima para la fabricación de compost ya que son compuestos ricos en N, P, C, oligoelementos y biocompuestos cuyo aprovechamiento en agricultura como fertilizante verde puede ser de gran interés.

- **Algas. También pueden emplearse numerosas especies de algas marinas, ricas en agentes antibacterianos y antifúngicos y fertilizantes para la fabricación de compost.**

4. FACTORES QUE CONDICIONAN EL PROCESO DE COMPOSTAJE

Como se ha comentado, el proceso de compostaje se basa en la actividad de microorganismos que viven en el entorno, ya que son los responsables de la descomposición de la materia orgánica. Para que estos microorganismos puedan vivir y desarrollar la actividad descomponedora se necesitan unas condiciones óptimas de temperatura, humedad y oxigenación.

Son muchos y muy complejos los factores que intervienen en el proceso biológico del compostaje, estando a su vez influenciados por las condiciones ambientales, tipo de residuo a tratar y el tipo de técnica de compostaje empleada. Los factores más importantes son:

- **Temperatura. Se consideran óptimas las temperaturas del intervalo 35-55 °C para conseguir la eliminación de patógenos, parásitos y semillas de malas hierbas. A temperaturas muy altas, muchos microorganismos interesantes para el proceso mueren y otros no actúan al estar esporados.**

- **Humedad. En el proceso de compostaje es importante que la humedad alcance unos niveles óptimos del 40-60 %. Si el contenido en humedad es mayor, el agua ocupará todos los poros y por lo tanto el proceso se volvería**

anaeróbico, es decir se produciría una putrefacción de la materia orgánica. Si la humedad es excesivamente baja se disminuye la actividad de los microorganismos y el proceso es más lento. El contenido de humedad dependerá de las materias primas empleadas. Para materiales fibrosos o residuos forestales gruesos la humedad máxima permisible es del 75-85 % mientras que para material vegetal fresco, ésta oscila entre 50-60%.

- **pH. Influye en el proceso debido a su acción sobre microorganismos. En general los hongos toleran un margen de pH entre 5-8, mientras que las bacterias tienen menor capacidad de tolerancia (pH= 6-7,5)**

- **Oxígeno. El compostaje es un proceso aeróbico, por lo que la presencia de oxígeno es esencial. La concentración de oxígeno dependerá del tipo de material, textura, humedad, frecuencia de volteo y de la presencia o ausencia de aireación forzada.**

- **Relación C/N equilibrada. El carbono y el nitrógeno son los dos constituyentes básicos de la materia orgánica. Por ello para obtener un compost de buena calidad es importante que exista una relación equilibrada entre ambos elementos. Teóricamente una relación C/N de 25-35 es la adecuada, pero esta variará en función de las materias primas que conforman el compost. Si la relación C/N es muy elevada, disminuye la actividad biológica. Una relación C/N muy baja no afecta al proceso de compostaje, perdiendo el exceso de nitrógeno en forma de amoníaco. Es importante realizar una mezcla adecuada de los distintos residuos con diferentes relaciones C/N para obtener un compost equilibrado. Los materiales orgánicos ricos en carbono y pobres en nitrógeno son la paja, el heno seco, las hojas, las ramas, la turba y el serrín. Los pobres en carbono y ricos en nitrógeno son los vegetales jóvenes, las**

deyecciones animales y los residuos de matadero.

- **Población microbiana. El compostaje es un proceso aeróbico de descomposición de la materia orgánica, llevado a cabo por una amplia gama de poblaciones de bacterias, hongos y actinomicetes.**

5. EL PROCESO DE COMPOSTAJE.

El proceso de composting o compostaje puede dividirse en cuatro períodos, atendiendo a la evolución de la temperatura:

- **Mesolítico. La masa vegetal está a temperatura ambiente y los microorganismos mesófilos se multiplican rápidamente. Como consecuencia de la actividad metabólica la temperatura se eleva y se producen ácidos orgánicos que hacen bajar el pH.**
- **Termofílico. Cuando se alcanza una temperatura de 40 °C, los microorganismos termófilos actúan transformando el nitrógeno en amoníaco y el pH del medio se hace alcalino. A los 60 °C estos hongos termófilos desaparecen y aparecen las bacterias esporígenas y actinomicetos. Estos microorganismos son los encargados de descomponer las ceras, proteínas y hemicelulosas.**
- **De enfriamiento. Cuando la temperatura es menor de 60 °C, reaparecen los hongos termófilos que reinvasen el mantillo y descomponen la celulosa. Al bajar de 40 °C los mesófilos también reinician su actividad y el pH del medio desciende ligeramente.**
- **De maduración. Es un periodo que requiere meses a temperatura ambiente, durante los cuales se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización del humus.**

6. FABRICACIÓN DE COMPOST.

6.1. COMPOSTAJE EN MONTÓN.

Es la técnica más conocida y se basa en la construcción de un montón formado por las diferentes materias primas, y en el que es importante:

A) Realizar una mezcla correcta.

