

628 X 324 EIC

Universidad Técnica Particular de Loja
 BIBLIOTECA GENERAL

931

Revisado el 94-01-10

Valor \$ 200

Nó Clasificación 1994 HB38 IC.246



380 pgs

< INGENIERIA SANITARIA >
 < RELLENO SANITARIO (P) >

628
 Relleno sanitario.
 Loja
 Impacto Ambiental.

628.44564

 628



Universidad Técnica Particular de Loja
Facultad de Ingeniería Civil

**DISEÑO DE UN RELLENO SANITARIO PARA LA CIUDAD
DE LOJA**

Tomo I

**Tesis de Grado previa a la obtención del
Título de Ingeniero Civil**

AUTORES:

Jorge E. Moreira Ortega

Vicente B. Ortiz Rosillo

Oswaldo V. Román Calero

DIRECTOR DE TESIS:

Ing. Dorian Mora Costa

Loja - Ecuador

1993

Ingeniero

Dorián Mora Costa

CATEDRÁTICO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
DE LA UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA.

C E R T I F I C A:

Que los señores Egresados de la Facultad de Ingeniería Civil: Jorge Enrique Moreira Ortega, Vicente Bolívar Ortiz Rosillo y Oswaldo Vicente Román Calero, han trabajado bajo mi dirección la presente tesis, previa la obtención del Título de Ingeniero Civil; la misma que cumple con la reglamentación requerida por el Honorable Consejo de Facultad, así como lo programado en el Plan de Tesis, reúne la suficiente validez técnica, por consiguiente autorizo su publicación.

Loja, Octubre de 1993.



Ing. Dorian Mora Costa
DIRECTOR DE TESIS
Dorian Mora Costa
INGENIERO CIVIL
Licencia Prof: 01-11-083-CICLYZ
INSCRIPCION MUNICIPAL 000100

A U T O R I A

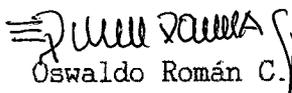
La originalidad del presente trabajo, diseños, cálculos, conclusiones y recomendaciones son de exclusiva responsabilidad de los autores.



Jorge Moreira O.



Vicente Ortiz R.



Oswaldo Román C.

DEDICATORIA.

A mis padres, a mis hermanos,
en especial a José Victor Ortiz
para que siga viviendo en todos
les corazones de quienes lo co-
nocieron.

Vicente Bolívar

A mis padres, en especial a la
memoria de mi madre.

A mis padrinos y Hermanos.
Que fueron la raíz, la es-
tructura y la sombra de mi
vida.

Oswaldo.

A: El ejemplo, el apoyo y mi fe;
Mis padres, mi esposa y mi hija.

Jorge Enrique

AGRADECIMIENTO.

Nuestro sincero agradecimiento a los catedráticos de la Universidad Técnica Particular de Loja que de manera generosa nos brindaron con autentica vocación, el valioso acervo de sus conocimientos científicos.

Hacemos también extensivo nuestro agradecimiento a quienes de una manera eficaz colaboraron para el mejor desarrollo de este trabajo de investigación.

- Ing. Dorian Mora Costa.
- Dirección Municipal de higiene de Loja.
- Ilustre Municipio de Quito.
- Organización Panamericana y Mundial de la salud.
- Fundación Natura
- Ing. Vicente M. Witt, M.S., PH.D.
- Instituto de Investigación Tecnológica.
(Escuela Politécnica Nacional)

INDICE

I. GENERALIDADES

INTRODUCCION.

1.1. Problemas que ocasionan los desechos sólidos desalojados.	3
1.1.1. Salud pública	3
1.1.2. Sociales	4
1.1.3. Económicos	5
1.1.4. Ecológicos Ambientales	5
1.1.5. Estéticos	5
1.2. Diferentes métodos de disposición y tratamiento.	6
1.2.1. Relleno Sanitario	6
1.2.1.1. Concepto	6
1.2.1.2. Importancia	6
1.2.1.3. Consideraciones generales	7
1.2.1.4. Principios básicos	13
1.2.1.5. Ventajas	14
1.2.1.6. Desventajas	15
1.2.1.7. Métodos de Relleno Sanitario	16
- Relleno de área o superficie	17
- Relleno de trinchera o zanjas	17
- Relleno en depresiones	19
1.2.2. Incineración	21
1.2.2.1. Descripción de los tipos de la incineración como método de eliminación de residuos sólidos	22
A. Incineración centralizada	22
B. Incineración "in situ"	24

1.2.2.2. Incineradores de:	
- Hospitales	26
- Otras Instituciones	27
1.2.3. Tratamiento bacteriológico (compostage)	29
1.2.3.1. El valor del producto final del tratamiento bacteriológico	29
1.2.3.2. Ventajas y desventajas	30
1.2.4. Recuperación y aprovechamiento de materiales	31
1.2.4.1. Los materiales recuperables y el mercado	32
1.2.5. Vertido al aire libre	35
1.2.5.1. Ventajas y desventajas	36
1.3. Restricciones normativas de los métodos	36

~~II.~~ **DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA CIUDAD DE LOJA.**

2.1. Generalidades	38
2.1.1. Características	38
2.1.2. Altitud y clima	38
2.2. Estudio del plan de desarrollo y zonificación	39
2.2.1. Desarrollo urbanístico de la ciudad	40
2.2.2. Vías y salidas del área urbana	41
2.2.3. Recolección de basura en la ciudad	42
2.3. Recopilación de datos actuales	43
2.3.1. Población	43
2.3.2. Producción Percápita	43
2.3.3. Volumen producido y recogido	44
2.3.4. Composición de los desechos	44

2.3.5. Densidad suelta de los desechos	44
2.3.6. Otras características de la basura	45
2.4. Análisis del sitio actual de desalojo	45
2.4.1. Estado actual, grado de saturación, período de vida útil	45
2.4.2. Análisis FÍSICO-QUÍMICO y BACTERIOLOGICO del lixiviado en el botadero actual	48
2.4.2.1. Análisis Físico-Químico	49
2.4.2.2. Análisis Bacteriológico	54
2.4.2.3. Normas para el agua cruda dadas por el Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias (I.E.O.S)	56
2.4.2.4. Resultados del análisis Físico- Químico y Bacteriológico en el el lixiviado	60
2.4.2.5. Conclusiones	62
✓ 2.4.3. Contaminación de sitios cercanos	63
2.4.3.1. Cultivos	63
2.4.3.2. Aguas	63
1) Quebrada	64
a. Resultados	64
b. Conclusiones	65
2) Laguna	66
a. Resultados	66
b. Conclusiones	68

**III. ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICO-ECONÓMICO DE LOS SITIOS PROBABLES
PARA EL RELLENO SANITARIO.**

3.1. Métodos y criterios desarrollados para la preselección	69
3.1.1. Zonificación del área de estudio	69
3.1.1.1. Análisis general de las zonas	70

- Vías existentes	70 ✓
- Orografía general	70 ✓
- Geología Regional	71 ✓
3.1.2. Restricciones adoptadas y parámetros de limitación	80
3.1.2.1. Restricciones adoptadas	80
- Llanuras de inundación	80
- Pantanales y similares	81
- Fallas geológicas	81
- Zonas inestables	81
3.1.2.2. Parámetros de limitación	81
3.1.3. Búsqueda puntual de los lugares en las zonas más convenientes	83
3.1.3.1. Información preliminar	83 ✓
3.1.3.2. Criterios de búsqueda	84 ✓
- Economía de transporte de desechos	84
- Vida útil	84
- Número de establecimientos vecinos	84
- Conservación de los recursos naturales	85
- Uso futuro	85
3.1.3.3. Primera selección de los posibles lugares	85 ✓
3.1.3.4. Estudios en los lugares más convenientemente	91 ✓
- Disponibilidad y calidad del material de cobertura	91
- Protección de los recursos	

de riego	92
- Características del material de cimentación	92
3.1.4. Selección del lugar técnica-económicamente más conveniente	94

**IV. FACTIBILIDAD Y ESTUDIOS NECESARIOS EN EL LUGAR ELEGIDO PARA EL
DISEÑO DEL RELLENO SANITARIO**

4.1. Análisis Estadístico sobre datos recopilados de desechos para proyectarlos al tiempo de servicio	101
4.1.1. Generalidades	101
4.1.2. Proyección de la Población	101
4.1.3. Proyección de la Producción Percápita	103
4.1.4. Composición de los desechos	105
4.1.5. Volúmenes y densidades	106
4.2. Análisis del impacto ambiental en el sitio de ubicación del proyecto	108
4.2.1. Consideraciones generales	108
4.2.2. Condiciones durante el desarrollo y operación	109
4.2.2.1. Olores	109
4.2.2.2. Presencia de roedores	109
4.2.2.3. Contaminación del agua y con- trol de contaminación del nivel freático y aguas superficiales	110
4.2.2.4. Migración de gases	111
4.2.2.5. Incendios	111
4.2.2.6. Dispersión de desechos	111
4.2.2.7. Ruido	111
4.3. Estudios Hidrológicos	111

4.3.1. Estudios Climatológicos	112
4.3.1.1. Descripción General de la Microcuenca	112
4.3.1.2. Recopilación de Información	112
4.3.1.3. Análisis de los elementos del clima	113
4.3.2. Hidrología	118
4.3.2.1. Balance de Aguas	118
A. Introducción	119
B. El Método de Balance de Aguas	119
C. Componentes Básicos y Termini- nología	120
D. Ilustración del Método	127
D.1. Introducción	127
D.2. Parámetros y procedi- mientos para el balance de aguas	129
D.3. Generación del Lixiviado	144
E. Cálculo del Balance de Aguas para Loja-Chonta Cruz	152
E.1. Introducción	152
E.2. Cálculo de la Evapotrans- piración	152
E.2.1. Evapotranspira- ción Potencial	152
E.2.2. Evapotranspira- ción Real	153
E.2.3. Cálculo de la eva- potranspiración	153
E.3. Cálculo del Balance de Aguas	166

E.4. Generación del Lixiviado	167
E.5. Conclusiones y Recomendaciones	175
4.4. Estudios de suelos	
4.4.1. Generalidades	178
4.4.1.1. Clasificación de los suelos	179
4.4.1.2. Compactación	188
4.4.1.3. Permeabilidad	188
4.4.2. Ensayos de suelos en calicatas	190
4.4.2.1. Trabajos de campo	190
4.4.2.2. Ensayos de laboratorio	192
4.4.2.3. Perfil estratigráfico	199
4.5. Estudios topográficos	201

V. DISEÑO DE EL RELLENO SANITARIO.

5.1. Esquema del Proyecto	203
5.2. Infraestructura Periférica	203
5.2.1. Vía de Acceso al Relleno Sanitario	203
5.2.2. Drenaje de las aguas lluvias en la zona del proyecto	204
5.3. Elementos que componen la obra	205
5.3.1. Limpieza y desmonte	205
5.3.2. Tratamiento del suelo de soporte	205
5.3.3. Cortes	206
5.3.4. Selección del Método	206
5.3.5. Necesidades Volumétricas	207
5.3.6. Diseño de Celdas	207

5.3.7.	Diseño de Franjas	214
5.3.8.	Cobertura de Celdas	215
5.3.9.	Cálculo de Material de Cobertura	217
5.3.10.	Ejecución de la Cobertura	219
5.3.11.	Construcción de Celdas	220
5.3.12.	Confinamiento de la Celda	221
5.3.13.	Diseño de la Superficie Final	223
5.3.14.	Control de Gases	224
5.3.15.	Tratamiento de Lixiviados	226
5.3.16.	Obras de Drenaje	230
5.3.17.	Control de Vectores	232
5.3.18.	Bordes y Cercos	233
5.3.19.	Vías de Circulación en el Relleno	233
5.4.	Obras Complementarias	235
5.4.1.	Diseño de Galpón para guardar el equipo	235
5.4.2.	Caseta de Guardián y Letrina	235
5.4.3.	Estación de Pesaje	235
5.4.4.	Cartel o Valla Publicitaria	236
5.5.	Esquema de Utilización Posterior	236
5.6.	Requerimientos de Operación	237
5.7.	Etapas de Construcción	238
5.8.	Registro control de Desechos Sólidos	240
5.9.	Equipo de Operación y Mantenimiento	241
5.10.	Normas para la Operación del Relleno	243
5.10.1.	Objetivos	243
5.10.2.	Método de Trabajo	244
5.10.3.	Drenaje de Gases	245
5.10.4.	Control y Manejo de Líquidos Percolados	246
5.10.5.	Especificaciones de Material de Cobertura	246

5.10.6.	Condiciones Sanitarias del Recinto	247
5.10.7.	Recomendaciones	248
5.11.	Manual de Operación del Relleno Sanitario	
	"Chonta-Cruz"	249
5.11.1.	Introducción	249
5.11.2.	Clausura del Botadero Tradicional	250
5.11.3.	Seguridad en el Trabajo	251
5.11.4.	Asentamiento y Acabado Final	252
5.11.5.	Dependencia Administrativa	254
	5.11.5.1. Breve Descripción del	
	Cronograma	254
	5.11.5.2. Descripción de Funciones	257
5.11.6.	Participación de la Comunidad	259
5.12.	Comentarios	261
5.13.	Presupuesto	262

INDICE DE CUADROS

CUADRO	PAG
1.1. Transmisión de Enfermedades	4
2.2. Tolerancias Químicas del agua (Potabilidad)	57
2.3. Tolerancias Químicas del agua (Salud)	57
2.4. Compuestos Tóxicos	58
2.5. Compuestos Químicos	58
2.6. Tolerancia Bacteriológica del agua	58
2.7. Composición típica de las aguas residuales	59
3.1. Elección del lugar Técnica-económicamente más conveniente	100
4.1. Población calculada por ambos métodos	103
4.2. Producción Percápita calculada con ambos métodos	105
4.3. Cantidades y volúmenes proyectados al tiempo de servicio	107
4.4. Resumen Climatológicos	118
4.5. Humedad de suelo (milímetros de agua m/suelo)	123
4.6. Coeficientes de Escorrentía	125
4.7. Humedad de suelo retenida luego de que diferen- tes cantidades de Evapotranspiración han ocurri- do (cap.campo 100 mm.)	133
4.8. Humedad de suelo retenida luego de que diferen- tes cantidades de Evapotranspiración han ocurri- do (cap.campo 125 mm.)	134
4.9. Humedad de suelo retenida luego de que diferen-	

tes cantidades de Evapotranspiración han ocurrido (cap.campo 150 mm.)	135
4.10. Cálculo del balance de aguas (Cincinnati-Ohio)	138
4.11. Cálculo del balance de aguas (Orlando-Florida)	138
4.12. Cálculo del balance de aguas (Los Angeles-California)	138
4.13. Cantidades de lluvia y tiempo de primera aparición	149
4.14. Resumen de la Evapotranspiración (mm./mes)	162
4.15. Heliofanía (horas y décimos)	166
4.16. Cálculo del balance de aguas (Chonta-Cruz-Loja)	138
I. Radiación Extraterrestre	163
II. Predicción de la Evapotranspiración (ETo)	164
III. Porcentaje medio de horas diurnas anuales, a diferentes latitudes	165
4.17. La Clasificación Unificada de Suelos	183
4.18. Clasificación de la AASHTO para suelos y mezclas de agregados	186
4.19. Corrección de la viscosidad $nT/n20$	189
4.20. Ensayo de clasificación (Chonta-Cruz) muestra de cimentación 1.0 m. profundidad	193
4.21. Ensayo de clasificación (Chonta-Cruz) muestra de cimentación 2.0 m. profundidad	194
4.22. Ensayo de clasificación (Chonta-Cruz) muestra de cobertura 1.0 m. profundidad	195
4.23. Ensayo de compactación PROCTOR cimentación 2.0 m. profundidad	196
4.24. Ensayo de permeabilidad cimentación 1.0 m prof	197
4.25. Ensayo de permeabilidad cobertura 1.0 m prof	198

INDICE DE ANEXOS

	pág.
ANEXO 1.1: Objetivos, equipo, procedimiento y cálculos de los ensayos de suelo	263
ANEXO 1.2: Resultados de los Ensayos de Suelos	282
ANEXO 2 : Diseño de celdas, franjas, cálculo de material de cobertura requerido y existente, período de vida util	297
ANEXO 3 : Diseño geométrico de la via de circulacion interna	305
ANEXO 4 : Memoria del Diseño de Galpon	307
ANEXO 5 : Diseño de Fosa Septica	323
ANEXO 6 : Modelo de hoja de registro de desechos sólidos	326
ANEXO 7 : Detalles de cerco perimetral puerta de ingreso	327
ANEXO 8 : Planillas de hierros	329
ANEXO 9 : Análisis de precios unitarios y presupuesto	331

CAPITULO

I

I. GENERALIDADES

INTRODUCCION

La destrucción del medio ambiente es parte y consecuencia de la civilización que hoy ha alcanzado serias proporciones debido principalmente al gran aumento de la población, junto al proceso de urbanización y la demanda creciente de bienes de consumo, determinan un aumento incesante del peso y volumen de los desechos producidos por habitante por día.

Parece que olvidamos que vivimos en un mundo cuyos recursos están limitados y que de acuerdo a la multiplicación humana, en unos 30 a 40 años más abran desaparecido. Recordemos que aún el agua está convirtiéndose en un "Lujo en pequeñas cantidades". Estamos aún a tiempo de procurar mejorar o mantener en condiciones aceptables el medio ambiente que nos rodea, por ser un factor fundamental para la vida; si contribuimos a su destrucción y contaminación puede convertirse en un factor negativo para nuestra propia supervivencia.

Por ello, será necesario que demos la máxima importancia al estudio de las condiciones ambientales. Si son satisfactorias, tratar de mejorarlas, esto es, hacer Saneamiento Ambiental, así procuraremos que el ambiente "Sea Sano".

OS 17 100 =
Nuestra preocupación en el presente tema es dar un tratamiento adecuado a los residuos sólidos, para de esta manera contrarrestar uno de los problemas que afectan a la contaminación del medio ambiente.

Para una mejor comprensión es necesario comenzar justificando el tema transcribiendo los más serios efectos de los desechos sólidos en el ambiente.

A. Contaminación Atmosférica.

Diariamente nuestros pulmones filtran unos 15 kg de aire atmosférico; en consecuencia, el hombre ha sido consciente del peligro que representa una atmósfera contaminada, pero todavía no se ha preocupado de darle un tratamiento adecuado a los desechos sólidos, es evidente en los botaderos a cielo abierto el impacto negativo causado por los desechos, debido a los incendios y humos que reducen la visibilidad y son causa de irritaciones nasales y de la vista, así como de incremento en las afecciones pulmonares, además de las molestias originadas por los malos olores.

B. Contaminación del Agua.

El efecto ambiental más serio, pero menos reconocido, es la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas, por el vertimiento de las basuras a los ríos y quebradas, y por el líquido percolado de los botaderos a cielo abierto, respectivamente.

La descarga de las basuras a las crecientes de agua, incrementa la carga orgánica y disminuye el oxígeno disuelto; aumenta los nutrientes y algas que dan lugar a la eutroficación; causa la muerte de peces; genera malos olores y deteriora su aspecto estético. A causa de esta circunstancia, en muchas ocasiones se ha perdido este recurso importante para el abastecimiento o para la recreación de la población.

La descarga de las basuras en las corrientes de agua o su abandono en las vías públicas, traen consigo también la obstrucción de los cauces, canales, y alcantarillas. En época de lluvias, esto provoca inundaciones que en algunos casos ocasionan

la pérdida de cultivos, y de bienes materiales .

C. Contaminación del Suelo.

El problema de la contaminación del suelo trae consigo los mismos problemas descritos en la contaminación del agua y atmósfera. Sin embargo, productos como la basuras pueden ser contaminantes o excelentes medios para el desarrollo de insectos y roedores, sin contar las molestias ocasionadas y los efectos de destrucción del paisaje debido al abandono y acumulación de los desechos sólidos a cielo abierto. Por otro lado, se contamina el suelo debido a las distintas sustancias depositadas allí, sin ningún control.

1.1. Problemas que ocasionan los desechos sólidos desalojados.

La mayor parte de las ciudades en nuestro medio depositan sus desechos al aire libre (como en nuestro caso), por ello es importante analizar algunos aspectos de:

1.1.1. Salud Pública.

La basura es un conflicto de salud pública en el botadero al aire libre, aquí se encuentran los segregadores (minadores), cuya actividad de separación y selección de materiales es realizada en las peores condiciones y sin la más mínima protección. Por estudios realizados se ha demostrado que los minadores presentan una incidencia más alta de parásitos intestinales que en el público en general. Además experimentan tasas altas de lesiones que se presentan en las manos y en los pies, así

como también lastimaduras en la espalda, hernias, heridas, enfermedades respiratorias y en la piel, entre otras.

Los riesgos causados por el manejo inadecuado de basuras son principalmente **indirectos**, y afectan al público en general. Ellos se originan por la proliferación de vectores de enfermedades tales como moscas, mosquitos, ratas y cucarachas, que encuentran en los residuos sólidos su alimento y las condiciones adecuadas para su reproducción.

Algunos ejemplos de vectores transmisores de organismos patógenos causantes de enfermedades son las siguientes:

CUADRO # 1.1

TRANSMISION DE ENFERMEDADES

VECTOR	ENFERMEDAD	VECTOR	ENFERMEDAD
Moscas	Fiebre tifoidea Salmonellosis Disenterías Diarrea infantil Otras infecciones	Mosquitos	Malaria Fiebre amarilla Dengue Encefalitis vírica
Ratas	Peste bubónica Tifus murino Leptospirosis Rabia Disenterías Fiebre de Harverhill Rickettsiosis vesiculosa Enfermedades diarréicas	Cucarachas	Fiebre tifoidea Gastroenteritis Infecciones intestinales Disenterías Diarrea Lepra Intoxicación alimenticia

1.1.2. Sociales.

Fomentados por el alto índice de desempleo, obligando a que algunas personas vivan de la selección y recu-

recuperación de subproductos de los desechos en el botadero, confundiendo entre los animales en un total estado de insalubridad y degradación del ser humano, no comparable con otra actividad.

Por otro lado se ven grandemente afectados los pobladores cercanos a dichos botaderos, debido a los efectos de malos olores, proliferación de roedores, moscas y otros efectos perjudiciales que estos provocan.

1.1.3. Económicas.

El área ocupada para ser utilizado como botadero de las basuras sufre una desvalorización, así como los terrenos aledaños, lagunas, quebradas y ríos debido al mal manejo de los desechos sólidos, de igual forma no existe un aprovechamiento adecuado de los subproductos de los desechos sólidos.

1.1.4. Ecológicos Ambientales.

Un botadero al aire libre sin suelo de cobertura y sin tratamiento apropiado de los gases y líquidos producidos ocasiona contaminación del suelo, el aire y el agua, destruyendo así el balance natural.

1.1.5. Estéticos.

El efecto ambiental más obvio del manejo inadecuado de la basura es el deterioro estético del paisaje natural de la ciudad, tanto el abandono de ellos con sus quemas, humos y gallinazos como el vertimiento al río con sus vidrios y latas que se sientan al fondo y sus plásticos y telas que quedan en la playa, causando un impacto negativo a los sentidos de la

vista y el olfato con los malos olores.

1.2. Diferentes métodos de disposición y tratamiento.

1.2.1. Relleno Sanitario.

1.2.1.1. Concepto.

El Relleno Sanitario es una técnica de eliminación final de los desechos sólidos en el suelo, que no causa molestia ni peligro para la salud y seguridad pública; tampoco perjudica el ambiente durante su operación ni después de terminado el mismo.

Esta técnica utiliza principios de ingeniería para confinar la basura en un área lo más pequeño posible, cubriéndola con capas de tierra diariamente y compactándola para reducir su volumen. Además, prevé los problemas que puedan causar los líquidos y gases producidos en el Relleno, por efecto de la descomposición de la materia orgánica.

1.2.1.2. Importancia.

El Relleno Sanitario tiene por objeto contrarrestar uno de los problemas más graves de la contaminación ambiental, por medio de la compactación, drenaje del líquido percolado y gases de los desechos sólidos producidos por la comunidad. Además porque permite recuperar terrenos antes considerados como improductivos o marginales, tornándolos útiles para la construcción de obras de recreación, bosques, etc.

1.2.1.3. Consideraciones generales.

A. Costos del terreno.

El lugar seleccionado puede tener un valor comercial muy bajo, como en el caso de minas de arena o arcilla, canteras y ciénegas sin uso presente o que podrían estar ya explotados, aprovechando de este modo estos lugares para recuperar sus áreas explotadas por medio de la disposición de desechos, dándole un incremento del valor comercial de los terrenos.

Otro tipo de terrenos con poco o nada valor comercial corresponde a aquellos lugares ubicados en hondonadas y barrancos.

En el caso de terrenos normales que tengan que ser comprados, el costo del terreno no disminuirá al final de la obra, al contrario es más alto en las consideraciones a largo plazo.

B. Caminos de acceso y circulación.

En todos los casos, habrá que construir caminos de acceso de buena calidad. Estos caminos deberán de llegar hasta los caminos públicos colindantes. Las pendientes de estos caminos deberán ser razonables y su superficie deberá ser fácil de conservar y resistente al mal tiempo y a la carga del equipo utilizado para acarrear los desperdicios. Los caminos interiores de circulación y trabajo, no obstante que serán utilizados durante períodos relativamente cortos deberán de ser

mantenidos apropiadamente, para evitar problemas y excesivos costos de mantenimiento causados por el polvo, durante la época seca y atascaderos durante la época de lluvias. El cuidado de los caminos interiores y de acceso es uno de los factores más importantes para mantener buenas relaciones públicas y alta moral entre los trabajadores.

C. Obras y equipo de servicio y de operación.

Para poder operar el Relleno Sanitario apropiadamente es necesario proveer equipo adecuado y en buenas condiciones de trabajo, además lugares protegidos para guardar el equipo cuando no es usado. También es necesario tener facilidades en los servicios de reparación y mantenimiento para el equipo usado en el Relleno sanitario.

Las balanzas y casetas de control de peso y acceso deberán de ser instalados y mantenidas a la entrada del predio, de tal manera que todos los vehículos deben pasar por este punto de control antes de descargar los desechos.

Los empleados deben ser provistos con un lugar de resguardo equipado con facilidades sanitarias, de limpieza personal y casilleros para guardar objetos personales durante las horas de trabajo.

Todos los tipos de Rellenos Sanitarios requieren de equipo de abastecimiento y almacenamiento de agua, para ser usado en obras de relleno, para combatir incendios y agregar humedad a los desperdicios cuando la condición

de los mismos dicte el uso de agua, para obtener máxima compactación y condiciones óptimas para acelerar el proceso de descomposición de los desperdicios.

D. Compactación.

El grado de compactación del Relleno Sanitario afecta el costo de operación, pero al mismo tiempo aumenta la capacidad de la obra. Por lo tanto la densidad del material depositado es función directa de las características de los desechos, el material intermedio usado, la profundidad y número de celdas superpuestas, la cantidad de humedad disponible, la operación y tipo de equipo usados. En el caso de que se use agua para este objeto, la obra deberá de ser provista con drenajes subterráneos para encauzar el agua percolada y los gases producidos en tal manera que estos puedan ser controlados y prevenir la contaminación de aguas y superficies en el área colindante y así mismo prevenir el peligro de explosiones y las molestias producidas por la descomposición de los desechos. Estas obras de control, su mantenimiento y costos relacionados deberán de ser considerados antes de decidir en el tipo de compactación y densidad.

E. Protección de aguas subterráneas.

Durante y después de la operación de Rellenos Sanitarios, siempre hay la posibilidad de las aguas subterráneas en el sitio mismo y los lugares colindantes. Además estas aguas pueden contaminar aguas superficiales cuando afloran y entran en contacto con ríos, lagos y playas.

Por esto, es muy importante el hacer una investigación geológica del lugar e identificar el tipo de suelos, para así definir y prevenir los problemas que pueden ser causados por la aguas percoladas, filtrados o escurrido del Relleno Sanitario. Aguas drenadas de la superficie de el Relleno Sanitario pueden también ser causa de contaminación, de depósitos subterráneos cuando estas encuentran fácil acceso a los mismos.

En general, las aguas subterráneas no son buen medio para la conducción de organismos cuando estas tienen que percolar a través de suelos compuestos de arenas y arcillas. Solo en casos que el agua es conducida rápidamente a través de las formaciones de grietas o cuando el medio contiene suficiente material orgánico para el crecimiento y desarrollo de calorías habrá peligro de conducción en el primer caso o propagación de bacterias en el último.

Cuando el sitio es terminado, y la operación abandonada, el agua percolada a causa de lluvias y drenaje superficial puede sobresaturar el relleno rápidamente y elevar el nivel freático, de tal forma que la diferencia en presión hidrostática puede producir el flujo del agua almacenada en el relleno hacia los terrenos y formaciones colindantes.

El problema puede llegar ha ser muy complicado, para el caso de desperdicios especiales, o industriales. En estos casos se deben realizar estudios especiales como su composición, cantidad de estos materiales y su efecto con relación al resto de los desperdicios.

F. Material de intermedio y de acabado.

El Relleno Sanitario requiere el uso de material inerte y granular en el proceso de construcción de las celdas intermedias y el acabado superficial, ya sea al término de cada día de operación ^y o al final de la obra. Este material es usado para reducir la cantidad de material suelto, para prevenir la intrusión y propagación de insectos y roedores, reducir el peligro de incendios y desalentar las practicas de salvamento.

Entre los materiales que pueden ser usados para cubrir los desechos, los más populares son: 1) Arcillas arenosas; 2) Arenas arcillosas; 3) Tierras procedentes de excavación de caminos u obras municipales; 4) Lodos procedentes de plantas de tratamiento de aguas, y que han sido secados apropiadamente.

G. Salvamento ("Pepena") en Rellenos Sanitarios.

Salvamento sin control no debe ser permitido, ya que en todos los casos interfiere con la operación del equipo y con los trabajos de colocación de la capa intermedia o final.

En los casos en que el salvamento o reclamación de objetos o materiales con valor comercial sea justificado, esta operación deberá de ser parte integral de la obra y además ser coordinada con los trabajos de relleno. De tal manera que los materiales sean separados rápi-

damente y sin interferir con la operación del equipo en general.

H. Equipo de trabajo en los Rellenos Sanitarios.

Para poder hacer la selección del equipo, es necesario saber el tipo y capacidad disponible en el área así como la disponibilidad de repuestos y mano de obra para su reparación y mantenimiento.

La cantidad de equipo disponible así como los innumerables modelos y sus características, es muy grande para no ser discutido, por lo tanto se recomienda hacer un estudio del equipo usado en la localidad y los encargados del diseño y operación del Relleno Sanitario deberán decidir en cada caso. No obstante, la decisión hecha siempre deberá de tomarse en cuenta que el equipo necesitará estar fuera de servicio por descomposturas o reparaciones de rutina, para esto, deberá considerarse la disponibilidad de equipo de emergencia ya sea en el sitio o fácilmente accesible.

I. Costos del relleno

Los costos pueden clasificarse en dos tipos; 1) Costos de operación, que incluyen salarios, mantenimiento, servicios (agua y electricidad), impuestos y amortización o renta; 2) Costos de mejoramiento y acabado, que incluyen aquellos gastos hechos en la construcción y mantenimiento de caminos permanentes ya sea de acceso o servicio, caminos temporáneos, ó construcción de sistemas de agua, drenaje interno, cercas perimetrales, cortinas para papel, balanza y casetas de tasa, edificios y equipo de oficina y control, galpones para

guardar el equipo, gastos generales de acabado, sembrado de pastos, arbustos y drenaje superficial.

1.2.1.4. Principios básicos.

Se considera oportuno resaltar algunos principios básicos:

- **Supervisión constante** mientras se vacía, recubre la basura y compacta la celda, para conservar el relleno en óptimas condiciones. Esto implica tener una persona responsable de su operación y mantenimiento.
- **La altura de la celda**, es otro factor importante a tener en cuenta; para el Relleno Sanitario, se recomienda una altura entre 2.0 a 4.0 m..

Es fundamental el **cubrimiento diario**, con una capa de 0.20 a 0.30 m. de tierra o material similar.

- **La compactación** de los desechos sólidos es preferible en capas de 0.20 a 0.30 m.. De este factor depende en buena parte el éxito del trabajo diario, alcanzando a largo plazo una mayor densidad y vida útil del sitio.¹

Una regla sencilla indica que, alcanzar una mayor densidad, resulta mucho mejor desde el punto de vista económico y ambiental.

- **Desviar aguas de escorrentía** para evitar en lo posible su

¹. Lixo e limpeza pública, Sao Paulo - Brasil - 1969

ingreso al Relleno Sanitario.

- **Control y drenaje de percolado y gases** para mantener las mejores condiciones de operación y proteger el ambiente.
- **El cubrimiento final** de unos 0.60 a 1.50 m. de espesor, se efectúa siguiendo la misma metodología que para la cobertura diaria; además debe realizarse de forma tal que sostenga vegetación, para lograr una mejor integración al paisaje natural.

1.2.1.5. Ventajas.

- El Relleno Sanitario, como método de disposición final de los desechos sólidos urbanos, es sin lugar a dudas la alternativa más conveniente para nuestros países. Sin embargo, es esencial asignar recursos financieros para su planificación, diseño, construcción, operación y mantenimiento.
- La inversión inicial de capital es inferior a la que se necesita para implantar cualquiera de los métodos de tratamiento: incineración o compostación.
- Bajos costos de operación y mantenimiento.
- Un Relleno Sanitario es un método completo y definitivo, dada su capacidad para recibir todo tipo de desechos sólidos, obviando los problemas de cenizas de la incineración y de la materia no susceptible de descomposición en la compostación.

- Generar empleo de mano de obra no calificada, disponible en abundancia en los países en desarrollo.
- Recuperar gas metano en grandes Rellenos Sanitarios que reciben más de 200 ton/día, lo que constituye una fuente de energía.
- Su lugar de emplazamiento puede estar tan cerca al área urbana como lo permita la existencia de lugares disponibles, reduciéndose así los costos de transporte y facilitando la supervisión por parte de la comunidad.
- Recuperar terrenos que hayan sido considerados improductivos o marginales, tornándolos útiles para la construcción de un parque, área recreativa, campo deportivo, etc.
- Un Relleno Sanitario puede comenzar a funcionar en corto tiempo como método de eliminación.
- Se considera flexible, ya que no precisa de instalaciones permanentes y fijas, y también debido a que está apto para recibir mayores cantidades adicionales de desechos con poco incremento de personal.

1.2.1.6. Desventajas.

- La adquisición del terreno constituye la primera barrera para la construcción de un Relleno Sanitario, debido a la oposición que se suscita por parte del público, ocasionada en general por factores tales como: 1) La falta de conoci-

miento sobre la técnica del Relleno Sanitario; 2) Asociarse el término "Relleno Sanitario" al de un "botadero de basuras a cielo abierto"; 3) la evidente desconfianza mostrada hacia las administraciones locales; 4) El rápido proceso de urbanización que encarece el costo de los pocos terrenos disponibles, debiéndose ubicar el Relleno Sanitario en sitios alejados de las rutas de recolección, lo cual aumenta los costos de transporte.

- La supervisión constante de la construcción para mantener un alto nivel de calidad de las operaciones.
- Existe un alto riesgo de transformarlo en botadero a cielo abierto por la carencia de voluntad política de las administraciones municipales.
- Se puede presentar una eventual contaminación de aguas subterráneas y superficiales cercanas, si no se toman las debidas precauciones.
- Se dificulta el uso del terreno en los primeros dos años después de terminado el Relleno debido a los asentamientos más fuertes.

1.2.1.7. Métodos de Relleno Sanitario

El método constructivo y la secuencia de la operación de un Relleno Sanitario están determinados principalmente por la **topografía** del terreno escogido, aunque también depende de la fuente del material de cobertura y de la profundidad del nivel freático. Existen maneras distintas para construir un Relleno Sanitario.

- **Relleno de área o superficie.**- En áreas relativamente planas, donde no sea factible excavar fosas o trincheras para enterrar las basuras, éstos pueden depositarse directamente sobre el suelo original, elevando el nivel algunos metros. En estos casos, el material de cobertura deberá ser importado de otros sitios o, de ser posible extraído de la capa superficial. En ambas condiciones, las primeras se construyen estableciendo una pendiente suave para evitar deslizamientos y lograr una mayor estabilidad a medida que se eleve el relleno. figura 1.

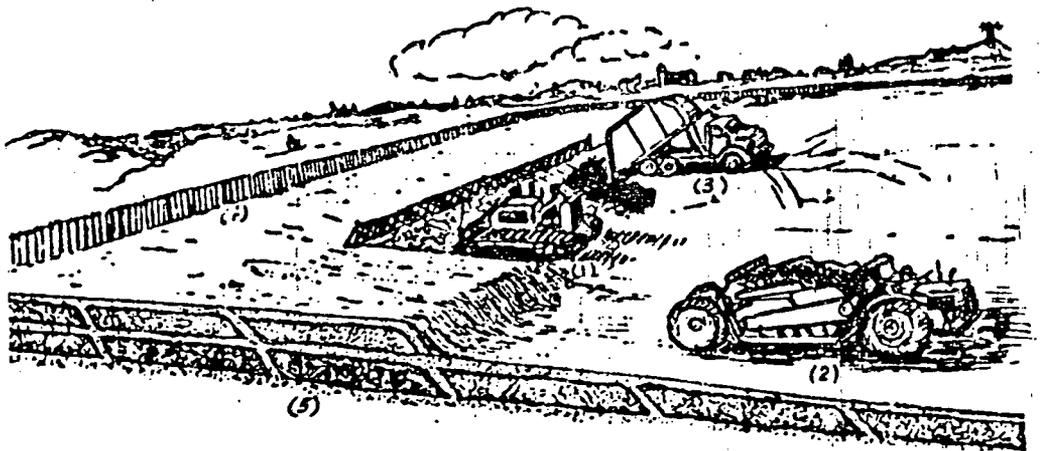


FIGURA 1.1.
Método de área para construir un relleno sanitario

- **Relleno de trinchera o zanjas.**- Este método se utiliza en regiones planas y consiste en excavar periódicamente zanjas de dos o tres metros de profundidad, con el apoyo de una

retroexcavadora o tractor de oruga. Es de anotar que existen experiencias de excavación de trincheras hasta de 7.0 m. de profundidad para Relleno Sanitario. La tierra que se extrae, se coloca a un lado de la zanja para utilizarla como material de cobertura. Los desechos sólidos se depositan y acomodan dentro de la trinchera para luego compactarlas y cubrirlas con la tierra.

Se debe tener cuidado en épocas de lluvias debido a que las aguas pueden inundar las zanjas. Por lo tanto, se deben construir canales perimetrales para captarlos y desviarlos e incluso proveerlos de drenajes internos. En casos extremos, puede requerirse el bombeo del agua acumulada. Las paredes longitudinales de las zanjas tendrán que ser cortadas de acuerdo con el ángulo de reposo del suelo excavado.

La excavación de zanjas exige condiciones favorables tanto en lo que respecta a la profundidad del nivel freático como al tipo de suelo. Los terrenos con nivel freático alto o muy próximo a la superficie del suelo no son apropiados por el riesgo de contaminar el acuífero. Los terrenos rocosos tampoco lo son debido a las dificultades de excavación.
(ver figura 2)

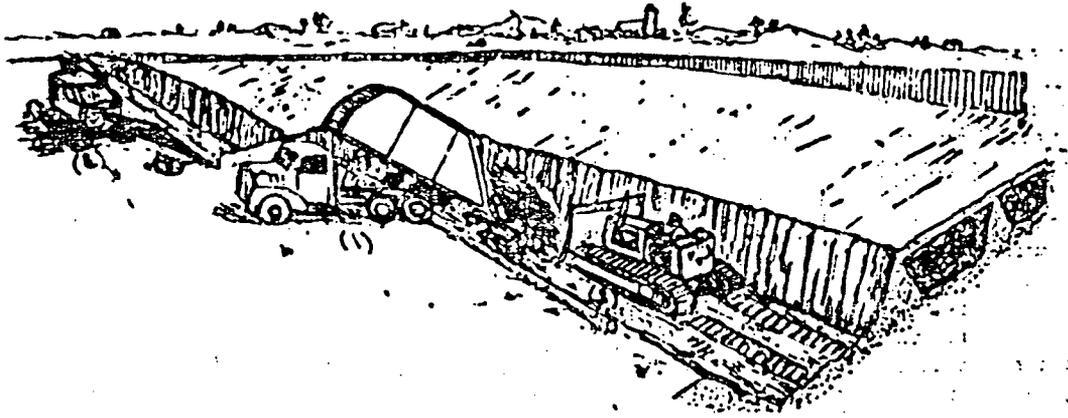


FIGURA 12.

Método de trinchera para construir un relleno sanitario

- **Relleno en Depresiones.**- En estos rellenos se aprovechan irregularidades o depresiones topográficas naturales o artificiales. Los métodos que se utilizan en estos vertederos de este tipo son tan parecidos que es conveniente clasificarlos de acuerdo a sus características físicas predominantes y no por el método de operación. Los rellenos en depresiones se clasifican en rellenos, en cañones y barrancos y en pozos y canteras.

Cañones y barrancos.- Los dos criterios principales para determinar si un cañón o barranco es aceptable como relleno son su configuración física y la clase de terreno. Es conveniente que la superficie del suelo sea relativamente llana, porque de este

modo a los vehículos les resulta más fácil entrar y salir del cañón. Hay que tener en cuenta la estabilidad de las caras inclinadas del relleno, la experiencia ha demostrado que inclinaciones de 2:1 son aceptables y que solamente hay que someter a un riguroso análisis las que se aproximan a 1:1. En los rellenos en cañones y barrancadas, cada nivel se empieza generalmente en la cabecera del cañón o barranco y se termina en su entrada. Esto evita que se embalse agua en el cañón y facilita la maniobra de los camiones de acarreo.

Generalmente, los residuos se vierten en la base del frente de trabajo del relleno para que los camiones no tengan que subir a la cima y porque la compactación se realiza mejor si los residuos se comprimen de abajo arriba del talud y no de arriba abajo.



Pozos secos y canteras.— Los emplazamientos para rellenos en pozos y canteras son más bajos en toda su extensión que el terreno circundante, por lo que no se pueden drenar con canales superficiales, como los emplazamientos en cañones. Los pozos tienen, generalmente, una profundidad tan grande que hay que llenarlos con varios niveles o estratos de residuos.

Fundamentalmente, los emplazamientos en pozos y canteras se trabaja de la misma manera que los emplazamientos en cañones. Los residuos se descargan junto al frente de

trabajo, bien en la parte inferior o superior del nivel. La descarga por arriba facilita el vertido y la circulación de los camiones. Sin embargo, si se tiene que mantener un control estricto y hay que conseguir grandes densidades, se recomienda que el relleno se forme en estratos nivelados con explanadores de cuchilla frontal y compactados desde la parte de abajo del frente de trabajo en capas inclinadas.

Es conveniente llenar los pozos o canteras hasta un nivel un poco superior al del terreno circundante, para prever así el asentamiento a largo plazo y evitar problemas con la circulación de aguas superficiales.

1.2.2. Incineración

La incineración de los desechos sólidos logra una reducción de volumen, dejando un material inerte (escorias y cenizas), cerca del 10% del inicial y emitiendo gases durante la combustión. Tal reducción es obtenida en hornos especiales en los que se puede garantizar aire de combustión, turbulencia, tiempos de retención y temperaturas adecuadas. Una mala combustión genera humos, cenizas y olores indeseables ².

². Residuos Sólidos Municipales, Jorge Jaramillo. Septiembre de 1991.