Los materiales deben estar bien mezclados y homogeneizados, por lo que se recomienda una trituración previa de los restos de cosecha leñosos, ya que la rapidez de formación del compost es inversamente proporcional al tamaño de los materiales. Cuando los restos son demasiado grandes se corre el peligro de una aireación y desecación excesiva del montón lo que perjudica el proceso de compostaje.

Es importante que la relación C/N esté equilibrada, ya que una relación elevada retrasa la velocidad de humificación y un exceso de N ocasiona fermentaciones no deseables. La mezcla debe ser rica en celulosa, lignina (restos de poda, pajas y hojas muertas) y en azúcares (hierba verde, restos de hortalizas y orujos de frutas). El nitrógeno será aportado por el estiércol, el purín, las leguminosas verdes y los restos de animales de mataderos. Mezclaremos de manera tan homogénea como sea posible materiales pobres y ricos en nitrógeno, y materiales secos y húmedos.

B) Formar el montón con las proporciones convenientes.

El montón debe tener el suficiente volumen para conseguir un adecuado equilibrio entre humedad y aireación y deber estar en contacto directo con el suelo. Para ello se intercalarán entre los materiales vegetales algunas capas de suelo fértil.

La ubicación del montón dependerá de las

condiciones climáticas de cada lugar y del momento del año en que se elabore. En climas fríos y húmedos conviene situarlo al sol y al abrigo del viento, protegiéndolo de la lluvia con una lámina de plástico o similar que permita la oxigenación. En zonas más calurosas conviene situarlo a la sombra durante los meses de verano.

Se recomienda la construcción de montones alargados, de sección triangular o trapezoidal, con una altura de 1,5 metros, con una anchura de base no superior a su altura. Es importante intercalar cada 20-30 cm de altura una fina capa de de 2-3 cm de espesor de compost maduro o de estiércol para la facilitar la colonización del montón por parte de los microorganismos.

C) Manejo adecuado del montón.

Una vez formado el montón es importante realizar un manejo adecuado del mismo, ya que de él dependerá la calidad final del compost. El montón debe airearse frecuentemente para favorecer la actividad de la oxidasa por parte de los microorganismos descomponedores. El volteo de la pila es la forma más rápida y económica de garantizar la presencia de oxígeno en el proceso de compostaje, además de homogeneizar la mezcla e intentar que todas las zonas de la pila tengan una temperatura uniforme. La humedad debe mantenerse entre el 40 y 60%.

Si el montón está muy apelmazado, tiene demasiada agua o la mezcla no es la adecuada se pueden producir fermentaciones indeseables que dan lugar a sustancias tóxicas para las plantas. En general, un mantillo bien elaborado tiene un olor característico.

El manejo del montón dependerá de la estación del año, del clima y de las condiciones del lugar. Normalmente se voltea cuando han transcurrido entre 4 y 8 semanas, repitiendo la operación dos o

tres veces cada 15 días. Así, transcurridos unos 2-3 meses obtendremos un compost joven pero que puede emplearse semienterrado.

6.2. COMPOSTAJE EN SILOS.

Se emplea en la fabricación de compost poco voluminosos. Los materiales se introducen en un silo vertical de unos 2 o 3 metros de altura, redondo o cuadrado, cuyos lados están calados para permitir la aireación. El silo se carga por la parte superior y el compost ya elaborado se descarga por una abertura que existe debajo del silo. Si la cantidad de material es pequeña, el silo puede funcionar de forma continua: se retira el compost maduro a la vez que se recarga el silo por la parte superior.

6.3. COMPOSTAJE EN SUPERFICIE.

Consiste en esparcir sobre el terreno una delgada capa de material orgánico finamente dividido, dejándolo descomponerse y penetrar poco a poco en el suelo. Este material sufre una descomposición aerobia y asegura la cobertura y protección del suelo, sin embargo las pérdidas de N son mayores, pero son compensadas por la fijación de nitrógeno atmosférico.

7. TIPOS DE COMPOST.

El compost se clasifica atendiendo al origen de sus materias primas, así se distinguen los siguientes tipos:

- De maleza. El material empleado es vegetación de sotobosque, arbustos, etc., excepto coníferas, zarzas, cardos y ortigas. El material obtenido se utiliza generalmente como cobertura sobre la superficie del suelo (acolchado o "mulching").**
- De maleza y broza. Similar al anterior, pero al que se le añade broza (restos de vegetación**

muertos, evitando restos de especies resinosas). Es un compost de cobertura.

- **De material vegetal con estiércol. Procede de restos de vegetales, malezas, plantas aromáticas y estiércol de équidos o de pequeños rumiantes. Este tipo de compost se incorpora al suelo en barbecho, dejándolo madurar sobre el suelo durante varios días antes de incorporarlo mediante una labor.**

- **Compost tipo Quick-Return. Está compuesto por restos vegetales, a los que se les ha añadido rocas en polvo, cuernos en polvo, algas calcáreas, activador Quick Return, paja y tierra.**

- **Compost activado con levadura de cerveza. Es una mezcla de restos vegetales, levadura fresca de cerveza, tierra, agua tibia y azúcar.**

8. APLICACIONES DEL COMPOST.

Según la época en la que se aporta a la tierra y el cultivo, pueden encontrarse dos tipos de compost:

- **Compost maduro. Es aquel que está muy descompuesto y puede utilizarse para cualquier tipo de cultivo pero para cantidades iguales tiene un valor fertilizante menos elevado que el compost joven. Se emplea en aquellos cultivos que no soportan materia orgánica fresca o poco descompuesta y como cobertura en los semilleros.**

- **Compost joven. Está poco descompuesto y se emplea en el abonado de plantas que soportan bien este tipo de compost (patata, maíz, tomate, pepino o calabaza).**

La elaboración de mantillo o compost está indicada en los casos en que la transformación de restos de cosechas en el mismo lugar es complicada, debido a que:

- **Existe una cantidad muy elevada de restos de la cosecha anterior, que dificultan la implantación del cultivo siguiente.**
- **Se trata muchas veces de residuos muy celulósicos, con una relación C/N alta, lo que se traduce en un bloqueo provisional del nitrógeno del suelo.**
- **Se trata de suelos con escasa actividad biológica y en los que el proceso de humificación va a resultar lento.**

Saber que en nuestra propia casa podemos ser protagonistas de la lucha para la preservación del medio ambiente mediante el compostaje doméstico puede ser una salida positiva a la crisis ecológica. Preocuparnos y rectificar rumbos en medio de la sociedad de consumo es una manera concreta de insertarnos en esta epopeya del tercer milenio. El secreto es pensar que con una buena intervención en nuestro entorno inmediato estamos contribuyendo a disminuir la presión sobre los ambientes silvestres amenazados por el hombre. Podemos colaborar con la preservación de medio utilizando la técnica del compostaje en función de la cantidad de residuos que se produzcan en el hogar o jardín.

El compostaje ha sido una técnica utilizada desde siempre por los agricultores como una manera de estabilizar los nutrientes del estiércol y otros residuos para su uso como fertilizante. La generación de los abuelos sabía el valor de compostar sus residuos de jardín y cocina.

En sus orígenes consistía en el apilamiento de los residuos de la casa, los excrementos de animales y personas y los residuos de las cosechas para que se descompusieran y transformasen en

productos más fácilmente manejables y aprovechables como abono.

Era un proceso lento, no siempre se conservaban al máximo los nutrientes y casi nunca se aseguraba la higiene de la mezcla. El compostaje que se practica en la actualidad es un proceso aerobio que combina fases mesófilas (15 a 45 °C) y termófilas (45 a 70 °C) para conseguir la reducción de los residuos orgánicos y su transformación en un producto estable y valorizable.

La conversión en compost de los residuos orgánicos es una técnica conocida y de fácil aplicación, que permite obtener un fertilizante de manera racional, económica y segura, a partir de diferentes residuos orgánicos y conservar y aprovechar los nutrientes presentes en estos residuos.

Puede definirse el compost como el producto que se obtiene al someter la materia orgánica a un proceso de fermentación aerobia que la transforma en una mezcla estable, lo más homogénea posible y que guarde una relación entre sus componentes que le confieran un buen valor agronómico. Destacamos entre sus cualidades:

- La mejora notoria en las propiedades químicas y bioquímicas de los suelos.**
- Su utilización hace que el suelo retenga más agua.**
- Ahorro económico en abonos químicos.**
- Es un sistema de reciclaje, con una útil revalorización del residuo.**
- El compost es aplicable como sustrato, teniendo importancia su uso en el cultivo de plantas ornamentales.**

La estabilización de la materia orgánica se consigue por la oxidación de las moléculas complejas que se transforman en otras más sencillas y estables. En este proceso se desarrolla calor que, al elevar la temperatura de la masa, produce su esterilización la eliminación de agentes patógenos y semillas. La fermentación de la materia orgánica comporta, de una parte, degradación o descomposición y, de otra, reajuste o síntesis de nuevos productos.

El proceso lo llevan a cabo los microorganismos (bacterias y hongos), y nuestra intervención se limita a proporcionar las condiciones idóneas para que el proceso se realice con la máxima rapidez y eficacia. Los factores que dificultan la vida y desarrollo de los microorganismos son causa de entorpecimiento del proceso.