1.2.2.1. Descripción de los tipos de incineración como método de eliminación de residuos sólidos.

A. Incineración centralizada.

El término incineración central significa que el método aplicado para eliminar residuos es el de entregarlos a una instalación municipal. El objeto de la incineración central es el de proporcionar un método libre de molestias e higiénico para la eliminación de residuos sólidos, si es esta la solución correcta para una ciudad o nó, es algo que debe determinarse en la evaluación cuidadosa de la ventajas e inconvenientes del caso en cuestión:

a) Ventajas:

- 1) una estación de incineración ocupa mucho menos espacio que el que necesita un relleno sanitario.
- 2) una instalación manejada cuidadosamente, en un edificio bien proyectado y bien situado en el paisaje, es aceptable en muchas comunidades de vecinos.
- 3) un incinerador puede producir residuos de cenizas que contengan una cantidad despreciable de materiales orgánicos y por consiguiente que esté libre de molestias y sea más aceptable como material de relleno.
- 4) el incinerador moderno puede quemar eficientemente residuos combustibles hasta hacerlos ceniza y puede reducir el volumen de los componentes no combustibles de los residuos

sólidos mezclados (exigen tratamiento especial los objetos muy grandes, los que causan humo excesivo y los que son explosivos)

- 5) un incinerador no se ve afectado directamente por el clima o por un tiempo meteorológicamente anormal.
- 6) un incinerador es flexible. Puede ajustarse fácilmente para manejar fluctuaciones en cantidad y estado de los residuos recibidos. Una instalación que funcione 16 horas al día, puede hacerse trabajar las 24 horas por ejemplo o puede hacerse variar dentro de ciertos límites la cantidad de fuego.
- 7) existe la posibilidad de conseguir algunos ingresos adicionales como consecuencia del funcionamiento del incinerador para compensar parcialmente los costos de operación. El calor disipado puede usarse para generar vapor o energía eléctrica que puede venderse; pueden recuperarse y venderse metales separables, los residuos pueden tener algún valor con fines de relleno o como materiales de construcción si están bien quemados o reducidos a escoria. En algunos casos puede ser factible el proporcionar servicio de incineración a un grupo de comunidades, a la industria y a recolectores particulares funcionando como instalación pública.

b) Desventajas

Las desventajas de la incineración, en un caso específico, deben sopesarse frente a las ventajas, teniendo en cuenta que:

- 1) un incinerador requiere de una gran inversión de capital. La preocupación pública sobre contaminación ambiental esta tomando auge y cada vez es más preocupante, por tal motivo su control debe ser aún más estricto y esto se logra con refinamientos en el diseño y con equipo adicional, todo lo cual supone mayores gastos de inversión
- 2) los costos de operación, mantenimiento, reparación y sueldos de las personas especializadas para su manejo, son relativamente más altos, con respecto al de personas que operan los otros métodos de eliminación de residuos sólidos (por ej: relleno sanitario). El equipo y la maquinaria se averían frecuentemente por alambres, metales aplastados y materiales fusibles, abrasivos y explosivos que aparecen en los desechos.
- 3) la justificación económica de la inversión hecha en un incinerador, depende muy frecuentemente de la ubicación estratégica de la instalación, de tal forma que permita ahorros notables en los costos de recogida. La adquisición de un sitio aceptable puede ser difícil, por que esto significa corrientemente que su situación es obligada en una zona densamente poblada, donde las operaciones de eliminación de residuos por otros métodos, son ofensiva para muchos.
- 4) la incineración no es un método completo de eliminación de residuos, las cenizas deben eliminarse por otros medios.

B. Incineración << in situ >>

La incineración "in situ" es un

método de eliminación de residuos sólidos ampliamente utilizado por dos motivos principales :

- 1) Es convenientemente deseable eliminar los residuos sólidos lo más pronto posible luego de producidos, con la finalidad de obviar las instalaciones de almacenamiento.
- 2) No requiere servicios de recogida. Como el nombre lo dice, la incineración "in situ" se aplica a casas, apartamentos, almacenes, industrias, hospitales y otras instituciones.

a) Ventajas:

- 1) Las basuras son incineradas inmediatamente luego de producidas, por lo tanto no se producen malos olores producto de el almacenaje.
- 2) Produce ahorro del dinero empleado en la recogida, los residuos de cenizas son tan pequeños que solo las recogidas esporádicas resultarían necesarias.
- 3) Facilita la recuperación de los materiales no combustibles que tienen algún valor en el mercado.

b) Desventajas:

- 1) Muchos incineradores funcionan a temperaturas demasiado bajas como para destruir los olores, para asegurar la eliminación total del olor; la temperatura de incineración deberá estar por encima de los 1300 °F.
- 2) No todos los operadores conocen el proceso de carga y los

que lo conocen no lo aplican. Es muy importante su seguimiento para no tener molestias durante el quemado.

- 3) La incineración de residuos sólidos exige supervisión durante el proceso completo de quemado si se quieren evitar molestias.
- 4) Produce olores cuando se incinera en un día de lluvia.
- 5) Los mayores inconvenientes que produce la incineración "in situ" es la falta de preparación de la comunidad para adaptarse a un cambio en la forma de eliminación de sus residuos y el costo que tendría que afrontar por la adquisición de el equipo debido a las condiciones sociales y económicas en la que está inmersa la sociedad.

Son muy importantes (si una ciudad opta por este sistema) las ordenanzas que el I. Municipio tiene que adoptar, ellas tienen que estar dirigidas a regular su funcionamiento y controlar la contaminación del aire, se tiene que probar y autorizar sobre la base de que clases de desechos pueden quemarse en ellos. A los fabricantes distribuidores y vendedores así como a cualquiera que este interesado se le permite ver las pruebas que hacen las autoridades municipales encargadas de dar el permiso correspondiente, todo esto con la finalidad de tener un control absoluto y proteger el medio ambiente.

1.2.2.2. Incineradores de :

- Hospitales

Los hospitales deben tener

instalaciones sanitarias de eliminación de desechos fácilmente accesibles siempre. El problema de la eliminación en hospitales es complicado por que los desechos tienen normalmente un alto componente de basura y humedad y los restos anatómicos son malos olientes y portadores de gérmenes. Al mismo tiempo que necesitan funcionar sin que la eliminación de residuos produzca la mínima molestia. La tolerancia de un sistema de este tipo mal operado es también mínima, por ello cuando se usa un incinerador "in situ" el equipo debe estar bien proyectado y debe hacerse funcionar correctamente. Se debe utilizar un incinerador consistente en un horno y cámara de combustión. Es esencial el uso de combustible auxiliar. Lo más importante, prescindiendo del tamaño del hospital, es el quemado pronto y total y la necesidad de almacenamiento mínimo.

- Otras instituciones

También otras instituciones tienen el problema de la eliminación de desechos. Cuando están situadas en una gran ciudad, las instituciones generalmente utilizan los servicios municipales, pero si están en zonas rurales o del suburbio, como ocurre a menudo, puede resultar necesario la eliminación "in situ".

Pueden proyectarse incineradores que den buenos servicios en instituciones, siempre que la carga de los desechos se controle debidamente.

Un incinerador típico de una institución consta de un horno y de una cámara de combustión que, naturalmente deberá estar correctamente proyectada.

Muchos incineradores originan problemas de contaminación ambiental, algunos problemas tienen su origen en un funcionamiento no uniforme o sin cuidados, pero normalmente se deben a la instalación de una unidad "barata" en interés de una "economía" no bien entendida.

La técnica de la incineración "in situ" tiene una aplicación muy diversa y específica de acuerdo al tipo de desechos que se producen, y se debe estudiar y analizar el tipo de incinerador que se requiera, como por ejemplo:

- 1) **Incineradores para establecimientos comerciales.**- las necesidades de incineración de establecimientos comerciales, tales como: almacenes, fábricas pequeñas y restaurantes por ejemplo; varían enormemente. Una zapatería de un barrio puede tener al día como desechos un volumen aproximado de 70 dm³ de papel y cartones, mientras que un supermercado grande puede producir en el mismo tiempo varias toneladas diarias de desperdicios mucho más molestos.
- 2) **Incineradores para la industria.**- la industria debe tener incineradores propios a igual que los hospitales, si sus desechos tienen residuos contaminantes tóxicos. Pero muchas fábricas e industrias incineran los desechos y residuos industriales en incineradores pequeños o medios, instalados en la misma empresa. Un estudio de las distintas clases de residuos a quemar normalmente indica de forma general los procedimientos que deben seguirse para una buena combus-

ción.³

1.2.3. Tratamiento bacteriológico (compostage)

Es el proceso por el cual el contenido orgánico de la basura es reducido por la acción bacteriológica de microorganismos contenida en la misma basura, resultando un material denominado compost, que es un mejorador de suelos (mas no un fertilizante), lo que le da un valor comercial. No obstante, este valor es menor que el costo de producción.

1.2.3.1. El valor del producto final del tratamiento bacteriológico.

Para la ciudad de Loja se han realizado estudios sobre la implantación de este tipo de plantas, haremos referencia a dichos estudios por ser los únicos dirigidos a la disposición final de los desechos sólidos. En ellos se demuestra que por el alto contenido orgánico de la basura (76-78 %) y pese a la inestabilidad del mercado de compost, comparando la producción de abono con la demanda potencial de ésta, aquella resulta mucho menor, con lo cual se concluye que existe en el Ecuador grandes oportunidades para instalar algunas industrias que procesen los desechos agrícolas o domésticos.

Se prevé que dicha planta podría procesar 33,25 Ton/día con un turno de 8 horas diarias durante 313 días al año, generándose 19,36 Ton/día de compost. 19,36 Ton/día equivalen al 60% de la basura procesada (33,25 Ton/día) y 33,25

³.

Tratamiento de los residuos urbanos, Instituto de Estudios de Administración Local, Madrid, 1976.

Ton/día equivale al 50% del volumen total de basura generado para el tiempo de diseño (66 Ton/día) para 2003.

Esto demuestra que la planta no acepta incrementos de volumen de basura, sobrante que obliga a combinar el método con un Relleno Sanitario.

El valor del producto final obtenido por este método equivale al 45- 50% del valor del producto en el mercado , equivalente que en su mayoría corresponde a los altos costos de operación y mantenimiento, además es necesario indicar que los costos de inversión inicial son considerables, el valor indicado anteriormente considera ya la compra de algunos aditivos que se hacen al compost para mejorarlo.

1.2.3.2. Ventajas y desventajas

El método de compostado como tratamiento de los desechos sería sumamente **beneficioso** para los países en desarrollo por lo siguiente.

- 1) Se recupera un recurso provechoso de la basura como es la materia orgánica.
- 2) Dado que exige la separación del resto de residuos sólidos, se convierte en una buena oportunidad para iniciar las prácticas de reciclaje de otros materiales.
- 3) En el mejor de los casos recupera los gastos municipales de recolección y transporte de los desechos.

Frente a otros métodos, presenta las siguientes **desventajas**:

- 1) Requiere demasiado cuidado en la separación de los desechos.
- 2) Ser poco flexible para adaptarse a tratar mayores cantidades adicionales.
- 3) La inestabilidad del mercado de compost.
- 4) Elevado capital de inversión.
- 5) Los altos costos de operación y mantenimiento de la planta.
- 6) Los altos costos de transporte hacia las áreas rurales.

Por lo anteriormente dicho se recomienda que cualquier proceso de obtención de abono es apto de instalar en algunas poblaciones pequeñas en las que se pueda procesar, por medios manuales, los desechos sólidos provenientes especialmente de los mercados pues su composición es netamente orgánica, aunque debe tenerse cuidado con los costos de distribución ya que pueden incrementar los costos totales de producción.

1.2.4. Recuperación y aprovechamiento de materiales.

Hasta ahora, los sistemas de manejo de basuras han estado principalmente dedicados a trasladar materiales de un lugar a otro y a proceder a su eliminación final al menor costo. El manejo de los residuos sólidos está siendo sometido a reconsideración, debido al continuo crecimiento de la generación de desechos sólidos, además de las complejidades del tratamiento que sufren por los nuevos tipos de materiales empleados, las

presiones por alcanzar normas ambientales más altas, y la creciente explotación de los recursos naturales .

1.2.4.1. Los materiales recuperables y el mercado.

Actualmente, existe en todos los países una creciente toma de conciencia de que el abastecimiento de materias primas no es ilimitado, además de que la recuperación de lo que se considera como desecho, puede convertirse en un elemento esencial en la conservación de los recursos naturales.

La recuperación puede dividirse en tres categorías:

- **La reutilización** o recurso directo de un producto o material que se ha limpiado, reparado (botellas y envases, cajas de cartón).
- **El reciclaje** es el proceso mediante el cual los desechos se incorporan al proceso industrial como materia prima para su transformación en un nuevo producto de composición semejante (plásticos ,botellas, papel, cartón).
- **Uso Constructivo y Transformación** de desechos en diferentes productos (Recuperación de tierras por relleno sanitario, conversión de desechos orgánicos en compost) o en fuente de energía.

El uso constructivo y transformación han sido brevemente

analizados hasta donde se ha creído conveniente. El reciclaje en si demanda de procesos industriales para su transformación, el cual consideramos demasiado complejo para ser utilizado en nuestro medio, ya que hasta la fecha, las experiencias obtenidas en los países en desarrollo con plantas industriales para el aprovechamiento de desechos sólidos, no han sido muy halagadoras y frecuentemente han constituido un verdadero fracaso por las dificultades de la separación mecánica de los desechos con maquinaria sofisticada y por la diversidad de materiales de los cuales se hacen los envases, tapas, empaques, etc. que se expenden en el mercado (diferentes clases de plásticos, etc.).

Se vé en la **REUTILIZACION**, un método que podría ser implantado en nuestra ciudad, para ello se deben tomar en cuenta algunos factores importantes.

- 1) **Lugar de Separación.**- la separación de materias existentes en las basuras se hace tradicionalmente en forma manual, ya sea en el sitio de origen, en las aceras, en el vehículo recolector o en el sitio de disposición final, este último caso es muy frecuente en casi todos los botaderos de basura de las grandes ciudades del ecuador y aún en las ciudades mas pequeñas como la nuestra .

Esta actividad la realizan personas de escasos recursos, sin control alguno y en condiciones infrahumanas de trabajo, sin el mínimo de normas sanitarias y de seguridad social, por este motivo se debe evitar esta práctica en beneficio de un programa completo y con participación extendida a la comunidad.

Se recomienda para Loja la

recuperación en el origen o en la fuente donde se generan los residuos, puesto que ésta brinda los mayores beneficios para la labor manual y no cuenta con mayores exigencias en cuanto a necesidad de capital, además permite generar empleo organizado para las mencionadas personas, a través de grupos cooperativos.

A continuación se hará un breve análisis de lo anteriormente expuesto.

- La composición de nuestra basura para los materiales reutilizables, aproximadamente se establece en el siguiente cuadro.

MATERIAL	TOTAL	REUTILIZABLE
Papel y cartón	7.76 %	6.00 %
plásticos	2.61 %	2.00 %
vidrio	1.09 %	0.50 %

Que alcanzan un total de aproximadamente el 10% de la producción de basura recogida, con lo que se determina:

- Una reducción de basura baja como para ser considerada de gran economía en la disminución de las necesidades del equipo recolector de la basura, pero de todas maneras resulta cerca de 4.5 Ton diarias que se disminuyen para este efecto .
- El 9.9 % del total equivale a un incremento del período de diseño del relleno sanitario de un año por cada diez de servicio

- Los productos obtenidos, tendrán una absoluta salida para ser comercializados, ganancias que alcanzarían para el pago de la gente que hará la recolección a domicilio y para las fundas que se regalarían a las personas interesadas en colaborar con esta actividad.

1.2.5. Vertido al Aire Libre

Este método de disposición es el más usado y popular y se seguirá usando en el futuro próximo debido a la falta de otros sistemas y a la actitud de la gente con respecto a la disposición de basuras y desechos. Ocasionalmente estos tiraderos son quemados o fumigados.

Estos tiraderos causan una multitud de problemas dependiendo de las condiciones geográficas, meteorológicas y demográficas del lugar y los alrededores, causan malos olores y humos molestos; insectos y roedores encuentran condiciones favorables para su rápida reproducción. Todos estos factores juntos o separados constituyen fuentes de molestias y un peligro continuo a la salud pública, por las deficiencias sanitarias.

Como los tiraderos reciben toda clase de materiales descartados en la mayor parte de estos lugares se practica y fomenta la recolección de objetos con algún valor. A medida que la distancia de la población al tiradero se acorta causa del crecimiento de las comunidades, esta práctica se hace más y más molesta para la población y los problemas a la salud pública se hacen más agudos. Este método tiende a desaparecer debido al creciente costo de los terrenos colindantes a la población y al cuidado de los propietarios temerosos de la

depreciación de terrenos a causa del aspecto y los problemas subsecuentes para utilizar el lugar, y la preocupación por parte de autoridades encargadas de proteger la salud pública y el medio ambiente.

1.2.5.1. Ventajas y desventajas.

No se puede hablar de ventajas que no contradigan el sentido común, por el contrario se ha descrito ya en el numeral 1.1. los problemas que son ocasionados por este tipo de prácticas de disposición final de los desechos.

1.3. Restricciones normativas de los métodos

Las disposiciones estatales y locales pueden prohibir algunos tipos de tratamiento o controlar algunos de sus aspectos. Antes de tomar una decisión sobre el método a adoptar sobre la disposición y tratamiento de los desechos sólidos debe investigarse lo descrito anteriormente; es decir los más serios efectos de los desechos sólidos en el ambiente; algunos aspectos como salud pública, sociales, económicos, ecológicos ambientales y estéticos. Además, el servicio responsable del tratamiento puede desear que se aprueben otras disposiciones y ordenanzas adicionales que contribuyan al control de las actividades de tratamiento.

Las disposiciones, independientemente de lo que controlen, tienen que ser legales, ya que si fuesen discriminatorias podrían ser declaradas anticonstitucionales. Por ejemplo, las ordenanzas de muchos municipios en el mundo declaran ilegal el vertido de basuras al aire libre, aunque esto constituye, sin embargo, un problema. No sólo vierten ilegalmente residuos quienes los producen en grandes cantidades, sino que también lo hace el

ama de casa que no quiere guardar en su cubo de basura latas de cerveza, botellas de licores o algún objeto de olor especialmente desagradable. En vez de esto los abandona en un solar o en una acera.

No es fácil hacer cumplir las disposiciones contra el vertido ilegal, porque muy rara vez se coge a quien las viola con las manos en la masa y, además, al municipio le puede resultar más barato y más fácil recoger los residuos abandonados que tratar de descubrir y castigar al culpable, últimamente ha aumentado la preocupación pública por él mayor número de quienes cometen estas violaciones.

Las medidas preventivas más eficaces son: un buen servicio de recogida y una buena limpieza de las vías públicas y solares. También contribuyen a esto unos programas educativos, en los que pueden tomar parte los periódicos y otros medios informativos.

Con la tendencia a trasladar las instalaciones de tratamiento de residuos lejos de las ciudades con el objeto de encontrar terrenos apropiados, se deben aprobar leyes prohibiendo el tratamiento de residuos fuera de la competencia de la jurisdicción donde se producen, y aunque estas restricciones deben ser comprensibles, indicarán una urgente necesidad de prever una base geográfica suficientemente amplia para que puedan disponer de terrenos apropiados quienes lo tienen que usar.

CAPITULO

II

II. DIAGNOSTICO DE LA SITUACION ACTUAL DE LA CIUDAD DE LOJA.

2.1. Generalidades

2.1.1. Características

La ciudad de Loja, capital de la provincia del mismo nombre, se encuentra ubicada en el Sur de la República, Esta asentada en la cuenca que se halla limitada al norte por el nudo de Guagrahuma y el nudo de Cajanuma al sur, así como la Cordillera Oriental de los Andes al este y el cerro del Villonaco al Oeste, tomando una configuración elíptica, con una extensión de 25 km. de norte a sur y 10 km. de este a oeste, ocupando una área aproximada de 25 000 Hectáreas.

La población de la ciudad de Loja, como parte de esta realidad tiene como principales actividades económicas el comercio y la agricultura, contando con una incipiente industria.

2.1.2. Altitud y Clima

La Ciudad de Loja ocupa un lugar en el centro de la cuenca a una altura de 2070 m. y 700 m. por debajo de las cimas de las montañas. El área es adecuadamente húmeda y drenada por el río Zamora y sus afluentes que fluyen hacia el norte por el centro de la cuenca.

La estación "La Argelia", ubicada en la parte sur de la ciudad nos presenta datos meteorológicos, cuyos resultados son:

Temperatura media anual	16 °C
Precipitación media anual	829,71 mm
Días con precipitación (media anual)	215
Humedad relativa (media anual)	74 %
Velocidad del viento (media anual)	3.88 m/s

Como se puede observar claramente los datos, la ciudad de Loja tiene generalmente un clima templado, con fluctuaciones de temperatura durante el día no muy amplias. Se caracteriza por tener lluvias de baja intensidad, de tal manera que teniendo un elevado porcentaje de días con precipitación media anual, su valor cuantificado, se encuentra en un término medio.

Cabe indicar que este valor de precipitación es normal para la zona interandina, considerando así mismo que la ciudad se encuentra rodeada de elevaciones.

2.2. Estudio del plan de desarrollo y planos de zonificación

La ciudad de Loja es la Urbe que más aceleradamente crece en la Sierra Ecuatoriana. La razón de ser de este explosivo crecimiento demográfico está en el hecho de que la provincia de Loja es la mayor fuente de inmigración interna en el Ecuador; se estima que alrededor del 50% de la emigración rural de la provincia se concentra en la ciudad de Loja.

Todo ello ha venido contribuyendo a que la Municipalidad que por ley está obligada a planificar y controlar el desarrollo urbanístico haya perdido en los hechos las posibilidades reales de cumplir esta tarea.

Esta situación sólo puede ser superada a través de la introducción de tres elementos fundamentales:

- a) La planificación del desarrollo urbano.
- b) El robustecimiento de la capacidad administrativa y técnica del Municipio.
- c) Una proporcionada capacidad de autofinanciamiento que le permita enfrentar los problemas derivados del crecimiento explosivo de la población.

2.2.1. Desarrollo Urbanístico de la ciudad

Los estudios del Plan de Desarrollo Urbano-Rural de la ciudad de Loja y su área de influencia inmediata, fueron concebidos y ejecutados como un proceso de planificación y como tales fueron y son de enorme utilidad para la I Municipalidad de Loja y para nuestro estudio en la búsqueda y la selección del lugar para realizar el diseño del Relleno Sanitario.

La cobertura del Plan, en los términos expuestos, queda definida por la delimitación física del área de estudio, que en este caso corresponde a los territorios denominados: Ciudad de Loja y Área de Influencia Inmediata.

En el caso del relleno sanitario y particularmente para el caso de Loja, se considera al área Urbana y de desarrollo inmediato como una zona no utilizable para implantación del relleno sanitario, esto para tener una cierta seguridad en cuanto a las molestias que se puedan ocasionar a la comunidad.

Por lo anteriormente dicho, se marcará debidamente la zona mencionada en todos los planos en que se crea necesario. (Remitirse a los planos # 1 y # 4)

2.2.2. Vías y salidas del área urbana.

El sistema vial cantonal Lojano se desarrolla predominantemente (90%) en terrenos montañosos y el 10% en terreno ondulado, que es una de las dificultades a superar para llevar a cabo proyectos viales. Además lo anterior hace que las pendientes en algunos tramos del sistema lleguen al 9%.

Las vías principales que unen a Loja con el resto del país son: por el norte la vía a Cuenca que nos permite comunicarnos con la sierra; al sur tenemos la vía a Vilcabamba que nos une con algunas parroquias de la ciudad; por el oeste se encuentra la vía a Catamayo que se une con las vías de la costa Ecuatoriana; y por el este la vía a Zamora que nos permite ir al oriente.

La utilidad de marcar debidamente las vías en los planos (# 1 y # 4) de este estudio radica en :

- Obtener una guía clara con fines de localización de los probables lugares que servirán como Relleno Sanitario
- Estimar las distancias de recorrido hasta los sitios probables a rellenar.

Para el propósito en estudio y con el objeto de sondear todos los lugares posibles se tomaron en cuenta todas las clases de vías que salen del área urbana.

2.2.3. Recolección de basura en la ciudad

En el caso particular de nuestra ciudad, se han realizado ya estudios sobre este tema, datos que se pueden encontrar en la Tesis de grado " Estudio de la recolección transporte y disposición final de los residuos sólidos en la ciudad de Loja" (1988 U.T.P.L). Cabe indicar que entre los principales objetivos de este estudio se encuentran:

- a).- Determinar el recorrido de los recolectores de basura con sus respectivos turnos en el año de 1988.
- b).- Optimizar la recolección de basura en la ciudad de Loja para años posteriores.

Como es objeto de este capítulo hacer un diagnóstico, se requiere mencionar lo siguiente.

En la actualidad la I municipalidad de Loja cuenta con un número insuficiente de recolectores para realizar la labor de la recolección de basuras al interior del límite urbano, puesto que se ha paralizado el funcionamiento de un recolector por daños mecánicos, por ello se dispone de un número menor que en 1988, por lo que el recorrido normal que se tenía varía de acuerdo a las necesidades más urgentes que presenta la comunidad, no teniendo así una trayectoria de los recolectores definida, así mismo el personal encargado en lo que se refiere a la administración, recolección, limpieza de ríos, barrido de calles, etc, es también bastante reducido.

El verdadero final de residuos sólidos se encuentran ubicado en el km 9 Vía a Catamayo, y se lo realiza con

el sistema a cielo abierto, por lo cual presenta gran cantidad de moscos, roedores, gases, ó etc. que hace que sea un foco de contaminación, lo cual tiende a agravarse por la inexistente maquinaria específica para realizar el relleno sanitario constante.

2.3. Recopilación de datos actuales

2.3.1. Población.

Es necesario conocer el número de habitantes a servir para definir las cantidades de desechos sólidos que se han de disponer. Es de anotar que la producción de desechos sólidos se debe discriminar entre la producción rural y la urbana. La primera, debido a la baja producción, presenta menos exigencias, pero su recolección resulta más difícil. En cambio, la producción urbana y periferie es más notoria por razones de concentración, aumento de población, y desarrollo tecnológico y urbanístico, mereciendo nuestra atención en este caso.

Para una futura proyección, se dispone de los siguientes datos (I.N.E.C), correspondientes a los censos realizados.

Año	Población
1982	87 281
1990	110 633

2.3.2. Producción percápita.

El siguiente cuadro muestra los únicos datos de que dispone la ciudad correspondientes a la producción de basura

por habitante y día.

Fuente	año	P.P.C (Kg/h/día)
Tesis U.N.L	1983	0.480
Tesis U.T.P.L	1988 <i>Atanirano</i>	0.549
I.E.O.S	1990	0.573

2.3.3. Volumen producido y recogido.

De las mismas fuentes anteriores

Año	Volumen Producido (T/día)	Volumen recogido (T/día)
1983	38.177	26.723
1988	54.483	39.620
1990	61.504	48.588

2.3.4. Composición de los desechos.

Se dispone de los datos siguientes:

CLASIFICACION	1988 (U.T.P.L)	1990 (I.E.O.S)
Mater.Orgánica	68.80 %	73.4%
papel y cartón	12.29 %	10.1 %
plástico	3.49 %	3.7 %
vidrio	1.87 %	1.8 %
metales	1.21 %	1.3 %
otros	12.34 %	9.6 %

2.3.5. Densidad suelta de los desechos.

Año	Densidad suelta
1988	243 (Kg/m ³)
1990	260 (Kg/m ³)

2.3.6. Otras características de las basuras.

- Contenido de humedad 55 - 60 %
- contenido de carbono 15 - 20 %
- contenido de nitrógeno 1 - 1.5 %

2.4. Análisis del Sitio Actual de Desalojo

2.4.1. Estado actual, Grado de saturación, Período de vida útil.

- Estado Actual:

Actualmente el botadero de basura se ha convertido en un lugar muy preocupante y crítico por las siguientes condiciones:

1. La inminente saturación y el descuido por parte de las autoridades municipales, los recolectores depositan la basura en cualesquier lado de este en donde les sea fácil de acceder , pudiéndose observar basura regada por todos los lados y aún a las esquinas de la carretera que conduce al lugar desde la vía principal. (Ver la siguiente fotografía)



2. La presencia de insectos, roedores y otros animales que han encontrado su habitad en este lugar, hacen que sea insopor-
table para quienes por condiciones de trabajo o estudio
tenemos que visitarlo.
3. Los olores que se producen producto de la descomposición de
la basura orgánica, de animales muertos y de los demás
componentes de los desechos, son extremadamente fuertes y
se pueden percibir fácilmente desde la vía principal que
conduce a Catamayo ubicada a unos 200 m del botadero,
generando molestias para quienes transitan por ella.
4. Por otro lado y como agente muy preocupante están quienes.

como forma de vida utilizan la recuperación de materiales como: botellas, papeles, cartones, plásticos y otros materiales que puede tener algún valor y que se encuentran inmersos en la basura. Se pudo constatar que existencia de una persona con su familia que pasan en forma permanente en éste lugar, trabajando para una empresa con sede en la Ciudad de Cuenca, quienes le pagan un sueldo mensual fijo para que realice este trabajo (recuperación sólo de cartones y papeles). Los demás minadores que son alrededor de 2 o 3 familias más, llegan en diferentes horarios, unos en la mañana y otros por la tarde, de tal forma que puedan estar en el momento que el recolector deposita la basura.

Se debe hacer una campaña de educación sanitaria, para estas personas que en condiciones precarias y sin ninguna protección realizan este trabajo, sólo con el deseo de ganarse el sustento diario. (en cada fotografía se puede apreciar este particular).

- **Período de vida útil, Grado de saturación:**

Con un área aproximada de 3 Ha., una compactación media de 400 Kg/m³. y una profundidad de excavación al rededor de 10 a 14 m. este botadero ha sido adecuado para soportar un volumen de basura que Loja ha producido en los 6 años pasados. De ahí hasta la actualidad se ha ido excavando por las

esquinas y se lo ha podido seguir utilizando, pero su límite ha llegado y su saturación es inminente. (Ver la siguiente fotografía)



2.4.2. Análisis FÍSICO-QUÍMICO Y BACTERIOLOGICO Del Lixiviado en el Botadero Actual

Las normas que regulan los procesos de toma y análisis de fuentes, son las dictadas por el Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias (IEOS).

Las sustancias que alteran la calidad y pureza del agua pueden hallarse en tres estados:

- 1.- Suspensión.- los tamaños de las partículas fluctúan entre 0.1 y 1μ y pueden ser observadas con procesos de sedimentación o filtración, por ejemplo: tierra, arena, etc.
- 2.- Disolución.- los tamaños de las partículas estarán entre 0.2 y 0.3 $m\mu$ y solo pueden eliminarse por precipitación química.
- 3.- Coloidal.- los tamaños de las partículas estarán entre 0.1 y 0.2 $m\mu$, los mismos que no son fácilmente eliminables por sedimentación o filtración ordinaria.

2.4.2.1. Análisis Fisico-Químico.

Es importante conocer las características Fisico-Químicas y sus parámetros aceptables para luego hacer una comparación con los resultados del laboratorio y poder determinar el grado de contaminación de las fuentes en estudio.

A. Características Físicas.

Son las que mayor impresión ocular nos causan, por ejm:

- COLOR : es la impresión ocular producida por las materias en el agua, depende de muchos factores, en especial de orden mineral como el hierro y el manganeso, de

orden orgánico producido por materia vegetal y materia orgánica en descomposición, por desechos industriales que se descargan en el agua.

Es necesario distinguir el color aparente del color verdadero.

Color Aparente.- es el color que tiene la muestra en el momento que fue tomada para el análisis, este color esta ligado directamente con la turbiedad.

Color Verdadero.- depende de las sustancias minerales disueltas y de materias coloidales de naturaleza orgánica. Es el color que se obtiene luego de eliminada la materia en suspensión, por medio de filtración o centrifugación.

Se determina el color por comparación con colores patrones, según la escala Platino-Cobalto, cuya densidad se define así:

1 U.C. 1 mg/lt de cloroplatino de potasio (Cl6PtK2)

- TURBIEDAD : la turbiedad da a el agua un aspecto desagradable (sucio), debido a la presencia de sólidos en suspensión como: arcilla, sustancias inorgánicas sumamente divididas y organismos microscópicos. Se acepta como

unidad de turbiedad la que produce una parte de sílice en un millón de partes de agua destilada.

- OLOR Y SABOR : se produce por las siguientes causas: materias orgánicas en descomposición, presencia de organismos vivos como: algas y microorganismos, presencia de gases como el amoníaco, etc.

El olor puede eliminarse por: aireación, sedimentación, filtración, desinfección o por tratamientos especiales como : carbón activado, adición de amoníaco antes del cloro.

- TEMPERATURA : la temperatura que se cree es agradable oscila entre los 5-15 grados centígrados.

B.- Características Químicas.- el I.E.O.S. divide a los componentes químicos del agua en cuatro grupos:

1.- Compuestos que afectan la Potabilidad.- como: sólidos disueltos, hierro, cobre, manganeso, zinc, magnesio mas sulfato sódico, etc.

2.- Compuestos peligrosos para la salud.- como: nitratos y fluoruros.

3.- Compuestos tóxicos.- como: compuestos fenólicos, arsénicos, cadmio, cromo, cloruros, plomo y selenio.

4.- Compuestos químicos indicadores de contaminación.- como: demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, nitrógeno total (excluidos nitratos), amoníaco, extractos de carbono con cloroformo, contaminantes orgánicos.

Las características químicas más importantes que se pueden presentar en el agua son:

- ALCALINIDAD : se debe principalmente a la presencia de carbonatos y bicarbonatos, de calcio, sodio y magnesio, y a los hidróxidos. Se mide en mg/lt de carbonato de calcio (CaCO_3). La alcalinidad nos permite calcular la dosis de productos químicos que se requieren en el tratamiento de aguas superficiales.

- DUREZA : principalmente se debe a sales de calcio y magnesio, se la expresa en mg/lt de CaCO_3 . Las aguas según la dureza se pueden clasificar en:

Aguas blandas	-----	0 - 75 p.p.m.
Moderadamente dura	-----	75 - 190 p.p.m.
Agua dura	-----	190 - 300 p.p.m.
Aguas muy duras	-----	más de 300 p.p.m.

- P.H. : sirve para determinar si el agua es alcalina o ácida, juega un papel importante en el aspecto corrosivo o incrustante del agua. se denomina P.H. al logaritmo del recíproco de la concentración de iones hidrógeno (H), expresado en iones-gramo por litro.

El valor del P.H. tiene una escala de 0 a 14, de muy ácida a muy básica. El valor del P.H. igual a 7 a la temperatura de 25 grados centígrados, equivale a la neutralidad del agua.

- HIERRO Y MANGANESO : la presencia del hierro y manganeso no causan daño a la salud en las condiciones en las que se halla en la naturaleza, pero produce coloraciones (aguas rojas), produce sabor (metálico), manchan los tejidos y las piezas sanitarias. Se puede eliminar por aireación, cuando está en forma orgánica se puede utilizar oxidantes dibalentes o coagular el agua.

- SULFATOS : son abundantes sobre todo en las aguas negras. En concentraciones mayores a los 500 mg/lt. producen acciones laxantes en el hombre. Cuando la concentración sobrepasa los 200 mg/lt. no es apta para riego, por que tiene efectos nocivos para las plantas.

- NITRATOS : cuando se encuentran concentraciones de 20 p.p.m. el agua es peligrosa, pero

se pueden aceptar valores hasta de 45 p.p.m., si supera este valor automáticamente la fuente es desechable por que no existe ningún método para tratar nitratos. Produce enfermedades como la metehomoglobinemia en niños menores a 1 año.

- FLUORUROS : en concentraciones menores a 1 p.p.m. de fluor, es beneficiosa por producir profilaxis dental, mayores concentraciones en cambio producen fluorosis dental (manchas en los dientes). En concentraciones comprendidas entre 4-5 p.p.m. pueden producir lesiones en los huesos.

- CLORUROS : se presenta con mucha frecuencia en aguas residuales y posiblemente presentará un sabor salino.

- CROMO EXVALENTE Y COBRE : son producidos generalmente por desechos industriales, por lo que no es importante el estudiarlos mas profundamente.

- SILICATOS : se presentan generalmente en aguas con origen volcánico o por la presencia de ciertos insecticidas. El selenio es tóxico y produce caries en los dientes.

2.4.2.2. Análisis Bacteriológico.

El examen bacteriológico es muy

importante para determinar el grado de contaminación que se puede dar. Principalmente se concentra en la determinación de la concentración fecal, o presencia de gérmenes del grupo coliforme, cuya característica es fermentar rápida y precozmente la lactosa, con formación de gases (bióxido de carbono).

La determinación de tomar el grupo coliforme como indicador de contaminación es debido a lo siguiente:

- Cuando está presente en el agua sobrevive un tiempo relativamente largo.
- Está presente siempre en desechos humanos y animales.
- En las aguas negras se hallan en números que oscilan entre 4 y 5 millones/ml.
- Su número aumenta con la contaminación fecal.

En su ausencia otros microorganismos no dan resultados positivos debido a su especificidad. Sobreviven más tiempo que las bacterias patógenas entéricas durante el tratamiento y después desaparecen rápidamente luego de la destrucción de los patógenos.

2.4.2.3. Normas para el agua cruda dadas por el Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias (IEOS)

A) Calidad física.

PARAMETRO	EXPRESADO COMO	LIMITE TOLERABLE
- Color	Uo.Pt.Co	5 - 15
- Turbiedad	U.N.T.	5
- P.H.	Unidades	6.5-8.5
- Temperatura	°C	-----

B) Calidad química.-

1.- Compuestos que afectan la potabilidad:

CUADRO 2.2

TOLERANCIAS QUIMICAS DEL AGUA (POTABILIDAD)

SUBSTANCIAS		Concentración máx. aceptable
- Sólidos Totales		500 - 1000 mg/lt
- Sólidos Disueltos		500 - 1000 mg/lt
- Hierro Total	Fe+++	0.3 mg/lt
- Magnesio	Mg++	50 - 150 mg/lt
- Manganeso	Mn++	0.1 mg/lt
- Potasio	K+	10 - 500 mg/lt
- Sulfátos	SO4--	250 mg/lt
- Conductividad		1250 u s/cm a 20°C
- Sodio	Na+	10 - 115 mg/lt
- Alcalinidad Total	CaCO3	---
- Alcalinidad Bicarbonato	CaCO3	250 mg/lt
- Alcalinidad Carbonato	CaCO3	120 mg/lt
- Alcalinidad Hidróxido	CaCO3	0 mg/lt
- Anhídrido Carbónico Libre	CaCO3	5 mg/lt
- Calcio	Ca++	75 - 200 mg/lt
- Cloruros	Cl-	250 mg/lt
- Dureza Total	CaCO3	150 - 500 mg/lt
- Dureza Cálcica	CaCO3	150 - 500 mg/lt
- Flúor	F-	---
- Fosfatos	PO4---	0.3 mg/lt
- Cobre		1.5 mg/lt
- Zinc		1.5 mg/lt

2.- Compuestos peligrosos para la salud:

CUADRO 2.3

TOLERANCIAS QUIMICAS DEL AGUA (SALUD)

SUBSTANCIAS		Concentración máx. aceptable
- Nitrógeno Nitrato	N	5.0 mg/lt
- Nitrógeno Nitrito	N	0.1 mg/lt
- Nitratos		45.0 mg/lt
- Fluoruros		1.5 mg/lt

3.- Compuestos tóxicos:

CUADRO 2.4.

SUBSTANCIAS	Concentración máx. aceptable
- Compuestos fenólicos	0.002 mg/lt
- Arsénico	0.05 mg/lt
- Cadmio	0.01 mg/lt
- Cromo	0.05 mg/lt
- Cianuros	0.2 mg/lt
- Plomo	0.05 mg/lt
- Selenio	0.01 mg/lt

4.- Compuestos químicos indicadores de contaminación:

CUADRO 2.5

SUBSTANCIAS	Concentración máx. aceptable
- Demanda Bioquímica de Oxígeno	6.0 mg/lt
- Demanda Química de Oxígeno	10.0 mg/lt
- Nitrógeno Total (excluido amoníaco)	1.0 mg/lt
- Amoníaco	0.5 mg/lt
- Extractos de Carbono con Cloroformo	0.5 mg/lt

C) Calidad Bacteriológica.-

El I.E.O.S. aconseja aceptar la siguiente clasificación:

CUADRO 2.6.

TOLERANCIA BACTERIOLOGICA DEL AGUA

PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	LIMITE TOLERABLE
- Gérmenes Totales	colonias/ ml	< 100
- Coliformes Totales	NC.MF/100 ml	< 10
	NMP/100 ml	< 9
- Coliformes Fecales	NC.MF/100 ml	0
	NMP/100 ml	0

D) La siguiente tabla incluye la composición típica de las aguas residuales urbanas, como se puede observar en ésta tabla los contaminantes de la aguas residuales urbanas están formados principalmente por sólidos en suspensión (fijos y volátiles) así como por materia orgánica, en su mayor parte biodegradable. Las composiciones de las aguas urbanas (excepto las que contienen aguas residuales industriales) son relativamente parecidas, dependiendo su composición particular del nivel de vida y grado de desarrollo de la población.

El objetivo de nuestro proyecto no es el de tratamiento de aguas residuales, si no del lixiviado producto de la descomposición de la basura, pero sus parámetros de comparación son semejantes, la variación que se produce es más por su alta concentración.

CUADRO 2.7

COMPOSICION TÍPICA DE LAS AGUAS RESIDUALES URBANAS

CONSTITUYENTE	CONCENTRACION		
	ALTA	MEDIA	BAJA
Sólidos Totales	1200	700	350
Sólidos Disueltos	850	500	250
Fijos	525	300	145
Volátiles	325	200	105
Sólidos en Suspensión	350	250	100
Fijos	75	50	30
Volátiles	275	150	70
Materia decantable (ml/l)	20	10	5
DEO5	300	200	100
DEO	100	500	250
Nitrógeno (como N)	85	40	20
Orgánico	35	15	8
Amoníaco libre	50	25	12
Nitritos	0	0	0
Nitratos	0	0	0
Fósforo total (como P)	20	10	6
Orgánico	5	3	2
Inorgánico	15	7	4
Cloruros (1)	100	50	30
Alcalinidad como CO3Ca (1)	200	100	50
Aceites y grasas	150	100	50

(1) Estos valores serán incrementados con la concentración inicial del agua de aportación.