Los materiales para transformar en compost pueden ser variados: césped cortado, cenizas de leña, estiércoles, plumas, hojas de árboles, periódicos y los desperdicios de cocina y del huerto.

La mezcla de los distintos residuos orgánicos y su grado de trituración son variables del máximo interés. Un buen progreso del proceso requiere la aportación de aire y el mantenimiento de una porosidad y humedad adecuada en la masa. Son muchos y muy complejos los factores que intervienen en el proceso biológico de transformación.

La descomposición eficiente ocurrirá si las siguientes variables están en su valor óptimo, en la medida de lo posible. Todas están, a su vez, influenciadas por las condiciones ambientales, el tipo de residuo a tratar, la técnica de compostaje, la manera en que se desarrolla la operación y la interacción entre ellas. Los principales parámetros a considerar son los siguiente

pH.

Influye en el proceso debido a su acción sobre los microorganismos. En general, los hongos toleran un margen de pH entre 5-8, mientras que las bacterias tienen menor capacidad de tolerancia.

EL TAMAÑO DEL MATERIAL

Cuanta más superficie sea expuesta a las bacterias, más rápida será la descomposición. Triture los residuos del jardín con una desfibradora o la máquina de segar el césped.

CONTENIDO DE NUTRIENTES.

Todos los organismos necesitan nutrientes para crecer y reproducirse. Las cantidades varían de elemento a elemento manteniendo una relación constante unos con respecto a otros. El mantenimiento de este balance es especialmente importante para el carbono y nitrógeno.

Al inicio del proceso la relación C/N debe estar próxima a 30, añadiendo, si es preciso, elementos nitrificantes o carbonatantes. Al finalizar el proceso debe estar próxima a 10. Si la relación C/N es muy elevada, disminuye la actividad biológica.

OXÍGENO.

Para conseguir un rápido compostaje es necesario un buen aporte de O₂. El oxígeno se requiere para que los microorganismos puedan descomponer eficazmente la materia orgánica. Debe ser suficiente para mantener la actividad microbiana. También existe la descomposición anaerobia, sin O₂, conocido como metanización. El proceso es más lento, da lugar a un producto de inferior calidad y hay problemas de olores por la putrefacción de los restos orgánicos. Por esas razones no es aconsejable en zonas residenciales.

TEMPERATURA.

Es el parámetro que mejor indica el desarrollo del proceso. Debe mantenerse entre 35 - 65 °C. Cada grupo de microorganismos tiene una temperatura óptima para realizar su actividad: Criófilos, de 5 a 15 °C. Mesófilos, de 15 a 45 °C. o Termófilos, de 45 a 70 °C.

El grupo favorecido descompondrá la materia orgánica para obtener materia y energía, y en la operación se emitirá calor que puede hacer variar la temperatura de la pila de residuos, dependiendo del volumen de la pila y de las condiciones ambientales.

En general, las temperaturas conseguidas en el proceso, junto con la competencia por los nutrientes y la producción de fermentos (antibióticos) que impiden su desarrollo, llegan a eliminar los microorganismos patógenos, parásitos y semillas

de malas hierbas llegados con los residuos. A temperaturas demasiado elevadas mueren determinadas especies buenas para el compostaje, mientras que otras no actúan por estar en forma de espora.

POBLACIÓN MICROBIANA.

Como ya hemos comentado, el compostaje es un proceso dinámico debido a las actividades combinadas de una amplia gama de bacterias y hongos, ligados a una sucesión de ambientes.

A lo largo del proceso van apareciendo formas resistentes de los microorganismos cuando las condiciones de temperatura hacen imposible su actividad. Diferentes especies de microorganismos pueden sucederse o coincidir en el tiempo, su procedencia puede ser a través de la atmósfera, del agua, del suelo o de los mismos residuos. Una población comienza a aparecer mientras otras están en su máximo o ya están desapareciendo, complementándose las actividades de los diferentes grupos.

En la primera etapa aparecen bacterias y hongos mesófilos con predominio de las primeras. Cuando la temperatura llega a 40 °C, aparecen bacterias y hongos termófilos y los primeros actinomicetos. Por encima de los 70° cesa la actividad microbiana. Al bajar de nuevo la temperatura, reaparecen las formas activas, detectándose también la actividad de protozoos, miriápodos, etc.

Las bacterias se encuentran distribuidas por toda la pila, mientras que los hongos y actinomicetos están situados a 5-15 cm de la superficie, dándole un aspecto grisáceo característico.

HUMEDAD.

En teoría, los valores de humedad para que pueda darse una fermentación aerobia están entre el 30% y el 70%, siempre que se asegure una buena aireación. En la práctica se deben evitar valores altos, pues desplazaría el aire de los espacios entre partículas del residuo y el proceso pasaría a anaerobio. Si la

humedad es demasiado baja disminuirá la actividad de los microorganismos.

Para conseguir la humedad adecuada se pueden mezclar distintos tipos de residuos y triturar o desfibrar los materiales. La humedad adecuada es esencial para la actividad microbiológica. Una pila seca no favorecerá para nada la descomposición, por eso se debe humedecer periódicamente. Guardar el material húmedo como una esponja escurrida aumenta la velocidad del compostaje.

COMPOSTAJE DOMESTICO

Los jardineros han utilizado durante siglos compost aprovechando materiales como restos de siega de césped, hojas caídas de los árboles, restos de poda, etc. En la actualidad es usual ver cómo estos restos, y en general gran cantidad de residuos agrícolas, son quemados privando al suelo de los nutrientes que forman parte de las estructuras vegetales.

Sin embargo muchos jardineros encuentran más conveniente gestionar ellos mismos esos residuos, las reconocidas cualidades del compost, evitándose el embolsado y posterior traslado a contenedores habilitados de los residuos que se generaran en un jardín o huerto, fertilizando, además, el suelo y mejorando sus cultivos.

Casi todos los residuos orgánicos, que tienen su origen en los seres vivos, tanto animales como vegetales, pueden ser transformados en compost. Se generan en la cocina de las casas como consecuencia de la elaboración de comidas: desechos como pieles de frutas o restos de verduras, despojos de animales, alimentos que se han echado a perder, restos de comida no consumida, etc. El jardín produce hojas secas, restos de siega y poda, restos de plantas, etc.

Los residuos domésticos, y también los agrícolas y de jardinería, pueden dejar de ser un problema si se transforman en compost. Se trata de un material rico en humus, parecido a la tierra negra del bosque, suelto y poroso, que retiene la humedad

y es muy adecuado para ser mezclado con el suelo, a fin de mejorar sus propiedades.

Este uso de estos residuos es muy beneficioso para el medio, ya que se trata de una transformación natural y que, además de darles un destino, proporciona un abono. Hace unos años, en todas las granjas había un estercolero donde acababan los residuos y se transformaban lentamente.

Ahora que la mayor parte de la población vive en grandes ciudades, este proceso se ha de adaptar. La transformación de los residuos en compost, se realiza en plantas especializadas donde se tratan una parte de los residuos domésticos, de explotaciones agrícolas y de algunas industrias o establecimientos comerciales.

El compost se produce cuando la materia orgánica es fermentada por la acción de bacterias y hongos. Con la adición de compost, los suelos arenosos retendrán más agua y los arcillosos o pesados desaguarán mejor. También proporciona un saludable entorno biológico por el alimento que proporciona a la fauna del suelo. El compostaje de residuos es una técnica que permite la reducción de los mismos y la obtención de un producto valorizable.

La mayoría de los organismos patógenos y semillas se destruyen durante el proceso de compostaje, pero partes enfermas de plantas, plantas atacadas por plagas, hierbas con raíces fuertes o semillas maduras no deberían ser compostadas.

Los cambios que se producen en los residuos hasta su transformación en compost son espectaculares. Al inicio se distinguen bien los colores entre los restos frescos, pero paulatinamente se vuelven de un color más oscuro. Los aromas de verdura y fruta cambian rápidamente, de acuerdo con la intensidad de la actividad biológica. Si falta aireación se desprende amoníaco. El olor a tierra de bosque nos indica el producto final.

Es aconsejable mezclar los restos de siega de césped con otros restos de jardín, a fin de esponjarlos. Las ramas mayores de 1 cm de diámetro deberían pasarse por un triturador, pero si su

tamaño excede de 5 cm su mejor destino es la barbacoa. También pueden agregarse restos de cocina tales como trozos vegetales, posos de café y cáscaras de huevos. El aserrín, papeles y periódicos, pajas y otros productos pueden añadirse si se aplica nitrógeno adicional.

Desde que se inicia la descomposición de la materia orgánica hasta llegar a la estabilización, los microorganismos que protagonizan el proceso son muy variados, y cada tipo de microorganismos actúa como especialista, que degrada específicamente cada uno de los componentes de los residuos. Sin entrar en acción todos a la vez, la distinta población bacteriana se sucede en etapas, de manera que, al acabar una su actividad, la inician los de la fase siguiente. Cualquier factor que demore o entorpezca la actividad de esos microorganismos demorará también el proceso de compostaje. Un buen proceso requiere la aportación de aire y el mantenimiento de una porosidad adecuada en la masa.