2.4.2.4. Resultados del Análisis Físico-Químico y Bacteriológico en el Lixiviado.

El análisis de el lixiviado, producto de la descomposición de la basura, fué realizado en el Laboratorio de Sanitaria de la Universidad Técnica Particular de Loja. Los resultados son los siguientes:

LABORATORIO DE SANITARIA

Reporte análisis W-058-L-S-UTPL

Muestra : AGUA LIXIVIADA

Procedencia : Loja Loja Villonaco
 : PROVINCIA CANTON SITIO

Fecha de recepción : 1993/02/09

Solicitante : Jorge Moreira-Vicente Ortíz-Oswaldo Román

Análisis Solicitados: Físico-Químico y Bacteriológicos

Fecha de Reporte : 1993/03/04

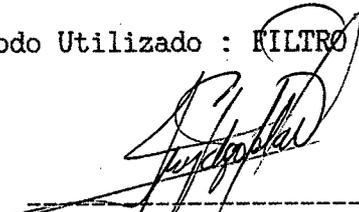
Laboratorista : Ing. Edgar Ojeda y Flaverto Riofrio

ANALISIS FISICO-QUIMICO	Unidades	RESULTADO
- Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/lt	855.0
- P.H.		5.2
- Color	U.Pt.Co	17500.0
- Turbidéz	N.T.U.	125.0
- Sólidos totales	mg/lt	28434.0
- Sólidos sedimentados	ml/lt	40.0
- Sólidos disueltos	mg/lt	19930.0
- Sólidos disueltos fijos	mg/lt	13951.0
- Sólidos disueltos volátiles	mg/lt	5979.0
- Sólidos suspendidos	mg/lt	8504.0
- Sólidos suspendidos fijos	mg/lt	5953.0
- Sólidos suspendidos volátiles	mg/lt	2551.0
- Alcalinidad a la fenoltaleina	mg/lt	0.0
- Alcalinidad total	mg/lt	8000.0
- Calcio como Ca++	mg/lt	1840.0
- Dureza cálcica como CaCO3	mg/lt	4590.0
- Hierro total como Fe+++	mg/lt	55.0
- Manganeso como Mn++	mg/lt	17.5
- Nitrógeno nitrito como NO2-N	mg/lt	0.2
- Nitrito como NO2	mg/lt	0.66
- Nitrógeno nitrato como NO3-N	mg/lt	125.0
- Nitrato como NO3	mg/lt	550.0
- Nitrógeno amoniacal como NH3-N	mg/lt	210.0
- Amoníaco como NH3+	mg/lt	256.2
- Amonio como NH4-	mg/lt	270.9

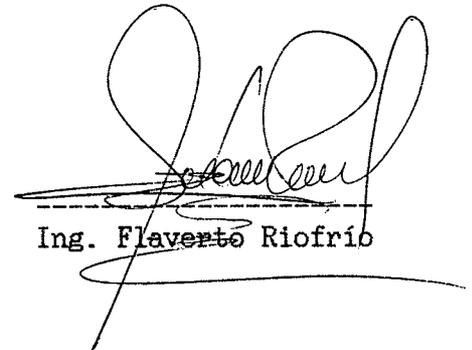
Método Utilizado : HACH-ESPECTROFOTOMETRICO

ANALISIS BACTERIOLOGICO	RESULTADOS
- Gérmenes totales/ml	3.0E+05
- Hongos y levaduras/ml	1.2E+05
- Coliformes totales/100ml	2.0E+06
- Coliformes fecales/100ml	2.1E+05
- Salmonella-Shigella/100ml	1.0E+04

Método Utilizado : FILTRO DE MEMBRANA



Ing. Edgar Ojeda



Ing. Flavento Riofrío

2.4.2.5. Conclusiones

- 1.- Como se esperaba, el grado de contaminación que se produce en el botadero es muy elevado, basta con observar los resultados de el análisis en el lixiviado. Por ejemplo: es expresiva la Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO=855), este índice representa la cantidad de oxígeno que los microorganismos necesitan para digerir la materia orgánica contenida en un litro de líquido, o sea, la reducción que el vertimiento de lixiviado provocaría en la cantidad de oxígeno disuelto en el agua haría falta a su ecosistema.
- 2.- Los resultados arrojan concentraciones bastante elevadas y que se deben controlar, en especial lo referido a la producción de Coliformes fecales (2.1E+05 por c/100ml), Salmonella-Shigella(1.0E+04 por c/100ml).
- 3.- paralelamente a la acción biológica, en el medio acuoso ocurren reacciones químicas entre sustancias preexistentes o recién formadas.

- 4.- Las sustancias líquidas y disueltas (con menor facilidad las sustancias insolubles), tienden a percolar y escurrir por la masa de basura y enseguida por el suelo, convirtiéndose en muy peligroso cuando se encuentra con aguas subterráneas o escurrimientos superficiales.
- 5.- Sustancias gaseosas no disueltas, generalmente menos densas que el aire, o por fuerza de la presión interna, tienden a salir a la atmósfera y desvaloran aun más nuestro ecosistema.
- 6.- En conclusión, los residuos sólidos depositados se comparan a un reactor que produce líquidos, gases y partículas de elevado poder contaminante y relativa peligrosidad.

2.4.3. Contaminación de sitios cercanos

2.4.3.1. Cultivos

Por el lado Sur existen cultivos de maíz a una distancia aproximada de 500 m . En el lugar mismo de el botadero se encuentran pequeños cultivos de zambos; que en este caso la contaminación es más peligrosa por que la fruta está en contacto directo con la basura, luego la llevan al mercado para su distribución, sin que haya control sanitario alguno.

2.4.3.2. Aguas

Para determinar con exactitud el grado de contaminación que se está produciendo en las aguas perimetrales al botadero, se hicieron las análisis respectivos y cuyos resultados se presentarán a continuación:

1) Quebrada Lipiacocha

a.- **Resultados:** ubicada por el lado Sur a una distancia aproximada de 50 m. en profundidad, el análisis Físico-Químico y Bacteriológico de esta muestra arrojó los siguientes resultados:

LABORATORIO DE SANITARIA

Reporte análisis W-058-L-S-UTPL

Muestra : AGUA DE QUEBRADA (Lipiacocha)

Procedencia : Loja Loja Villonaco
 : PROVINCIA CANTON SITIO

Fecha de recepción : 1993/02/09

Solicitante : Jorge Moreira-Vicente Ortíz-Oswaldo Román

Análisis Solicitados: **Físico-Químico y Bacteriológicos**

Fecha de Reporte : 1993/03/04

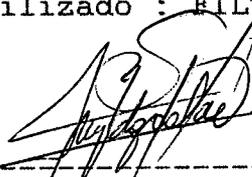
Laboratorista : Ing. Edgar Ojeda y Flaverto Riofrio

ANALISIS FISICO-QUIMICO	Unidades	RESULTADO
- P.H.		6.2
- Color	U.Pt.Co	80.0
- Turbidéz	N.T.U.	10.0
- Sólidos totales	mg/lt	10.0
- Alcalinidad a la fenoltaleina	mg/lt	0.0
- Alcalinidad total	mg/lt	26.0
- Acidez libre	mg/lt	0.0
- Acidez total	mg/lt	0.0
- Calcio como Ca ⁺⁺	mg/lt	5.6
- Dureza cálcica como CaCO ₃	mg/lt	13.97
- Dureza total	mg/lt	16.0
- Sulfatos como SO ₄ ⁼	mg/lt	4.0
- Sílice como SiO ₂	mg/lt	20.0
- Hierro total como Fe ⁺⁺⁺	mg/lt	0.95
- Manganeso como Mn ⁺⁺	mg/lt	0.0
- Nitrógeno nitrito como NO ₂ -N	mg/lt	0.007
- Nitrito como NO ₂	mg/lt	0.023
- Nitrógeno nitrato como NO ₃ -N	mg/lt	0.9
- Nitrato como NO ₃	mg/lt	3.96
- Nitrógeno amoniacal como NH ₃ -N	mg/lt	0.2
- Amoníaco como NH ₃ ⁺	mg/lt	0.24
- Amonio como NH ₄ ⁻	mg/lt	0.26
- Cloruros como Cl ⁻	mg/lt	20.00

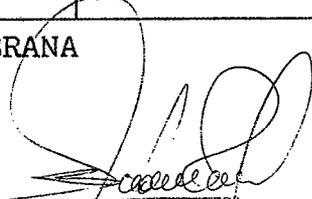
Método Utilizado : HACH-ESPECTROFOTOMETRICO

ANALISIS BACTERIOLOGICO	RESULTADOS
- Gérmenes totales/ml	1.7E+03
- Hongos y levaduras/ml	2.0E+02
- Coliformes totales/100ml	1.8E+05
- Coliformes fecales/100ml	0.0E+00
- Salmonella-Shigella/100ml	0.0E+00

Método Utilizado : FILTRO DE MEMBRANA



Ing. Edgar Ojeda



Ing. Flaverto Riofrío

NOTA: Las aguas de esta quebrada son utilizadas para consumo de unas 50 familias del barrio San José y unas 4 más que se encuentran a un lado de la carretera, es de considerar que estas aguas son sólo entubadas, es decir, no reciben ningún proceso de potabilización antes de ser utilizadas.

b.- Conclusiones

- 1.- Los resultados obtenidos del análisis Físico-Químico están de acuerdo con lo normado por el Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias, con excepción del Color, Turbidéz, Hierro Total, que no representan mucho peligro para la salud.
- 2.- Lo más peligroso del análisis Bacteriológico son los coliformes fecales, pero como se puede ver en el análisis, no existen este tipo de bacterias, por lo tanto, esta quebrada presenta un grado de confiabilidad para consumo.

En lo que se refiere a : Coliformes totales, Hongos y Levaduras y Gérmenes totales, su presencia es alta, pero se puede tratar por cualquier método, sin presentar ningún problema para su tratamiento, además es natural la presencia de estas bacterias en este tipo de afluentes superficiales.

- 3.- En conclusión podemos decir, que esta quebrada no recibe ninguna contaminación por parte de el botadero, a pesar de encontrarse muy cerca del mismo.(no tiene un contacto directo lixiviado con la quebrada)

2) Laguna

- a.- **Resultados:** ubicada por el lado Este a una distancia de 300 m. desde el botadero, actualmente esta laguna sirve para la cría de peces, propiedad de los militares. Los resultados del análisis Fisico-Químico y Bacteriológico de el agua de esta laguna son los siguientes:

LABORATORIO DE SANITARIA

Reporte análisis W-058-L-S-UTPL

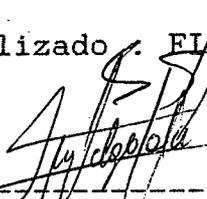
Muestra : **AGUA DE LAGUNA**
 Procedencia : Loja Loja Villonaco
 : PROVINCIA CANTON SITIO
 Fecha de recepción : 1993/02/09
 Solicitante : Jorge Moreira-Vicente Ortiz-Oswaldo Román
 Análisis Solicitados: **Físico-Químico y Bacteriológicos**
 Fecha de Reporte : 1993/03/04
 Laboratorista : Ing. Edgar Ojeda y Flaverto Riofrío

ANALISIS FISICO-QUIMICO	Unidades	RESULTADO
- P.H.		7.4
- Color	U.Pt.Co	1500.0
- Turbidéz	N.T.U.	160.0
- Sólidos totales	mg/lt	1004.0
- Alcalinidad a la fenoltaleina	mg/lt	0.0
- Alcalinidad total	mg/lt	150.0
- Acidez libre	mg/lt	0.0
- Acidez total	mg/lt	0.0
- Calcio como Ca++	mg/lt	10.4
- Dureza cálcica como CaCO3	mg/lt	25.95
- Dureza total	mg/lt	36.0
- Sulfatos como SO4=	mg/lt	0.0
- Sílice como SiO2	mg/lt	0.0
- Hierro total como Fe+++	mg/lt	2.6
- Manganeso como Mn++	mg/lt	0.0
- Nitrógeno nitrito como NO2-N	mg/lt	0.0
- Nitrito como NO2	mg/lt	0.0
- Nitrógeno nitrato como NO3-N	mg/lt	0.1
- Nitrato como NO3	mg/lt	0.44
- Nitrógeno amoniacal como NH3-N	mg/lt	6.25
- Amoníaco como NH3+	mg/lt	7.63
- Amonio como NH4-	mg/lt	8.06
- Cloruros como Cl-	mg/lt	285.0

Método Utilizado : HACH-ESPECTROFOTOMETRICO

ANALISIS BACTERIOLOGICO	RESULTADOS
- Gérmenes totales/ml	3.0E+04
- Hongos y levaduras/ml	8.0E+03
- Coliformes totales/100ml	2.0E+06
- Coliformes fecales/100ml	4.4E+05
- Salmonella-Shigella/100ml	9.0E+04

Método Utilizado : FILTRO DE MEMBRANA



 Ing. Edgar Ojeda



 Ing. Flaverto Riofrío

b- Conclusiones.-

- 1.- Los resultados de ésta laguna sí son bastante concentrados, están fuera de las normas, sobre todo los bacteriológicos. Existe una sobre producción de Coliformes fecales y de Salmonella-Shigella (ejm: lixiviado-Coliformes fecales= $2.1E+05$, laguna-Coliformes fecales= $4.4E+05$) que son los más peligrosos, esto debido a que las bacterias se reproducen, y como el agua es estancada la reproducción es aún mayor.

- 2.- La contaminación es muy grande, debido también a que en el momento que se tomó la muestra los recolectores habían depositado la basura muy cerca de la laguna, a unos 30 m aproximadamente, por que no podían acceder al lugar por su saturación (como se puede observar en la siguiente fotografía) y el agua de lluvia caída sobre esta basura tenía acceso directo a la laguna.



CAPITULO

III

III. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TECNICO-ECONÓMICO DE LOS SITIOS PROBABLES PARA EL RELLENO SANITARIO.

3.1. Métodos y criterios desarrollados para la preselección.

3.1.1. Zonificación del área de estudio.

Esta zonificación tiene como objetivo facilitar enormemente el inicio de los recorridos con fines de búsqueda de lugares que puedan resultar convenientes como relleno sanitario, además recopila datos que serán de gran utilidad para hacer una elección correcta de los sitios más adecuados.

Como se puede observar en los planos I.G.M escala 1:50 000, las vías que salen de la ciudad de Loja, tienen una orientación bastante marcada, de tal manera que cada una de las vías se dirige a un punto cardinal bien definido.

Por esta razón, resulta fácil hacer una zonificación del área de estudio determinada por los puntos cardinales.

Así entonces, tomando como referencia la ciudad de Loja se divide el área de estudio en:

- 1.- Zona Norte
- 2.- Zona Nor-oeste
- 3.- Zona Oeste
- 4.- Zona Sur-oeste
- 5.- Zona Sur
- 6.- Zona Sur-este

7.- Zona Este

8.- Zona Nor-este

Remitirse al plano #1

El hecho de que las zonas estén representadas por las vías principales es importante, puesto que será por estas carreteras por donde se comenzará la búsqueda de los posibles lugares que puedan dar albergue al Relleno Sanitario.

3.1.1.1. Análisis general de las zonas

Para determinar las zonas que resultarán más convenientes en la búsqueda de lugares, no se necesitan estudios demasiado profundos como en el caso de los estudios de los lugares puntuales y menos aún del lugar elegido.

Los principales criterios para hacer el análisis, estarán determinados por:

- **Vías existentes hacia las zonas.** - Es obvia la necesidad de la existencia de vías principales hacia las zonas, puesto que el transporte de los desechos se hará por ellas y además de manera permanente durante todo el año.

- **Orografía general de las zonas** .- La irregularidad de las zonas es un factor que está fuertemente ligado a la disponibilidad de lugares, esto por el hecho de que se requieren extensiones grandes (alrededor de 5 Has o más) para ser funcionales como Rellenos

Por otro lado, resulta demasiado difícil el transporte a zonas muy quebradas.

- **Geología Regional de La Cuenca de Loja :**

(Fuente: Carta Geológica. Escala 1:100.000 IGM) (Restitución: Plano No. 2)

Dentro de la prospección o búsqueda de los lugares para ubicar el Relleno Sanitario, es fundamental la Interpretación de mapas geológicos que nos permiten formar un criterio de las condiciones geológicas de las zonas en que se buscarán los posibles lugares para ubicar el relleno sanitario.

Los depósitos de la cuenca de Loja son casi idénticos con los de la cuenca de Malacatos y son similarmente divididos en cuatro unidades litoestratigráficas.

a) FORMACION SALAPA.

Las rocas volcánicas son muy limitadas en extensión y forman solamente dos afloramientos pequeños en las extremidades norte y sur de la cuenca. En el sur, en el nudo de Cajanuma la roca dominante es la toba andesítica. En el norte de Salapa encontramos lavas andesíticas y basálticas con tobas de color púrpura y muchos aglomerados, la potencia de estos estratos es de 1500 m.

La Formación Salapa esta discordante sobre las rocas metamórficas de la serie Zamora y esta sobrepuesta en el norte por la Formación Trigal y en el sur por la Formación San Cayetano.

b) FORMACION TRIGAL.

Esta formación es la base de la secuencia sedimentaria, aflora al lado oeste de la cuenca, desde Salapa en el norte hasta

la carretera (vieja) Catamayo-Loja al sur; está bien expuesta en el río Trigal y se compone de una arcilla homogénea en su mayor parte, pero localmente, es perfectamente laminada y puede contener vetas delgadas de yeso. Los afloramientos se encuentran solamente en los ríos y valles porque están cubiertos de una extensión de material coluvial que contiene bloques de rocas metamórficas derivadas de la cordillera occidental de la cuenca que va desde el Villonaco hasta Sacaña, la potencia de estos estratos es de 450 m.

La Formación Trigal buza suavemente hacia el este, debajo de la formación San Cayetano la cual se encuentra en concordancia, pero esta en discordancia sobre la serie Zamora en el lado oeste de la cuenca. En el sur, la formación Trigal está fallada contra las rocas metamórficas, y así la carretera vieja a Catamayo pasa por un escarpado impresionante de falla debido a los fenómenos característicos de erosión diferencial entre las arcillas blancas y las rocas metamórficas resistentes.

c) FORMACION SAN CAYETANO.

Algunas litologías componen la formación, pero la más importante es el lignito o carbón.

La Formación consiste en capas delgadas de areniscas, limonitas, arcillas silíceas, arcillas calcáreas con intercalaciones de carbón y con una potencia de 700 m. Existen 5 estratos de carbón de más o menos un metro de espesor inmediatamente al este de Loja.

d) FORMACION QUILLOLLACO.

Este conglomerado aflora principalmente en la parte este de la cuenca, inmediatamente al oeste de la ciudad de Loja, y se extiende hacia el sur hasta el nudo de Cajanuma. Está compuesta de guijarros, filita, cuarcita, esquistos, cericíticos, riolita y vetas de cuarzo encajadas en una matriz arenosa, con una potencia de 800 m.

Del análisis geológico de cada una de las zonas podemos concluir lo siguiente:

- 1) La ubicación del relleno no está restringido por el tipo de materiales que conforman la hoya de Loja (tobas, arcillas, cuarcitas, filitas, etc.). La formación de estos estratos se encuentra muy por debajo de la profundidad de cimentación del relleno (2 - 3 m.); considerando que luego de la capa vegetal se encuentra un estrato de arcillas, limos, arenas o combinaciones de ellos, suficiente para cimentar el relleno.

En síntesis cualesquier lugar es apto geológicamente para ubicar la obra, quedando supeditado solamente al estudio de suelos.

- 2) Lo más importante de la interpretación geológica es la ubicación de las fallas (PLANO #2), del que podemos decir que si un lugar posible de implantar el relleno se asienta sobre una falla geológica; éste quedará descartado automáticamente.

Un lugar posible de construir el relleno debe ser rechazado

si se encuentra enmarcado en alguna de las restricciones indicadas en el numeral 3.1.2. de este capítulo; en el que se involucran condiciones geológicas.

- **Crecimiento Demográfico** .- Es recomendable que el crecimiento poblacional se dirija hacia el lugar donde se efectuará el Relleno Sanitario , con el fin de que el uso futuro que se le de a este sea de mayor utilidad para la comunidad (ver Uso Futuro numeral 3.1.2.2).
- **Principal uso del suelo**.- En general, la ciudad de Loja y su periferie, no se caracteriza por ser una Zona agrícola productiva, sin embargo se verá la protección a ciertos tipos de cultivos existentes.

A continuación se hace un análisis general de cada zona:

A.- Zona Norte .-

Esta zona está representada por la vía antigua a Cuenca y sus ramificaciones, dicha vía no se encuentra en buenas condiciones por no tener mantenimiento debido al poco tráfico que tiene a partir del Kilómetro cuatro, producto de la creación de la vía nueva.

En general, resulta ser una zona bastante quebrada, tiene la tendencia de irse haciendo cada vez más irregular hacia el Este, mientras que para el Oeste resulta mucho menos accidentada.

Su crecimiento poblacional es bajo

por las características orográficas de la zona y además por el abandono de la vía, cabe indicar que existe una parte industrial principalmente ocupada por fábricas de gaseosas, embutidos y muebles.

No tiene cultivos de consideración, y los pocos lugares (tendientes al oeste) que podrían ser utilizados con estos fines no son lugares regados en la actualidad.

Por lo anteriormente dicho y de un recorrido general, se ve que la zona dispone de muy pocos lugares, y los que se encuentran son de extensiones demasiado pequeñas como para ser usados como relleno sanitario

B.- Zona Nor-Oeste .-

Esta se encuentra representada por la vía nueva a Cuenca y sus ramificaciones, la vía se encuentra en excelentes condiciones, razón por la cual se ve un gran incremento de población a los márgenes de esta carretera.

Esta zona es menos quebrada que todas las demás, manteniéndose esta característica en toda su extensión.

A pesar de que el suelo resulta productivo, no tiene cultivos de consideración por la falta de riego.

De el breve análisis anterior de esta zona, se puede estimar la existencia de lugares en buenas condiciones con fines de relleno.

C.- Zona Oeste .-

Representada por las vías a Catamayo, tanto la nueva como la antigua.

La carretera nueva se encuentra en excelentes condiciones físicas, no así la vía antigua, que se encuentra en un completo abandono

La orografía no resulta ser muy quebrada en toda la zona, pese a lo cual no tiene extensiones cultivadas de consideración.

En el recorrido hecho por la vía nueva a Catamayo (lugar donde se encuentra el actual botadero) , existe un gran incremento de población adyacente a la carretera, por lo que la búsqueda tiende a alejarse demasiado al Oeste en donde se estiman lugares pequeños, muy accidentados y a distancias bastante considerables del centro de gravedad urbano.

La zona que considera la vía antigua a Catamayo, tiene un bajo crecimiento poblacional, debido a su abandono. En general, la fisonomía del margen sur de la carretera resulta bastante quebrado, no así la margen norte que presenta excelentes opciones de ubicación del Relleno, a partir del Kilómetro siete.

D.- Zona Sur-Oeste .-

Representada por el área comprendida entre la vía antigua a Catamayo y la vía a la Argelia, cabe destacar que una de las principales uniones es la avenida

construida recientemente " los Paltas ", que no se encuentra asfaltada, pero que presenta en general, buenas características físicas.

Esta zona dispone de una orografía que no resulta muy irregular, razón por la cual se estima que el máximo crecimiento poblacional de la ciudad será en esta zona.

La existencia de cultivos resulta casi nula por falta de riego.

En la zona comprendida entre las carreteras mencionadas anteriormente (unidas por ramificaciones), se encuentran buenas posibilidades de terrenos útiles para el fin en estudio.

E.- Zona Sur .-

Esta zona está representada por las vías: Loja - Malacatos y vía La Argelia con sus respectivas ramificaciones, ambas vías se encuentran en buenas condiciones puesto que se les da el suficiente mantenimiento.

En general la zona resulta muy quebrada, haciéndose más irregular mientras más se aleja hacia el sur y al este, no así la parte que tiende al oeste.

Igual que las zonas anteriores, no dispone de cultivos de consideración por la poca extensión y falta de riego.

Los lugares que podrían ser útiles

vía Malacatos, no son convenientes debido a que los pocos que se estiman resultan pequeños y demasiado cerca del río. Es fácil hacer una observación e identificar en planos, que dichos terrenos tienen una fisonomía bastante quebrada a partir del Kilómetro cinco, razón por la cual existen lugares con poca extensión.

En las ramificaciones que existen después de la vía a la Argelia, se presentan pocas opciones, pero de extensiones aceptadas para el efecto.

F.- Zona Sur-Este .-

Zona representada por la vía que va al barrio Zamora huaycu, esta vía se encuentra en buenas condiciones debido a que está dentro del área urbana por su poca extensión.

La orografía de esta zona es la más quebrada de todas, razón por la cual no existe crecimiento poblacional, a demás de no disponer de vías que salgan del área urbana en esta dirección .

No existen cultivos, y resultaría inútil regar este tipo de terrenos por la falta de vialidad y por su exagerada irregularidad se estima que no existen lugares convenientes en esta zona.

G.- Zona Este .-

Representada por la vía nueva a Zamora, esta vía se encuentra en buenas condiciones por el mantenimiento que se le da por ser la única vía que comunica con la

Provincia de Zamora.

No existe en esta zona cultivos de consideración por su poca extensión y por su irregularidad.

Las partes que podrían ser utilizadas como relleno se encuentran más allá de la unión de la vía antigua con la nueva (entre los Kilómetros cinco y seis). Pese a que dichas zonas se encuentran en una orografía bastante quebrada, se han localizado en ellas lugares que podrían resultar convenientes.

H.- Zona Nor-Este .-

Existe únicamente una vía de poca extensión y en pésimas condiciones como para ser considerada para transporte de los desechos.

Es notoria la insuficiencia de vías para este sector, insuficiencia que es producto de la irregular orografía encontrada.

Existen cultivos en las haciendas particulares, pero no son de consideración por su poca extensión.

Es obvio que no resultará satisfactoria la estimación de lugares convenientes con fines de relleno.

SUGERENCIA.- No se puede todavía escoger lugares puntuales, sin embargo se debe delimitar la búsqueda, puesto que los lugares encontrados en algunos sectores resultan poco o nada convenientes de acuerdo a las consideraciones indicadas en este estudio.

Por tanto se intensificará la búsqueda para los siguientes sectores:

- 1.- Nor-Oeste.
- 2.- Oeste
- 3.- Sur
- 4.- Sur-Oeste
- 5.- Este

3.1.2. Restricciones adoptadas y Parámetros de limitación

En este punto se presentan las restricciones de ubicación, que se refiere a ciertas características de algunos terrenos en los cuales no resulta conveniente ubicar el relleno Sanitario. Seguidamente se presentan parámetros lógicos de limitación.

La utilidad de este punto es restringir la ubicación de los lugares, de tal manera que no resulte inútil la búsqueda de terrenos que no sean convenientes para el fin en estudio.

3.1.2.1. Restricciones adoptadas.

- **Llanuras de inundación.**- Se requiere que los rellenos se ubiquen fuera de las zonas de inundación, por las siguientes razones:

- a) La obstrucción del flujo de la inundación.
- b) La posibilidad de deslaves o erosión que provoquen

arrastre de residuo.

- **Pantanales y similares.**- Es de esperar que la ubicación de instalaciones para rellenos sanitarios no se encuentren en dichas lugares, a menos que se demuestre con suficiente grado de confianza, que se han previsto medidas adecuadas para no degradar el ambiente.
- **Fallas geológicas.**- Las instalaciones para rellenos sanitarios se ubicarán a 60 m. o más de las fallas geológicas.
- **Zonas Inestables.**- Cualquier instalación que se ubique en "zonas inestables" debe demostrar que los diseños de Ingeniería garantizan la estabilidad de los componentes estructurales de las instalaciones. Para esto se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos:
 - a) Características geológicas Regionales.
 - b) Características especiales causadas por obras previas hechas por el hombre (ej. excavación de túneles).

e.g.

3.1.2.2. Parámetros de limitación

Parámetro 1.- Pese a que un relleno sanitario bien operado, no presenta problemas a distancias mayores a 200 m. de las áreas residenciales, los lugares se escogerán fuera del área urbana establecida en el I.Municipio, por las siguientes razones:

- **Razón 1.**- El poco interés que presentan las autoridades encargadas a los problemas de desechos sólidos "basura", hace que no exista la fiabilidad para asegurar una buena operación del

Relleno, que podría traducirse en problemas de contaminación y molestias a la comunidad.

- Razón 2.- La falta de conocimiento de la comunidad sobre los Rellenos Sanitarios, provoca oposición a que el proyecto pueda realizarse dentro de zonas cercanas a lugares poblados.

Parámetro 2.- Las distancias de los lugares al centro urbano de gravedad en lo posible no sobrepasarán los 15 Km, por las siguientes razones:

- Razón 1.- La disponibilidad y existencia de varios lugares en muy buenas condiciones para el efecto encontrados dentro de este rango.

- Razón 2.- Debe propenderse al uso económico de los recolectores en cuanto a los costos de transporte, por tanto se recomienda (cuando no se dispone de estación de transferencia) que el lugar no esté más allá de los 45 minutos de ida y regreso. Además de reducir los costos de transporte, permite una mayor vigilancia y supervisión permanente por parte de la comunidad que estará atenta para que el Relleno Sanitario sea operado y mantenido en las mejores condiciones posibles.

Parámetro 3.- Los lugares en lo posible, estarán a una distancia no mayor a 2 Km de vías principales en buenas condiciones de asfaltado, seguridad e ingreso fácil en todas la épocas del año, por las siguientes razones:

- Razón 1.- Facilita el acceso al Relleno y resulta más económico el transporte de los desechos sólidos, además agiliza la construcción de las vías internas de penetración.

- Razón 2.- No resulta económico rehabilitar vías de acceso más allá de los 2 Km. de las vías principales.

3.1.3. Búsqueda puntual de los lugares en las zonas más convenientes

Debido a que los planos topográficos I.G.M esc 1:50000 tienen acotadas las curvas de nivel cada 40 m, es imposible tener una idea clara de la topografía existente como para hacer determinaciones puntuales de los lugares, por tal motivo, se buscan posibles lugares haciendo un segundo recorrido por el área fuera del límite urbano en las zonas más convenientes que podría dar albergue al Relleno, para ello se requiere ya la ayuda de planos a escalas menores (1:5000).

Es necesario anotar que en esta búsqueda se consideran en lo posible los parámetros indicados en el numeral 3.1.1., y que además se sondea lugares que no constan en los planos esc 1:5000.

3.1.3.1. Información Preliminar.

La primera información sobre la búsqueda de los lugares que puedan servir para el efecto se obtiene de las siguientes fuentes:

1. De tesis de grado U.T.P.L (1988)
2. De el I.Municipio

Esta información resulta demasiado general debido a que no se ha hecho un estudio profundo, pero coincide en que Loja todavía dispone de lugares que pueden ser

usados con fines de Relleno y con grandes posibilidades de éxito. En estos estudios además se hacen sugerencias sobre ubicación de posibles lugares.

3.1.3.2. Criterios de Búsqueda.

Las consideraciones tomadas para el siguiente estudio serán principalmente:

- **Economía de transporte de desechos.**- Se tomará en cuenta la lejanía de dichos lugares, así como otras características físicas de las vías .
- **Vida útil.**- La capacidad del sitio debe ser suficientemente grande para permitir su utilización a largo plazo (10 o más años) a fin de que su vida útil sea compatible con la gestión, los costos de adecuación y las obras de Infraestructura. Por tanto se buscarán lugares con esta característica. Obviamente, todo dependerá de su disponibilidad.

Cabe indicar que para la obtención del tiempo de diseño deberá remitirse a los volúmenes de basura que producirá la ciudad, volúmenes que están contemplados en el cuadro # 4.3.

- **Número de establecimientos vecinos.**- De igual manera se tendrá el suficiente cuidado en escoger lugares que no produzcan molestias a establecimientos vecinos (cuando estén en un número prudencial)., se considerarán como establecimientos vecinos a las viviendas, Haciendas y otras construcciones que se encuentren a 800 m a la redonda.

- **Conservación de los recursos naturales.**- Es de esperar que los lugares no presenten problemas a los recursos naturales, o que dichos recursos puedan ser fácilmente protegidos. Por ello se consideran en este punto, las quebradas, lagunas y los proyectos de riego en ejecución.
- **Uso futuro** .- debe tenerse en mente la probabilidad de su utilización futura, a fin de integrar el relleno perfectamente al ambiente natural. Una vez terminada su vida útil, el relleno puede ser transformado en un parque, área deportiva, jardín, vivero o en un pequeño bosque.

3.1.3.3. Primera selección de los posibles lugares.

Se hará mención a los lugares con el nombre del sector a donde corresponden y se darán referencias de distancia y azimut tomando en cuenta algún punto referencial (escuela , iglesia, laguna, etc.).

Tenemos así:

1. NOR-OESTE.-

- 1ro). **El Estanco.**- Ubicado en el sector de Salapa Bajo, con una cota de 2200 m.s.n.m., cercano a la quebrada Salapa. Encontrado a una distancia de 700 m. y con un azimut de 227 grados medidos desde la Esc. Ramón Burneo. La distancia al centro de gravedad es de 9.7 Km. (vía antigua a cuenca 3.7 Km, desviación al Seminario Mayor Diosesano 6.0 Km.).

La carretera se encuentra en pésimas condiciones en un 70%, por no estar asfaltada y tener únicamente

material de rodadura compactado, además no presenta condiciones técnicas de diseño de vías.

El área aproximada disponible es de 4.6 Has con una profundidad media de 9 m. equivalente a un volumen de 414000 m³. Por tanto representa un tiempo de vida útil de 7 años. Dispone además de gran cantidad de material de cobertura.

Como establecimientos vecinos se encuentra únicamente una vivienda abandonada y una escuela a 700 m, además no presenta visibilidad desde ningún punto de la carretera.

No tiene un uso actual, sin embargo, se encuentra en una zona que posteriormente servirá para cultivo, por encontrarse cercano al canal de riego del proyecto "Santiago", el cual se encuentra ya en ejecución.

2do). Turupamba. - Adyacente al sector de Carigán, con una cota de 2175 m.s.n.m., en la quebrada Carigán. A una distancia de 1100 m. y con un azimut de 30 grados medidos desde la iglesia de Carigán. La distancia al centro urbano de gravedad es de 9.8 Km. (vía nueva a Cuenca 8.4 Km, desviación 1.1 Km, sin camino 0.3 Km).

La carretera se encuentra en Muy Buenas condiciones en el trayecto a Cuenca, mientras la desviación sólo dispone de material afirmado.

El área aproximada disponible es de 3.0 Has, con una profundidad media rellenable de 35 m. equivalente a 1085000 m³ de volumen. Por tanto su tiempo de duración estará en

el orden de los 15 años.

Cercano a este lugar se encuentra una pequeña capilla, y a una cota más alta un pequeño reservorio de agua que no sufriría daños en caso de elegir este lugar como el más conveniente, cabe indicar además que a una distancia prudencial se encuentran 15 viviendas que forman parte de la parroquia Carigán, pero por las características del lugar no resulta visible para ellas, ni desde ningún punto de la carretera.

El terreno no es regable por tratarse de una hondonada.

Cabe indicar que el lugar ha sido considerado por el I. Municipio para ser depósito de basura.

3ro). El Pajón.- En la margen Este de la carretera nueva a Cuenca, con una cota de 2400 m.s.n.m., moderadamente alejado de la quebrada Tenería. A una distancia de 14.2 Km del centro de gravedad urbano (trayecto de la carretera).

La vía se encuentra en Muy Buenas condiciones de asfaltado y mantenimiento en el trayecto al lugar, que se encuentra a un lado de la vía.

El área disponible para relleno es de 8.5 Has con una profundidad media de 12m. equivalente a un volumen de 1020000 m³. Por tanto el tiempo de duración del relleno será poco más de 14 años.

No tiene establecimientos vecinos de consideración, pero presenta demasiada visibilidad desde la carretera por estar adyacente a ella.

Se encuentra en la parte este del canal de riego del proyecto "Santiago" y aunque no es un área regable por dicho proyecto, está muy cerca a él y en una cota un poco mayor a la del canal.

Cabe indicar además que este lugar ha sido considerado en la tesis "Estudio de la recolección Transporte y disposición final de los desechos sólidos de la ciudad de Loja", 1988 U.T.P.L.

2. OESTE.-

4to). **San Miguel.**- Ubicado en el sector de Tierras Coloradas, con una cota de 2300 m.s.n.m., cercano a la quebrada San miguel. Encontrado a una distancia de 90 m y con un azimut de 100 grados medidos desde la Laguna San Miguel (seca). La distancia al centro urbano de gravedad es de 7.8 Km.(vía antigua a Catamayo 7.3 Km, desviación 0.5 Km).

La vía asphaltada no se encuentra en buenas condiciones (Regulares) debido al abandono de estos sectores, y el trayecto de desviación hacia el lugar es un camino poco más ancho que un camino de herradura.

El Area disponible corresponde aproximadamente a 9.6 Has con una profundidad media de 12 m. Equivalentes a un volumen de 1152000 m³. Por tanto tendrá un tiempo de diseño del orden de los 15 años.

En la actualidad el lugar no tiene cultivos ni ningún uso de consideración.

Existen dos viviendas y una hacienda dentro del perímetro considerado.

3. SUR-OESTE.

5to). **Chonta Cruz.**- Ubicado en el sector del mismo nombre, con una altitud de 2325 m.s.n.m.. A una distancia de 800 m. con un azimut de 312 grados medidos desde la escuela Raúl Arteaga. La distancia al centro urbano de gravedad es de 5.5 Km. (vía a Epoca 4.5 Km, Avda. Los Paltas 0.6 Km, sin camino 0.4 Km).

En general las vías que conducen al lugar se encuentran en Buenas condiciones.

El área disponible es de 5.7 Has con una profundidad media de 18 m. equivalente a un volumen medio de 10260000 m³. Por tanto tendrá un período de diseño de 14.5 años.

Se encuentra a poca distancia de un afluente a la quebrada Alumbre, este afluente se encuentra interrumpido en su paso por la Avenida "Los Paltas".

No existen establecimientos de consideración, por estar protegido por el relieve del lugar, por tanto no presentaría ningún tipo de molestias a la comunidad, sin embargo cabe indicar que al Nor-Oeste se encuentra la Parroquia "Colinas Lojanas" a una distancia aproximada de un kilómetro.

4. SUR.-

6to). **Aramara** .- Ubicado en el sector de Punzara grande, con una

altitud de 2325 m.s.n.m.. Cercano a la quebrada Violeta que es un afluente del río Malacatos. A una distancia de 500 m y con un azimut de 37 grados medidos desde la Escuela Carlos Burneo. La distancia al centro de gravedad urbano es de 5.9 km (vía la Argelia 5.1 Km, desviación 0.6 Km, sin camino 0.2 Km).

El trayecto a la Argelia se encuentra en Excelentes condiciones, no así la desviación la cual tiene únicamente material afirmado.

El área disponible es de 4.1 Has, con una altura promedio de 12 m. equivalente a un volumen de 492.000 m³. Por tanto su período de diseño es de 8 años.

Existe una pequeña escuela a una cota mucho más alta y un establecimiento cercano perteneciente a la U.N.L que no cumple ninguna función específica, esta casa sería la única de consideración puesto que el lugar se encuentra protegido por el relieve y por una gran pantalla de árboles por lo que no presentaría molestias a otras posibles viviendas.

Se encuentra además a medio Kilómetro aproximadamente de un tanque de agua potable, distancia que es lo suficientemente grande como para no provocar molestias.

5.- ESTE.

7mo). **Yanacocha.**- Ubicado más allá del sector San Cayetano alto a una altura de 2350 m.s.n.m., entre los afluentes a la quebrada San Cayetano. A una distancia de 6.3 Km. siguiendo la vía nueva a Zamora, esta se encuentra en Muy Buenas

condiciones de asfaltado, además tiene permanente mantenimiento por ser la única carretera dirigida hacia el este.

El lugar se encuentra en la margen norte de la carretera (100 m.), pero no presenta visibilidad desde la vía debido a que se encuentra en una hondonada protegida por formación orográfica del terreno.

Tiene una extensión aproximada de 4.5 Has, con una profundidad media de 14 m. equivalente a un volumen de 630.000 m³ y a un tiempo de vida útil de 10 años.

No existen establecimientos vecinos de consideración, encontrándose únicamente una casa y a una distancia considerable del lugar.

NOTA: Para una mejor ilustración remitirse al plano # 4.

De esta primera selección se escogerán los lugares más aceptados de acuerdo a los criterios mostrados en el punto 3.1.2.2., lugares a los cuales se los someterá a estudios más profundos.

3.1.3.4. Estudios en los lugares más convenientes.

Los criterios de dichos estudios son los siguientes:

- **Disponibilidad y calidad del material de cobertura.**- Los terrenos antes mencionados han sido también escogidos teniendo en cuenta que dispongan de abundante material de cobertura y sea fácil de extraer.

Este material mientras mayor calidad tiene para el efecto, se utilizará en menor cantidad, es decir, que las capas de recubrimiento tendrán menor espesor, además presentan mayor funcionalidad en el relleno. Por ello se hace necesario la clasificación del tipo de material de cobertura y su permeabilidad.

- **Protección de los recursos de riego.**- Este punto se refiere principalmente a la cercanía de los 12 proyectos de miniriego estimados por PREDESUR, estos proyectos se encuentran en una etapa de prefactibilidad, y pese a que las áreas netas de riego son estimadas únicamente por inspecciones de campo y cartas del PRONAREG, éstas se consideran como válidas. (Remitirse al plano # 3).

- **Características del material de cimentación .-** Es necesario hacer una clasificación (SUCS-AASHO) del material de cimentación a fin de establecer el tipo de material con algunas características de importancia para los fines en estudio.

Cabe indicar que en el diseño del relleno sanitario se hace la conducción del líquido percolado por los filtros y luego por los drenes (en caso de ser necesario), que luego son conducidos para su tratamiento, de tal manera que no se provocan contaminaciones adyacentes al lugar ni a las aguas subterráneas, sin embargo por tratarse de un proyecto poco o nada conocido y por la falta de fiabilidad a la importancia que se le da a dicho proyecto, se procura evitar todo tipo de contaminaciones. Por ello el estudio de suelos también se remitirá a la permeabilidad que presenta el suelo de cimentación con el fin de darle aún un mayor aislamiento (de acuerdo a Casa Grande y Fadum).

A continuación se presentan los lugares en los cuales se ha realizado los estudios antes mencionados.

- 1.- **TURUPAMBA.**- Dispone de un material de cobertura dado por arcillas limosas de baja plasticidad (CL/A-4).

Esta área no resulta ser regable por tratarse de una hondonada, pero se proyecta muy cercano a ella el embalse del proyecto "LA CONCEPCION", con un área neta de riego equivalente a 45 Has.

El material de cimentación corresponde a arcillas limosas de baja plasticidad (CL/A-4) y con un coeficiente de permeabilidad de 1.3×10^{-6} cm/seg, que corresponde a un mal drenaje.

- 2.- **SAN MIGUEL.**- Dispone de un material de cobertura dado por (CH/A-7-5), arcillas de alta plasticidad.

Esta área si resulta regable por encontrarse muy cerca al proyecto "TIERRAS COLORADAS", con un área neta de riego equivalente a 29 Has.

El material de cimentación corresponde a un (CH/A-7-6), arcillas de alta compresibilidad y alto cambio de volumen y con un coeficiente de permeabilidad de 2.30×10^{-8} cm/seg. (Impermeable)

- 3.- **CHONTA CRUZ.**- Dispone de un material de cobertura dado por un (CL/A-7-5), arcillas de baja plasticidad.

Este lugar no se encuentra en un área regable por sus condiciones orográficas y el embalse del proyecto más cercano "LA PALMERA" se encuentra a un kilómetro de distancia con un área neta

de riego de 45 Has.

El material de cimentación corresponde a un (CH/A-7-6) arcillas de alta compresibilidad y alto cambio de volumen y con un coeficiente de permeabilidad de 1.7×10^{-8} cm/seg (Impermeable).

4.- **ARAMARA.**- Dispone de un material de cobertura dado por un (CL/A-4), limos arcillosos de baja compresibilidad.

Esta área si resulta regable por encontrarse muy cerca al proyecto "PUNZARA-2", con un área neta de riego equivalente a 30 Has.

El material de cimentación corresponde a un (CL/A-6), suelos arcillosos de baja plasticidad y con un coeficiente de permeabilidad de 1.8×10^{-8} cm/s. (Impermeable).

5.- **YANACOCKA.**- Dispone de un material de cobertura dado por un (CL/A-4), limos arcillosos de baja plasticidad.

Este lugar no se encuentra en un área regable por sus condiciones orográficas y el embalse del proyecto más cercano "JIPIRO ALTO" se encuentra a 800 m de distancia, con un área neta de riego de 27 Has .

El material de cimentación corresponde a un (ML/A-4), limos de baja plasticidad y con un coeficiente de permeabilidad de 1.3×10^{-7} cm/s (Impermeable).

3.1.4. Selección del lugar técnica

económicamente más conveniente.

La elección del lugar más conveniente se hace

con la ayuda de una matriz la cual contiene los lugares disponibles para el efecto con sus respectivas características.

La valoración se hará con simples estimaciones, considerando el más alto valor (10) para el lugar cuya característica sea más favorable, y un valor de 6 al lugar cuya característica sea menos favorable, se puede utilizar este rango por las siguientes razones:

- No existen diferencias abismales entre las características de un lugar a otro.
- Los lugares que estuvieran con valores menores al mínimo estimado (6) fueron eliminados previamente.