Cada fase del compostaje se caracteriza por las condiciones que determinan la actividad de esos microorganismos; como es fácil de pensar, es posible controlar la pila y las condiciones de ésta para asegurar la actividad de los micro organismos, obteniendo resultados excepcionales en un tiempo reducido.

El tamaño del residuo influye en la velocidad de descomposición. Las partículas menores tienen más superficie para ser atacada por los microorganismos. La actividad de los microorganismos está afectada por la composición de los residuos. Los microorganismos requieren una relación de nutrientes determinada, y la variación de ésta puede suponer el descenso de la población bacteriana, incluso su desaparición, afectando negativamente en ambos casos. Para este menester podemos ofrecer distintos aditivos, dependiendo del tipo de clima y la ubicación del equipo.

Las hojas caídas de los árboles tienen un contenido muy alto en carbono. Los restos de césped son generalmente altos en nitrógeno, y mezclados adecuadamente con las hojas aumentará el ritmo de la descomposición de ambos porque los microorganismos requieren una cierta cantidad de nitrógeno para su desarrollo. Los materiales con mucho carbono y poco

nitrógeno, como paja, aserrín, papeles, hojas secas, etc. se descompondrán lentamente a menos que se agregue nitrógeno.

Los excrementos de aves de corral, estiércol o restos de comida son fuentes de nitrógeno que también se pueden usar. Los restos de comida aportan además de interesantes cantidades de nitrógeno, otros elementos como fósforo y potasio.

Cantidades relativamente pequeñas de cáscaras de huevos, estiércol y restos varios de comida son ideales para el aporte de alimento a los microorganismos. Sin embargo, en cantidades altas, tendremos emanaciones de amoníaco, que absorberá el nitrógeno de la pila con los efectos negativos que ello conlleva y la aparición de olores desagradables. Por esta razón es más conveniente el si predominan los residuos de cocina sobre los de jardín.

Algunos materiales pueden suponer un riesgo para la salud o crear una molestia y, por lo tanto, no deberían usarse para hacer compost doméstico. Los excrementos humanos no pueden recomendarse porque pueden transmitir enfermedades. La carne, grasa, huevos enteros y los productos lácteos no deberían agregarse porque pueden atraer roedores.

Se deben evitar en la medida de lo posible las plantas tratadas con herbicidas o pesticidas, aunque en pequeñas cantidades no serán inconvenientes, siempre y cuando se mezclen debidamente y se permita la descomposición completa.

Hay mucha materia orgánica en los jardines y huertos de sus casas, que es ideal para obtener un buen compost, que servirá de abono fertilizando el suelo, incluso en climas verdaderamente secos. Las hojas caídas, que tanto pueden llegar a molestar, son el residuo orgánico dominante en ciertas épocas, y pueden reciclarse junto con otros restos.

Listamos algunos productos compostables y no compostables en el ámbito doméstico, que es el que nos importa ahora:

COMPOSTABLES

Restos de frutas y verduras

Pañales y compresas

Huesos

Aserrín

Residuos de infusiones y café

Cáscaras de huevos y frutos secos

Restos de plantas y jardineras

Cenizas de madera

Papel de cocina

Restos de poda y siega

Restos de floristería, flores mustias

NO COMPOSTABLES

Artículos de piel

Restos de cerámica

Restos de bricolaje

Polvo de barrer

Papel de aluminio

Restos de carne y pescado

Cenizas y colillas de tabaco

Tetrabrics

Plásticos

Latas, chapas, metales

Tapones de corcho

A los efectos del compostaje en domicilios particulares, la parte más importante es la correspondiente al reciclaje de los restos de podas y siegas en jardinería y horticultura que, además de producir un producto directamente reciclable en la misma actividad, evita el producir una gran cantidad de residuos que deben transportarse hasta el container de materia orgánica para su conversión en compost en la planta municipal o comarcal.

El proceso de compostaje doméstico tiene unos requerimientos específicos, ya que se practica en condiciones muy particulares. La mayor actividad se concentra en los meses cálidos, con una temperatura ambiente, en nuestro país, relativamente elevada. por

El equipo de compostaje debería colocarse cerca de donde se vaya a utilizar, y donde no interfiera con actividades del jardín o del propio hogar o moleste a los vecinos. Es mejor colocar el equipo resguardado de la vista de nuestra propiedad y de la de los vecinos. Es importante que esté resguardado del viento por el efecto secante que puede producir y en semi sombra para ayudar a calentar la pila y mantenerla húmeda a la vez. Cuanto más expuesto al viento y al sol esté, más agua necesitará. Ubicarlo demasiado cerca de los árboles puede crear también

problemas ya que las raíces pueden crecer hacia el fondo de la pila.

Se apilan los residuos orgánicos hasta hacer una capa de unos 30 cm de alto. Los residuos deben ser mojados y mantenidos húmedos, pero no empapados. Una fuente de nitrógeno debe ponerse en lo alto de esta primera capa.

Sobre esta capa coloque unos 3 cm de tierra o compost acabado para asegurar que la pila se inocula con microorganismos. Continúe con esta técnica hasta llenar el recipiente. Transcurridos unos dos meses desde el inicio del proceso podrá empezar a sacar compost.

Con restos de siega de césped y poda de plantas se puede conseguir un humus oscuro y rico que cubra las necesidades del suelo y ayude a crecer a sus plantas. La mayoría de los materiales orgánicos, cortados o desmenuzados en pedazos pequeños, se descompondrán si se guardan húmedos y expuestos al aire.

Podríamos definir el compost como el corazón del huerto ecológico. Una vez que se agrega superficialmente sobre el terreno, contribuye, al igual que el humus, a conservar la estructura del suelo y a reconstituir su flora microbiana. El compost agrega alimentos y materia orgánica al suelo, aumentando su capacidad de retener aire y agua. Grandes cantidades de compost se pueden aplicar al suelo en cualquier momento ya que no quema las raíces de la planta.

Un sustrato es un medio que sirve de soporte físico a la planta y además le proporciona nutrientes y agua para su desarrollo. El compost se puede aplicar como sustrato o enmienda para mejorar las cualidades de la tierra de las macetas o jardín. Para el uso de interior, puede esterilizar compost en el horno por una hora a 95°C. No se alarme por el olor fuerte.

Para hacerse un buen sustrato tamice compost mediante un cedazo para eliminar partículas grandes. Mezcle dos partes de compost, una de tierra de cultivo y una de arena. Agregue 20 gramos de abono compuesto 15-15-15 por cada 10 litros de mezcla.

Se puede utilizar compost en prácticamente todos los usos de la turba. Si usted produce cantidades grandes de compost, esparza 5 cm sobre el terreno y cávelo a 15 - 20 cm de profundidad.

Si su abastecimiento de compost es pequeño, úselo para trasplantes. Excave el hoyo para su trasplante y mezcle compost en el suelo. El compost esponjará el suelo para las raíces de la joven planta y también la proveerá de micro nutrientes.

El propósito de la horticultura intensiva es cosechar el máximo producto posible de un espacio determinado. La llave de su éxito es el suelo fértil, rico en materia orgánica. El compost retiene alimentos en el suelo que serían lixiviados por el agua de lluvia o riego. Provee alimento para gusanos de tierra y microorganismos beneficiosos y facilita la penetración profunda de la raíz, permitiendo un menor cuadro de plantación.

Agregue compost al suelo alrededor de sus arbustos y árboles. Poner en otoño 5 cm de compost alrededor de las plantas mejora la retención de humedad, ventilación y fertilidad del suelo, y las protege contra las heladas.

Para mejorar la salud de su césped, esparza cada primavera 2 cm de compost sobre él y rastríllelo. Incorporar compost en el suelo es una manera óptima para establecer o renovar un césped. Esparza 5 cm de compost en el suelo antes de colocar o sembrar césped. Cuando un césped establecido presenta claros, trabajar algo de compost en los puntos calvos antes de sembrar otra vez es una buena idea.

Fabrique abono líquido remojando un bolso de arpillera o una vieja funda de almohada llena de compost en un cubo de agua hasta que se coloree el líquido. O revuelva una parte de compost en tres partes de agua. Usando este líquido para regar se marca una diferencia en las plantas.

El grado de mecanización logrado en la agricultura y la modernización generalizada de las explotaciones ganaderas han provocado la desaparición de numerosas actividades que tradicionalmente se venían desarrollando en el campo, tales

como trabajo con animales, pastoreo, labores culturales, barbechos, explotaciones ganaderas complementarias, etc., a partir de las cuales se reincorporaban importantes cantidades de materia orgánica al suelo.

El empleo de semillas seleccionadas y el mejor conocimiento de técnicas de cultivo ha permitido obtener mayores rendimientos en las cosechas. Este incremento de la producción exige una mayor demanda de abonos, con lo cual se va incrementando el grado de mineralización de los suelos que sufren una disminución de su contenido en materia orgánica y humus.

Además, la quema de rastrojeras y residuos de cosechas son factores que inciden negativamente en el mantenimiento de la materia orgánica del suelo. El compostaje de residuos es una técnica que permite la reducción de los mismos y la obtención de un valioso producto. El compost actúa aportando nutrientes directamente asimilables por la planta y mejorando las condiciones del suelo, aportando humus y materia orgánica que será mineralizada.