A.- CRITERIOS RELACIONADOS CON LA ECONOMIA :

- **Economía de transporte** (distancia al centro urbano de gravedad). Se dará mayor valoración a los lugares más cercanos.
 - de 5.50 a 6.30 Km, un valor de 10
 - de 6.30 a 7.20 Km, un valor de 9
 - de 7.20 a 8.00 Km, un valor de 8
 - de 8.00 a 9.00 Km, un valor de 7
 - de 9.00 a 9.80 Km, un valor de 6
- **Condiciones de la vía Principal.**- En este punto se ven algunas características físicas de esta vía (mantenimiento, pendiente y condiciones técnicas de diseño). Por tanto se dará un mayor valor a aquellos lugares que dispongan de las vías con mejores características, así:

Lugares que dispongan de vías en EXCELENTES condiciones tendrán una valoración de 10, MUY BUENA de 9, BUENA de 8, REGULAR de 7, MALA de 6.

- **Rehabilitación de las vías de acceso (distancia de recorrido por las ramificaciones desde la vía principal en dirección al relleno).**- Se dará un mayor valor a aquellos lugares que tengan un menor recorrido por las ramificaciones. Así:

- de 0.00 a 0.22 Km, un valor de 10
- de 0.22 a 0.44 Km, un valor de 9
- de 0.44 a 0.66 Km, un valor de 8
- de 0.66 a 0.88 Km, un valor de 7
- de 0.88 a 1.10 Km, un valor de 6

- **Economía de construcción de la vía de acceso,** existen algunos lugares a los cuales no se llega solamente por las ramificaciones de las vías principales, sino que se hace necesario construir un tramo de vía para acceder al relleno. Por ello se calificará con mayor puntuación a aquellos lugares en los cuales el tramo de construcción de las vías de acceso sea mínimo. Así:

- de 0.00 a 0.08 Km, un valor de 10
- de 0.08 a 0.16 Km, un valor de 9
- de 0.16 a 0.24 Km, un valor de 8
- de 0.24 a 0.32 Km, un valor de 7
- de 0.32 a 0.40 Km, un valor de 6

**B.- FUNCIONABILIDAD DEL RELLENO
SANITARIO**

- **Vida útil del terreno.**- Se dará una mayor puntuación a aquellos lugares que dispongan mayor vida útil.

- de 15.0 a 13.6 años, un valor de 10
- de 13.6 a 12.2 años, un valor de 9
- de 12.2 a 10.8 años, un valor de 8
- de 10.8 a 9.4 años, un valor de 7
- de 9.4 a 8.0 años, un valor de 6

- **Material de cobertura.**- La cantidad de material de cobertura está en función del tipo de suelo, se usará una menor cantidad mientras más fino sea este material.

En general no existen diferencias considerables entre los suelos encontrados, puesto que mantienen características similares en todos los casos, por ello la valoración estará más influenciada por la cantidad del material disponible y la facilidad de su extracción.

- **Características de la cimentación.**- Se considera que tendrán una mayor utilidad en el relleno aquellos lugares que dispongan de un material de cimentación impermeable, por ello la puntuación será mayor en los lugares con material de cimentación impermeable, tendrá además influencia en esta puntuación la trabajabilidad del suelo en cuanto a sus características topográficas.

C.- CONSERVACION DEL MEDIO AMBIENTE.

- **Establecimientos vecinos .-** Se dará una mayor valoración a

los lugares que no tengan establecimientos vecinos o que estos estén en menor número, Así:

- Lugares que no tienen establecimientos vecinos se asignará un valor de 10
- Lugares que tienen uno, con un valor de 9
- Lugares que tienen dos, con un valor de 8
- Lugares que tienen tres, con un valor de 7
- Lugares que tienen más de tres establecimientos pero que se encuentren protegidos por la orografía, un valor de 6
- **Conservación de los recursos hidráulicos.**- Se tomará en cuenta la cercanía a los proyectos de miniriego (PREDESUR), quebradas de consideración y áreas regables. De tal manera que se hará la siguiente nominación:

Lugares que presenten EXCELENTE conservación de dichos recursos (aquellos que no se encuentran en áreas regables, ni cerca de embalses, de quebradas de consideración y tanques de agua potable), se valorarán con 10. De acuerdo a esto irán disminuyendo su puntuación a MUY BUENA con 9, BUENA con 8, REGULAR con 7 y MALA con 6.

- **Ocultamiento del lugar.**- Serán valorados con mayor puntuación los lugares que presenten menor visibilidad tanto desde la carretera como de lugares más altos, lugares ocultados debido a su orografía o pantallas de árboles .

De tal manera que aquellos que presenten EXCELENTES condiciones de ocultamiento serán calificados con 10, MUY BUENA con 9, BUENA con 8, REGULAR con 7 y MALO con 6.

Para una mayor ilustración remitirse a los planos # 5, 6, 7, 8, 9, que contienen los lugares más convenientes con sus características más importantes.

Los ensayos de suelos practicados tanto al material de cobertura como a la cimentación, serán encontrados en el Anexo # 1.2.

CUADRO # 3.1

CUADRO DE ELECCION DEL LUGAR TECNICA-ECQNOMICAMENTE MAS CONVENIENTE

LUGARES	Dis.cg ur	Reabilit.	Construc.	Condicio.	vida	Mate.Cob	Caracte.	Conse.re	#de esta.	Ocultam.
	rb-lugar	vía acce	vía acce.	vía-prin.	útil	caract.	Cimenta.	cur.hídri	vecinos	de lugar
	(Km)	(Km)	(Km)	—	(años)	—				
Turupamba(Carigán)	9.8	1.1	0.3	Muy Buena	15	CL	Mala	Mala	Mala	Bueno
San Miguel(T.Coloradas)	7.8	0.5	0	Regular	15	CH	M Buena	Regular	Regular	Regular
Chontacruz	5.5	0.4	0.4	Buena	14.5	CL	M Buena	M Buena	Exelente	Exelente
Aramará	5.9	0.6	0.2	Excelente	8	CL	Buena	Regular	Buena	Bueno
Yanacocha	6.3	0	0.1	Buena	10	CL	Buena	Buena	Buena	Bueno

CALIFICACIONES SOBRE 10

LUGARES	Dis.cg ur	Reabilit.	Construc.	Condicio.	vida	Mate.Cob	Caracte.	Conse.re	#de esta.	Ocultam.	Total
	rb-lugar	vía acce	vía acce.	vía-prin.	útil	caract.	Cimenta.	cur.hídri	vecinos	de lugar	
Turupamba(Carigán)	6	6	7	9	10	8	6	6	6	8	72
San Miguel(T.Coloradas)	8	8	10	7	10	9	9	7	7	7	82
Chontacruz	10	9	6	8	10	9	9	9	10	10	90
Aramará	10	8	8	10	6	9	8	7	8	8	82
Yanacocha	9	10	10	8	7	9	8	9	8	8	86

CAPITULO

IV

IV. ESTUDIOS NECESARIOS PARA EL DISEÑO DEL RELLENO SANITARIO

4.1. Análisis Estadístico sobre datos recopilados de desechos para proyectarlos al tiempo de servicio

4.1.1. Generalidades.

Es de suma importancia estimar la producción en el futuro, para definir las cantidades de desechos sólidos que se deben disponer durante el período de diseño, lo cual conlleva a realizar una proyección de todos los datos involucrados.

Dicha proyección se estima por métodos matemáticos, o vaciando los datos censales en una gráfica y haciendo la proyección de la curva dibujada.

4.1.2. Proyección de la población.

La población en estudio corresponde únicamente a la ciudad de Loja y su periferie, que se supone será servida por este proyecto.

Para mayor seguridad se hará la comparación de:

- a). Método matemático, que presenta como guía el crecimiento geométrico, es decir, el de las poblaciones biológicas en expansión, el cual asume una tasa de crecimiento constante. La siguiente expresión nos muestra su cálculo:

$$Pf = Po (1 + r)^n$$

Donde:

Pf = Población futura

Po = Población actual

n = (tf - to) intervalo en años

r = Tasa de crecimiento

$r = \ln(Nt/No) (1/t) (100)$

Nt = Población del último censo (1990)

No = Población del censo anterior (1982)

t = intervalo en años (8)

b). Proyección proporcionada por (I.N.E.C)

Esta población es obtenida de la proyección calculada por INEC, la misma que resulta bastante confiable por introducir en el cálculo algunos parámetros de importancia para la estimación de la población.

A continuación se presenta un cuadro que resume los dos métodos descritos anteriormente (a. y b.), el mismo que servirá para establecer comparaciones.

CUADRO # 4.1.
POBLACION CALCULADA CON AMBOS METODOS.

AÑO	No	POBLACI. a.	POBLACI. b.
		hab.	hab.
1993	1	120750	121114
1994	2	124325	125791
1995	3	128005	130493
1996	4	131794	135287
1997	5	135695	142880
1998	6	139711	148262
1999	7	143847	153775
2000	8	148105	159422
2001	9	152489	165206
2001	10	157002	171131
2003	11	161649	177200
2004	12	166434	183416
2005	13	171361	189784
2006	14	176433	196306
2007	15	181656	202987
2008	16	187033	209830
2009	17	192569	216840
2010	18	198269	224020
2011	19	204138	231374
2012	20	210180	238908
2013	21	216401	246624
2014	22	222807	254528
2015	23	229402	262625

4.1.3. Proyección de la Producción Percápita (P.P.C.)

Como vimos, la proyección de la población puede estimarse por métodos matemáticos; pero, en cuanto al crecimiento de la

ppc, difícilmente se encuentran cifras de como puede variar anualmente para tratar de evaluar cambios. No obstante conociendo que con el desarrollo y el crecimiento urbanístico y comercial de la población los índices de producción aumentan, se recomienda calcular la producción per cápita :

- a). Con una tasa de incremento del 1% anual.
- b). Se proyecta una curva del crecimiento de la ppc que responde a la descripción de los datos obtenidos de producciones anteriores. (numeral 2.3.2.). La resolución de la matriz que se muestra a continuación, nos dará los resultados de los puntos de la curva. (Parabólica.)

Año	PPC.
X1 = 1983	; Y1 = 175.2
X2 = 1988	; Y2 = 200.4
X3 = 1990	; Y3 = 209.2

$$\begin{bmatrix} Y^2 & X & Y & 1 \\ Y1^2 & X1 & Y1 & 1 \\ Y2^2 & X2 & Y2 & 1 \\ Y3^2 & X3 & Y3 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y^2 & X & Y & 1 \\ 175.2^2 & 1983 & 175.2 & 1 \\ 200.4^2 & 1988 & 200.4 & 1 \\ 209.2^2 & 1990 & 209.2 & 1 \end{bmatrix}$$

$$1402.8 Y^2 - 281121.12 Y - 1246162.56 X + 2477371170$$

Aunque este método no resulte muy exacto, servirá para hacer una comparación con los datos del método anterior.

CUADRO # 4.2.

PRODUCCION PERCAPITA CALCULADA CON AMBOS METODOS

AÑO	No	PPC (a)	PPC (b)
		Kg/hab/año	Kg/hab/año
1993	1	215.48	220.54
1994	2	217.64	224.18
1995	3	219.82	227.71
1996	4	222.02	231.15
1997	5	224.24	234.50
1998	6	226.48	237.76
1999	7	228.74	240.95
2000	8	231.03	244.08
2001	9	233.34	247.13
2002	10	235.67	250.12
2003	11	238.03	253.06
2004	12	240.41	255.94
2005	13	242.81	258.76
2006	14	245.24	261.54
2007	15	247.69	264.27
2008	16	250.17	266.95
2009	17	252.67	269.60
2010	18	255.20	272.20
2011	19	257.75	274.76
2012	20	260.33	277.29
2013	21	262.93	279.78
2014	22	265.56	282.24
2015	23	268.22	284.66

4.1.4. Composición de los desechos sólidos.

Resulta imposible hacer una proyección de las composiciones futuras puesto que la ciudad tiene un comportamiento completa-

mente impredecible como lo demuestran los datos obtenidos de composiciones pasadas (numeral 2.3.4.), además no reviste demasiada importancia para fines de diseño; no así con los datos de volúmenes que serán mostrados en el punto siguiente.

Por tanto se dispondrá únicamente de datos que estén de acuerdo con rangos establecidos por datos anteriores.

Materia orgánica	65 - 75%
Papel y cartón	10 - 15%
Plásticos	3 - 5%
Vidrio	1 - 3%
Metales	1 - 3%
Otros	10 - 15%

4.1.5. Volúmenes y densidades.

Los valores de volúmenes totales de relleno son de altísima importancia para determinar la vida útil del relleno sanitario. A continuación se muestra un cuadro que resume el cálculo de dicho volumen, el mismo que analiza : La cantidad de desechos sólidos en peso, el volumen suelto, volumen compactado, volumen estabilizado y finalmente el volumen en los rellenos.

Cabe indicar que para los cálculos se utilizan los siguientes datos :

- 1.- Población, del numeral 4.1.2. literal b. (I.N.E.C)
- 2.- Producción Pércapita, del numeral 4.1.3. literal b. en Kg/h/año.
- 3.- Densidad compactada de 700 Kg/m³. (700-1200 kg/m³ con maquinaria)
- 4.- Densidad estabilizada de 900 Kg/m³ (900-1300 kg/m³ con maquinaria)
- 5.- Volumen adicional por cobertura del 25%

CUADRO # 4.3

CANTIDADES Y VOLUMENES PROYECTADOS AL TIEMPO DE SERVICIO

				CANTIDAD DESECHOS SOLIDO			VOLUMEN DE DESECHOS SOLIDOS						
							COMPACTADOS			ESTABILIZADOS		RELLENOS	
AÑO	No	POBLA	P.P.C	DIARIA	ANUAL	ACUMULAD	DIARIA	ANUAL	ACUMULAD	ANUAL	ACUMULAD	ANUAL	ACUMULAD
		(hab)	Kg/h/a	(kg)	(ton)	(ton)	(m3)	(m3)	(m3)	(m3)	(m3)	(m3)	(m3)
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
1993	1	121114	0.604	73152.9	26700.8	26700.8	104.50	38144.0	38144.0	29667.5	29678.3	47680.0	47680.0
1994	2	125791	0.614	77235.7	28191.0	54891.8	110.34	40272.9	78416.9	31323.4	61001.7	50341.1	98021.1
1995	3	130493	0.624	81427.6	29721.1	84612.9	116.33	42458.7	120875.6	33023.4	84025.1	53073.4	151094.5
1996	4	135287	0.633	85636.7	31257.4	115870.3	122.34	44653.4	165529.0	34730.4	128755.5	55816.8	206911.2
1997	5	142880	0.643	91871.8	33533.2	149403.5	131.25	47904.6	213433.6	37259.1	166014.6	59880.8	266792.0
1998	6	148262	0.651	96518.6	35229.3	184632.8	137.88	50327.5	263761.1	39143.6	205158.3	62909.4	329701.4
1999	7	153775	0.660	101491.5	37044.4	221677.2	144.99	52920.6	316681.7	41160.4	246318.7	66150.7	395852.1
2000	8	159422	0.669	106653.3	38928.5	260605.6	152.36	55612.1	372293.8	43253.8	289572.6	69515.1	465367.2
2001	9	165206	0.677	111844.5	40823.2	301428.9	159.78	58318.9	430612.7	45359.1	334931.7	72898.6	538265.8
2002	10	171131	0.685	117224.7	42787.0	344215.9	167.46	61124.3	491737.0	47541.1	382472.9	76405.4	614671.3
2003	11	177200	0.693	122799.6	44821.9	389037.8	175.43	64031.2	555768.2	49802.1	432274.9	80039.0	694710.3
2004	12	183416	0.701	128574.6	46929.7	435967.5	183.68	67042.5	622810.7	52144.1	484419.1	83803.1	778513.4
2005	13	189784	0.709	134556.9	49113.3	485080.7	192.22	70161.8	692972.5	54570.3	538989.4	87702.2	866215.6
2006	14	196306	0.717	140751.4	51374.3	536455.0	201.07	73391.8	766364.3	57082.5	596071.9	91739.8	957955.4
2007	15	202987	0.724	146962.6	53641.3	590096.4	209.95	76630.5	842994.8	59601.5	655673.4	95788.1	1053743.5
2008	16	209830	0.731	153385.7	55985.8	646082.1	219.12	79979.7	922974.5	62206.4	717879.8	99974.6	1153718.1
2009	17	216840	0.739	160244.8	58489.3	704571.5	228.92	83556.2	1006530.7	64988.2	782867.9	104445.2	1258163.4
2010	18	224020	0.746	167118.9	60998.4	765569.9	238.74	87140.6	1093671.3	67776.0	850644.0	108925.7	1367089.1
2011	19	231374	0.753	174224.6	63592.0	829161.9	248.89	90845.7	1184517.0	70657.8	921301.7	113557.1	1480646.2
2012	20	238908	0.760	181570.1	66273.1	895435.0	259.39	94675.8	1279192.8	73636.8	994938.5	118344.8	1598991.0
2013	21	246624	0.767	189160.6	69043.6	964478.6	270.23	98633.7	1377826.5	76715.1	1071653.6	123292.2	1722283.2
2014	22	254528	0.773	196750.1	71813.8	1036292.4	281.07	102591.1	1480417.7	79793.1	1151446.7	128238.9	1850522.1
2015	23	262625	0.780	204847.5	74769.3	1111061.7	292.64	106813.3	1587231.0	83077.0	1234523.8	133516.7	1984038.8

- **Cantidad de desechos sólidos.**- Se obtiene de multiplicar la producción per cápita por la población.

- **Volumen de los desechos sólidos.**- Se obtiene de la división de la cantidad de desechos para las diferentes densidades (suelta, compactada, estabilizada). Es importante destacar que para el volumen en los rellenos se toma la densidad compactada y también un 25% adicional al volumen por cobertura

4.2. Análisis del Impacto Ambiental en el Sitio de Ubicación del Proyecto.

4.2.1. Consideraciones Generales.

En general y por tratarse de un proyecto cuyo objetivo es evitar la contaminación ambiental, todos los estudios estarán encaminados a escoger desde el mejor sitio hasta el mejor tratamiento (los de menor impacto ambiental negativo), por ello se puede decir que todos los estudios serán implícitamente de impacto ambiental.

El sitio destinado para el Relleno Sanitario "Chonta Cruz" es una zona con escasa vegetación, sin riego, caracterizada por pastos en tiempo de invierno.

En cuanto a la impermeabilización de la base del terreno y paredes laterales, es importante destacar que por tener un suelo arcilloso, existe una impermeabilización natural, disminuyéndose así sensiblemente la probabilidad de que el percolado ingrese a las aguas subterráneas o superficiales.

Cabe indicar que pese a las precauciones tomadas en la elección del sitio se debe hacer un control de las aguas freáticas y superficiales, el mismo que debe ser mensual en un inicio, y menos

frecuente después de confirmada la no contaminación por el relleno. La toma de muestras se realizará a 5 m. mínimo del área del relleno y del drenaje del líquido percolado. En todo caso el estudio hidrológico determinará el comportamiento y cantidad de lixiviado, al igual que las precauciones a tomarse.

4.2.2. Condiciones durante el desarrollo y operación.

En términos generales se puede decir que el posible efecto ambiental negativo durante la ejecución del Relleno Sanitario Chonta Cruz será mínimo, si se ejecutan los adecuados controles previstos en el diseño, a continuación se analizarán algunos aspectos sobre dicho impacto.

4.2.2.1. Olores.

Los gases malolientes son producto de la putrefacción o de la digestión anaeróbica interna, especialmente del contenido de residuos orgánicos ricos en proteína. Los tanques o lagunas con mucho contenido orgánico en suspensión, los canales de drenaje con agua estancada contaminada y las infiltraciones son fuentes de gases molestos.

Para liberar al relleno de estas molestias, se tomarán algunas precauciones como la cobertura diaria de las basuras, los filtros de líquidos percolados y los filtros para gases, que son suficientes para garantizar la ausencia de olores molestos en el relleno.

4.2.2.2. Presencia de roedores.

La compactación de los desechos sólidos, la cobertura diaria con tierra, el cordón Sanitario (consiste en aplicar una cierta cantidad de veneno en una cantidad de 70 a 100 gr.) y la colocación

de cercos perimetrales con malla, minimizarán la presencia de estos animales.(remitirse al diseño de obras complementarias).

4.2.2.3. Contaminación del agua y control de contaminación del nivel freático y aguas superficiales.

Con los canales perimetrales de drenaje de las aguas lluvias, y los filtros para líquidos percolados, no habrá vertimientos de aguas de lixiviado a ninguna corriente.

Hay que tener en cuenta la posibilidad de que el relleno contamine las aguas freáticas y superficiales de la zona. Para que éstas aguas freáticas se contaminen por infiltraciones de rellenos tienen que cumplirse tres condiciones:

1. El Relleno tiene que estar situado encima o inmediato a una formación total o parcialmente saturada de agua.
2. Debe existir una sobresaturación dentro del relleno originada por el flujo de agua subterránea en él, por la infiltración de las aguas de lluvia y superficiales, por agua de descomposición o por una fuente artificial.
3. Tienen que producirse líquidos en el relleno, y estos líquidos tienen que poder introducirse en la formación total o parcialmente saturada.

Un terreno que cumpla las dos primeras condiciones no se seleccionará nunca como Relleno Sanitario, por ello estas dos se han eliminado en la elección del sitio.

La tercera condición la origina la combinación

del agua utilizada para comprimir los residuos, del agua de descomposición, del agua de lluvia y de la escorrentia superficial, esta condición será determinada en el estudio hidrológico, al igual que se verá claramente las precauciones a tomarse.

4.2.2.4. Migración de Gases.

Para evitar la concentración de gas metano, se diseñaran los filtros de gases, que se construyen a medida que avanza el relleno.

4.2.2.5. Incendios.

La cobertura diaria de tierra y compactación, servirá como control de incendios, sirviendo de aislante en caso de que en alguna celda se presente fuego, y a la vez de extintor. De esta forma también se controla la presencia de humos en el ambiente.

4.2.2.6. Dispersión de Desechos.

Las molestias ocasionadas por la elevación de papeles y polvo por la acción del viento, será mínima, si se arboriza intensivamente todo el contorno del relleno.

4.2.2.7. Ruido

Las condiciones topográficas del lugar describen una hondonada circundada por elevaciones, las mismas que evitarán los ruidos producidos en la operación ; de otro lado, favorece la lejanía del lugar a las zonas habitadas.

4.3. Estudios Hidrológicos

4.3.1. Estudios Climatológicos

4.3.1.1. Descripción General de la Microcuenca.

La microcuenca de el relleno sanitario "Chonta Cruz" se encuentra ubicado en la parte Sur Oeste de la hoya de Loja y comprende un área de drenaje de 6 Ha aproximadamente, con una cobertura vegetal que comprende en su mayoría pastos, encontrándose también unos pocos arbustos pequeños. La precipitación media anual es 879.85 mm , determinada de acuerdo a los datos obtenidos de la estación LA ARGELIA . Se considera esta estación como la única para este estudio, por encontrarse a una distancia relativamente corta de la microcuenca de el proyecto.

De el análisis de los datos registrados en esta estación se puede observar que existe un régimen pluviométrico variable influenciado en gran parte por el sistema orográfico y por dos factores que influncian en el clima y que son:

- Los vientos alisios de la cuenca Amazónica que provocan precipitaciones durante casi todo el año con déficit en los meses de Noviembre, Diciembre y Enero.
- Las masas de aire provenientes del Pacífico que hacen que se produzcan precipitaciones apreciables en los meses de Febrero a Junio, es decir, coincidentes con la temporada lluviosa de la zona occidental.

4.3.1.2. Recopilación de información.

Para el estudio climatológico de la microcuenca se han recopilado los datos de la estación la ARGELIA en razón de ser la única representativa de esta zona. Esta estación es de tipo pluviométrica ubicada con las siguientes coordenadas geográficas: Latitud $04^{\circ}01'50''S$, Longitud $79^{\circ}11'58''W$ y con una elevación de 2160 m.s.n.m, tiene un período de registro de 25 años.

La recopilación de los datos ha sido extraída del estudio de PROYECTOS DE MINI-RIEGO EN LA PROVINCIA DE LOJA (PROMIN) ejecutado por la SUBCOMISION ECUATORIANA PREDESUR.

Estudios en los cuales las series climatológicas han sido estandarizadas al período 1964-1988 (25 años).

Con el propósito de obtener información confiable, consistente y homogénea, PROMIN utilizó métodos estadísticos que permitieron el relleno de datos faltantes, fundamentalmente en cuanto a precipitación, temperatura media, humedad atmosférica y evaporación se refiere.

4.3.1.3. Análisis de los elementos del clima

- **TEMPERATURA :**

El área de estudio presenta un clima templado, puesto que según los registros de la estación, la temperatura media anual es de $15.4^{\circ}C$, caracterizado por un régimen estacional y anual bastante homogéneo; la oscilación térmica es de $1.3^{\circ}C$ entre los meses más cálidos (Abril y Noviembre con $15.9^{\circ}C$) y en el mes más frío (Julio con $14.6^{\circ}C$), en general las fluctuaciones de temperatura a lo largo del año son relativamente pequeñas, variando sensiblemente en los valores máximos y mínimos absolutos, cuyas temperaturas corresponden a 27.8 y $-0.3^{\circ}C$; valores registrados en noviembre de 1978 y noviembre de 1985 respectivamente.

Existen meses y años en los cuales el área del proyecto en estudio registra un gradiente térmico bastante irregular dependiendo de las corrientes de vientos dominantes y que generalmente se presentan de mayo a agosto.

La amplitud térmica de la zona es marcada entre el día y la noche.

Los valores de temperaturas medias, máximas y mínimas se las muestra en cuadros posteriores.

- **PRECIPITACION:**

Es notoria la influencia de los regímenes Amazónicos y costanero, lo cual permite que la precipitación se distribuya durante casi todo el año, con déficit en los meses de noviembre, diciembre y enero.

La microcuenca del proyecto tiene una precipitación media anual de 879.85 mm, presentando la influencia de la zona oriental aunque no en forma muy pronunciada; notándose este fenómeno en los meses de junio y julio. La ubicación de la microcuenca incide en la presencia de dos ciclos lluviosos que son :

1. Ciclo de lluvias arográficas.
2. Ciclo de lluvias convectivas.

El ciclo de lluvias arográficas es consecuencia del desplazamiento de masas de aire húmedo, provenientes tanto de las vertientes orientales de la selva Amazónica como de las masas de aire húmedo que se mueven tierra adentro del pacífico, en los dos casos la humedad se concentra en la hoya de Loja por la barrera montañosa que es de altitud relativamente baja, por lo cual las tormentas del pacífico causadas por el ciclo Humboldt - Niño son menos frecuentes que las tormentas del Amazonas que ingresan fácilmente por la cuenca del río Zamora, siendo esta la razón

que la microcuenca tenga cierta influencia oriental y que además garantice un regular volumen de agua.

El ciclo de lluvias convectivas está dada por la posición geográfica (situación equinoccial del Ecuador) y el relieve complejo que presenta la región interandina, pues la radiación solar calienta la superficie del suelo y del agua estimulando la evaporación y permitiendo que la masas de humedad caliente ascienda hasta el nivel de condensación, conformando grandes masas de nubes que evolucionan y precipitan precisamente sobre la Hoya de Loja.

- EVAPORACION :

La evaporación es un factor preponderante para la determinación del balance hídrico, objetivo de este estudio. Los factores que tienen su influencia en el proceso de evaporación son: velocidad del viento, la gradiente vertical de la presión de vapor, la radiación solar, la temperatura del aire y de la superficie del agua a evaporarse, etc.

Solo se cuenta con la información incompleta de la estación la ARGELIA con un período de 1964-1979.

De la observación de esta información sin embargo podemos concluir que la evaporación disminuye durante los meses lluviosos, mientras que aumenta astensiblemente en los meses menos lluviosos y que en la estación la ARGELIA se produce un promedio anual de evaporación de 1323.4 mm es decir superior al valor de precipitación registrado, que es de 879.85 mm de promedio anual.

- HUMEDAD ATMOSFERICA:

La humedad relativa es el factor meteorológico que depende de la

temperatura del aire y de la presión atmosférica y se refiere al contenido de vapor de agua en la atmósfera y se expresa un porcentaje de la relación del peso del vapor contenido en un volumen de aire, al peso del vapor que le satura a igual presión y temperatura.

Para la zona de este estudio se cuenta con la estadística de la estación La ARGELIA en un período homogéneo de 1964 a 1986 que presenta pocos vacíos rellenos con la media mensual del período registrado.

La humedad relativa registrada en esta estación tiene un porcentaje promedio anual del 75% con mínimas variaciones tanto anuales como mensuales (Cuadro 4.4.).

Con un rango entre 71% que corresponde al mes más seco Agosto y 78.7% que corresponde al mes más húmedo febrero.

- VIENTOS : FRECUENCIA DE DIRECCIONES Y VELOCIDAD MEDIA

De acuerdo a los datos disponibles de frecuencia de dirección y velocidad media del viento y considerando que el viento es de importancia en la producción de la precipitación, ya que solo con la entrada continua de aire húmedo a una tormenta se puede mantener la precipitación, podemos indicar lo siguiente :

La estación LA ARGELIA registra como dirección predominante del viento el norte, lo cual explica que por la cuenca del río Zamora ingresan masas cargadas de humedad de la Amazonía, las mismas que luego en la hoya producen precipitación; de ahí la regularidad que se anotó anteriormente.

En cuanto a la velocidad podemos decir que en general la zona está afectada por velocidades que van de bajas a medianas y sus valores

oscilan entre 1.43m/s. mínima media a 5.13 m/s como máxima media notándose desde luego que en ciertas épocas del año, hay valores inferiores que generalmente ocurren entre los meses de mayo a septiembre. (Cuadro 4.4.).

- **OTROS ELEMENTOS : PUNTO DE ROCIO,
HELIOFANIA, RADIACION SOLAR Y
NUBOSIDAD:**

Existen para la ARGELIA datos de Nubosidad registrándose una nubosidad media anual de 6/8, valor que se mantiene casi constante para todos los meses del año.

Existe también para la ARGELIA algunos datos del parámetro punto de rocío pero la poca extensión de la estadística a más de incompleta, no permitan ninguna conclusión

CUADRO # 4.4.

RESUMEN CLIMATOLOGICO

ESTACION LA ARGELIA

LATITUD: 04°01'50" S

LONGITUD: 79°11'58" W

ALTURA: 2160 m.n.s.n.

MESES	TEMPERATURA			PRECIPITACION		EVAPORA	HUMEDAD	VELOCI	NUBOSI	HELIOFA
	MEDIA (°C)	MAX. AB (°C)	MIN. AB (°C)	MEDIA (mm)	MAX. 24h (mm)	ATMOSFE (mm)	ATMOSFE (%)	VIENT (m/s)	(Octav	(Horas Décimos
ENERO	15.5	16.5	14.30	87.50	39.40	100.20	77.90	2.70	6.50	113.10
FEBRERO	16.7	16.9	14.30	109.30	59.40	88.10	78.70	3.20	6.70	106.60
MARZO	15.7	16.9	14.60	122.90	65.40	94.60	78.40	2.80	6.80	107.60
ABRIL	15.4	16.8	15.20	87.60	50.00	96.20	78.00	3.50	6.40	119.00
MAYO	15.7	17.1	14.90	54.20	26.20	107.10	76.30	4.00	6.00	141.00
JUNIO	15.1	15.8	14.00	56.80	30.90	109.50	74.70	5.50	6.20	132.40
JULIO	14.6	15.8	13.60	58.30	31.60	104.50	71.60	6.30	6.00	142.80
AGOSTO	14.9	15.8	13.90	49.90	30.50	133.30	71.00	5.90	6.10	141.90
SEPTIEMBRE	15.4	16.2	14.10	48.40	55.00	120.70	72.10	4.90	6.00	136.80
OCTUBRE	15.6	16.5	14.50	70.50	39.90	120.10	74.10	3.50	5.80	150.40
NOVIEMBRE	15.9	16.7	14.80	58.60	36.20	117.30	73.80	3.10	5.60	158.00
DICIEMBRE	15.8	16.7	14.60	75.80	54.00	111.10	76.00	2.90	6.00	147.80
MEDIA PLURIANUAL	15.5	17.1	13.6	879.8	65.4	1302.7	75.2	3.2	6.2	133.1
PERIODO	1964 - 1986			1964-88	1964-86	1964-80	1964-86	64-81	64-86	63-86

FUENTE : PROMIN (PREDESUR)

4.3.2. Hidrología

4.3.2.1. Balance de aguas:

El siguiente balance de aguas se basa en el presentado en : Uso del Método Balance de Aguas para Predecir Generación de Lixiviado de Desechos Sólidos, el cual fué escrito por Dennis G. Fenn, Keith J. Hanley, y Truett V. De Geere de la Agencia de Protección Ambiental de U.S.A. en 1975.

A. INTRODUCCION:

Lixiviado es un líquido que ha filtrado por medio de desechos sólidos y ha extraído materiales disueltos o suspendidos de los mismos. Toda agua que se haga contacto con desechos sólidos se considera contaminada. Hay muchos materiales en desechos sólidos que se disuelven fácilmente. Otros materiales que se disuelven con generador como productos de acción biológica. Además hay materiales que se pueden disolver luego que el lixiviado los actúa.

Es el Objetivo del relleno sanitario empequeñecer la contaminación de aguas superficiales y subterráneas. Entonces se seleccionó un sitio que no tiene infiltración de aguas superficiales y subterráneas. También se diseña y se opera el relleno con miras de percolación mínima por desechos sólidos de aguas pluviales. Con cantidades menores de percolados contaminantes se tienden más altas concentraciones, pero la posibilidad de que la velocidad de transmisión al medio ambiente exceda su capacidad de absorberlos también es menor.

B. EL METODO BALANCE DE AGUAS:

La fracción de precipitación que es infiltración es el principal contribuidor a la generación de lixiviado del relleno sanitario, otros contribuidores incluyen, agua de descomposición, contenido inicial de humedad de los desechos y otros (todos éstos factores se consideran insignificantes en un relleno sanitario bien ubicado y diseñado en relación a la infiltración de precipitación).

La infiltración por el relleno y alguna subsiguiente percolación

hasta los desechos sólidos, serán determinados por condiciones superficiales y por características del clima del lugar. Entonces con el método balance de aguas se analizan éstas condiciones superficiales y climatológicas con la finalidad de predecir el problema del lixiviado.

Esta presentación es basada en el método desarrollado por C. W. Thornthwaite.

C. COMPONENTES BASICOS Y TERMINOLOGIA:

El balance de aguas es basado en la relación entre : precipitación, evapotranspiración, escorrentía y capacidad de contenido de humedad del suelo.

Precipitación representada por el agua añadida.

Evapotranspiración es la combinación de la evaporación desde la superficie del suelo y de la transpiración de las plantas, estas representan el transporte de aguas desde la tierra hasta la atmósfera (lo opuesto de la precipitación).

Escorrentía representada por el agua que sale directamente del área considerada.

Capacidad de contenido de humedad del suelo representada por el

agua que puede estar guardada en el suelo.

De toda el agua añadida por precipitación, una primera parte evaporará desde la superficie del suelo hasta la atmósfera, una segunda parte será utilizada por las plantas como transpiración, una tercera parte servirá para remojar el suelo seco hasta la capacidad de campo, una cuarta escurrirá, y el sobrante será percolación hacia abajo. Las proporciones de estas partes dependen en gran parte de la relación entre precipitación y evapotranspiración.

El método balance de aguas se centra en la cantidad de agua libre presente en el suelo hasta que llegue a la capacidad del suelo; se considera la humedad como balance entre lo que entra originado de precipitación y lo que sale por evapotranspiración.

La precipitación y la evapotranspiración varían en cantidad y distribución año tras año y mes tras mes. Sin embargo, se puede caracterizar el año en una estación seca y otra de lluvia. Durante los meses lluviosos la precipitación excede a la evaporación, y el remojo del suelo ocurre hasta la capacidad de campo. Durante los meses secos la demanda de evapotranspiración excede a la precipitación causando déficit de humedad. En climas áridos es posible que la humedad no llegue a la capacidad de campo en la estación de lluvia. En cambio en climas muy lluviosos, es posible que el suelo esté a capacidad de campo todo el año.

Por tanto los tres factores críticos que se deberá considerar para un balance de aguas son:

a). Contenido de humedad del suelo, b). Evapotranspiración y c). Escorrentía.

a). Contenido de humedad del suelo.- Una manera en la cual la tapa de suelo del relleno sanitario influye en la percolación es por su capacidad de contener agua. El contenido depende en mayor parte del tipo de suelo, estructura y capacidad de campo, además de la profundidad de la capa misma.

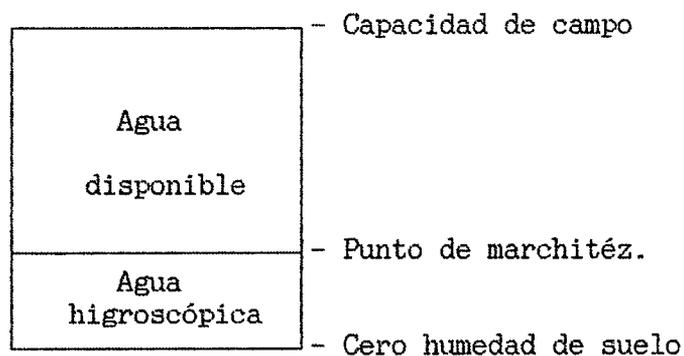


Fig I. Almacenamiento de Humedad .

Como muestra la Figura I, el total de agua contenida en el suelo a la capacidad de campo consiste en dos componentes:

El Primero es el agua higroscópica; la cual varía desde cero agua contenida hasta el punto de marchitez, esta agua es juntada fuertemente a las partículas del suelo, no es disponible para la transpiración de las plantas y nunca podrá ser removida del suelo.

El segundo componente es el agua disponible la cual varía desde el punto marchito hasta la capacidad de campo, ésta agua se mueve y está sujeto a pérdida de evapotranspiración.

En el método de balance de aguas nos preocupamos en el componente de agua disponible.

En realidad la cantidad de agua disponible que puede ser abastecida en el suelo dependerá de la profundidad de la zona de raíz y del tipo y estructura del suelo. Esta cantidad puede variar desde pocos milímetros para cultivos de raíz pequeña en suelos arenosos, hasta unos cientos de milímetros para suelos arcillosos con cultivos de raíz larga. Valores aproximados de capacidad de campo, punto marchito y agua disponible se presentan en el cuadro siguiente:

CUADRO # 4.5.
HUMEDAD DE SUELO
MILIMETROS DE AGUA POR METRO DE SUELO

TIPO DE SUELO	CAPA. DE CAMPO	PUNTO MARCHITO	AGUA DISPONIBLE
Arena	120	20	100
Franco Arenosa	200	50	150
Franco Limosa	300	100	200
Franco Arcilla	375	125	250
Arcilla	450	150	300

- b). Evapotranspiración.- la cantidad de agua disponible presente en el suelo que es perdida a la atmósfera en una cierta área, depende del tipo de suelo y vegetación. También es relacionada con los factores

climáticos que afectan el contenido de humedad del suelo, principalmente: precipitación, temperatura y humedad.

La evapotranspiración resulta de la evaporación desde el suelo y transpiración por la vegetación, de los dos, la mayor parte perdida a la atmósfera es por transpiración.

Cuando hay déficit de humedad la evapotranspiración real disminuye, y cuando la humedad está en capacidad de campo o cercana a ella la evapotranspiración ocurre con velocidad potencial máxima, aumentando el déficit progresivamente al punto de marchitez, la falta de agua disminuye la evapotranspiración, resultando pérdidas menores actuales de agua. Hay muchos métodos para estimar la evapotranspiración. En nuestro caso se presentan tres métodos y sus evaluaciones. (numeral E.2)

c). Escorrentía.- Una fracción de la precipitación incidente escurrirá fuera del sitio y será perdida en aguas superficiales antes de que tenga oportunidad de infiltrar. La cantidad de escorrentía depende de muchos factores, incluyendo la intensidad y duración del aguacero, la humedad inicial del suelo, la permeabilidad y capacidad de infiltración de la capa del suelo, las inclinaciones y la cantidad y tipo de vegetación existente en el sitio.

Haciendo el balance de aguas se deberá estimar la fracción de escorrentía de la precipitación incidente durante cada mes del año. La

técnica presentada es aplicar coeficientes empíricos de escorrentía. El siguiente cuadro muestra coeficientes para varias condiciones superficiales, aplicando estos coeficientes a la precipitación media mensual se puede obtener un cálculo aproximado de escorrentía media mensual. Aunque este método no es muy preciso para realizar cálculos en obras de gran importancia, se ha visto que sin tomarlo en cuenta resultaría una evaluación extraviada de generación de lixiviado.

CUADRO # 4.6.
COEFICIENTES DE ESCORRENTIA

CONDICIONES DE LA SUPERFICIE	COEF.DE ESCORRENTIA
CON PASTO:	
Suelo Arenoso -- plano 2%	0.05 - 0.10
Suelo Arenoso -- mediano 2-7%	0.10 - 0.15
Suelo Arenoso -- empinado 7%	0.15 - 0.20
Suelo Arcilloso -- plano 2%	0.13 - 0.17
Suelo Arcilloso -- mediano 2-7%	0.18 - 0.22
Suelo Arcilloso -- empinado 7%	0.25 - 0.35

Como muestra la figura 4.1., la ruta del agua por el relleno sanitario consiste en dos fases:

- a). La primera es la ruta por la tapa del suelo y b). La segunda es la ruta por los desechos sólidos.
- a). La tapa de suelo es la fase en contacto con la atmósfera y determinará la cantidad de infiltración en el suelo y de percola-

ción por los desechos sólidos.

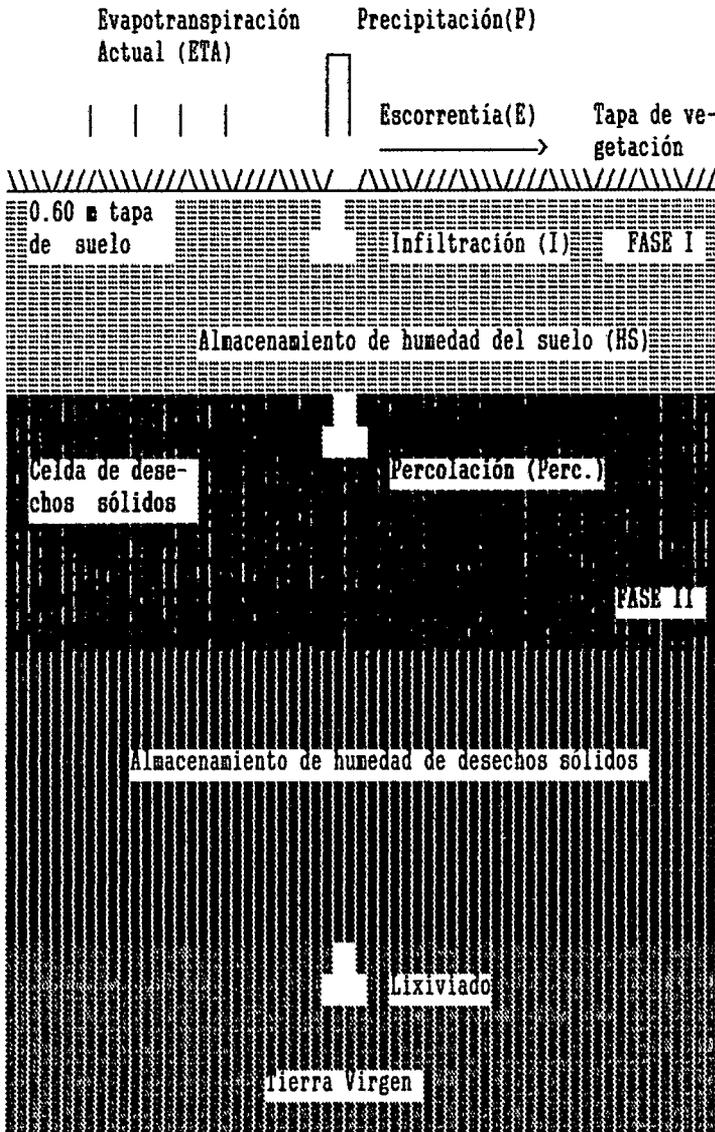
- b). La fase de desechos sólidos y su capacidad de contener humedad determinará la calidad y tiempo de primera aparición del lixiviado.

Entonces se hace un balance de aguas en la tapa de suelo para determinar la cantidad de pécolación. Luego, se analiza los desechos sólidos en relación a la percolación para determinar problemas potenciales de lixiviado.

En el método balance de aguas se trata la tapa de suelo como sistema de una dimensión dada para calcular percolación hasta los desechos sólidos. Para aplicar el método las condiciones superficiales del relleno sanitario como el tipo y espesor de la tapa de suelo, la presencia o ausencia y tipo de vegetación y las condiciones topográficas deben ser bien definidas y son las principales condiciones superficiales que afectarán la percolación.

FIGURA 4.1.

BALANCE DE AGUAS DEL RELLENO SANITARIO



D. ILUSTRACION DEL METODO.

D.1. INTRODUCCION:

La máxima cantidad de agua que podría ingresar al relleno, es

producto de la precipitación, es por ello que se hace necesario el análisis de balance de aguas en rellenos ya terminados, esto con el fin de aclarar el comportamiento del relleno frente a los fenómenos atmosféricos.

En nuestro país no existen aún rellenos terminados, en vista de lo cual es importante presentar ejemplos de balances de las aguas para rellenos efectuados en otros países.

Para ilustrar el balance de aguas se escoge tres casos de rellenos sanitarios en los EE.UU, los cuales presentan condiciones variadas de clima y de suelo:

1. Relleno Sanitario de Cincinnati-Ohio, con clima húmedo y con un suelo fino.
2. Relleno Sanitario de Orlando-Florida, con un clima húmedo pero con un suelo arenoso.
3. Relleno Sanitario de los Angeles-California, con clima seco y con un suelo fino.

El cuadro # 4.10. mostrará un resumen de los balances de aguas para los tres casos. Como se espera los lugares húmedos tienen percolación y el lugar seco no tiene percolación. Nótese que todos los lugares se caracterizan con una estación seca y una estación lluviosa en el año. Solamente en zonas húmedas la precipitación es suficientemente mayor que la evapotranspiración para exceder la capacidad del suelo de contener humedad y producir percolación.

Para la siguiente ilustración se hacen las siguientes suposiciones.

- a.) La superficie es completamente vegetada con yerba de raíz moderadamente profunda, y las raíces toman agua directamente de toda la capa de suelo, pero no de los desechos sólidos abajo.
- b.) La única fuente de infiltración es la precipitación, cayendo directamente sobre el relleno. Toda escorrentía de zonas adyacentes es desviada al rededor del relleno. Toda infiltración de aguas subterráneas es prevenida por selección del sitio y diseños apropiados.
- c.) Todas las propiedades hidráulicas de la tapa de suelo y de los desechos sólidos compactados son uniformes en todas las direcciones.
- d.) La profundidad del relleno es mínima comparada con sus dimensiones horizontales, así, todo movimiento de aguas es verticalmente hacia abajo.

D.2. PARAMETROS Y PROCEDIMIENTOS PARA EL BALANCE DE AGUAS :

- 1.- Ecuación básica : $PERC = P - E - DCH - ETA$
- 2.- Evapotranspiración potencial (ETP) : Valores medios mensuales basados en el período de 25 años, desde 1920 a 1944. Los valores vienen de la ecuación de Thornthwaite.
- 3.- Precipitación (P) : Valores medios mensuales basados en el período de 25 años, 1920 a 1944. Estos datos son disponibles a la oficina

de Meteorología U.S. para cualquier lugar en los EE.UU.

- 4.- Coeficiente de escorrentía (CE) : Basados en los coeficientes para uso en el método de cálculo racional de escorrentía. Se define estrictamente el coeficiente de escorrentía, por la proporción entre la escorrentía máxima del área y la cantidad media de lluvia en el agua.
- 5.- Escorrentía (E) : El coeficiente de escorrentía es aplicado a la precipitación media mensual para obtener el valor de escorrentía media mensual. Esto representa la cantidad de precipitación que corre fuera del relleno antes que infiltre por la capa de suelo del relleno.
- 6.- Infiltración (I): Representa la cantidad de precipitación que penetra en la superficie de la tapa de suelo. Es simplemente la diferencia entre la precipitación y la escorrentía ($I=P-E$).
- 7.- Infiltración menos Evapotranspiración Potencial (I-ETP) : Para determinar períodos de exceso y déficit de humedad en el suelo, es necesario obtener la diferencia entre la infiltración y la evapotranspiración potencial. Un valor negativo de I-ETP indica la cantidad de infiltración que falta para proveer la demanda de agua necesitada por la vegetación. Un valor positivo de I-ETP indica el exceso de agua que es disponible durante ciertos períodos del año para recargar humedad del suelo y para percolación.

Por lo general, hay solamente una estación de lluvia y una estación seca en el año. Entonces, habrá solamente una serie de diferencias

negativas consecutivas y una serie de positivas consecutivas. Cincinnati y Orlando son ejemplos de lugares donde el exceso de precipitación (I-ETP positivo) durante el año será mayor de la pérdida de agua potencial. (I-ETP negativa), mientras Los Angeles es un ejemplo de un lugar donde lo opuesto ocurre, esta segunda situación sucederá en zonas secas donde la precipitación no es suficiente para recargar la humedad del suelo a su capacidad máxima en ningún momento durante el año.

En lugares con valores anuales de I-ETP positivos, la humedad del suelo al final de la estación de lluvia siempre está al valor máximo de capacidad.

8.- Pérdida de agua Potencial acumulada $\Sigma \text{NEG}(I\text{-ETP})$: Los valores negativos de I-ETP, representando la pérdida de agua potencial, son sumados mes por mes. Generalmente en zonas húmedas (definidas por zonas donde la suma de todos los valores I-ETP es positiva), el valor de la pérdida de agua potencial acumulada $\Sigma \text{NEG}(I\text{-ETP})$ con que se comienza acumulando los valores negativos de I-ETP es 0 (ver ejemplos Cincinnati y Orlando). Este valor 0 es asignado al último mes que tenga valor de I-ETP positivo, razón por la cual es que la humedad del suelo está a capacidad de campo.

En cambio, para zonas secas (definidas por zonas donde I-ETP es negativa) como Los Angeles, la humedad del suelo al final de la estación de lluvia está a menos de la capacidad de campo. Entonces, es necesario encontrar un valor inicial de $\Sigma \text{NEG}(I\text{-ETP})$ con que se comienza acumulando los valores de I-ETP negativos. Esto se hace utilizando el método suposiciones sucesivas de Thornthwaite.

9.- Contenido de humedad del suelo (CH) : Este factor representa la humedad del suelo, o la humedad contenida en el suelo después de que una cantidad de pérdida o ganancia de agua potencial acumulada a ocurrido. Como se muestra en los cálculos básicos para Cincinnati y Orlando (zonas húmedas), el valor inicial es calculado a capacidad de campo que resulta de multiplicar el agua disponible en unidad de profundidad de suelo (cuadro 2) por la profundidad de la zona de raíz. Este valor inicial de CH es asignado al mes que tenga un valor de I-ETP positivo. En zonas áridas como Los Angeles la humedad del suelo al final de la estación de lluvia es menor que la capacidad de campo, entonces los valores de CH iniciales además de los subsiguientes, deben ser determinados del cuadro de retención de humedad de suelo apropiado, utilizando los valores de $NEG(I-ETP)$ calculados por el método explicado en el numeral 8.

Para determinar cada mes la retención de humedad del suelo, Thornthwaite ha desarrollado cuadros de retención de humedad del suelo para varias capacidades de almacenaje de agua estas tablas son mostradas a continuación

CUADRO # 4.8

HUMEDAD DE SUELO RETENIDA LUEGO DE QUE DIFERENTES CANTIDADES DE EVAPOTRANSPIRACION HAN OCURRIDO
 Contenido de Humedad a Capacidad de Campo 125 mm.

NEG(I-PET)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	125	124	123	122	121	120	119	119	117	116
10	115	114	113	112	111	110	109	109	107	106
20	105	105	104	103	102	102	101	100	99	99
30	98	97	95	95	94	94	93	92	91	90
40	90	89	88	87	86	86	85	84	84	83
50	83	82	82	81	80	80	79	79	78	77
60	76	76	75	74	74	74	73	72	72	71
70	70	70	69	69	69	68	67	67	66	65
80	65	64	64	63	63	63	62	61	61	60
90	60	59	59	58	58	58	57	56	56	55
100	55	55	54	54	53	53	53	52	52	51
110	51	51	50	50	49	49	49	48	48	47
120	47	47	46	46	45	45	45	44	44	43
130	43	43	42	42	41	41	41	41	40	40
140	40	40	39	39	39	38	38	38	39	37
150	37	37	36	36	36	35	35	35	35	34
160	34	34	33	33	33	32	32	32	32	31
170	31	31	31	30	30	30	30	30	30	29
180	29	29	29	29	28	28	28	27	27	27
190	26	26	26	26	26	25	25	25	25	25
200	24	24	24	24	24	23	23	23	23	23
210	22	22	22	22	22	22	22	21	21	21
220	21	21	21	21	20	20	20	20	20	20
230	19	19	19	19	19	18	18	18	18	18
240	18	18	17	17	17	17	17	17	17	17
250	16	16	16	16	16	16	16	16	15	15
260	15	15	15	15	15	14	14	14	14	14
270	14	14	14	14	14	13	13	13	13	13
280	13	13	13	13	13	12	12	12	12	12
290	12	12	12	12	12	11	11	11	11	11
300	11	11	11	11	11	10	10	10	10	10
310	10	10	10	10	10	10	10	10	9	9
320	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
330	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
340	8	8	8	8	8	7	7	7	7	7

	0	5			0	5			0	
350	7	7		450	3	3		550	1	
360	7	6		460	3	3		560	1	
370	6	6		470	3	3		570	1	
380	6	5		480	2	2		580	1	
390	5	5		490	2	2		590	1	
400	5	5		500	2	2		600	1	
410	4	4		510	2	2		610	1	
420	4	4		520	2	2		620	1	
430	4	4		530	2	2		630	1	
440	3	3		540	2	1		640	1	

CUADRO # 4.9.
 HUMEDAD DE SUELO RETENIDA LUEGO DE QUE DIFERENTES CANTIDADES DE EVAPOTRANSPIRACION HAN OCURRIDO
 Contenido de Húmedad a Capacidad de Campo 150 mm.

NEG(I-PET)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	150	149	148	147	146	145	144	143	142	141
10	140	139	139	137	136	135	134	133	132	131
20	131	130	129	128	127	127	126	125	124	123
30	122	122	121	120	119	118	117	115	115	114
40	114	113	113	112	111	111	110	109	108	107
50	107	106	105	105	104	103	103	102	101	100
60	100	99	98	97	97	97	96	95	94	93
70	93	92	92	91	90	90	89	89	88	87
80	87	85	86	85	84	84	84	83	83	82
90	82	81	81	80	79	79	78	77	77	76
100	76	75	75	75	74	74	73	72	72	71
110	71	71	70	70	69	69	68	68	67	67
120	66	65	65	65	65	64	64	63	63	62
130	62	62	61	61	60	60	60	59	59	58
140	58	58	57	57	56	56	55	55	54	54
150	54	53	53	53	52	52	52	52	51	51
160	51	51	50	50	50	49	49	48	48	47
170	47	47	47	46	45	45	45	45	45	44
180	44	44	44	43	43	43	42	42	42	41
190	41	41	41	40	40	40	40	39	39	39
200	39	38	38	38	37	37	37	37	36	36
210	36	36	35	35	35	35	35	34	34	34
220	34	34	33	33	33	33	33	32	32	32
230	32	31	31	31	31	31	30	30	30	30
240	30	29	29	29	29	29	28	28	28	28
250	28	27	27	27	27	27	26	26	26	26
260	26	26	25	25	25	25	25	24	24	24
270	24	24	24	23	23	23	23	23	23	23
280	22	22	22	22	22	22	22	22	21	21
290	21	21	21	20	20	20	20	20	20	20
300	20	19	19	19	19	19	19	19	18	18
310	18	18	18	18	18	18	18	17	17	17
320	17	17	17	17	17	17	17	16	16	16
330	16	16	16	16	16	16	16	15	15	15
340	15	15	15	15	15	15	14	14	14	14
350	14	14	14	14	14	14	14	13	13	13
360	13	13	13	13	13	13	13	12	12	12
370	12	12	12	12	12	12	12	12	11	11
380	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
390	11	11	11	10	10	10	10	10	10	10
400	10	10	10	10	10	10	10	10	9	9
410	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
420	9	9	9	9	8	8	8	8	8	8
430	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
440	8	8	8	7	7	7	7	7	7	7

NEB(I-PET)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
450	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
460	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
470	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
480	5	6	6	6	6	6	6	6	5	5	
490	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
500	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
510	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
520	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
530	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
540	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
550	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	
560	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
570	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
580	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
590	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
600	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	
610	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
620	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
630	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
640	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
650	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
660	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
670	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
680	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	
690	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
700	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
710	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
720	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
730	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
740	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

	0	5				0	5		0	5	
750	1	1			790	1	1		830	1	1
760	1	1			800	1	1		840	1	1
770	1	1			810	1	1				
780	1	1			820	1	1				

Una vez especificados los contenidos de humedad del suelo para cada uno de los meses que tengan valores de I-ETP negativos del cuadro, los valores de I-ETP positivos representando aumentos de humedad del suelo son sumados con el valor de CH del mes anterior. Ningún valor de CH excederá al contenido de humedad del suelo o capacidad de campo, por consiguiente algún exceso de I-ETP sobre el valor de CH máximo será percolación

10.- Cambio de contenido de humedad del suelo (DCH)

Representa el cambio de humedad del suelo mes a mes.

11.- Evapotranspiración actual (ETA): Representa la cantidad de agua perdida durante algún mes, con el agotamiento de humedad del suelo la proporción potencial de evapotranspiración disminuye resultando un valor ETA menor que el valor ETP.

Para aquellos meses donde I-ETP es positivo, la proporción de evapotranspiración no es limitada por la disponibilidad de humedad, y $ETA=ETP$.

Para aquellos meses donde I-ETP es negativo, la proporción de evapotranspiración es limitada por disponibilidad de humedad y $ETA = ETP+(I-ETP)-DCH$.

12.- Percolación (PERC) : Después que el contenido de humedad llega a su máximo, algún exceso de infiltración es percolado, pasando por la tapa de suelo hasta los desechos sólidos, por eso la percolación significativa ocurre solamente en los meses cuando I excede a ETP (I-ETP es positivo) y la humedad del suelo excede su máximo, en zonas húmedas esto ocurre durante la estación de lluvia (ver ejemplos para Orlando y Cincinnati), en zonas secas la percolación talvéz nunca ocurra (ver ejemplo para Los Angeles).

CUADRO # 4.10
CALCULO DEL BALANCE DE AGUAS

PROYECTO : RELLENO SANITARIO
UBICACION: CINCINNATI-OHIO

+ - +

150 in/m.

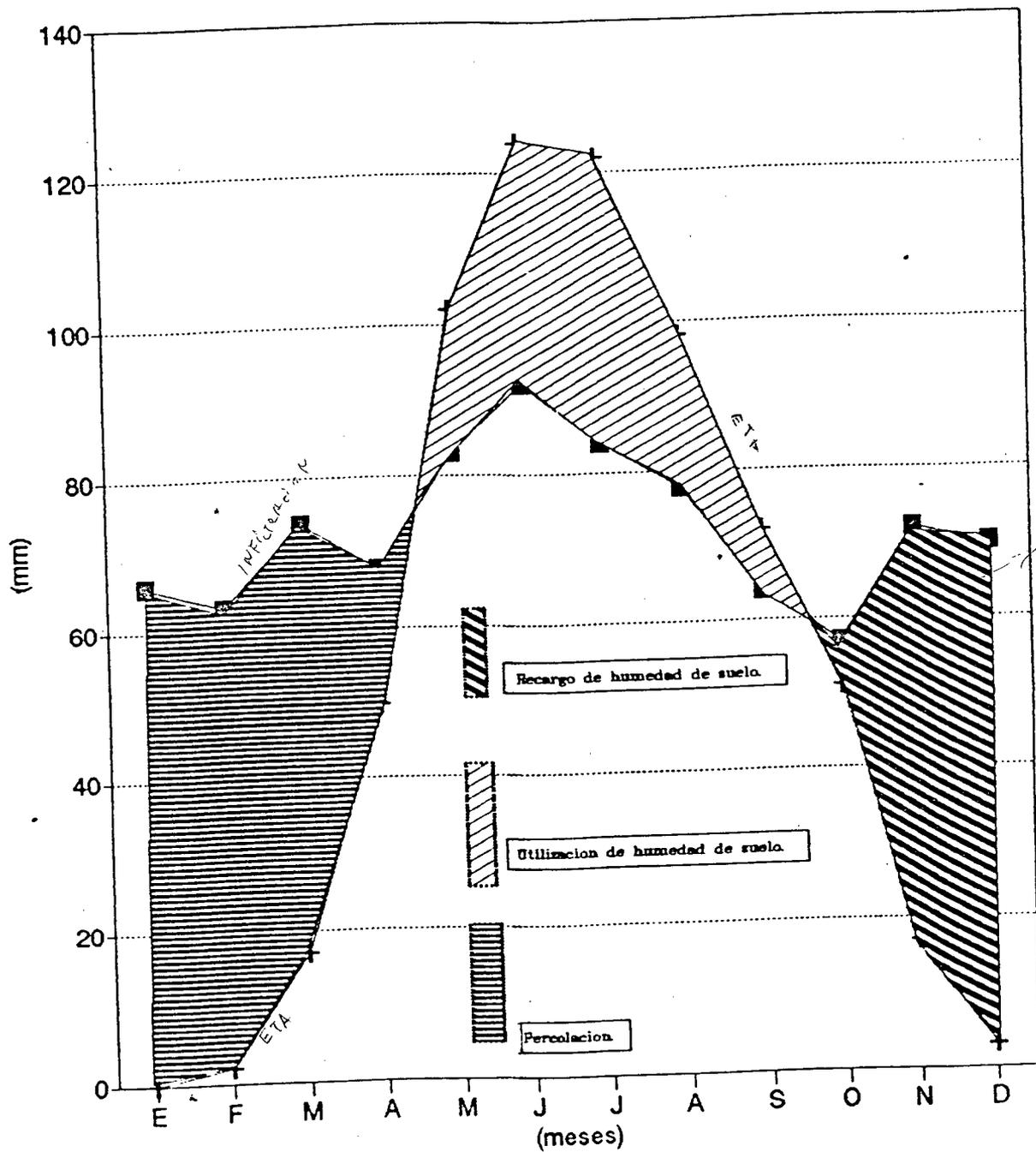
PARAMETRO	ENERO	FEBRER	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTIE	OCTUB.	NOVIEM	DICIEM.	ANUAL
ETP	0	2	17	50	102	134	155	138	97	51	17	3	766
P	80	78	89	82	100	106	97	90	73	65	83	84	1025
CE	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.17	
E	14	13	15	14	17	14	13	12	9	8	11	14	154
I *	66	63	74	68	83	92	84	78	64	57	72	70	871
I-ETP	66	61	57	18	-19	-42	-71	-60	-33	6	55	67	105
NEG(I-ETP)				(0)	-19	-61	-132	-192	-225				
CH	150	150	150	150	131	99	61	41	33	39	94	150	
DCH	0	0	0	0	-19	-32	-38	-20	-8	6	55	56	
* ETA	0	2	17	50	102	124	122	98	72	51	17	3	658
PERC	66	61	57	18	0	0	0	0	0	0	0	11	213

(+105) -

ETP = Evapotranspiración Potencial.
P = Precipitación.
CE = Coeficiente de escorrentía.
E = Escorrentía.
I = Infiltración.
I - ETP = Infiltración menos Evapotrans. Potencial

NEG(I-ETP) = Pérdida de agua Potencial Acumulada.
CH = Contenido de Humedad del suelo.
DCH = Cambio de contenido de humedad del suelo.
ETA = Evapotranspiración Actual.
PREC. = Percolación.

BALANCE AGUAS CINCINNATI-OHIO



**CUADRO # 4.11
CALCULO DEL BALANCE DE AGUAS**

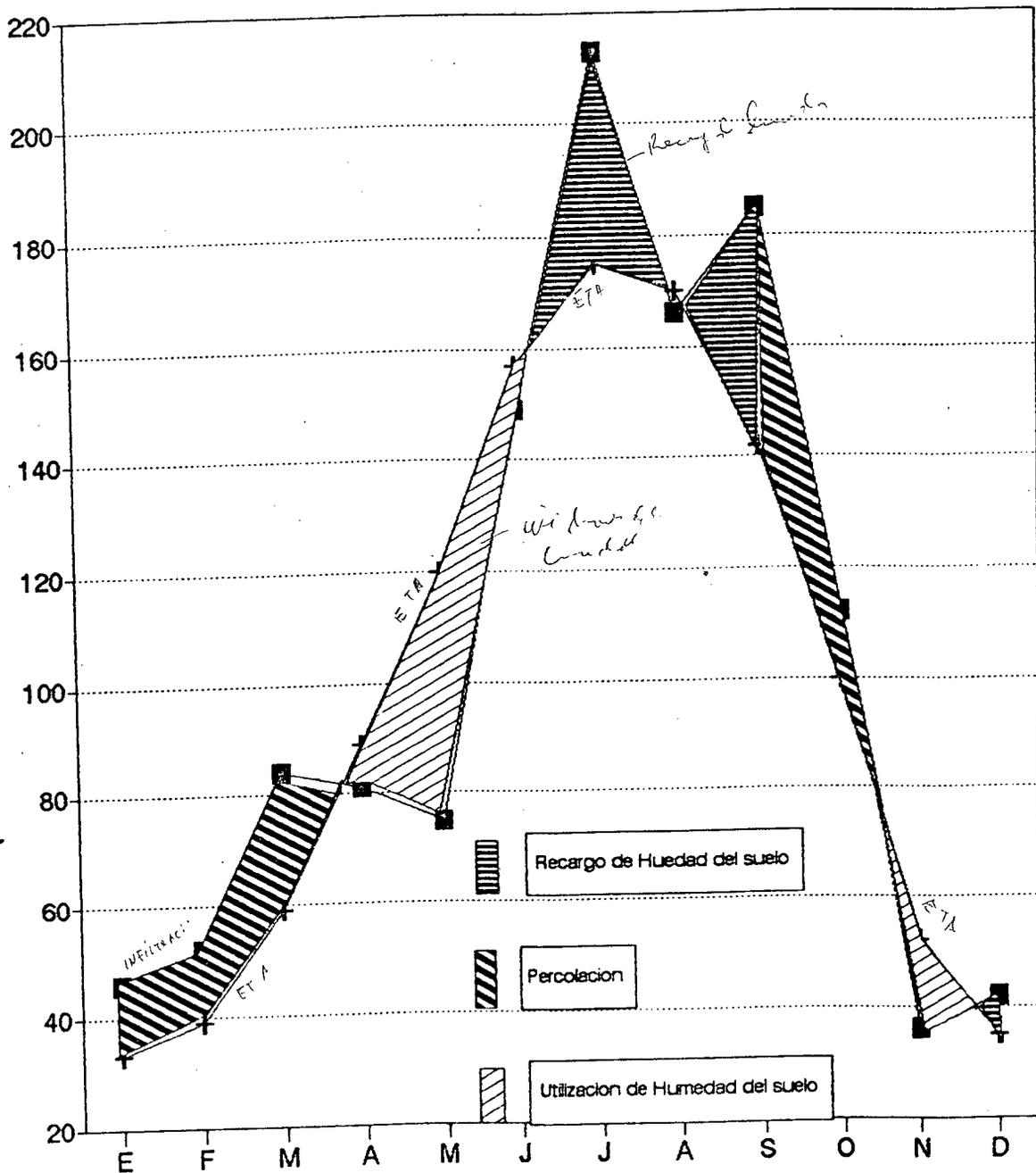
**PROYECTO : RELLENO SANITARIO
UBICACION: ORLANDO - FLORIDA**

PARAMETRO	ENERO	FEBRER	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTIE	OCTUB.	NOVIEM	DICIEM.	ANUAL
ETP	33	39	59	90	140	167	175	173	142	100	53	35	1206
P	50	56	91	88	81	161	230	180	200	121	39	45	1342
CE	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	
E	4	4	7	7	6	12	17	14	15	9	3	3	101
I	46	52	84	81	75	149	213	166	185	112	36	42	1241
I-ETP	13	13	25	-9	-65	-18	38	-7	43	12	-17	7	35
NEG(I-ETP)			(0)	-9	-74	-92	-25	-32		0	-17		
CH	100	100	100	92	47	39	77	73	100	100	84	91	
DCH	9	0	0	-8	-45	-8	38	-4	27	0	-16	7	
ETA	33	39	59	89	120	157	175	170	142	100	52	35	1171
PERC	4	13	25	0	0	0	0	0	16	12	0	0	70

ETP = Evapotranspiración Potencial.
P = Precipitación.
CE = Coeficiente de escorrentía.
E = Escorrentía.
I = Infiltración.
I - ETP = Infiltración menos Evapotrans. Potencial

NEG(I-ETP) = Pérdida de agua Potencial Acumulada
CH = Contenido de Humedad del suelo.
DCH = Cambio de contenido de humedad del suelo.
ETA = Evapotranspiración Actual.
PREC. = Percolación.

BALANCE AGUAS ORLANDO-FLORIDA



CUADRO # 4.12
CALCULO DEL BALANCE DE AGUAS

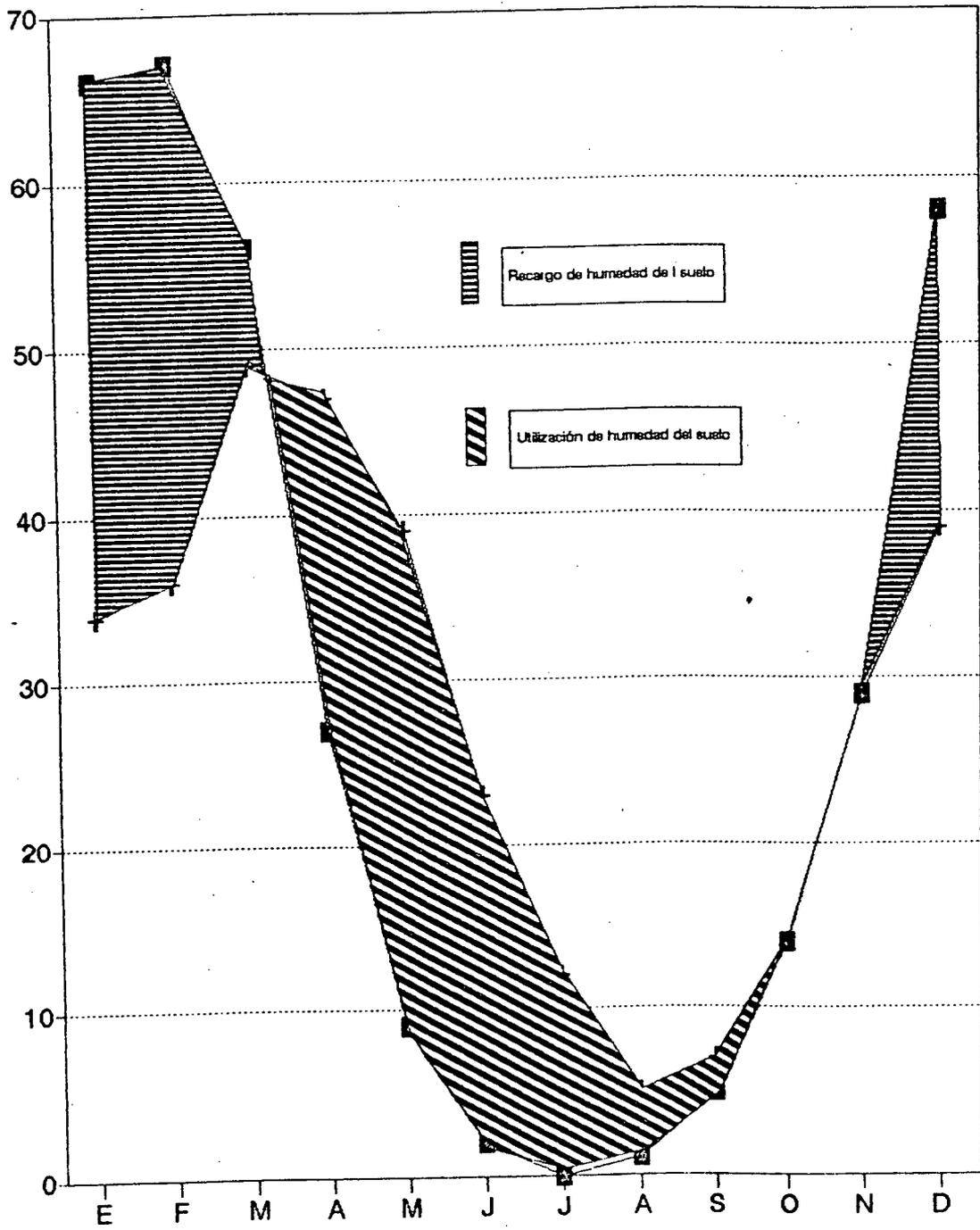
PROYECTO : RELLENO SANITARIO
UBICACION: LOS ANGELES - CALIFORNIA

PARAMETRO	ENERO	FEBRER	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTIE	OCTUB.	NOVIEM	DICIEM.	ANUAL
ETP	34	36	49	59	76	94	117	115	96	73	52	39	840
P	78	79	66	27	9	2	0	1	5	14	29	68	378
CE	0.15	0.15	0.15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.15
E	12	12	10	0	0	0	0	0	0	0	0	10	44
I	66	67	56	27	9	2	0	1	5	14	29	58	334
I-ETP	32	31	7	-32	-67	-92	-117	-114	-91	-59	-23	19	-506
NEG(I-ETP)			-39	-71	-138	-230	-347	-461	-552	-611	-634		
CH	32	83	90	70	40	19	7	3	1	1	1	20	
DCH	32	31	7	-20	-30	-21	-12	-4	-2	0	0	19	
ETA	34	36	49	47	39	23	12	5	7	14	29	39	334
PERC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ETP = Evapotranspiración Potencial.
P = Precipitación.
CE = Coeficiente de escorrentía.
E = Escorrentía.
I = Infiltración.
I - ETP = Infiltración menos Evapotrans. Potencial

NEG(I-ETP) = Pérdida de agua Potencial Acumulada
CH = Contenido de Humedad del suelo.
DCH = Cambio de contenido de humedad del suelo.
ETA = Evapotranspiración Actual.
PREC. = Percolación.

BALANCE AGUAS LA - CALIFORNIA



El fenómeno de fluctuación de percolación es necesario revisarlo debido a que causa fluctuaciones en la producción de lixiviado.

Para el caso de Cincinnati, de diciembre a abril hay poca o nada evapotranspiración que ocurre con un alto contenido de humedad y percolación significativa. De mayo a septiembre (temporada de cultivos), la demanda de evapotranspiración consume toda la demanda infiltrada. Se ve el efecto de contenido de humedad del suelo en octubre y noviembre cuando la infiltración excede la evapotranspiración potencial. Este exceso de infiltración remoja el suelo hasta la capacidad de campo, resultando nula la percolación significativa hasta diciembre.

D.3. GENERACION DE LIXIVIADO:

Una vez conocida la cantidad de agua que percola por la tapa de suelo (Fase I), se analiza el agua pasando por los desechos sólidos (Fase II) para determinar la cantidad y tiempo de generación del lixiviado (ver fig 4.1.).

Igual que el material de la tapa, las celdas de desechos sólidos que quedan debajo tienen capacidad de retener agua. Se ha determinado que la capacidad de campo de los desechos sólidos varían de 20 a 35% de su volumen. En otros términos, la capacidad de campo variaría al rededor de 200mm a 350 mm de agua/ metro de desechos.

La cantidad de agua que puede ser añadida a los desechos sólidos antes de llegar a la capacidad de campo depende también de su humedad a la entrega al relleno, este valor varía mucho, dependiendo de la composición de los desechos y de el clima, se ha demostrado que el rango

de contenido de humedad varía entre 10 y 20% del volumen de desechos.

Teóricamente, el movimiento de agua por medio de una celda de desechos compactados ocurre como un movimiento de agua por una capa de suelo. En otros términos, la capacidad de campo de un nivel dado de desechos sólidos tiene que ser excedida antes de que el lixiviado pase al nivel inferior de desechos sólidos, por ejemplo; en los casos examinados debe haber 150 mm de percolación en una capa de desechos de un metro antes de que algún lixiviado significado salga desde el fondo de esa capa. Prácticamente por lo que son heterogéneos los desechos, se forman canales de agua, de los cuales resulta lixiviado al fondo de la capa anterior a la llegada a capacidad de campo. Sin embargo esta cantidad es poca y con certeza no es continua y se lo asumirá significativamente.

Empleando lo dicho anteriormente se puede evaluar el problema de lixiviado del relleno sanitario. La profundidad del relleno influye en el momento de primera aparición de lixiviado y el área de superficie influye en la cantidad de lixiviado. La figura 4.2. muestra la relación entre la cantidad anual de percolación y tiempo para primera aparición de lixiviado para diferentes profundidades del relleno. La figura 4.3. muestra la relación entre la cantidad anual de percolación y la cantidad de lixiviado para diferentes tamaños de relleno.

Esta metodología se demostrará utilizando los tres casos, se asume volúmenes iguales en cada caso en la solución de los valores relativos requeridos de profundidad y área en los diferentes lugares.

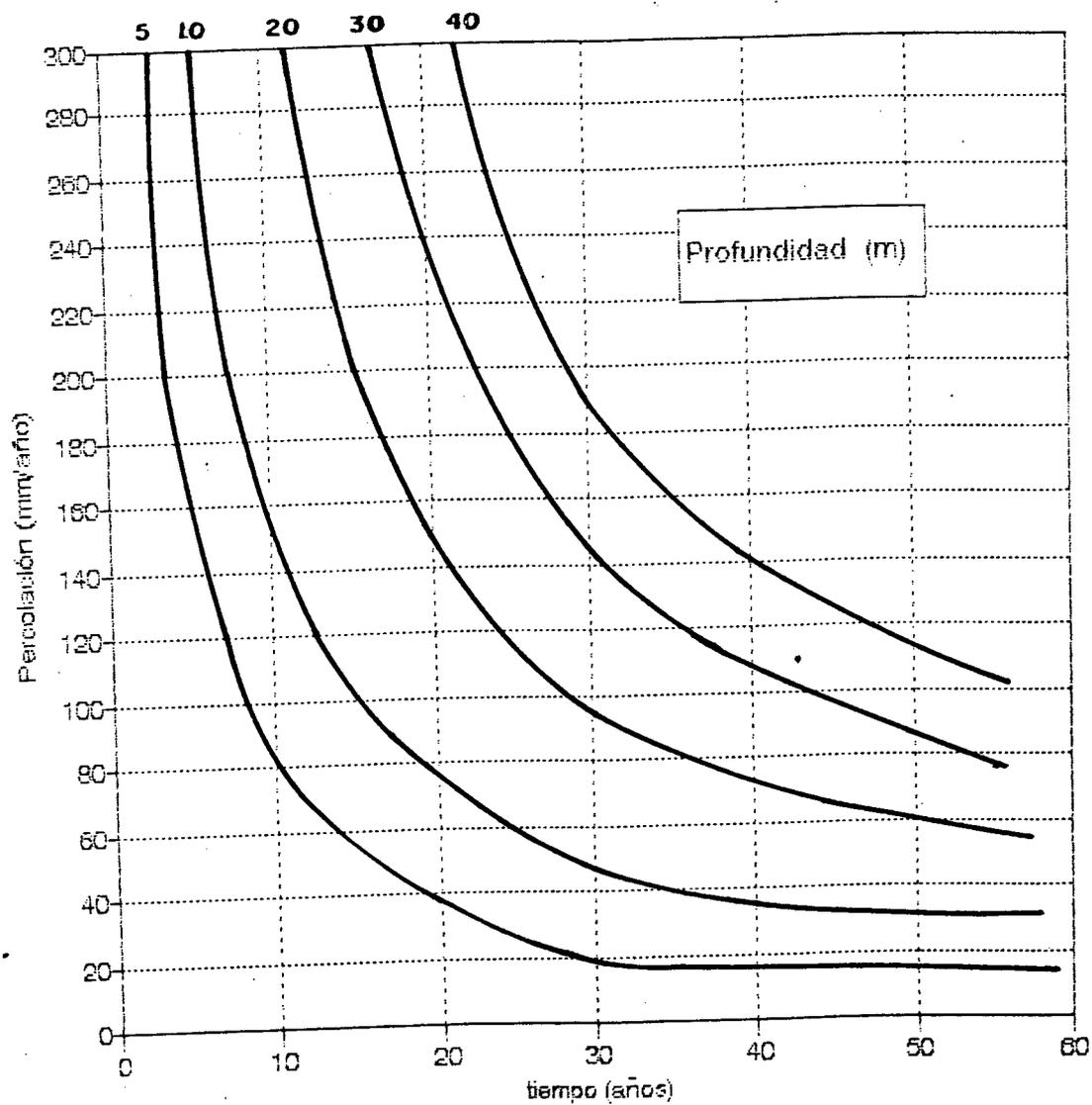
CASO 1 : CINCINNATI-OHIO : Rellenos en este lugar como en la mayor parte de la región nortea del país, son generalmente de tipo trinchera

o de tipo área en quebradas. La profundidad de estas operaciones tiene un rango entre 10 y 20 m con un área de superficie mayor a 20 Ha, supongamos una profundidad de 15 m y un área de 20 Ha. (200 000 m²). Entonces, con percolación media anual de 213 mm (cuadro 4.10.), serían casi 15 años (figura 4.2.) para que una cantidad significativa se produzca al fondo del relleno, después de tal tiempo produciría al rededor de 40'000 000 de litros anuales (figura 4.3.).

CASO 2 : ORLANDO-FLORIDA : La profundidad de relleno en este lugar y en la mayor parte de la costa de los Estados Unidos, son limitados por la profundidad del nivel freático a la superficie del suelo. En la mayoría de los Estados, existen reglamentos que prohíben botar desechos sólidos directamente en las aguas subterráneas, si no que requieren que haya 1 metro más de suelo sin trabajar entre el nivel freático y el fondo del relleno. Asumiendo una profundidad media de 7.5 metros (la mitad del caso 1), el área requerida doblaría a 40 Ha. (400.000 m²). Entonces si la percolación media anual es de 70 mm (cuadro 4.11.), serían casi 15 años para aparecer algún lixiviado significativo (figura 4.2.), después de tal tiempo producirá al rededor de 30'000 000 de litros anuales (figura 4.3.).

CASO 3 : LOS ANGELES-CALIFORNIA : Los rellenos en esta zona son generalmente del tipo área, con cañones profundos en profundidades entre 30 y 60 metros, suponiendo una profundidad media de 40 metros, el área requerida sería menos de la mitad del caso 1; 7.5 Has (75 000 m²). Como se indica en el cuadro 4.12, la percolación es insignificante y se puede concluir fácilmente que no hay problema con lixiviado en este lugar.

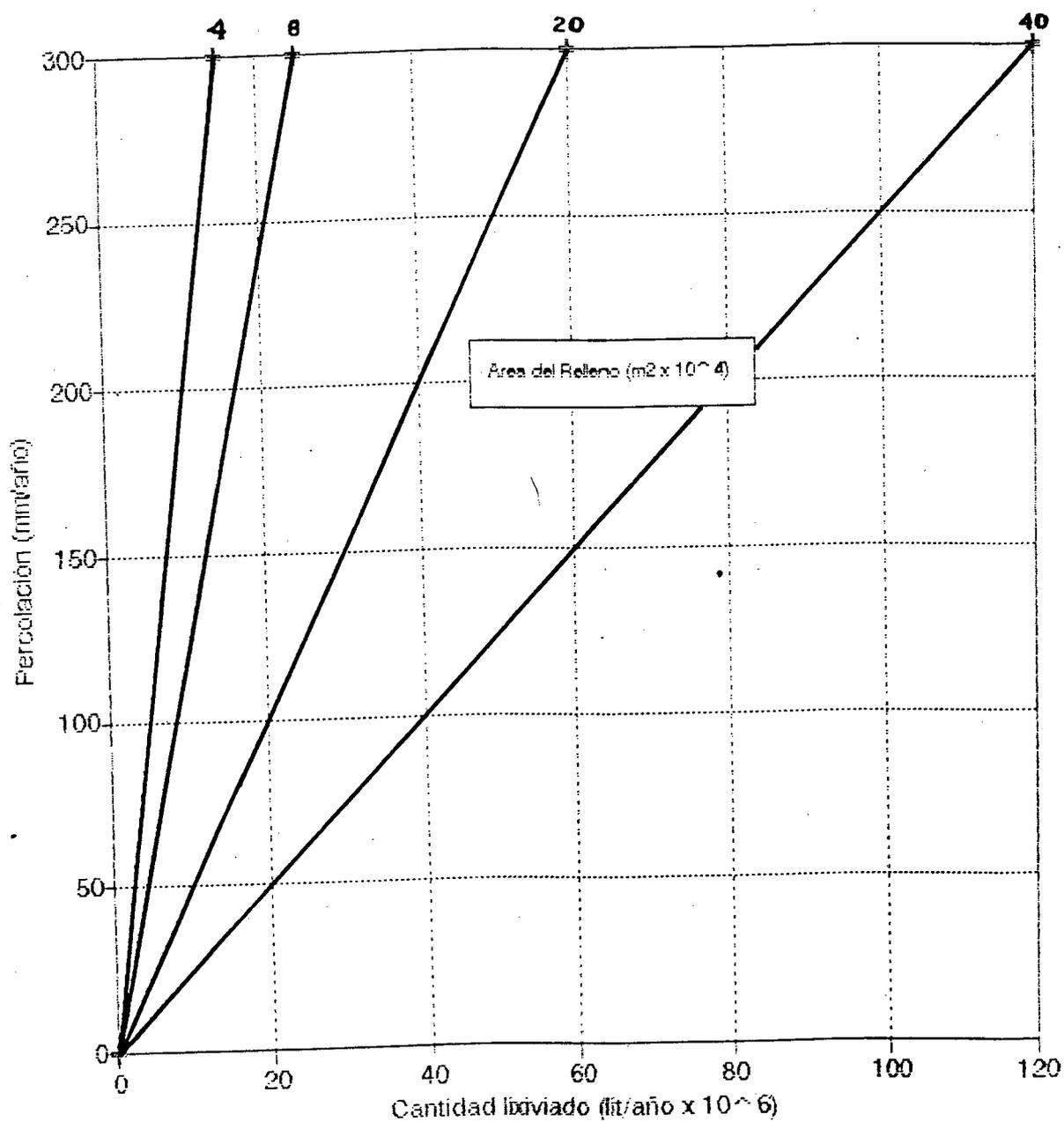
FIGURA # 4.2
Tiempo primera aparición de lixiviado



Basado en 150 mm/m. como capacidad de absorción de humedad para los desechos sólidos.

Se entiende como tiempo cero el instante en que la capacidad de campo es superada por primera vez.

FIGURA # 4.3
Cantidad de lixiviado anual



Se resume en el cuadro número 8 los resultados de los tres casos examinados

CUADRO # 4.13
CANTIDAD DE LLUVIA Y TIEMPO A PRIMERA APARICION

LOCALIDAD	LIXIVIADO	
	tiempo a primera aparición (años)	cantidad media anual (lil/año) x 10 ⁶
Cincinnati-Ohio	11	40
Orlando-Florida	15	30
Los Angeles-Califor.	--	0

Los cálculos presentados señalan algunos aspectos interesantes sobre la generación del lixiviado que le importan al ingeniero. Estos aspectos se deberá considerar en la examinación del problema y quizá influya en la selección y diseño del método de control de lixiviado.

Primero: En la mayoría de los casos el lixiviado es un problema potencial, principalmente en las zonas húmedas (bajo ETA y a alta precipitación) del país. Los problemas de lixiviado son inexistentes en partes áridas del país.