El compost se obtiene industrialmente por la transformación biológica de la materia orgánica que contienen los residuos. De esta transformación resulta una enmienda orgánica de características importantes que sitúan al compost en un lugar destacado en la fertilización de todo tipo de terrenos agrícolas, tanto por la mejora del suelo como soporte fisicoquímico, como en relación con la capacidad de retención de agua y otras características que aumentan su fertilidad inicial.

Los ácidos resultantes de los procesos de degradación de la materia orgánica disuelven parte de los productos minerales del suelo y los hacen aprovechables para la nutrición de las plantas. La acción microbiana favorece la desaparición del efecto residual de la aplicación de herbicidas y otros productos fito sanitarios.

El nitrógeno contenido en el compost se encuentra en forma asimilable por las raíces, con la ventaja de ser retenido en el horizonte A - B (capa cultivable del suelo), evitando ser arrastrado por las aguas de lluvia o de riego a capas más profundas fuera del alcance del sistema radicular. La

modificación que produce en la población microbiana del suelo la hace más apta para la asimilación del nitrógeno.

El contenido en fósforo y potasio del compost no suele ser elevado, pero, la modificación de las características físico - químicas del terreno hace que se incremente el grado de disponibilidad de estos elementos para la planta. El compost incorpora al terreno micro elementos (cobre, magnesio, cinc, manganeso, hierro, boro, etc.), muy necesarios para la actividad y desarrollo vegetativo de las plantas.

También reduce la necesidad de pesticidas químicos al producir plantas saludables que son menos susceptibles a plagas de insectos y enfermedades. También proporciona un saludable entorno biológico por el alimento que provee para microorganismos beneficiosos, gusanos e insectos de suelo.

El compost reduce la erosión y mejora la estructura del suelo: los suelos arenosos retendrán mejor el agua mientras que las arcillas desaguarán más rápido. El mejor drenaje permite al agua fluir a capas más profundas en vez de encharcar la superficie y correr por la línea de pendiente. También ayuda al crecimiento de raíces que retienen el suelo.

PRINCIPIOS DEL COMPOSTAJE

Estos son los principios básicos del compostado. Aplicándolos podrán hacer un reciclado óptimo de sus residuos orgánicos.

La Biología

La pila de compost es realmente una granja microbiológica. Las bacterias comienzan el proceso de fermentar la materia orgánica. Los hongos y protozoos pronto se unen a las bacterias y después miriápodos, insectos y gusanos de tierra hacen su trabajo.

Los Materiales

Cualquier cosa que creció en su jardín es alimento potencial para estos minúsculos trabajadores. El carbón y nitrógeno de las células muertas abastecen su actividad. Usan el carbono de

los residuos como una fuente de energía, y el nitrógeno para formar las proteínas con que construir sus cuerpos.

La Superficie

Cuanto mayor sea la superficie de los residuos en que puedan trabajar los microorganismos, más rápidamente se descomponen los materiales. Es como un bloque de hielo expuesto al sol, que tarda en derretirse cuando es grande, pero se derrite muy rápido si se tritura. Cortar los residuos de jardín con una pala o el machete, o triturarlos mediante una máquina para desmenuzar o segar acelerarán su proceso de compostaje.

El Volumen

Una pila grande de compost retiene el calor de su actividad microbiológica. Su centro será más cálido que sus bordes. Con menos de 50 cm de lado habrá problemas para mantener el calor mientras que más de 100 cm dificultan el paso de aire para la vida de los microbios.

La Humedad y Ventilación

Ambos el aire y la agua se requieren para que el compostaje tenga lugar. Toda la vida sobre la Tierra necesita agua y aire. Los microbios en la pila de compost no son diferentes y funcionan mejor cuando los materiales a compostar están húmedos y les llega suficiente aire. El sol, el viento y la lluvia pueden afectar adversamente esta humedad equilibrada.

Tiempo y Temperatura

Cuanto más caliente es la pila, más rápido es el compostaje. Si usa materiales con una mezcla apropiada, bien triturada y con un volumen suficientemente grande, y la humedad y la ventilación son adecuadas, tendrá una pila de compost rápida y caliente.

9. BIBLIOGRAFÍA.

AUBERT, C. 1998. El huerto biológico. Ed. Integral Barcelona. 252 pp.

CANOVAS, A. 1993. Tratado de Agricultura Ecológica. Ed. Instituto de Estudios Almerienses de la Diputación de Almería. Almería. 190 pp.

CERISOLA, C.I. 1989. Lecciones de Agricultura Biológica. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.

GARCÍA, A. 1987. Diez temas sobre agricultura biológica.

GUIBERTEAU, A.; LABRADOR, J. 1991. Técnicas de cultivo en Agricultura Ecológica. Hoja Divulgadora Num. 8/91 HD. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid. 44 pp.

PORTA, J; LÓPEZ-ACEVEDO, M; ROQUERO, C. 1994. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 807 pp.

PLANOS