Segundo: Probablemente no hay producción continua durante todo el año, la percolación y generación de lixiviado seguirá una forma similar a la de la precipitación. Eso significa que la mayor parte del lixiviado se producirá durante los meses de mayor precipitación, con producción mucho menor durante el resto del año.

Tercero: Habrá variación en la distribución y cantidad de genera-

ción de lixiviado año por año, los cálculos de balances de aguas aquí presentados utilizan valores del clima medios mensuales determinados en un período de 25 años. Sin embargo, un breve análisis de los datos de precipitación en cualquier lugar indicaría variaciones significativas año por año. Entonces, mientras el año normal indique problemas de lixiviado relativamente menores sin requerir medidas de control, años más lluviosos pueden resultar en una valuación del lixiviado completamente diferente. Por esto el ingeniero quizá base su diseño en valores mensuales de precipitación mayores de los promedios para proveer un factor de seguridad en la suposición de la producción de lixiviado.

El método de balance de aguas señala las siguientes características de generación de lixiviado.

1. El lixiviado es generado en zonas húmedas, mientras que en zonas secas cantidades significantes no son generadas.
2. La generación de lixiviado, por lo general, no resulta en una producción constante, ni dentro del año, ni año a año, si no que sigue una forma algo similar a la de la precipitación.
3. En zonas húmedas donde el lixiviado será generado, la hidrogeología del sitio debe ser analizado con cuidado para determinar su capacidad natural para absorber contaminante del lixiviado. Donde es determinado que habría contaminación de agua, se deberá emplear sistemas de recolección y tratamiento de lixiviado.
4. La generación del lixiviado puede ser reducida por tapas apropiadas y eficientes de suelo, cuidando la topografía y el drenaje

diseñados para la superficie final, la selección apropiada de vegetación y en algunos casos el uso final seleccionado para el sitio.

5. Eventualmente la generación de lixiviado cesará en los casos donde el uso final previene percolación.

De estos comentarios es obvio que el lixiviado será generado por mucho tiempo, a menos que la percolación sea prevenida por los procedimientos de operación y terminación. En el caso que sea prevenida la percolación en el uso final del sitio, la generación de lixiviado aparecerá poco después que el relleno sea completado.

Si se determina que la generación de lixiviado es suficiente para causar problemas (es decir la hidrogeología no tiene la habilidad natural de absorber el lixiviado), entonces la colección y tratamiento del lixiviado deben ser proveídos.

Las prácticas recomendadas de operación deben ser seguidas para reducir la infiltración, con el fin de reducir la generación de lixiviado durante la vida útil del relleno.

La superficie final del relleno debe ser diseñada con miras de reducir percolación por los desechos sólidos. Por ejemplo, si el uso final es un área verde, una membrana impermeable o una capa de arcilla puede ser colocada bajo la tapa del suelo, si el uso final es un parque, el material de la superficie prevendrá infiltración. En todo caso el drenaje desde el área adyacente debe ser enviado fuera del relleno.

E. CALCULO DEL BALANCE DE AGUAS PARA LOJA "CHONTA CRUZ"

E.1. INTRODUCCION:

Como ya se explicó anteriormente, el método a utilizar será: "Balance de aguas para predecir la generación del lixiviado de desechos sólidos" de DENNIS G. FENN, KEITH J. HANLEY Y TRUETT V. DE GEERE de la agencia de protección ambiental de la U.S.A.

Este numeral incluye únicamente el cálculo del balance de aguas, puesto que la ilustración de los parámetros, métodos y procedimientos ha sido proporcionada en el numeral anterior.

E.2. CALCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACION

E.2.1. EVAPOTANSPIRACION POTENCIAL

Es un proceso combinado que comprende la evaporación de todos los tipos de superficie (vegetal, superficie del suelo, láminas de agua), y la transpiración de las plantas que se utiliza en general como un indicador de las necesidades de agua de las plantas.

La evapotranspiración depende del poder evaporante del aire, el cual a su vez está determinado por la radiación solar, la temperatura, el viento y la humedad del aire.

E.2.2. EVAPOTRANSPIRACION REAL

Conocida también como evapotranspiración actual y definida como la cantidad de agua que se pierde por la evaporación desde la superficie de suelo y la transpiración de las plantas bajo las condiciones actuales o reales de tiempo, suelo y vegetación.

La evaporación real y la evapotranspiración potencial son similares por lo tanto solo cuando el suelo esta en capacidad de campo y los cultivos están en fase de desarrollo en que cubren completamente el suelo, se produce la evapotranspiración.

E.2.3. CALCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACION

Existen diversos métodos para calcular la evapotranspiración, además de la medición directa con los lisímetros, la mayor parte de ellos implican la solución de fórmulas matemáticas empíricas; desarrolladas en diferentes regiones y usualmente basadas en información meteorológica.

El cálculo de la evapotranspiración para el proyecto CHONTACRUZ; se la hizo mediante la evaluación de los siguientes métodos:

- METODO PROPUESTO POR C.W. THORNTHWAITE

Este método considera a la evapotranspiración potencial como una función exponencial de la temperatura y justifica que los otros factores meteorológicos se conjuguen con la temperatura del aire.

Thornthwaite utiliza la siguiente fórmula para su cálculo:

$$Et = 16*(10*T/I)^a$$

- Et = Evapotranspiración potencial en mm, para un mes de 30 días de 12 horas de luz.
 T = Temperatura media del aire
 I = Es un índice de calor equivalente a la suma de 12 índices mensuales, los cuales se hallan así:

$$i = (T/5)^{1.514}$$

$$I = \sum \text{de } i \text{ (de los 12 meses)}$$

$$a = 0.00000675*I^3 - 0.000771*I^2 + 0.01792*I + 0.49239$$

Para los cálculos por el método de Thornthwaite se ha tomado los datos de temperatura media de la Estación La Argelia , por estar muy cerca del proyecto.

**EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL (METODO DE THORNTHWAITE)
ESTACION LA ARGELIA**

PROYECTO: RELLENO SANITARIO
OBRA : TESIS DE GRADO DE INGENIERO CIVIL

M E T O D O D E T H O R N T H W A I T E					
MES	TEM. MEDIA MENSU. °C (T)	i	ETP mm/mes (Y)	ETP.TANQUE mm/mes (X)	di ² = (Y-X) ²
ENERO	15.5	5.545	58.85	100.2	1709.73
FEBRERO	16.7	6.208	66.04	88.1	486.65
MARZO	15.7	5.654	60.03	94.6	1195.17
ABRIL	15.4	5.491	58.27	96.2	1439.04
MAYO	15.7	5.654	60.03	107.1	2215.70
JUNIO	15.1	5.330	56.52	109.5	2806.83
JULIO	14.6	5.065	53.65	140.5	7542.18
AGOSTO	14.9	5.224	55.37	133.3	6073.45
SEPTIEM.	15.4	5.491	58.27	120.7	3898.09
OCTUBRE	15.6	5.600	59.44	120.1	3679.77
NOVIEMBRE	15.9	5.763	61.21	117.3	3145.55
DICIEMBRE	15.8	5.709	60.62	111.1	2548.15
	I=	66.734	708.30	1338.70	36740.3
a= 0.000000675*I ³ -0.0000771*I ² +0.01792*I+0.49239					
a = 1.5455					
ETP= 16(10*T/I) ^a					
S=(∑di ² /(n-1)) = 57.79					
r=(n∑xy-∑x∑y)/{[n∑x ² -(∑x) ²][n∑y ² -(∑y) ² }					
r = 0.724					
S= varianza n= número de meses					
r= coef.de correlación (regresión lineal)					

- **METODO DE TURC**

Turc considera que la evapotranspiración es una función de la humedad disponible y del poder evaporante del aire condicionado a la temperatura media y a la radiación solar. Para su cálculo se utiliza la siguiente fórmula:

$$E_{Tp} = 0.40 * (T / (T + 15)) * (I_g + 50)$$

$$I_g = (0.25 + 0.5 * n / N) * R_a$$

- Columna 4 (Ra): valores de radiación extraterrestre, expresada en evaporación equivalente (mm/día) para 04°01'50" de latitud.
- Columna 5 (I_g mm/día): valores correspondientes a la expresión $(0.25 + 0.5 n/N) * Ra$
- Columna 6 (I_g cal/mm/día): valores correspondientes a radiación solar en cal/cm²/día se obtiene al dividir los valores de la columna 5 para 0.017, resultante de la relación: 1 cal/cm²- /día = 0.017 mm/día.
- Columna 7 (I_g + 50): valores correspondiente a la relación I_g + 50.
- Columna 8 (ETP mm/mes): valores de evapotranspiración en mm/mes, se obtiene al multiplicar el factor $0.40 * (T / (T+15))$ * columna 7.

El factor 0.4 es para los meses de 30 y 31 días, debiendo cambiar para el mes de febrero por un valor de 0.37.

- Columna 9 (ETP. TANQUE) presenta valores de la evapotranspiración leídos de la estación La Argelia.

Esta fórmula es una de las más completas, ya que para su solución se precisan valores de temperatura y humedad del aire. Así mismo del método ha relacionado para este caso la evaporación media mensual y la evapotranspiración para un período común. Obteniéndose un coeficiente de correlación $r = 0.154$.

La última columna sirve para el cálculo de la varianza $S = 19.23$.

- **METODO DE BLANEY CRIDDLE**

El método de Blaney-Criddle se basa en la temperatura y en las horas de iluminación diaria, eliminando la humedad relativa. Los autores consideran como fuerza evaporante o factor de Blaney-Criddle, al producto de la temperatura por el porcentaje de iluminación mensual.

Para un cultivo regado la evapotranspiración potencial depende del clima y del tipo de cultivo y el método recurre a las variables climáticas y al porcentaje de horas diurnas para encontrar el factor de uso consuntivo (f).

$$f = p (0.46t + 8.13)$$

En donde:

f = factor de uso consuntivo en mm/diarios.

t = temperatura media mensual en °C

p = porcentaje medio diario de horas diurnas anuales en relación con un mes y una latitud dada. (CUADRO # III)

Con los valores f determinados por la fórmula se localizan en el cuadro en donde se establece las relaciones para determinar E_{To} . Los valores de f vienen dados en el eje de las X y los valores de E_{To} en el eje de las Y.

En el cuadro correspondiente se presentan a tres niveles. Como primer nivel, la relación entre las horas reales y las máximas posibles de insolación (n/N). Como segundo nivel se indica las relaciones correspondientes a tres tipos de vientos diurnos (U). Y como tercer nivel, los porcentajes medios mensuales de humedad de la Estación La Argelia (RH min).

A partir de los datos meteorológicos disponibles podemos establecer:

NEBOSIDAD	en	OCTAVOS
alta	>	4
media	1.5 -	4
baja	<	1.5

VIENTO	VELOCIDAD
débil	< 2 m / s.
moderado	2 - 5 m / s.
fuerte	5 - 8 m / s.
muy fuerte	> 8 m / s.

RH (min)	
Baja	< 20 %
Media	20 - 50%
Alta	> 50 %

La relación n/N la tomamos de el método de Turc. El valor de ETo lo leímos del CUADRO # II.

MES	RH min.	n/N	U(vientos)	RECUADRO	LINEA
Enero	Alta	Baja	Moderado	IX	2
Febrero	Alta	Baja	Moderado	IX	2
Marzo	Alta	Baja	Moderado	IX	2
Abril	Alta	Baja	Moderado	IX	2
Mayo	Alta	Media	Moderado	VI	2
Junio	Alta	Media	Fuerte	VI	3
Julio	Alta	Media	Fuerte	VI	3
Agosto	Alta	Media	Fuerte	VI	3
Septiembre	Alta	Media	Moderado	VI	2
Octubre	Alta	Media	Moderado	VI	2
Noviembre	Alta	Media	Moderado	VI	2
Diciembre	Alta	Media	Moderado	VI	2

Para calcular la ETo mensual en mm se multiplica ese valor por el número de días de cada mes.

Para los cálculos por el método de Blaney-Criddle, Thornthwaite y Turc, se tomaron los datos de temperatura, Humedad, velocidad del viento, Nubosidad de la estación La Argelia y se encuentran detallados en el Resumen climatológico (Cuadro # 4.4.).

Los cálculos por este método los mostramos en el siguiente cuadro:

EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL (METODO DE BLANEY CRIDDLE)

ESTACION LA ARGELIA

PROYECTO: RELLENO SANITARIO

OBRA : TESIS DE GRADO DE INGENIERO CIVIL

MES	TEM. MEDIA MENSU. °C (T)	XMED. DIA. HOR. DIVR. (p)	FAC. DE USO CONSUNTIVO (f)	EVAPOTRANSPIRACION DIA. (mm/día) (ETo)	NUMERO DIAS	ETP (mm/mes) Y	ETP. TANQUE mm/mes X	di ² = (Y-X) ²
ENERO	15.5	0.28	4.273	2.50	31	77.50	100.2	515.29
FEBRERO	16.7	0.28	4.427	2.65	28	74.20	88.1	193.21
MARZO	15.7	0.28	4.299	2.54	31	78.74	94.6	251.54
ABRIL	15.4	0.27	4.108	2.36	30	70.80	96.2	645.16
MAYO	15.7	0.27	4.145	2.94	31	91.14	107.1	254.72
JUNIO	15.1	0.27	4.071	2.85	30	85.50	109.5	576.00
JULIO	14.6	0.27	4.008	3.18	31	98.58	140.5	1757.29
AGOSTO	14.9	0.27	4.046	2.80	31	86.80	133.3	2162.25
SEPTIEM.	15.4	0.27	4.108	2.89	30	86.70	120.7	1156.00
OCTUBRE	15.6	0.28	4.286	3.15	31	97.65	120.1	504.00
NOVIEMBRE	15.9	0.28	4.324	3.19	30	95.70	117.3	466.56
DICIEMBRE	15.8	0.28	4.311	3.18	31	98.58	111.1	156.75
Σ=						1041.89	1338.7	8638.77
f= p(0.46T+8.13)= mm/día				S = 28.024				
				r = 0.732				

El coeficiente de correlación para el método de Blaney es 0.732, la varianza se calculó con los mismos procedimientos anteriores y su valor es $S = 28.024$.

Al comparar los valores obtenidos de la evapotranspiración por los tres métodos seleccionamos los resultados obtenidos por el método de THORNTHWAITE y BLANEY-CRIDDLE, considerando su coeficiente de correlación y la varianza. El resultado se presenta en el siguiente cuadro:

CUADRO # 4.14.

RESUMEN DE LA EVAPOTRANSPIRACION EN (mm/mes)

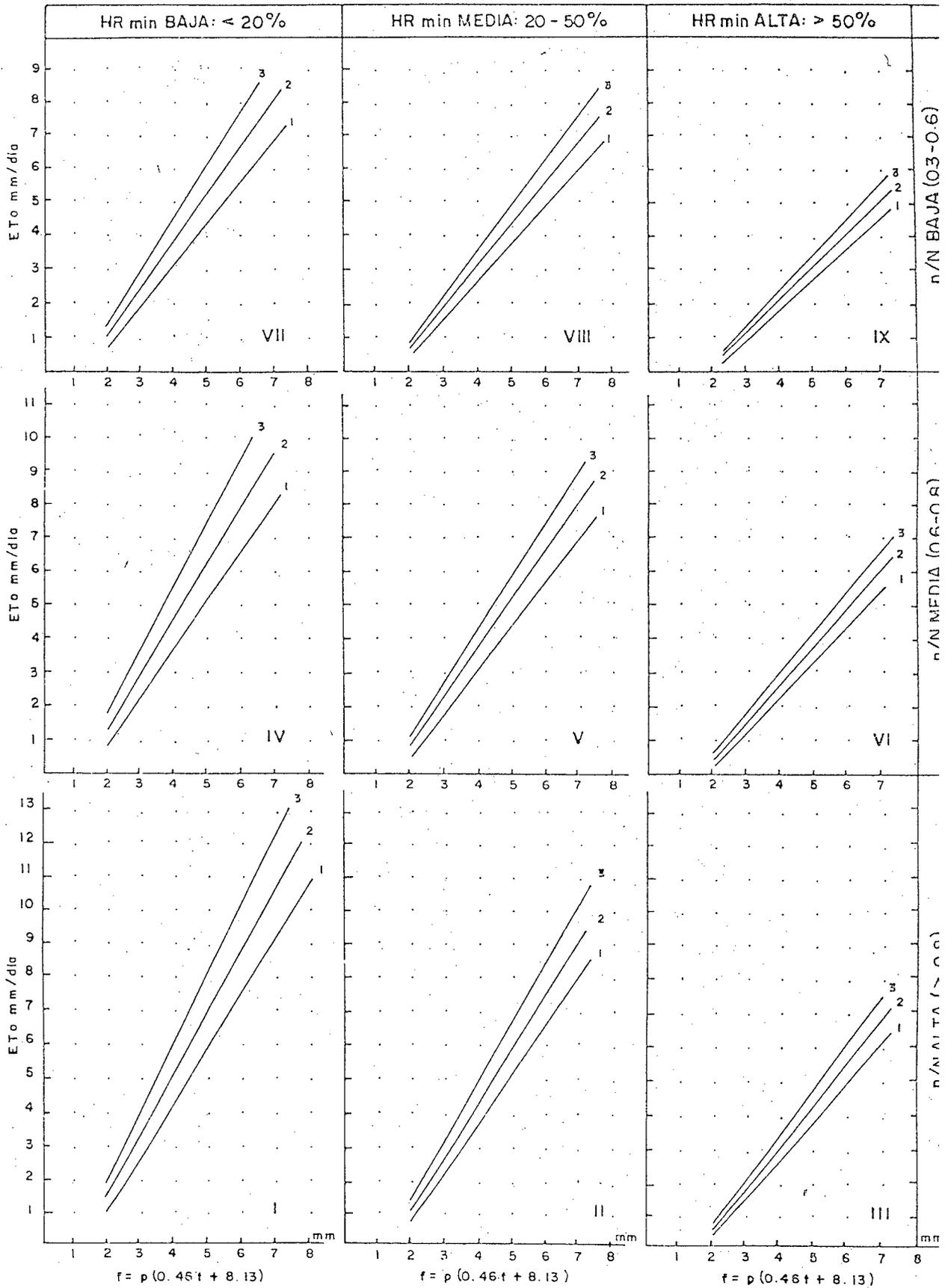
ESTACION LA ARGELIA

PROYECTO: RELLENO SANITARIO

MES	ETP mm/mes THORNTH- WAITE	ETP mm/mes BLANEY CRIDDLE	ETP mm/mes (Promedio)
ENERO	58.85	77.50	68.18
FEBRERO	66.04	74.20	70.12
MARZO	60.03	78.74	69.39
ABRIL	58.27	70.80	64.54
MAYO	60.03	91.14	75.59
JUNIO	56.52	85.50	71.01
JULIO	53.65	98.58	76.12
AGOSTO	55.37	86.80	71.09
SEPTIEM.	58.27	86.70	72.49
OCTUBRE	59.44	97.65	78.55
NOVIEMBRE	61.21	95.70	78.46
DICIEMBRE	60.62	98.58	79.60

LA RADIACION EXTRATERRESTRE B.
EXPRESADA EN EQUIVALENTE DE EVAPORACION EN mm./DIA

HEMISFERIO NORTE												Lat	HEMISFERIO SUR											
En.	Feb.	Mar.	Abr.	Mayo	Jun.	Jul.	Ag.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.		En.	Feb.	Mar.	Abr.	Mayo	Jun.	Jul.	Ag.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
3.8	6.1	9.4	12.7	15.8	17.1	16.4	14.1	10.9	7.4	4.5	3.2	50°	17.5	14.7	10.9	7.0	4.2	3.1	3.5	5.5	8.9	12.9	16.5	18.2
4.3	6.6	9.8	13.0	15.9	17.2	16.5	14.3	11.2	7.8	5.0	3.7	48	17.6	14.9	11.2	7.5	4.7	3.5	4.0	6.0	9.3	13.2	16.6	18.2
4.9	7.1	10.2	13.3	16.0	17.2	16.6	14.5	11.5	8.3	5.5	4.3	46	17.7	15.1	11.5	7.9	5.2	4.0	4.4	6.5	9.7	13.4	16.7	18.3
5.3	7.6	10.6	13.7	16.1	17.2	16.6	14.7	11.9	8.7	6.0	4.7	44	17.8	15.3	11.9	8.4	5.7	4.4	4.3	6.9	10.2	13.7	16.7	18.3
5.9	8.1	11.0	14.0	16.2	17.3	16.7	15.0	12.2	9.1	6.5	5.2	42	17.8	15.5	12.2	8.8	6.1	4.9	5.4	7.4	10.6	14.0	16.8	18.3
6.4	8.6	11.4	14.3	16.4	17.3	16.7	15.2	12.5	9.6	7.0	5.7	40	17.9	15.7	12.5	9.2	6.6	5.3	5.4	7.9	11.0	14.2	16.9	18.3
6.9	9.0	11.8	14.5	16.4	17.2	16.7	15.3	12.8	10.0	7.5	6.1	38	17.9	15.8	12.8	9.6	7.1	5.8	6.1	8.3	11.4	14.4	17.0	18.3
7.4	9.4	12.1	14.7	16.4	17.2	16.7	15.4	13.1	10.6	8.0	6.6	36	17.9	16.0	13.2	10.1	7.5	6.3	6.3	8.8	11.7	14.6	17.0	18.2
7.9	9.8	12.4	14.8	16.5	17.1	16.8	15.5	13.4	10.8	8.5	7.2	34	17.8	16.1	13.5	10.5	8.0	6.8*	7.2	9.2	12.0	14.9	17.1	18.2
8.3	10.2	12.8	15.0	16.5	17.0	16.8	15.6	13.6	11.2	9.0	7.8	32	17.8	16.2	13.8	10.9	8.5	7.3	7.7	9.6	12.4	15.1	17.2	18.1
8.8	10.7	13.1	15.2	16.5	17.0	16.8*	15.7	13.9	11.6	9.5	8.3	30	17.8	16.4	14.0	11.3	8.9	7.8	8.1	10.1	12.7	15.3	17.3	18.1
9.3	11.1	13.4	15.3	16.5	16.8	16.7	15.7	14.1	12.0	9.9	8.8	28	17.7	16.4	14.3	11.6	9.3	8.2	8.5	10.4	13.0	15.4	17.2	17.9
9.8	11.5	13.7	15.3	16.4	16.7	16.6	15.7	14.3	12.3	10.3	9.3	26	17.6	16.4	14.4	12.0	9.7	8.7	9.1	10.9	13.2	15.5	17.2	17.8
10.2	11.9	13.9	15.4	16.4	16.6	16.5	15.8	14.5	12.6	10.7	9.7	24	17.5	16.5	14.6	12.3	10.2	9.1	9.3	11.2	13.4	15.6	17.1	17.7
10.7	12.3	14.2	15.5	16.3	16.4	16.4	15.8	14.6	13.0	11.1	10.2	22	17.4	16.5	14.8	12.6	10.6	9.6	10.0	11.6	13.7	15.7	17.0	17.5
11.2	12.7	14.4	15.6	16.3	16.4	16.3	15.9	14.8	13.3	11.6	10.7	20	17.3	16.5	15.0	13.0	11.0	10.0	10.3	12.0	13.9	15.8	17.0	17.4
11.6	13.0	14.6	15.6	16.1	16.1	16.1	15.8	14.9	13.6	12.0	11.1	18	17.1	16.5	15.1	13.2	11.4	10.4	10.3	12.3	14.1	15.8	16.8	17.1
12.0	13.3	14.7	15.6	16.0	15.9	15.9	15.7	15.0	13.9	12.4	11.6	16	16.9	16.4	15.2	13.5	11.7	10.8	11.1	12.6	14.3	15.8	16.7	16.8
12.4	13.6	14.9	15.7	15.8	15.7	15.7	15.7	15.1	14.1	12.8	12.0	14	16.7	16.4	15.3	13.7	12.1	11.2	11.1	12.9	14.5	15.8	16.5	16.6
12.8	13.9	15.1	15.7	15.7	15.5	15.5	15.6	15.2	14.4	13.3	12.5	12	16.6	16.3	15.4	14.0	12.5	11.6	12.1	13.2	14.7	15.8	16.4	16.5
13.2	14.2	15.3	15.7	15.5	15.3	15.3	15.5	15.3	14.7	13.6	12.9	10	16.4	16.3	15.5	14.2	12.8	12.0	12.1	13.5	14.8	15.9	16.2	16.2
13.6	14.5	15.3	15.6	15.3	15.0	15.1	15.4	15.3	14.8	13.9	13.3	8	16.1	16.1	15.5	14.4	13.1	12.4	12.7	13.7	14.9	15.8	16.0	16.0
13.9	14.8	15.4	15.4	15.1	14.7	14.9	15.2	15.3	15.0	14.2	13.7	6	15.8	16.0	15.6	14.7	13.4	12.8	13.1	14.0	15.0	15.7	15.8	15.7
14.3	15.0	15.5	15.5	14.9	14.4	14.6	15.1	15.3	15.1	14.5	14.1	4	15.5	15.8	15.6	14.9	13.8	13.2	13.4	14.3	15.1	15.6	15.5	15.4
14.7	15.3	15.6	15.3	14.6	14.2	14.3	14.9	15.3	15.3	14.8	14.4	2	15.3	15.7	15.7	15.1	14.1	13.5	13.7	14.5	15.2	15.5	15.3	15.1
15.0	15.5	15.7	15.3	14.4	13.9	14.1	14.8	15.3	15.4	15.1	14.8	0	15.0	15.5	15.7	15.3	14.4	13.9	14.1	14.8	15.3	15.4	15.1	14.8



Predicción de la ETo a Partir del factor f de Blaney-Cridde, para diferentes condiciones de humedad relativa mínima, horas de insolación diarias y vientos diurnos.

PORCENTAJE DIARIO MEDIO (p) DE HORAS DIURNAS ANUALES
A DIFERENTES LATITUDES

Latitud Norte Sur ^{1/}	En.	Feb.	Mar.	Abr.	Mayo	Jun.	Jul.	Ag.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
	Jul.	Ag.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	En.	Feb.	Mar.	Abr.	Mayo	Jun.
60°	.15	.20	.26	.32	.38	.41	.40	.34	.28	.22	.17	.13
58	.16	.21	.26	.32	.37	.40	.39	.34	.28	.23	.18	.15
56	.17	.21	.26	.32	.36	.39	.38	.33	.28	.23	.18	.16
54	.18	.22	.26	.31	.36	.38	.37	.33	.28	.23	.19	.17
52	.19	.22	.27	.31	.35	.37	.36	.33	.28	.24	.20	.17
50	.19	.23	.27	.31	.34	.36	.35	.32	.28	.24	.20	.18
48	.20	.23	.27	.31	.34	.36	.35	.32	.28	.24	.21	.19
46	.20	.23	.27	.30	.34	.35	.34	.32	.28	.24	.21	.20
44	.21	.24	.27	.30	.33	.35	.34	.31	.28	.25	.22	.20
42	.21	.24	.27	.30	.33	.34	.33	.31	.28	.25	.22	.21
40	.22	.24	.27	.30	.32	.34	.33	.31	.28	.25	.22	.21
35	.23	.25	.27	.29	.31	.32	.32	.30	.28	.25	.23	.22
30	.24	.25	.27	.29	.31	.32	.31*	.30	.28	.26	.24	.23
25	.24	.26	.27	.29	.30	.31	.31	.29	.28	.26	.25	.24
20	.25	.26	.27	.28	.29	.30	.30	.29	.28	.26	.25	.25
15	.26	.26	.27	.28	.29	.29	.29	.28	.28	.27	.26	.25
10	.26	.27	.27	.28	.28	.29	.29	.28	.28	.27	.26	.26
5	.27	.27	.27	.28	.28	.28	.28	.28	.28	.27	.27	.27
0	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.27

^{1/} Latitudes Sur: aplíquense 6 meses de diferencia, según se indica.

CUADRO # 4.15.
P R O M I O

FONAPRE-SUBCOMISION ECUATORIANA PREDESUR
ESTACION LA ARGELIA (LOJA)
HELIOFANIA (Horas y Decimos)

LATITUD: 04°00' S

LONGITUD: 79°12' W

ALTURA: 2135 m.snm

MES AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEM	OCTUBRE	NOVIEMB	DICIEMB	MEDIA
1963							198.1					119.7	26.5
1964										137.5	110.5	99.2	28.9
1965	89.7		56.7		81.1	42.7	85.2	124.1	56.9	109.5	101.1	134.4	73.5
1966	79.3	81.3	73.6	101.1	141.7	160.2	122.1	121.4	115.4	159.4	169.5	164.6	124.1
1967													0.0
1968	96.6	136.2	70.4	188.2	205.0	148.8	111.9	138.8	114.6	138.2	197.1	183.0	144.1
1969	166.3	107.2	134.9	132.1	122.3	133.2	140.7	103.1	163.1	141.9	118.9	139.6	133.6
1970	87.6	101.5	101.2	84.4	107.1	104.6							48.9
1971		104.4	64.4	110.7	148.9	134.8	107.8	127.6	95.7	116.1	143.5	123.7	106.5
1972	125.1	145.0	109.5	121.7	154.1	143.0	110.5	199.3	132.9	146.5	149.2	171.5	142.4
1973	51.0	114.9	97.8	105.5	135.9	138.8	152.1	132.8	109.5	155.4	114.2	142.1	120.8
1974	124.2	59.4	126.0	101.9	127.5	129.6	125.7	150.6	137.6	143.5	126.7	111.8	122.0
1975	74.4	54.0	112.8	114.0	129.7	109.0	174.5	110.5	145.8	133.5	180.7	167.3	125.5
1976	79.8	117.7	125.6	128.6	150.9	119.3	172.3	122.7	163.6	185.7	153.2	145.3	138.7
1977	106.1	82.5	69.3	110.2	184.8	125.0	152.7	138.3	163.9	167.6	173.6	172.9	137.2
1978	147.1	119.5	141.4	94.2	128.2	142.7	125.1	169.1	120.6	188.4	172.5	138.6	140.6
1979	166.9	116.2	118.6	87.2	148.2	174.1	179.0	175.6	159.9	184.5	185.9	168.8	155.4
1980	128.7	123.6	85.1	132.4	144.3	139.8	157.3	156.0	169.2	133.1	156.6	205.3	144.3
1981	152.5	106.6	138.9	156.4	170.3	170.4	180.1	206.1	192.2	170.9	184.3	121.8	162.5
1982	147.7	143.8	82.1	135.2	126.8	138.7	134.3	133.5	139.2	136.2	171.2	135.6	135.4
1983	90.0	104.6	144.4	118.2	135.2	169.9	164.9	82.1	126.6	132.3	148.4	152.6	130.8
1984	168.4	87.6	136.4	132.7	151.6	101.5	141.0	162.1	174.3	148.1	152.6	153.7	142.5
1985	92.5	93.0	121.9	118.5	119.5	147.1	122.3	113.5	134.8	171.9	200.1	145.3	131.7
1986	88.6	133.9	148.7	106.9	146.9	107.8	142.0	170.9	119.6	159.2	207.6	154.4	140.5
MEDIA PLURIA	113.1	106.6	107.6	119.0	141.0	132.4	142.8	141.9	136.8	150.4	158.0	147.8	114.9
#. DIAS	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
ME. DIA	3.649	3.809	3.471	3.967	4.547	4.414	4.608	4.578	4.559	4.853	5.266	4.767	(n)

E.3. CALCULO DEL BALANCE DE AGUAS

1.- Evapotranspiración Potencial (ETP).-

Del cuadro 4.14. de resumen de la evapotranspiración.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
ETP	68	70	69	65	76	71	76	71	73	79	79	80

2.- Precipitación (P).-

De la estación La Argelia, Cuadro # 4.4. Resumen Climatológico.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
P	88	109	123	88	54	57	58	50	48	71	59	76

3.- Coeficiente de Escorrentía (CE).-

Para suelo arcilloso plano 2% ---> 0.13 - 0.17, Cuadro # 4.6.

Por seguridad se escoje 0.13 para todos los meses del año

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
CE	.13	.13	.13	.13	.13	.13	.13	.13	.13	.13	.13	.13

4.- Escorrentía (E).-

Se obtiene de multiplicar el coeficiente de escorrentía por el valor de la precipitación media mensual.

$$E = CE \times P$$

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
E	11	14	16	11	7	7	8	7	6	9	8	10

5.- Infiltración (I). -

Es la diferencia entre precipitación y escorrentía.

$$I = P - E$$

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
I	77	95	107	77	47	50	50	43	42	62	51	66

6.- Infiltración Menos Evapotranspiración (I-ETP).-

Determina los períodos de déficit y excesos de humedad.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
I-ETP	9	25	38	12	-29	-21	-26	-28	-31	-17	-28	-14

La sumatoria de los I-ETP es igual a -110 ; nótese que el total es negativo.

Si (I-ETP) es positivo, existe un exceso de agua que será recargo de humedad o percolación.

Si (I-ETP) es negativo, existe un déficit de agua para la demanda de la vegetación.

7.- Pérdida de Agua Potencial Acumulada NEG (I-ETP).-

Es la sumatoria de los valores negativos de (I-ETP). Cuando la sumatoria total de (I-ETP) resulta negativa como en este caso (-110), la humedad del suelo al final de la estación de lluvia está a menos la capacidad de campo. Entonces es necesario encontrar un valor inicial de NEG(I-ETP) con que se comienza acumulando los valores de I-ETP negativos, Esto se hace utilizando el método de suposiciones sucesivas de Thornthwaite, por ello, el valor inicial es igual a la diferencia entre el primer mes que tenga valor negativo de (I-ETP) y el mes anterior (I-ETP) positivo.

Valor inicial = (I - ETP) mayo - (I - ETP) abril

$$Vi = -29 - 12 = -41$$

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
I-ETP	—			-41	-70	-91	-117	-145	-176	-193	-221	-235

8. Contenido de humedad del suelo (CH)

8.1. Contenido de humedad de suelo a capacidad de campo.

Para suelo Franco Arcilloso y hierba de raíz moderadamente profunda.

Agua disponible = 250 mm/m (Cuadro # 4.5.)

Zona de raíz = 0.60 m (limitada por profundidad del suelo)

$$CH = 250 * 0.60 = 150 \text{ mm. a capacidad de campo}$$

8.2. Contenido de humedad para cada mes

Los valores de (CH) para los meses que tengan (I - ETP) negativo, serán leídos del cuadro # 4.9. "CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO DESPUES DE OCURRIDA UNA EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL", los mismos que han sido desarrollados para

varias capacidades de campo, en este caso 150mm.

Los valores de (CH) para los meses que tengan (I - ETP) positivo, serán calculados de la siguiente manera:

Se toma el último valor leído según las tablas antes indicadas y se le suma el valor correspondiente a (I - ETP) positivo del mes siguiente así:

$$CH = 31 + 9 = 40$$

Este proceso se repite hasta hallar todos los valores de CH.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
CH	40	65	103	115	93	81	68	56	45	40	34	31

9. Variación de Contenido de Humedad del Suelo (DCH)

Es la diferencia de CH de un mes cualquiera con el mes anterior.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
DCH	9	25	38	12	-22	-12	-13	-12	-11	-5	-6	-3

CUADRO # 4.16
CALCULO DEL BALANCE DE AGUAS

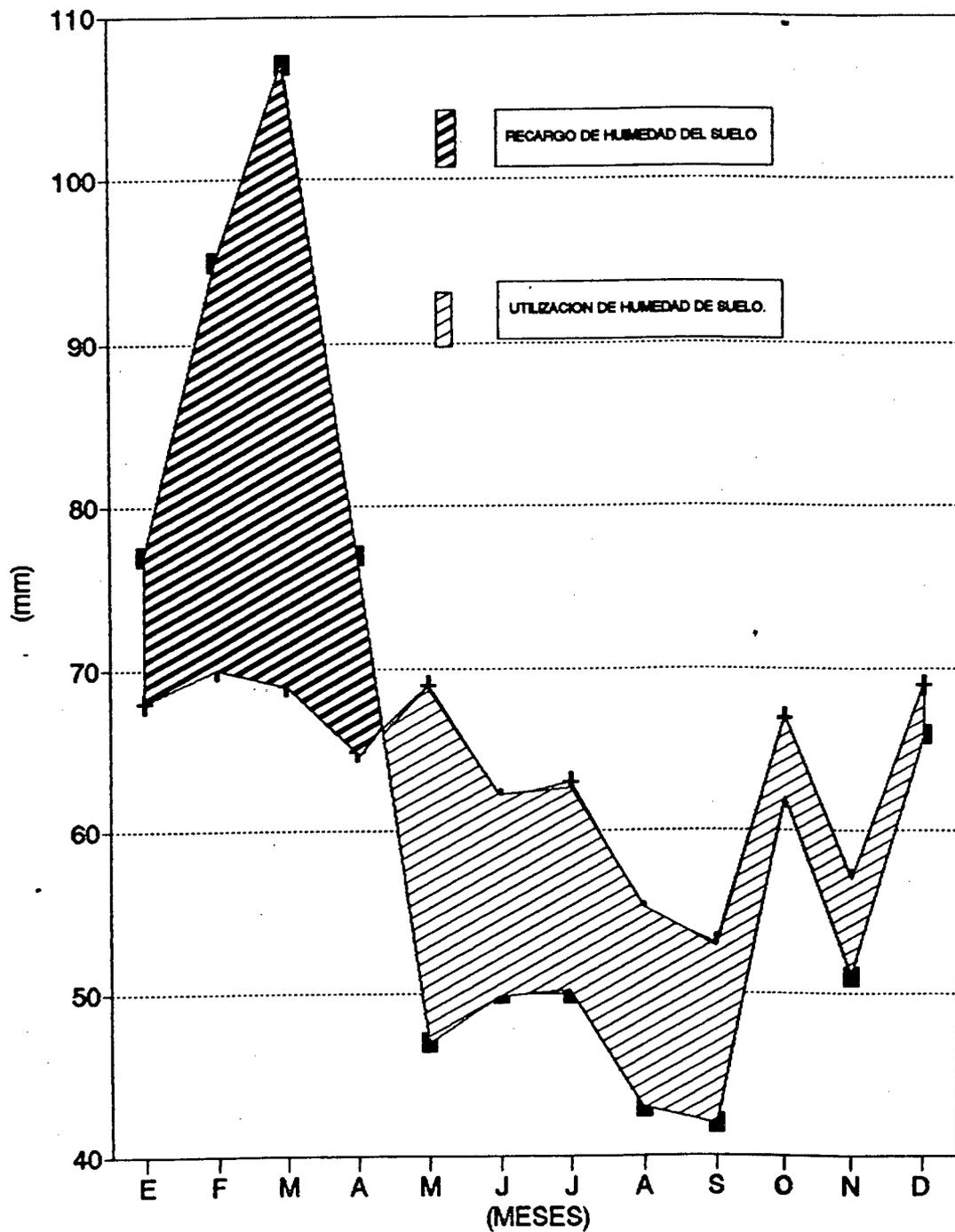
PROYECTO : RELLENO SANITARIO
UBICACION: CHONTACRUZ - LOJA

PARAMETRO	ENER	FEBRE	MARZ	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOS	SEPTI	OCTU	NOVIE	DICIE	ANUAL
ETP	68	70	69	65	76	71	76	71	73	79	79	80	877
P	88	109	123	88	54	57	58	50	48	71	59	76	881
CE	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	
E	11	14	16	11	7	7	8	7	6	9	8	10	114
I	77	95	107	77	47	50	50	43	42	62	51	66	767
I-ETP	9	25	38	12	-29	-21	-26	-28	-31	-17	-28	-14	-110
NEG(I-ETP)				-41	-70	-91	-117	-145	-176	-193	-221	-235	
CH	40	65	103	115	93	81	68	56	45	40	34	31	
DCH	9	25	38	12	-22	-12	-13	-12	-11	-5	-6	-3	
ETA	68	70	69	65	69	62	63	55	53	67	57	69	767
PERC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ETP = Evapotranspiración Potencial.
P = Precipitación.
CE = Coeficiente de escorrentía.
E = Escorrentía.
I = Infiltración.
I - ETP = Infiltración menos Evapotrans. Potencial

NEG(I-ETP) = Pérdida de agua Potencial Acumulada
CH = Contenido de Humedad del suelo.
DCH = Cambio de contenido de humedad del sue
ETA = Evapotranspiración Actual.
PRE = Percolación.

BALANCE DE AGUAS LOJA-CHONTACRUZ



E.4. GENERACION DE LIXIVIADO

Al igual que el material de la tapa, las celdas de desechos sólidos que quedan debajo tienen capacidad de retener agua. Se ha determinado que la capacidad de campo de los desechos sólidos varía de 20 a 35% del volumen de los desechos, en otros términos, la capacidad de campo variará alrededor de 200 mm a 350 mm de agua/m. de deshecho sólido, para este estudio se tomará valor de 300 mm/m.

El contenido de humedad de los desechos sólidos para Loja es de 58% (promedio en peso), humedad que será considerada al ingreso del relleno, este porcentaje equivale al siguiente en volumen :

% total	Peso	Dens. Comp.	Volumen Desechos
Basura húmeda	1.0 Kg	400 Kg/m ³	0.0025 m ³
Humedad	0.6 Kg	1000 Kg/m ³	0.0006 m ³

Esto quiere decir que los desechos tienen un 24% de humedad del volumen total de los desechos a la entrada, que equivalen a 240 mm/metro de agua.

Entonces con la capacidad de campo de 300 mm/metro y el contenido de humedad inicial de 240 mm/metro, los desechos compactados tendrían una capacidad de absorción de al rededor de 60 mm de agua /metro de desechos sólidos.

Como no existe percolación por la capa de suelo (fase I), no existiría producción de lixiviado.

E.5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES :

El método balance de aguas sirve como herramienta útil de ingeniero para elaborar evaluaciones ambientales de sitios de rellenos sanitarios propuestos o existentes, especialmente con respecto a la generación de lixiviado. Sin embargo, se deberá reconocer que el método presentado aquí, se lo intenta como herramienta básica para el ingeniero y que ciertas suposiciones específicas del sitio son necesarias para refinar el método para el lugar dado. Estas suposiciones incluyen la selección de datos de precipitación y técnicas adecuadas de calcular evapotranspiración y escorrentía, además de el tratamiento de las condiciones de suelo no vegetado durante la vida útil del relleno.

A continuación se describen algunos efectos adicionales que ocurren en los rellenos.

- 1.- Capa de suelo poco profunda sin vegetación.- Durante la vida de operación de el relleno sanitario, solamente partes completas tendrán la capa final (0.6 m de espesor) y serán vegetadas. Puede ser que el resto de la superficie del relleno tenga solamente una capa intermedia (0.30 m de espesor) sin vegetación. El tipo de colocación de la capa final de suelo y vegetación varía con el tipo y tamaño del relleno. Teniendo características distintas de las capas finales vegetadas, la condición de la capa intermedia de suelo afectará lo resultados del balance de aguas. La profundidad menor reduce el abastecimiento de humedad del suelo, así mismo permite más percolación. La ausencia de

vegetación tiene los efectos de aumentar escorrentía y disminuir evapotranspiración. Sin vegetación la escorrentía puede doblar o triplicar en caso de suelos pesados y, tener solamente una alza moderada para suelos arenosos. La evaporación desde el suelo no vegetado es rápida cuando la superficie está húmeda, pero es muy reducida cuando los pocos milímetros superiores están secos y prácticamente existe cero evaporación ocurriendo desde profundidades más allá de los 200 mm. Se supone que la evaporación desde el suelo no vegetado es aproximadamente la mitad de la precipitación para suelo arcilloso y al rededor del 30% de la precipitación para suelos arenosos.

Juntamente con los efectos anteriores, se suman las ineficiencias de operación, erosión, etc., que tienden a aumentar percolación. Por eso, no se puede descartar la posibilidad de que habrá percolación durante la vida útil del relleno y es probable que el lixiviado aparezca más pronto y en más cantidad de lo que fué predicho en los cálculos, los cuales consideran la condición completa de relleno sanitario.

2.- Riego.- Si el uso final es un parque o área agrícola, es probable que haya riego en zonas áridas. El agua que se aplicaría a la superficie sería igual en cantidad al requerimiento de evapotranspiración potencial de la vegetación. Además el riego necesario para satisfacer demandas fuertes de evapotranspiración de la temporada de cultivos nunca alcanza el ciento por ciento de eficiencia. Una fracción (hasta 40%) nunca es absorbida del suelo, entonces

eventualmente la percolación dependerá del tipo de suelo y por lo general será menor cantidad para suelos finos.

El efecto de riego en los resultados de balance de aguas es obvio, si el sistema de riego no es diseñado con cuidado con respecto a las ineficiencias, es posible crear lixiviado en cantidad significativa lo cual no resultará por solamente precipitación.

Luego de estudiar a fondo el método y hacer las observaciones pertinentes, se concluye recomendando lo siguiente:

- Pese a no encontrar producción de lixiviado se deberá hacer alguna obra que asegure que éste (en caso de existir) tenga una conducción y tratamiento adecuado. (Remitirse al diseño).

4.4. ESTUDIOS DE SUELOS

4.4.1. GENERALIDADES.

El objeto de la mecánica de suelos es preveer el comportamiento de ellos, ya sea cuando se va a construir el Relleno Sanitario o cuando esta obra se encuentre en servicio, ésto debido a que el suelo soporta cargas (de la basura) y está sometido a la acción de agentes atmosféricos.

El suelo no solo influye en los gastos de construcción sino también en otros casos, como en el mantenimiento de la obra, ya que un Relleno Sanitario construido en un terreno difícil, sin haber tomado en cuenta la naturaleza del terreno, resulta costoso de mantenerlo en condiciones aceptables.

Suelo:- Los suelos son conglomerados de partículas minerales, cementadas o no cementadas, entre las cuales hay espacios vacíos, que pueden estar llenos de agua, aire o ambas cosas a la vez. El estudio de la naturaleza y propiedades de los suelos es de vital importancia para catalogar tanto el tipo de material de cobertura como el de cimentación en el Relleno Sanitario.

Tipo de Suelos:- Los tipos de suelos más comunes son: Residuales y transportados. Los suelos **residuales** son aquellos que provienen de la desintegración mecánica y de la descomposición química de la roca madre y que no han sido transportados; en cambio aquellos suelos que han sido **transportados** y dependiendo del medio que los hizo cambiar de lugar reciben diferentes nombres, así tenemos:

Aluviales (por el agua), aeólicos (por el viento), glaciares (movimiento de los glaciares) y coluviales (por la acción de la gravedad en las laderas).

Características de los suelos:- Entre las características más importantes que tienen los suelos desde el punto de vista de la ingeniería podemos anotar las siguientes: tamaño de sus partículas, contenido de humedad, capacidad soportante, relación densidad- humedad.

4.4.1.1. Clasificación de los suelos.

Finalidad de una clasificación de suelos.- Se encuentra que los suelos, pueden ser clasificados en grupos no muy numerosos dentro de los cuales varias propiedades ingenieriles son en cierta forma similares.

Es importante denominar cada uno de esos grupos de suelos con un nombre descriptivo o un símbolo que dé a los diferentes ingenieros en principio la misma idea sobre determinadas propiedades del material.

Se han desarrollado diferentes sistemas arbitrarios de clasificación, cada uno con ciertas ventajas y desventajas para cada propósito particular.

Las clasificaciones de suelos de uso común en la actualidad se basan todas, en dos resultados de ensayos fundamentales:

- a) Los del análisis granulométrico.
- b) Los de los límites de Atterberg, líquido y plástico.

Dichas clasificaciones son: 1) La Unificada, considerada como la más completa, y 2) la de la AASHTO.

1) La Clasificación Unificada de Suelos

Bases para la Clasificación.- La clasificación Unificada está basada en las siguientes pruebas de laboratorio:

a) **Análisis Granulométrico.** Los resultados de los ensayos de tamizado y sedimentación se llevan a un gráfico llamado curva granulométrica, como el mostrado en la Figura 4.4.

De esta curva de distribución de tamaños se obtienen los porcentajes en peso de cascajo, arena y partículas finas.

b) **Límites de Atterberg, líquido y plástico,** de los cuales se deriva el índice de plasticidad.

Para la clasificación también es necesario la consideración sobre el contenido de materia orgánica del suelo, la que se hace con base en observación directa o con ayuda de la prueba de límite líquido.

Significado de los Símbolos.- La Clasificación Unificada permite ubicar cada uno de los suelos existentes dentro de alguno de los 15 grupos, designados con su respectivos símbolos, que ella

establece (ver Cuadro 4.17.).

En ellos cada una de las letras tiene el significado que se indica a continuación:

G = cascajo o grava

S = arena

M = limo

C = arcilla

W = bien gradado

P = pobremente gradado, mal gradado

L = bajo límite líquido, baja plasticidad y compresibilidad.

H = alto límite líquido, alta plasticidad y compresibilidad.

O = Orgánico.

Pt = turba o suelo altamente orgánico.

Carta de Plasticidad de Casagrande.- Se trata de un gráfico que se utiliza para la discriminación entre los suelos finos-granulares, de acuerdo con su límite líquido e índice plástico (ver Figura 4.5.).

En términos generales, los suelos cuyo punto representativo cae por encima de la línea A son arcillas (C) y aquellos cuyo punto queda localizado por debajo de dicha línea son limos (M).

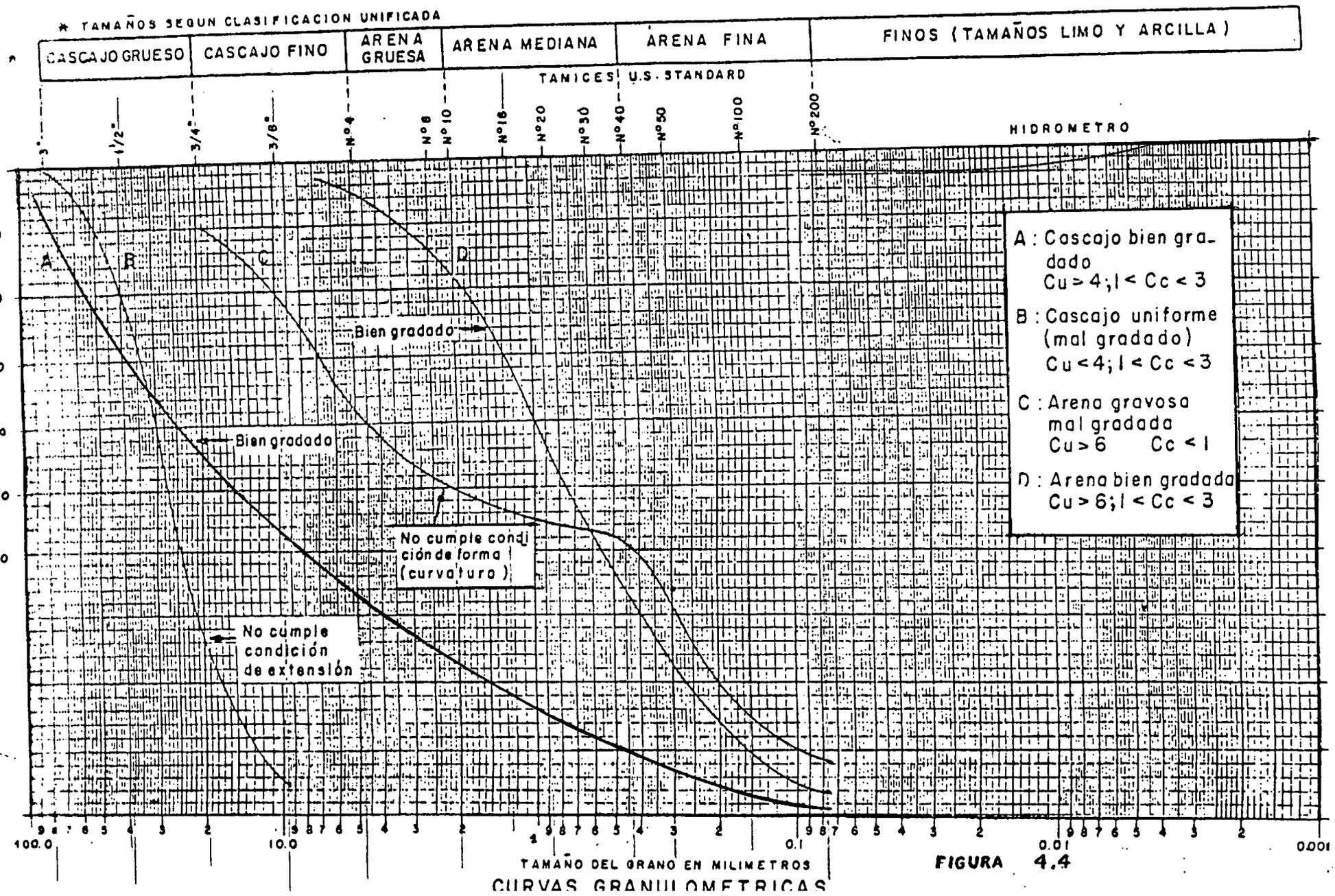


FIGURA 4.4

CUADRO 4.17

LA CLASIFICACION UNIFICADA DE SUELOS

DIVISIONES PRIMARIAS		SIMBOLO	NOMBRES DESCRIPTIVOS TIPICOS		
SUELOS GRUESO - GRANULARES	CASCAJOS	LIMPIOS (Con poco o nada de finos)	GW	Cascajos bien gradados, mezclas de cascajo y arena, con poco o nada de finos	
		CON FINOS (Cantidad apreciable de finos)	GP	Cascajos mal gradados, mezclas de cascajo y arena, con poco o nada de finos	
			GM	Cascajos limosos, mezclas de cascajo, arena y limo	
		GC	Cascajos arcillosos, mezclas de cascajo, arena y arcilla		
	ARENAS	LIMPIAS (Con poco o nada de finos)	SW	Arenas bien gradadas, arenas cascajosas, con poco o nada de finos	
			SP	Arenas mal gradadas, arenas cascajosas, con poco o nada de finos	
		CON FINOS (Cantidad apreciable de finos)	SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo	
			SC	Arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla	
	SUELOS FINO - GRANULARES	ARCILLAS Y LIMOS	CON LL ≤ 50%	ML	Limos orgánicos, arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas con ligera plasticidad
				CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja o media, arcillas con cascajo, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas magras
				OL	Limos orgánicos, arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad
		CON LL > 50%	MH	Limos inorgánicos, suelos limosos o arenosos finos, micáceos o diatomeos, limos elásticos	
CH			Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas grasas		
OH			Arcillas orgánicas de plasticidad media a alta		
Suelos altamente orgánicos		Pt	Turba y otros suelos altamente orgánicos		

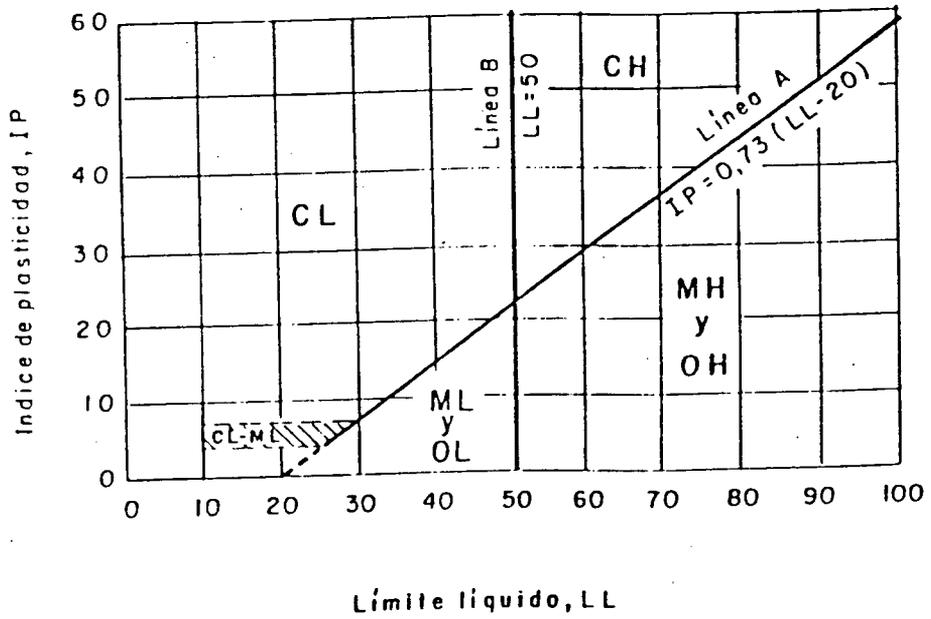


Figura 4.5 Carta de plasticidad de Casagrande. Usada para la Clasificación Unificada.

2) La Clasificación de la AASHTO.

Bases para la Clasificación.- Como para la Clasificación Unificada, son el análisis granulométrico y los límites de Atterberg los puntos de partida para la discriminación entre los diferentes grupos y subgrupos como constan en el cuadro 4.18. y en la figura 4.6.

Más concretamente, los resultados de ensayos que se tienen en cuenta son:

- a) Porcentaje, en peso, de partículas que pasan los tamices números 10, 40 y 200.
- b) Límite líquido e índice plástico de la fracción que pasa la malla 40.

Índice de Grupo.- El índice de grupo es un número que se utiliza como complemento de la clasificación de suelos de la AASHTO, cuya magnitud depende del porcentaje de partículas del suelo que pasa la malla 200, del límite líquido y del índice plástico. Está dada por la fórmula:

$$IG = 0.2a + 0.005ac + 0.01bd$$

en donde:

a = % que pasa la malla 200 - 35	Varía sólo de 0 a 40
b = % que pasa la malla 200 -15	Varía sólo de 0 a 40
c = LL - 40%	Varía sólo de 0 a 20
d = Ip - 10%	Varía sólo de 0 a 20

CLASIFICACION DE LA AASHTO PARA SUELOS Y MEZCLAS DE AGREGADOS

Clasificación General	Materiales granulares (35% o menos pasa la malla 200)							Materiales limo-arcillosos (más del 35% pasa la malla 200)			
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
Clasificación por grupos	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5 A-7-6
Mezclado-% que pasa malla:											
# 10 (2 mm)	50 máx										
# 40 (0.42 mm)	30 máx	50 máx	51 mín								
# 200 (0.074 mm)	15 máx	25 máx	10 máx	35 máx	35 máx	35 máx	35 máx	36 mín	36 mín	36 mín	36 mín
Características de la fracción que pasa malla 40											
límite líquido				40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín (β)
índice plástico	6 máx		NP	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín
Índice de Grupo	0	0	0	0	0	0	4 máx	8 máx	12 máx	16 máx	20 máx
Tipos usuales de materiales constituyentes significativos	Fragmentos de roca-cascajo y arena		Arenas finas	Cascajos y arenas limosas o arcillosos				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Comportamiento como abrasante	Excelentes a buenos					Moderados a pobres					

Observaciones:

- 1) El primer grupo de la izquierda consistente con los datos obtenidos de los ensayos da la clasificación correcta
- 2) Subdivisión de A-7. Será A-7-5 si $I_p \leq WL - 30$. Será A-7-6 si $I_p > WL - 30$

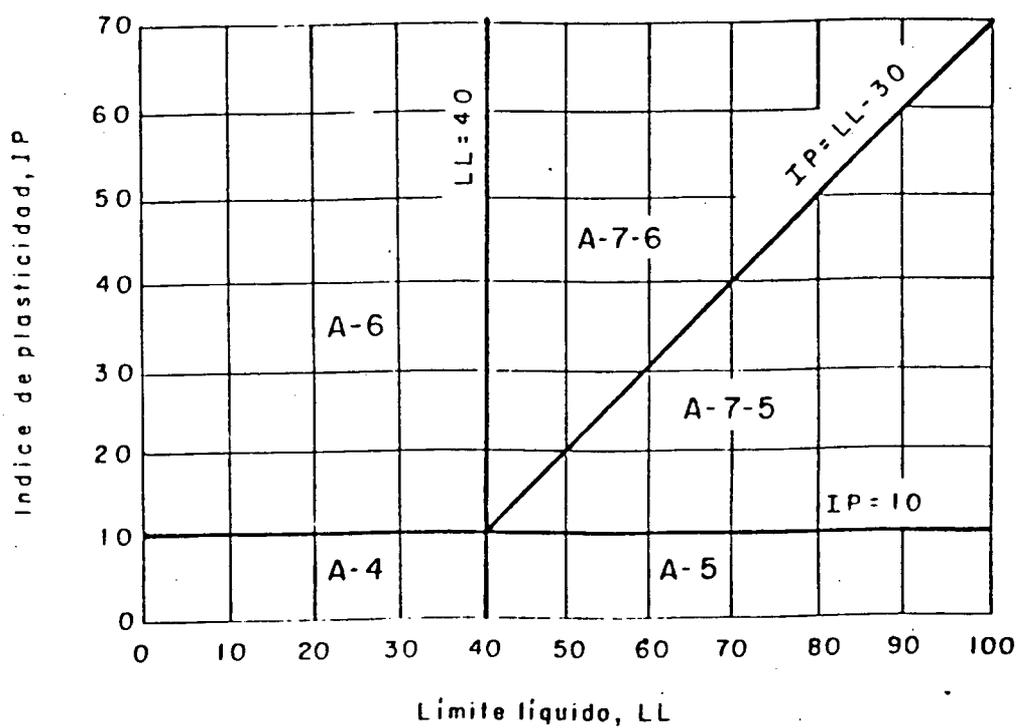


Figura 4.6 Carta de plasticidad para el sistema AASHTO.

4.4.1.2. Compactación.

Como los suelos están formados por partículas de tamaño y forma variada, entre los cuales existen espacios intergranulares llamados vacíos, los que se hallan llenos de agua , aire, o ambas cosas a la vez. Si a estos suelos se los compacta, se observa un decrecimiento de volumen, lo que indica que los espacios vacíos han sido llenados por las partículas del suelo comprimido.

Por lo tanto es necesario calcular debidamente la cantidad de agua (humedad óptima) que ha de tener un suelo, a fin de obtener una buena lubricación que permita, al momento de compactarlo, alcanzar la mayor densidad posible (densidad máxima).

4.4.1.3. Permeabilidad.

Es una magnitud que se expresa en unidades de velocidad (longitud dividida por tiempo) y que depende no sólo de las características del suelo sino de las propiedades del fluido.

Las características del fluido que influyen en la permeabilidad son su viscosidad , su peso unitario y su polaridad.

Cabe indicar que para el cálculo del el coeficiente de permeabilidad se hará la debida corrección de la viscosidad, corrección que estará en función de la temperatura a la que se ha hecho el ensayo, valores tabulados de esta corrección podrán encontrarse en el cuadro 4.19. (Corrección de Viscosidad para $t/20$).

CUADRO 4.19

Corrección de Viscosidad para $\eta T/\eta_{20}$

°C	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
10	1.3012	1.2976	1.2940	1.2903	1.2867	1.2831	1.2795	1.2759	1.2722	1.2686
11	1.2650	1.2615	1.2580	1.2545	1.2510	1.2476	1.2441	1.2406	1.2371	1.2336
12	1.2301	1.2268	1.2234	1.2201	1.2168	1.2135	1.2101	1.2068	1.2035	1.2001
13	1.1968	1.1936	1.1905	1.1873	1.1841	1.1810	1.1777	1.1746	1.1714	1.1683
14	1.1651	1.1621	1.1590	1.1560	1.1529	1.1499	1.1469	1.1438	1.1408	1.1377
15	1.1347	1.1318	1.1289	1.1260	1.1231	1.1202	1.1172	1.1143	1.1114	1.1085
16	1.1056	1.1028	1.0999	1.0971	1.0943	1.0915	1.0887	1.0859	1.0830	1.0802
17	1.0774	1.0747	1.0720	1.0693	1.0667	1.0640	1.0613	1.0586	1.0560	1.0533
18	1.0507	1.0480	1.0454	1.0429	1.0403	1.0377	1.0351	1.0325	1.0300	1.0274
19	1.0248	1.0223	1.0198	1.0174	1.0149	1.0124	1.0099	1.0074	1.0050	1.0025
20	1.0000	0.9976	0.9952	0.9928	0.9904	0.9881	0.9857	0.9833	0.9809	0.9785
21	0.9761	0.9738	0.9715	0.9692	0.9669	0.9646	0.9623	0.9600	0.9577	0.9554
22	0.9531	0.9509	0.9487	0.9465	0.9443	0.9421	0.9399	0.9377	0.9355	0.9333
23	0.9311	0.9290	0.9268	0.9247	0.9225	0.9204	0.9183	0.9161	0.9140	0.9118
24	0.9097	0.9077	0.9056	0.9036	0.9015	0.8995	0.8975	0.8954	0.8934	0.8913
25	0.8893	0.8873	0.8853	0.8833	0.8813	0.8794	0.8774	0.8754	0.8734	0.8714
26	0.8694	0.8675	0.8656	0.8636	0.8617	0.8598	0.8579	0.8560	0.8540	0.8521
27	0.8502	0.8484	0.8465	0.8447	0.8428	0.8410	0.8392	0.8373	0.8355	0.8336
28	0.8318	0.8300	0.8282	0.8264	0.8246	0.8229	0.8211	0.8193	0.8175	0.8157
29	0.8139	0.8122	0.8105	0.8087	0.8070	0.8053	0.8036	0.8019	0.8001	0.7984
30	0.7967	0.7950	0.7934	0.7917	0.7901	0.7884	0.7867	0.7851	0.7834	0.7818
31	0.7801	0.7785	0.7769	0.7753	0.7737	0.7721	0.7705	0.7689	0.7673	0.7657
32	0.7641	0.7626	0.7610	0.7595	0.7579	0.7564	0.7548	0.7533	0.7517	0.7502
33	0.7486	0.7471	0.7456	0.7440	0.7425	0.7410	0.7395	0.7380	0.7364	0.7349
34	0.7334	0.7320	0.7305	0.7291	0.7276	0.7262	0.7247	0.7233	0.7218	0.7204
35	0.7189	0.7175	0.7161	0.7147	0.7133	0.7120	0.7106	0.7092	0.7078	0.7064

4.4.2. ENSAYOS DE SUELOS EN CALICATAS.

4.4.2.1. Trabajos de Campo.

Con el objeto de conocer las propiedades físico Mecánicas del sitio del proyecto para la construcción del Relleno Sanitario Chonta Cruz, se realizó tres calicatas o pozos a cielo abierto de 2.00 metros de profundidad cada uno.

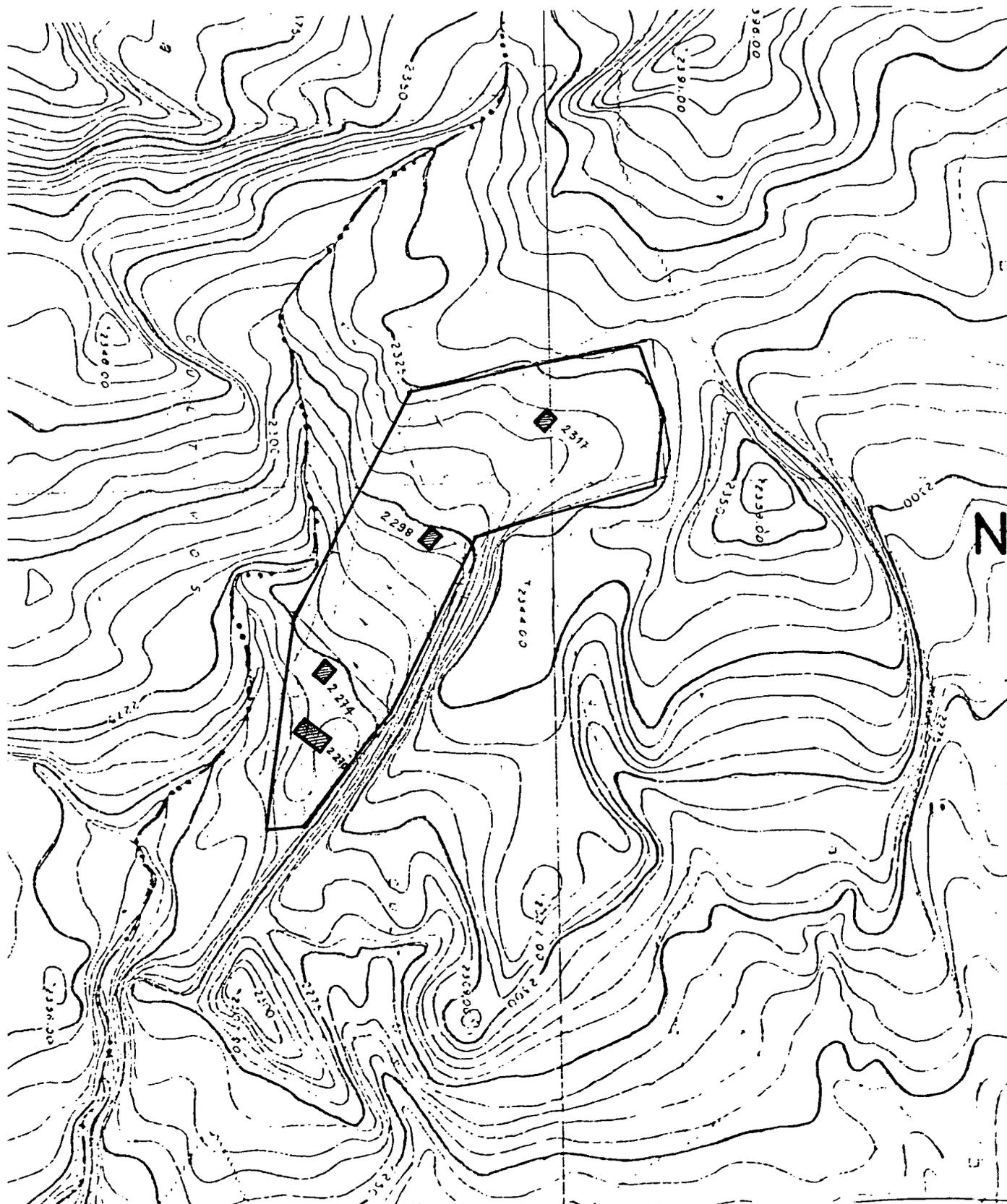
En cada calicata se procedió a recuperar muestras correspondiente a cada estrato de suelo, en las cuales se efectuó una primera descripción (manual- visual de campo).

De igual manera se procedió a tomar muestras masivas de cada estrato representativas para posteriormente realizar los ensayos respectivos.

Entre los trabajos de campo se debe mencionar la excavación de un pozo a cielo abierto de 4 m. de profundidad, ubicado en la cota más baja del lugar a rellenar, esta excavación se la hizo con la finalidad de asegurar la no existencia del nivel freático, de los resultados arrojados se puede decir que el lugar no contaminará ningún tipo de agua subterránea, esto por encontrarse a una cota muy superior a la del nivel del río.

A continuación se puede observar la ubicación de calicatas y pozo en la figura 4.7.

FIGURA 4.7



PROYECTO	RELLENO SANITARIO "CHONTA CRU"
UBICACION	"CHONTA CRUZ"
CONTIENE	CALICATAS Y POZO

SIMBOLOGIA		Calicata
		Pozo

4.4.2.2. Ensayos de Laboratorio.

Las muestras de suelos que se obtuvieron de los estratos de las calicatas serán sometidas a los siguientes ensayos normalizados de laboratorio.

NOMBRE DEL ENSAYO	ESPECIFICACION	EJECUTADO EN	PROFUNDIDAD	CUADRO
A. Contenido de humedad	AASHO T-93	CIMENTACION	1m.	4.20
			2m.	4.21
		COBERTURA	1m.	4.22
B. Análisis Granulométrico	AASHO T-88	CIMENTACION	1m.	4.20
			2m.	4.21
		COBERTURA	1m.	4.22
C. LIMITES DE CONSISTENCIA				
C.1 Límite Líquido	AASHO T-89 ASTM D-423	CIMENTACION	1m.	4.20
			2m.	4.21
		COBERTURA	1m.	4.22
C.2 Límite Plástico	AASHO T-90 ASTM D-423	CIMENTACION	1m.	4.20
			2m.	4.21
		COBERTURA	1m.	4.22
D. Compactación	AASHO T-180	CIMENTACION	2m.	4.23
E. Permeabilidad	_____	CIMENTACION	1m.	4.24
			2m.	4.25

Nota : Los ensayos A, B y C servirán para la clasificación del suelo.

La definición, objetivo, equipo, procedimiento y cálculos de estos ensayos podrán encontrarse en el Anexo 1.1.

CUADRO 4.20.
UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA
ENSAYOS DE CLASIFICACION

PROY. : DISEÑO DE UN RELLENO SANITARIO
OBRA : RELLENO SANITARIO
UBIC. : CHONTACRUZ MUESTRA : DE CIMENTACION
FECHA : MAR-93 OPERADOR EGDOS. PROFUND.: 1.00 m.

	GOLPES	PESO HM.	SECO	DE CAPS	w %	RESULTADO
1.- CONTENIDO DE AGUA	85.50	68.34	19.97	35.48		
	68.02	55.10	19.77	36.57	36.02	
2.- LIM. LIQUIDO	19	39.82	31.70	18.92	63.54	
	30	40.46	32.54	19.76	61.97	
	34	44.12	34.94	20.02	61.53	
	37	42.85	34.22	20.16	61.38	62.61
3.- LIMITE PLASTICO	21.48	21.19	19.91	22.66		
	21.06	20.94	20.41	22.64	22.65	

4.- GRANULOMETRIA

5.- CLASIFICACION.-

PESO IN= 550.82 (H/S) 5
PESO INICIAL DE CALCULO: 550.82

GRAVA 4
ARENA 15
FINOS 81

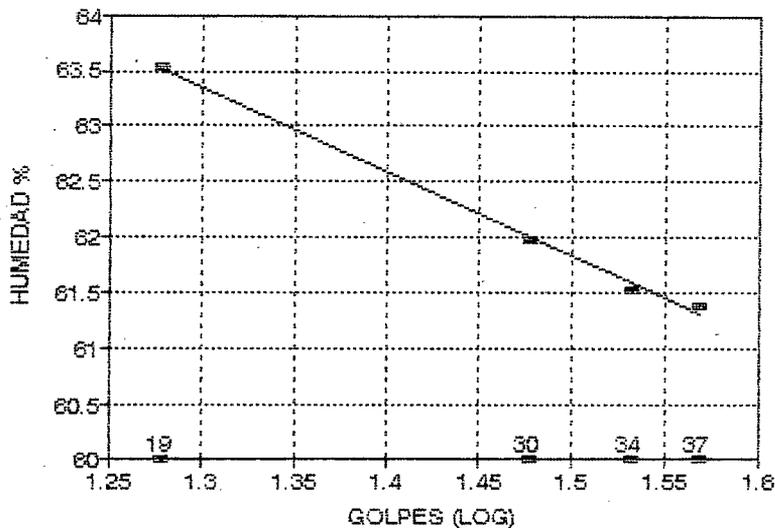
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA
1"	0.00	0	100
3/4"	0.00	0	100
1/2"	0.00	0	100
3/8"	0.00	0	100
No. 4	23.45	4	96
No. 10	35.67	6	94
No. 40	54.76	10	90
No. 200	106.71	19	81

LL = 63.00
LP = 23.00
IP = 40.00

CLASIFICACION:
SUCS : CH
AASHTO : A-7-6
IG(86): 34
IG(45): 20

SUCS : CH = ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD
AASHTO : A-7-6 = SUELO ARCILLOSO

LIMITE LIQUIDO



CUADRO 4.21.
UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA
ENSAYOS DE CLASIFICACION

PROY. : DISEÑO DE UN RELLENO SANITARIO
OBRA : RELLENO SANITARIO
UBIC. : CHONTACRUZ MUESTRA : DE CIMENTACION
FECHA : JUL-93 OPERADOR EGDOS. PROFUND.: 2.00 m.

	GOLPES	PESO HM.	SECO	DE CAPS	%	RESULTADO
1.- CONTENIDO DE AGUA		70.60	67.40	19.65	6.70	
		72.46	69.11	20.72	6.92	6.81
2.- LIM. LIQUIDO	16	35.50	30.38	20.30	50.79	
	28	35.60	29.77	17.72	48.38	
	35	36.60	31.46	20.76	48.04	
	38	39.20	33.05	20.05	47.31	49.03
3.- LIMITE PLASTICO		20.97	20.78	19.85	20.43	
		22.02	21.67	19.96	20.47	20.45

4.- GRANULOMETRIA

5.- CLASIFICACION.-

PESO IN= 474.35 (H/S) 5
PESO INICIAL DE CALCULO: 474.35

GRAVA 0
ARENA 1
FINOS 99

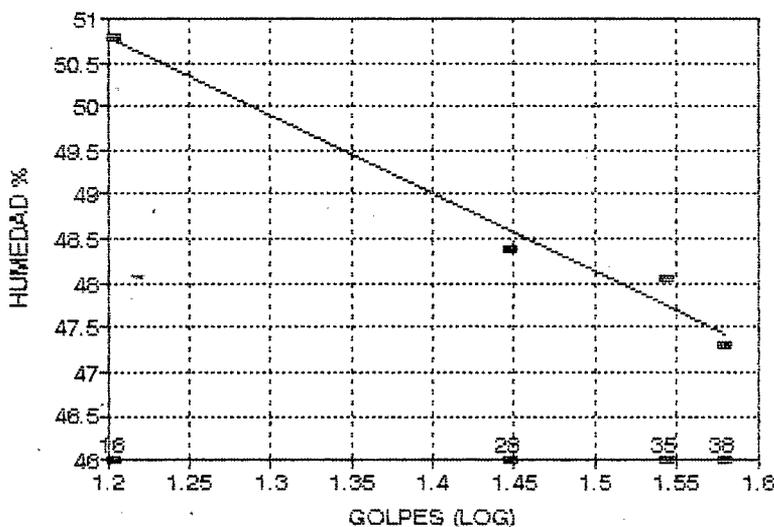
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA
1"	0.00	0	100
3/4"	0.00	0	100
1/2"	0.00	0	100
3/8"	0.00	0	100
No. 4	0.00	0	100
No. 10	0.00	0	100
No. 40	0.03	0	100
No. 200	4.35	1	99

LL = 49.00
LP = 20.00
IP = 29.00

CLASIFICACION:
SUCS : CL
AASHTO: A-7-6
IG(86): 32
IG(45): 17

SUCS : CL = ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD
AASHTO : A-7-6 = SUELO ARCILLOSO

LIMITE LIQUIDO



CUADRO 4.22.
UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA
ENSAYOS DE CLASIFICACION

PROY. : DISEÑO DE UN RELLENO SANITARIO
OBRA : RELLENO SANITARIO
UBIC. : CHONTACRUZ NUESTRA : DE COBERTURA
FECHA : MAR-93 OPERADOR EGDOS. PROFUND.: 1.00 m.

	GOLPES	PESO HM.	SECO	DE CAPS	%	RESULTADO
1.- CONTENIDO DE AGUA		81.85	67.36	19.04	29.99	
		65.10	54.97	19.77	28.78	29.38
2.- LIM. LIQUIDO	16	46.26	38.50	20.68	43.55	
	27	46.68	39.01	20.73	41.96	
	34	49.34	40.89	20.34	41.12	
	37	41.44	35.38	20.55	40.86	42.14
3.- LIMITE PLASTICO		21.38	21.13	20.33	31.25	
		21.19	20.99	20.34	30.77	31.01

4.- GRANULOMETRIA

5.- CLASIFICACION.-

PESO IN= 539.46 (H/S) 5
PESO INICIAL DE CALCULO: 539.46

GRAVA 3
ARENA 11
FINOS 86

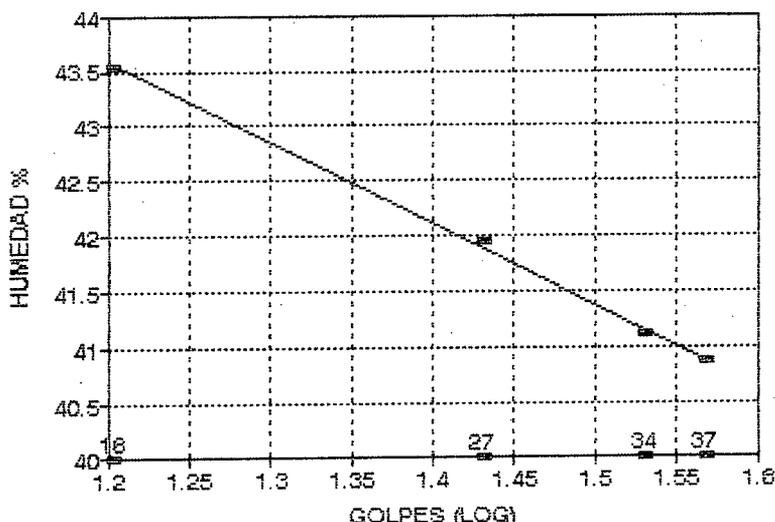
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA
1"	0.00	0	100
3/4"	0.00	0	100
1/2"	0.00	0	100
3/8"	17.31	3	97
No. 4	15.88	3	97
No. 10	48.95	9	91
No. 40	88.42	16	84
No. 200	73.99	14	86

LL = 42.00
LP = 31.00
IP = 11.00

CLASIFICACION:
SUCS : CL
AASHTO: A-7-5
IG(86): 11
IG(45): 9

SUCS : CL = ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD
AASHTO : A-7-5 = SUELO ARCILLOSO

LIMITE LIQUIDO



UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA
ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR

PROYEC: DISEÑO DE UN RELLENO SANITARIO
 OBRA: RELLENO SANITARIO
 LOCALZ: CHONTACRUZ MUESTRA : DE CIMENTACION
 FECHA: JUL-93 OPERADOR: EGDOS. PROFUND.: 2.00 m.

NORMA ENSAYO: T190-A
 GDL PES/CAPA: 56.00 DATOS DEL MOLDE
 No. DE CAPAS: 5 DIAMETRO: 15.24 cm.
 PESO MARTILLO: 4.50 Kg. VOLUMEN : 2 309 cm³
 ALT. DE CAIDA: 38.10 cm. = 15 " PESO : 4 200 g

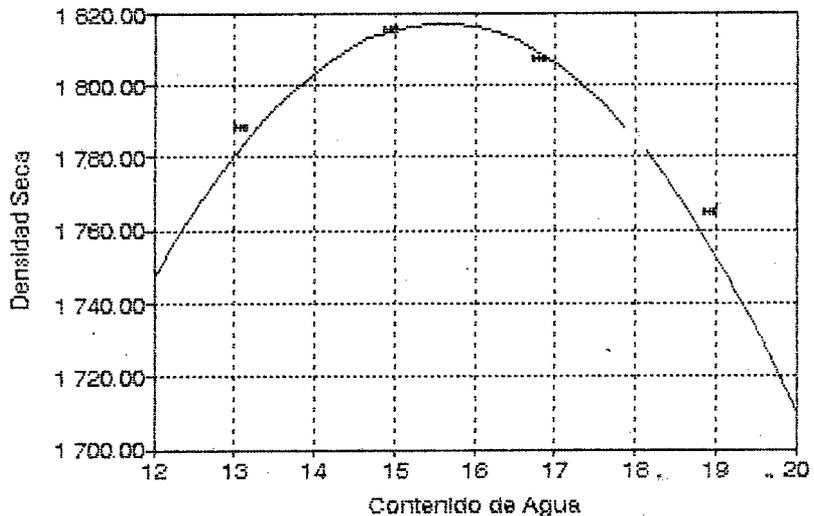
DATOS PARA LA CURVA:

PUNTO No.:	1	2	3	4
Peso comp.:	8 868	9 022	9 080	9 037
Peso suelo:	4 668	4 822	4 880	4 837
Dens. Hum :	2 021	2 088	2 113	2 095

CONTENIDOS DE HUMEDAD:

W. hum.	91.21	90.70	89.45	91.38	96.31	94.42	98.20	96.55
W. seco	83.18	82.19	80.49	82.04	85.41	83.57	86.34	84.35
W. caps	19.00	19.24	20.68	19.98	20.60	19.77	20.92	20.81
w (%)	12.51	13.52	14.98	15.05	16.82	17.01	18.13	19.20
promedio		13.02		15.02		16.91		18.66
Dens. Seca:		1 789		1 815		1 807		1 765

RESULTADOS: DENSIDAD SECA MAXIMA = 1 817 Kg/m³
 CONT. DE AGUA OPTIMO = 15.58 %



— CURVA COMPACTACION

CUADRO 4.24
UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA
Laboratorio de suelos

197

ENSAYO DE PERMEABILIDAD

```

=====
PROYECTO : DISEÑO DE UN RELLENO SANITARIO
OBRA : TESIS DE GRADO

UBICACION : CHONTACRUZ MUEST.: 1.0 m. (Cimentaci"n)
FECHA FEB-93 OPERADOR : EGDOO.
=====
    
```

DIMENSIONES DE LA MUESTRA:

```

Diametro 10.17 cm. Area : 81.23 cm2 Altura : 11.62 cm
W molde + Muestra 3745 g Volumen: 944 cm3
W molde 1950.9 P.Unit.: 1.9 g/cm3
W muestr. 1794.1
    
```

CABEZA VARIABLE :

```

Tuberia=bureta, otra(especificar) 50 ml
Area tuberia,a= 1.05 cm2
    
```

DATOS DEL ENSAYO

ENSAY	h1	h2	TIEMPO	CAUDAL	TEMPERATUR
No	cm	cm	seg	cm3	C
1	99.05	97.95	86400	1.10	21.5
2	97.95	97.00	86400	1.00	21.5
PROMED	98.50	97.48	86400	1.05	

```

a= Area de la bureta
L= Longitud de la muestra nT/n20 = 0.9646
A= Area de la muestra
t= tiempo (seg) kT=(aL/At)lnh1/h2= 1.81E-08 cm/s
nt/n2 = valor leido en tabla k20 = kT nT/n20 = 1.75E-08 cm/s
    
```

Grado de permeabilidad menor a 10^{-7} , Pr cticamente impermeable.
Según Casagrande y Fadum.

CUADRO 4.25.
UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA
Laboratorio de suelos

198

ENSAYO DE PERMEABILIDAD

```

=====
PROYECTO   :   DISEÑO DE UN RELLENO SANITARIO
OBRA       :   TESIS DE GRADO
UBICACION  :   CHONTACRUZ                MUEST.:  2.0 m. (Cimentaci"n)
FECHA      :   JULIO-93                  OPERADOR :  EGDOS.
=====

```

DIMENSIONES DE LA MUESTRA:

```

Diametro  10.17 cm.   Area   :   81.23 cm2   Altura :   11.62 cm
W molde + Muestra  3709 g           Volumen:   944 cm3
W molde  1950.9           P.Unit.:   1.86 g/cm3
W muestr. 1758.1

```

CABEZA VARIABLE :

```

Tuberia=bureta, otra(especificar)   50 ml
Area tuberia,a=   1.05 cm2

```

DATOS DEL ENSAYO

ENSAY	h1	h2	TIEMPO	CAUDAL	TEMPERATUR
No	cm	cm	seg	cm3	C
1	99.00	93.30	84600	5.70	21
2	93.30	86.75	86400	6.50	21
3	86.75	81.45	86400	5.30	21
PROMED	93.02	87.17	85800	5.83	

```

a= Area de la bureta
L= Longitud de la muestra           nT/n20 =   0.9761
A= Area de la muestra
t= tiempo (seg)                   kT=(aL/At)lnh1/h2=  1.14E-07 cm/s
nt/n2 = valor leído en tabla      k20 = kT nT/n20 =  1.11E-07 cm/s

```

Grado de permeabilidad menor a 10^{-7} , Pr cticamente impermeable.
Seg'n Casagrande y Fadum.

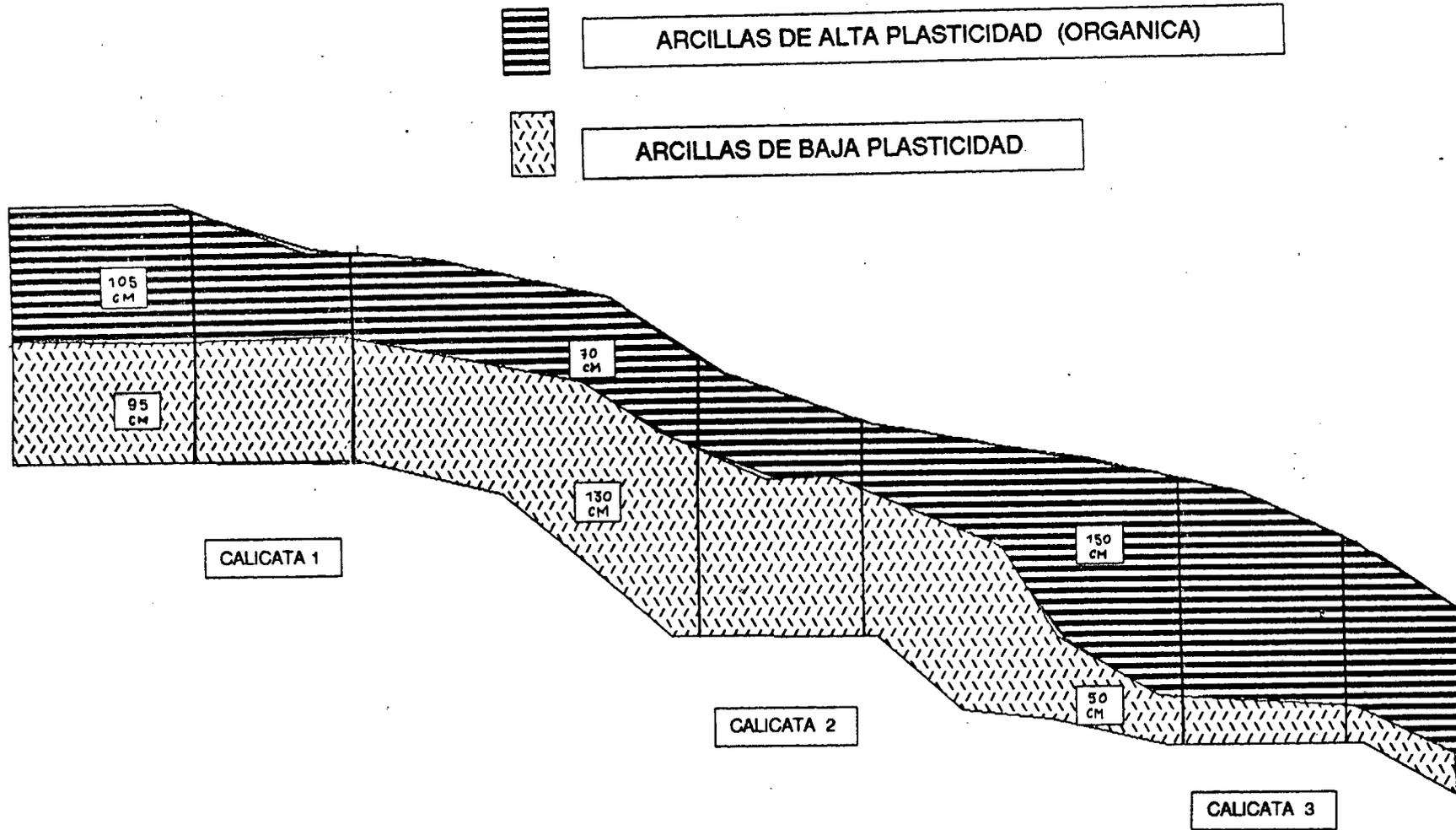
4.4.2.3. Perfil estratigráfico.

De los estudios de suelos realizados a 2.00 m. de profundidad se pudo constatar que el perfil estratigráfico esta formado por materiales limo-arcillosos.

De estos dos estratos formados la primera esta compuesta por suelos orgánicos que servirá como cobertura en la capa final del Relleno Sanitario Chonta Cruz. Para mayor compresión ver Figura # 4.8. del perfil estratigráfico del terreno.

FIGURA # 4.8

ESTRATIGRAFIA DEL TERRENO "CHONTA CRUZ"



4.5. ESTUDIOS TOPOGRAFICOS.

Todo lo referente a la topografía fué realizado en convenio con el I. Municipio, por ello únicamente se presentarán los planos respectivos.

CAPITULO

V

V. DISEÑO DEL RELLENO SANITARIO.

5.1. ESQUEMA DEL PROYECTO.

El proyecto del Relleno Sanitario debe ser operado de tal forma que minimice los riesgos y molestias, tales como la migración de gas metano y la producción de malos olores provenientes del afloramiento y acumulación de líquidos percolados.

Por las características topográficas del área y por encontrarse una carretera construida, se ingresará al relleno por la parte norte, este ingreso permitirá diseñar la vía interna con pendientes y radios acordes al tránsito de los recolectores existentes.

De acuerdo a los estudios del capítulo anterior, la elección del lugar elimina los problemas de contaminación de las aguas subterráneas, de igual manera las aguas superficiales no sufrirán daño, sin embargo se tomarán las debidas precauciones en cuanto a la protección de la pequeña quebrada (seca en época de estiaje) que se encuentra adyacente al proyecto.

En general para el diseño del Relleno Sanitario se han considerado las variables que intervienen en su dimensionamiento, tales como el área disponible, el control adecuado de gases, lixiviados, vectores, la implementación de obras complementarias que garanticen su adecuada operación y mantenimiento.

5.2. INFRAESTRUCTURA PERIFÉRICA.

5.2.1. Vía de acceso al Relleno Sanitario.

El ingreso al Relleno Sanitario "Chonta Cruz" se realizará por dos frentes:

El uno por la carretera que conduce a la ciudadela "Colinas Lojanas" desde la desviación de la Avenida "los Paltas" que cruza desde "Epoca" hasta "La Argelia".

El otro frente de ingreso es por una carretera que une la vía antigua a Catamayo con la misma ciudadela (Colinas Lojanas).

La utilización de uno u otro ingreso dependerá del recorrido que esté haciendo el carro recolector.

Estos caminos de acceso no están pavimentados, pero el suelo de soporte se encuentra en buenas condiciones, por ello únicamente se hace necesario que el Municipio de Loja incluya a esta vía en el programa de asfaltado público, de igual manera se incluirá entre los programas del municipio la adecuación de la vía interna del relleno sanitario.

De otro lado las pendientes cumplen con las normas especificadas por el M.O.P., garantizando un fácil ingreso de los recolectores al relleno sanitario, (pendientes menores al 12%), el trazado de estas vías puede encontrarse en el plano # 10.

5.2.2. Drenaje de las aguas lluvias adyacentes a la zona del proyecto

Las aguas lluvias que caen sobre las áreas vecinas al Relleno Sanitario son escurridas casi en su totalidad sin ingresar al área del proyecto, esto debido a que la topografía existente describe al área del relleno como una hondonada protegida por elevaciones (Remitirse al plano # 7).

Lo anteriormente dicho no se cumple por el lado Sur-Este, en que existe la posibilidad de escurrimiento de el agua lluvia hacia el área del proyecto, pero este efecto es controlado por encontrarse el canal que recorrerá esta zona que servirá de desvío de las aguas que contenga la quebrada en época de invierno y de las aguas producto del escurrimiento de las eventuales lluvias. Este canal se construirá para desviar la quebrada (seca en estiaje) que pasa por el lado del proyecto expuesta a contaminación, esta precaución se toma pese a existir el suficiente control en el diseño del drenaje del lixiviado.

Por lo anteriormente dicho, no se hará ninguna otra obra especial para evacuar el agua lluvia adyacente al proyecto, porque esta no ingresa al relleno, por ello se deberá poner especial cuidado en el diseño de los drenes internos que se consideran suficientes para el efecto esperado.

El canal que sirve para desvío de la quebrada se lo debe construir en Hormigón de forma rectangular con una sección de 40x40 que corresponde a la sección marcada por la misma quebrada en invierno (Ver plano del diseño de la fosa, de

igual manera ver el trazado en el plano # 11)

5.3. ELEMENTOS QUE COMPONEN LA OBRA.

5.3.1. Limpieza y Desmonte.

En el terreno se debe preparar un área que servirá de base o suelo de soporte al relleno, siendo por lo general necesaria la tala de arbustos puesto que éstos constituirán un obstáculo para la operación, esta limpieza debe hacerse por etapas, de acuerdo con el avance de la obra evitando así la erosión del terreno.

5.3.2. Tratamiento del suelo de soporte.

Para la nivelación del suelo de soporte y los cortes de los taludes, es aconsejable que el movimiento de tierra se haga por etapas, así la lluvia no causará erosión al terreno ni se perderá tierra que podría ser utilizada como cobertura.

De otro lado se debe almacenar y conservar la cubierta vegetal de las iniciales de terreno, para que, a medida que se vayan terminando algunas áreas del terreno, ésta sirva de cubierta final para la siembra de pastos o grama.

En la nivelación del suelo de soporte y en la apertura de zanjas, se debe emplear equipo pesado (tractor de oruga y/o retroexcavadora). Asimismo debe utilizarse un equipo similar para la construcción de vías internas o extracción y

almacenamiento de material de cobertura (esta última actividad se recomienda sólo en períodos secos).

5.3.3. Cortes.

Los taludes del terreno se dejan de tal manera que no causen erosión y puedan darle buena estabilidad al relleno. Estos pueden ser de tres horizontal y uno vertical (3H:1V). Las terrazas deben tener una pendiente del 2% hacia los taludes interiores para conducir las aguas de lixiviado a los drenajes, evitar encharcamientos cuando se usen las terrazas como vías temporales de acceso; lo anterior contribuye también a brindar mayor estabilidad a la obra.

Los cortes donde no va haber ejecución para el depósito de la basura pueden ser de uno horizontal y tres vertical (1H:3V); dependiendo del tipo de suelo.

Los volúmenes estimados de corte se calculará de un promedio del área de corte estimada en los perfiles (planos # 12, 13, 14 y 15) y la longitud de la franja (plano # 11), dichos cálculos podrán encontrarse el anexo # 2 (VOLUMEN DE MATERIAL DE COBERTURA EXISTENTE)

5.3.4. Selección del Método

La topografía del área se desarrolla con una pendiente promedio del 12.88% que permite realizar cortes a media ladera para la conformación de franjas, el material obtenido de la excavación es utilizado como material de cobertura con el

fin de optimizar la utilización del equipo y del área disponible del terreno; para la construcción del relleno sanitario se utilizará el método mixto trinchera-área. La descripción de los métodos se encuentra en el numeral 1.2.1.7.

5.3.5. Necesidades Volumétricas.

En base a la información disponible se determina que durante el período de diseño se requerirán almacenar en el relleno sanitario 555 768.2 m³. (Año 2003) de basura, con una densidad de compactación de 0.70 T/m³. (ver Cuadro 4.3.)

Se puede alcanzar hasta un grado de compactación de 0.90 T/m³. con maquinaria especial para relleno sanitario.

5.3.6. Diseño de celdas

Se adoptó para el diseño, dos tipos de celdas. Considerando la topografía del terreno, la capacidad del material de cobertura, la secuencia de construcción del relleno, el tipo de vehículos de transporte de basura y las etapas de proyecto.

- Tipo de terreno: Llano, con pendiente promedio del 12.88%
- Calidad de material de cobertura: suelo arcilloso, e impermeable.
- Secuencia de ejecución: Franjas de abajo hacia arriba.
- Características de los vehículos de transporte: Tipo recolector compactador, modelo 600 con una capacidad de

12m³.

- Profundidad de trabajo = 30 m. para permitir estacionamiento y giro de recolectores compactadores.
- Talud de la celda: 3H:1V.
- Tipo de celdas: Tipo "A" sobre el terreno natural.
Tipo "B" sobre celdas "A" perpendiculares a estas.
- Cálculo de la altura de las celdas, considerando la pendiente 3H:1V del talud para que la maquinaria pueda trabajar sin dificultad y la pendiente promedio del terreno del 12,88%.

- PRIMERA ETAPA

A) Celdas Tipo "A"

El diseño de la celda tipo "A" se realiza para el año 1994. Las constantes y la nomenclatura a utilizarse son las siguientes:

- Constantes de diseño:

CONSTANTES EN TODO EL DISEÑO.

PT	= Profundidad de trabajo	PT	= 30,00 m.
HC	= Altura de la celda (m)	HC	= 6,3 m.
HB	= Altura de basura (m)	HB	= 6,0 m.
FT	= Espesor de la capa de cobertura	FT	= 0,3 m.
HiCB	= Hipotenusa celda basura (m)	HiCB	= 19,0 m.

CONSTANTES EN CADA ETAPA

BC	= Base de la celda diaria (m)	BC	= 7.50 m.
BH	= Base material cobertura (m)	BH	= 0.95 m.
BB	= Base de basura (m)	BB	= 6.55 m.
ATB	= Area transversal de basura (m ²)	ATB	= 39.30 m.

- **Variables:**

LFT = Longitud frente de trabajo (m); incluye cobertura

LFB = Longitud frente basura (sólo basura) (m)

ATB = Area transversal de basura (m²)

VC/C = Volumen de material de cobertura por celda (m³)

VC/F = Volúmen de material de cobertura por franja (m³)

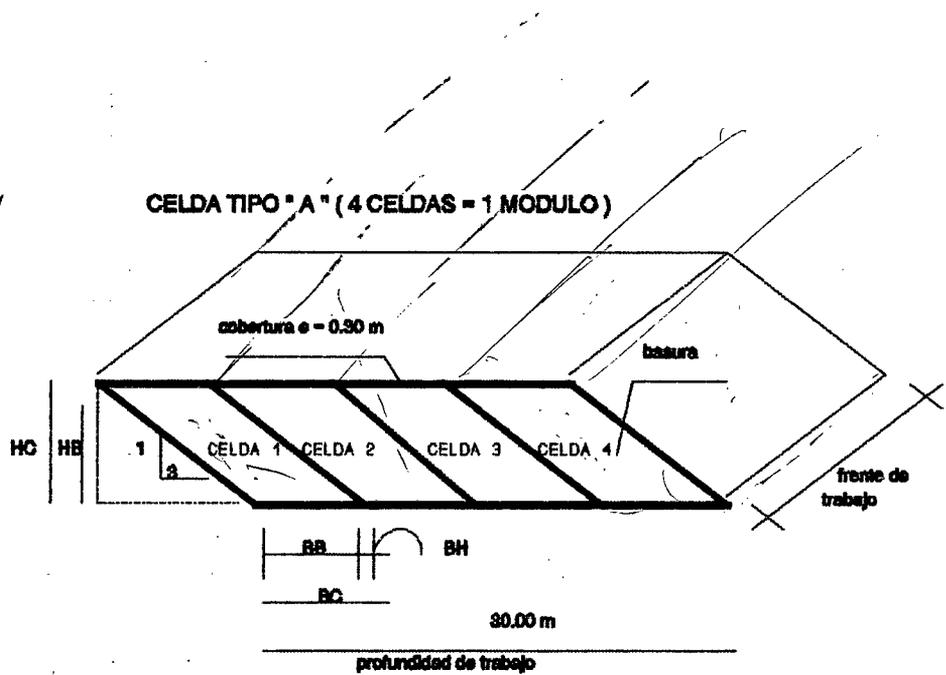
VCC/F= Volumen de material de cobertura luego de compactado (m³)

En el gráfico 5.3.1. constan las constantes utilizadas y variables a calcularse:

- Cálculos de Constantes de diseño:

Los valores de PT, HC, HB, FT y HiCB permanecen constantes durante todo el diseño del relleno. Los valores de BC, BH, BB y ATB pueden variar de una a otra etapa. Para el caso nuestro mantenemos constante estos valores para uniformizar el proceso constructivo (igual tiempo de tapado de basura, igual base de celda diaria) y obtener una distribución igual de la basura en el relleno.

GRAFICO 5.3.1.



a) CALCULO DE LA ALTURA DE LA CELDA (HC)

$P = \text{pendiente promedio del terreno} = \text{Tg } \theta = 12.88 \% = 0.1288$

$$\text{Tg } \theta = \frac{HC}{30 + 3HC}$$

Despejando HC tenemos :

$$HC = \frac{30 * \text{Tg } \theta}{1 - 3 * \text{Tg } \theta}$$

$$HC = \frac{30 * 0.1288}{1 - 3 * 0.1288}$$

$$HC = 6,30 \text{ m.}$$

b) CALCULO DE LA BASE DE LA CELDA (BC)

Como se considera una profundidad de trabajo de 30m., escogemos un módulo compuesto por 4 celdas iguales (30/4); con una dimensión BC = 7.5 m.

c) ESPESOR DE LA CAPA DE COBERTURA

El espesor de la capa de material de cobertura se considera constante e igual a: (por norma de 0.20 a 0.40 para suelos impermeables, numeral 5.10.5.)

$$FT = 0,30 \text{ m.}$$

d) CALCULO DE LA ALTURA DE BASURA (HB)

$$HB = HC - FT$$

$$HB = 6,30 - 0,30$$

$$HB = 6 \text{ m.}$$

e) CALCULO DE LA HIPOTENUSA DE LA CELDA DIARIA (HiCB)

$$HiCB = [(HB)^2 + (3*HB)^2]^{1/2} = [(6)^2 + (3*6)^2]^{1/2} = 19,0 \text{ m.}$$

f) CALCULO DE LA BASE DEL MATERIAL DE COBERTURA (BH)

Del Gráfico 5.3.1

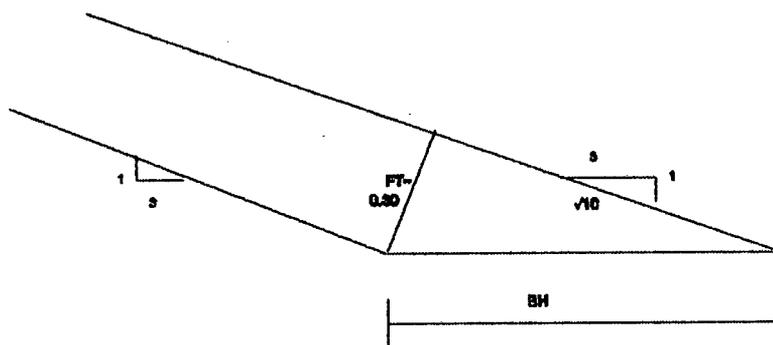
Por triángulos semejantes:

$$\frac{BH}{\sqrt{10}} = \frac{0,30}{1}$$

$$BH = 0,30 * \sqrt{10}$$

$$BH = 0,948 \text{ m.}$$

$$BH = 0,950 \text{ m.}$$



g) **CÁLCULO DE LA BASE DE BASURA**

$$\begin{aligned} BB &= BC - BH \\ BB &= 7,5 - 0,95 \\ BB &= 6,55 \text{ m.} \end{aligned}$$

h) **CÁLCULO DEL ÁREA TRANSVERSAL DE BASURA (ATB)**

$$ATB = BB * HB = 6,55 * 6,0 = 39,3 \text{ m}^2$$

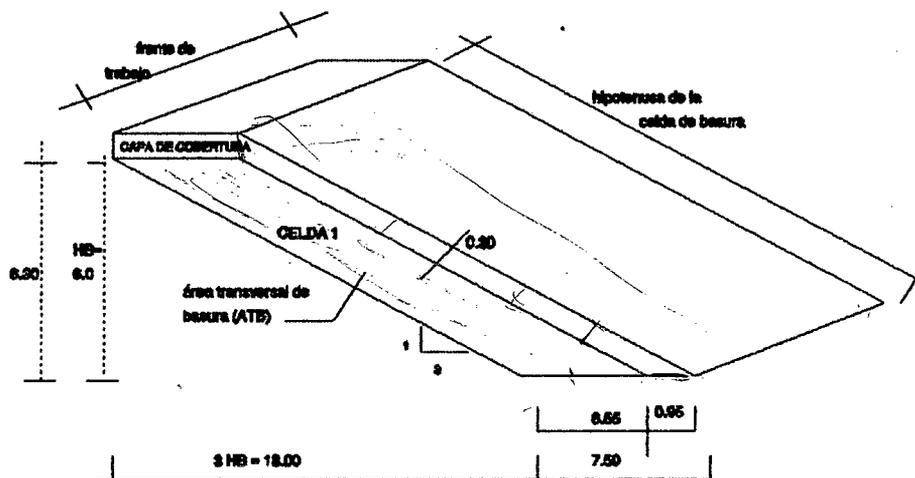
- **Cálculo de las Variables de Diseño**

Todos los parámetros que se calculan a continuación varían en función de la producción de basura en cada año.

Para el cálculo de las siguientes variables utilizaremos el gráfico 5.3.2.

En el año 1994 se tendrá una producción de basura de 77235,70 kg/día, que corresponde a un volumen compactado de 110,34 m³/día (CUADRO # 4.3), para una densidad en el relleno de 0,70 T/m³.

Grafico 5.3.2
CELDA TIPO 'A' (UNA SOLA CELDA)



En función de esta producción calculamos la LFB:

$$LFB = \frac{\text{Volumen de basura diaria}}{\text{ATB}}$$

$$LFB = \frac{110,34 \text{ m}^3/\text{día}}{39,3 \text{ m}^2} * 2 \text{ días}$$

$$LFB = 5,62 \text{ m/día}$$

Pero al final de estos 5,62 m/2 días, tenemos que cubrir con material de cobertura de un espesor de 0,30 m, que por la pendiente de la celda nos da 0,95 m. en la base, lo que determina una LFT = 5,62 + 0,95 = 6,57 m/día.

$$LFT \setminus = 6,57 \text{ m/día}$$

La longitud de avance de una celda TIPO "A" primera etapa para el año 1994 en dos días es de 6.57 m. (Tomamos la producción de dos días para recubrir la basura).

B) CELDAS TIPO "B"

El diseño de este tipo de celda se hizo con las mismas consideraciones de las tipo "A".

Los resultados del diseño de las celdas año a año se pueden ver en el Anexo #2.

Nota: El ingeniero encargado de la construcción tiene que tomar decisiones conforme se esté construyendo el relleno, debido a que la longitud del frente de trabajo depende de la cantidad de basura diaria (que será variable) y el material de cobertura existente en el lugar.

- SEGUNDA ETAPA

El diseño de las celdas para la segunda etapa, se lo realiza con el mismo procedimiento que la primera, los resultados se presentan en el Anexo 2.

5.3.7. Diseño de Franjas

Una vez diseñadas las celdas en base a la topografía del área del relleno, y con el fin de reducir los costos de operación del relleno se recomienda la construcción de franjas en forma ascendente.

De acuerdo a la secuencia de construcción

recomendada, las celdas se construirán con longitudes de franjas como consta en el Plano # 11 de Diseño de Franjas, en base a la cual se calcula el número de módulos y el volumen de basura por franja:

- PRIMERA ETAPA.

Franja 1A = 144 m.

No. Módulos = $144 \text{ m/LFT} = 144/6.57 = 22.25 \text{ Módulos/Franja}$

No. Módulos redondeados = 22 Módulos/Franja

No. Celdas por módulo (C/M) = $PT/BC = 30/7.5 = 4$

No. De días de producción de Basura = 2 (cada dos días se recubre la celda con material de cobertura).

Volumen Basura/Módulo (VB/M) = $110.34 * 4 * 2 = 882.7 \text{ m}^3/\text{Módulo}$

Volumen Basura/Franja = $882.7 * 22 = 19419.8 \text{ m}^3/\text{franja.}$

No. Días por franja = $19419.8/110.34 = 176 \text{ días}$

- Franja 1B :

El procedimiento de cálculo es el mismo, ya que se tomaron las mismas consideraciones (de las tipo A) para su diseño (igual base de celda diaria, cada dos días se recubre la celda).

- SEGUNDA ETAPA.

El procedimiento de diseño de celdas y franjas de la segunda etapa es igual que para la primera etapa.

5.3.8. Cobertura de Celdas -

La cobertura de las celdas tiene como fin

primordial el aislar los desechos confinados en el interior de las mismas en el ambiente exterior, para generar en el menor tiempo posible condiciones anaeróbicas para la estabilización microbiológica de los desechos, y a la vez impedir la infiltración del agua de precipitación que cae sobre el relleno. De acuerdo a las normas, se recomienda un espesor mínimo de 20 cm. Por el tipo de suelo, para el relleno Chonta Cruz, se ha adoptado un espesor de la capa de cobertura en cada celda de 30 cm. para asegurar el aislamiento ya mencionado, evitando que la larva de la mosca contenida en los desechos pueda emigrar hasta la superficie; el espesor de la cobertura superior para el relleno terminado se ha adoptado como mínimo de 70 cm, por la calidad y coeficiente de permeabilidad del suelo.

La eficacia de la cobertura está determinada por las características del material del cual está compuesta y por las técnicas empleadas para su compactación.

Las principales características de los suelos que determinan su aptitud para ser usados como materiales de cobertura son permeabilidad y capacidad de retención (absorción) del agua, las que en conjunto determinan la capacidad de infiltración de éstos, y en consecuencia, la producción de líquidos percolados del relleno sanitario por efectos de la precipitación.

El S.U.C.S. (Unifield Soil Classification System) agrupa los componentes del suelo de acuerdo, fundamentalmente, al tamaño de las partículas que lo componen, diferenciando los porcentajes de arena, limo y arcilla. En términos generales, suelos bien graduados tienen una permeabilidad menor que aquellos de granulometría uniforme. La permeabilidad de los diferentes

tipos de suelo puede ser cuantificada en función del coeficiente de permeabilidad K, cuyo valor es función de su textura y estructura.

La importancia de la capacidad de retención (absorción) de agua de la capa de cobertura radica en la posibilidad de absorber, y al menos temporalmente, retener el agua de infiltración que de otra manera percolaría hacia el interior del relleno.

El material a emplearse en la cobertura de las celdas tiene un coeficiente de permeabilidad $K = 1,11 * 10^{-7}$ cm/seg., que deberá ser compactado a una densidad lo más cercana posible a la óptima del material empleado (remitirse al cuadro 4.23). Dicho material deberá estar libre de grava gruesa aceptándose hasta un 5% de partículas mayores de 2", y que no excedan de 4". La cobertura final, en la parte superior de las celdas terminadas, tendrá una capa de tierra vegetal de 20 cm.

5.3.9. Cálculo de Material de Cobertura.

5.3.9.1. Celda Tipo "A"

$$VFT1 = BC * FT * LFB \text{ ---->} VFT1 = 7,5 * 0,30 * 5,62 = 12.65 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$VFT2 = HiCB * FT * LFB \text{ ---->} VFT2 = 19,0 * 0,30 * 5,62 = 32.03 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$VFT3 = BC * HC * FT3 \text{ ---->} VFT3 = 7.5 * 6,30 * 0,30 = 14.18 \text{ m}^3/\text{día}$$

Volumen de cobertura para una celda diaria (VC/C) = 58.8 m³.

- Volumen de Cobertura por Módulo

De acuerdo al gráfico 5.3.1 cada módulo está formado por 4

celdas tipo "A"; el material de cobertura (MC) por módulo es:

$$\text{MC/Módulo} = 4 * 58,8 = 235.2 \text{ m}^3$$

- Volumen de Cobertura por Franja de Tipo "A" (L= 144,00 m.)

$$\begin{aligned} \text{Volumen Cobertura/Franja} &= \text{MC/Módulo} * \text{No. Módulos} \\ &= 235.2 * 22 = 5171.1 \text{ m}^3/\text{día} \end{aligned}$$

Se necesita 5171.1 m³ de material de cobertura para una franja de 144,00 m.

5.3.9.2. Celdas Tipo "B"

La secuencia de cálculo es la misma que para las tipo "A".

5.3.9.3. Material disponible.

Del perfil 1 , NIVEL 2253, Franja 1A, tenemos: A1=116,55 m²
 Del perfil 2 , NIVEL 2253, Franja 1A, tenemos: A2= 55,90 m²
 Del perfil 3 , NIVEL 2253, Franja 1A, tenemos: A3=189,00 m²
 Del perfil 4 , NIVEL 2253, Franja 1A, tenemos: A4= 93,43 m²

El Area promedio es =454.88 m²

El volumen de material de cobertura disponible (VC/F) para esta franja es de :

$$\text{VC/F} = 454.88 \text{ m}^2 * 144 \text{ m}$$

$$\text{VC/F} = 65502.72 \text{ m}^3$$

A éste volumen disponible se agregará el 10% debido al

esponjamiento y disminuirá el 15 % debido a la compactación, por lo cual obtenemos el volumen disponible total:

$$\text{Volumen Esponjamiento} = 0.10 * 65502.72 = 6550.272 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen Compactación} = 0.15 * 65502.72 = -9825.408 \text{ m}^3$$

Lo que nos da un volumen final disponible para la cobertura de:

$$\text{VC/F} = 62227.584 \text{ m}^3$$

En el Anexo 2, consta el volumen requerido y disponible para cada franja. Se debe comparar la existencia o no de material de cobertura para recubrir todas las celdas en cada etapa.

5.3.10. Ejecución de la Cobertura

Antes de comenzar a operar para la construcción del relleno se debe tomar en cuenta que se necesita material vegetal, para ello se debe guardar todo este material existente en el lugar hacia los lados, de tal modo conforme se necesite el material exista facilidad para acarrearlo y ser depositado como cobertura en la capa final de las celdas.

Una vez preparada las celdas para su construcción y compactada la basura, se procederá a la colocación de la capa de cobertura, cuyo espesor final no deberá ser en ningún punto menor a 30 cm. de material compactado.

La tierra a utilizar será de la celda inmediata superior de la celda en construcción, desde donde será distribuida sobre toda la superficie a cubrir. De tal modo

que conforme se tenga construida las celdas de las franjas; el tramo inmediato tiene que quedar preparado para recibir la basura diaria, en caso de sobrar material de cobertura se lo colocará a los lados mas convenientes.

Una vez colocado el material de cobertura sobre la basura, deberá ser debidamente compactado para obtener un grado de compactación cercano al óptimo. La compactación se efectuará pasando al menos 4 veces la oruga del buldozer por cada punto de la cobertura.

La terminación final de la celda, una vez compactado el material de cobertura, será de tal manera que la superficie superior tenga una contrapendiente del orden del 2%, Hacia el área de concentración de aguas, para reducir la posibilidad de infiltración de las aguas de lluvia.

Al término de la jornada (cada dos días) la totalidad de la celda deberá quedar cubierta con los espesores mínimos, pendientes superiores y perfiles de contención.

5.3.11. Construcción de celdas

Las celdas Tipo "A" irán directamente sobre el suelo; se construirán usando el método de trinchera ocupando el ancho total del terreno, el largo del frente de trabajo será variable de acuerdo a la cantidad de basura.

El segundo nivel de celdas tipo "B" deben construirse avanzando en sentido perpendicular a las tipo "A", mayor detalle se encontrará en los planos # 12, 13, 14, y 15.

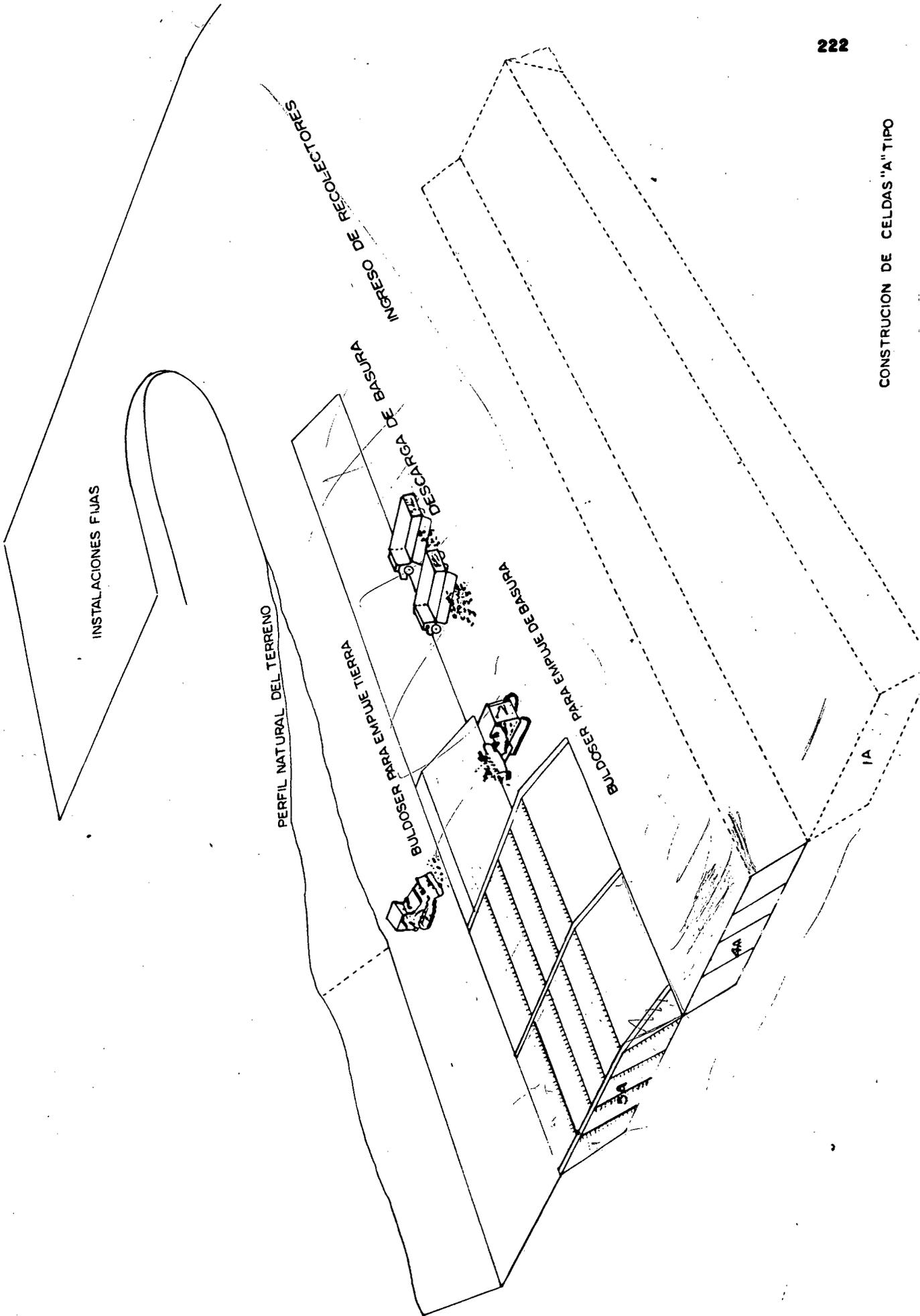
Se dará especial atención a la compactación de la basura para obtener un relleno sanitario de alto nivel, para lo cual se recomienda la siguiente secuencia:

- Distribuir los residuos en un frente igual al ancho de la hoja de empuje de basura y colocarlos en capas máximas de 60 cm. de espesor.
- El frente de trabajo es en contrapendiente, de 3 horizontal y 1 vertical, o sea, paralelo al talud de corte de la trinchera. El movimiento de la basura será de abajo hacia arriba, lo que permite comodar y compactar los residuos.
- El operador del compactador realizará de 2 a 4 pasadas hasta que las basuras hayan sido acomodadas y compactadas y su superficie ya no se deforme después del paso del equipo de compactación.
- Las secuencias se repite.

En el gráfico 5.3.3. se puede ver como se construirán las celdas tipo "A", la ejecución de las tipo "B" es igual, la diferencia radica en que éstas están asentadas sobre las "A".

5.3.12. Confinamiento de la celda

Las celdas que contienen los residuos deben cumplir con el requisito de mantener a estos totalmente confinados, para evitar la salida de olores, larvas de insectos y de percolados, permitir que rápidamente se logren condiciones anaeróbicas, evitar que se propaguen con facilidad combustiones que se pueden producir internamente en el relleno y evitar el acceso de roedores.



Para conseguir estas condiciones se debe dar a la cobertura los espesores especificados.

Para evitar que estas condiciones se pierdan en las superficies laterales que quedan expuestas al exterior, causadas por los vientos o las lluvias, se sugiere adoptar las siguientes recomendaciones:

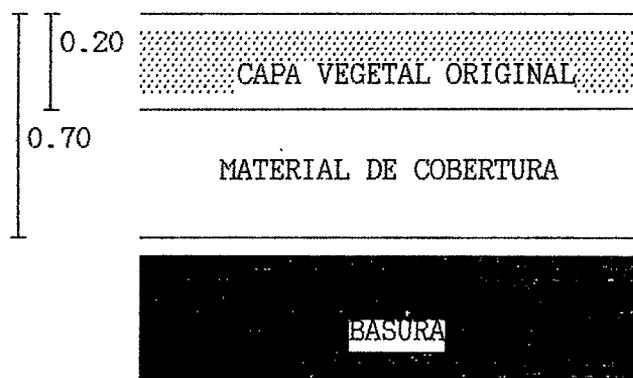
- Evitar que una superficie lateral quede expuesta por mucho tiempo al exterior.
- Reparar cualquier deterioro que se produzca en las celdas.
- Evitar que las aguas lluvias se escurran por los taludes o superficies laterales.
- Reforzar los pies de los taludes con pequeños perfiles para evitar o retardar al máximo la salida de los líquidos percolados.

5.3.13. Diseño de la Superficie Final

La superficie final tendrá una altura de 0,70 m. sobre el relleno, de los cuales 0,20 m. serán de capa vegetal, para lo cual, al momento de realizar las excavaciones de las trincheras se tendrá el cuidado de acumular y mantener como reserva el material vegetal para la capa de cobertura final.

Sobre la capa vegetal de las celdas terminadas, y paralelamente al avance del relleno, deberá cubrirse con vegetación apropiada para evitar la erosión; la vegetación a

ser utilizada debe definirse en función del uso posterior que se dé al relleno.

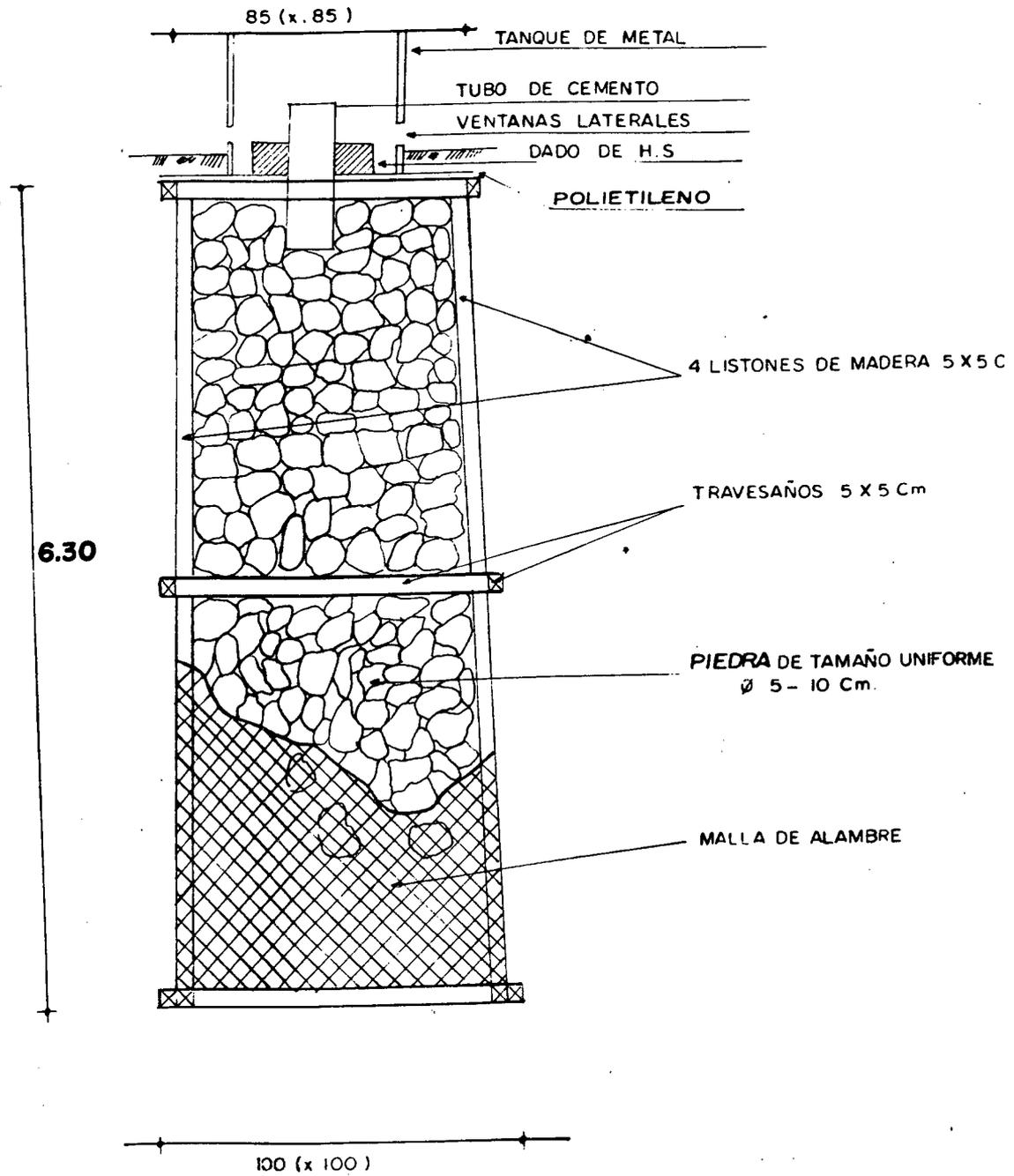


5.3.14. Control de Gases

La producción de gases en un relleno sanitario se inicia cuando se ha consumido el oxígeno presente en los desechos y por lo tanto da lugar a la acción anaeróbica, que generalmente se inicia entre el séptimo y décimo mes después de depositada la basura y se prolonga por aproximadamente dos años, con una producción más o menos normal de alrededor de 50 m³. de biogas por tonelada de basura, con un poder calorífico de aproximadamente 5.000 kcal/m³. según experiencias latinoamericanas; de ahí la necesidad de realizar un control adecuado de gases en el relleno sanitario.

De los gases producidos, el CO₂ no constituye problema, pero el metano sí, ya que en concentraciones entre el 5% y 15% en el aire es combustible y explosivo, si la mezcla con aire estuviera confinada.

Utilizando las experiencias obtenidas en Santiago de Chile, el Ing. Francisco Gálvez, Consultor OPS/OMS, recomienda la construcción de chimeneas



CHIMENEA PARA EL DRENAJE DE GAS

GRAFICO 5.3.4.

verticales de forma trapezoidal que permite ir superponiendo una estructura sobre otra, conforme sean los requisitos del relleno; son estructuras económicas que sin mayores problemas pueden ser construidas con los recursos de operación del relleno. (Ver Gráfico 5.3.4.).

Se recomienda el espaciamiento entre chimeneas de 15 a 30 m. formando cuadrículas; la primera chimenea estará ubicada a 5 m. del borde del relleno.

En este caso en particular, y por tener producciones no muy elevadas de basura, las celdas resultan ser de pequeñas dimensiones, haciéndose necesario ubicar las chimeneas cada 15 m. en sentido de las celdas y cada 10 m. en el de la franja, esto por lograr conectar una mayor cantidad de celdas, (remitirse al gráfico 5.3.6 y 5.3.7).

Una vez que se ha alcanzado el nivel superior del relleno, se tapa la chimenea con material impermeable, colocando en el centro un tubo de cemento de 100 mm. de diámetro y de 40 cm. de altura para quemar el biogas. Se colocará un cilindro de metal para protegerlo del viento, con una ventana en la parte inferior para permitir la entrada del aire y mantener viva la combustión. (Ver Plano # 11 de Ubicación de Filtros para Gases)

* Referencia: Simposio Regional Residuos Sólidos Santo Domingo: Víctor Ojeda Rodríguez OPS/OMS 1978.

7,3,9 5.3.15. Tratamiento de Lixiviados

De acuerdo a los cálculos realizados se

puede concluir que no se realizará afloramiento de percolados en el relleno. Si por cualquier eventualidad se presentan afloramientos de líquidos percolados y por darle seguridad a la obra, (debido a la gran contaminación del orden de 10 a 1 con respecto a las aguas negras que presentan éstos líquidos) se diseñó el sistema de drenaje como consta en el Plano # 11 de instalación de drenes.

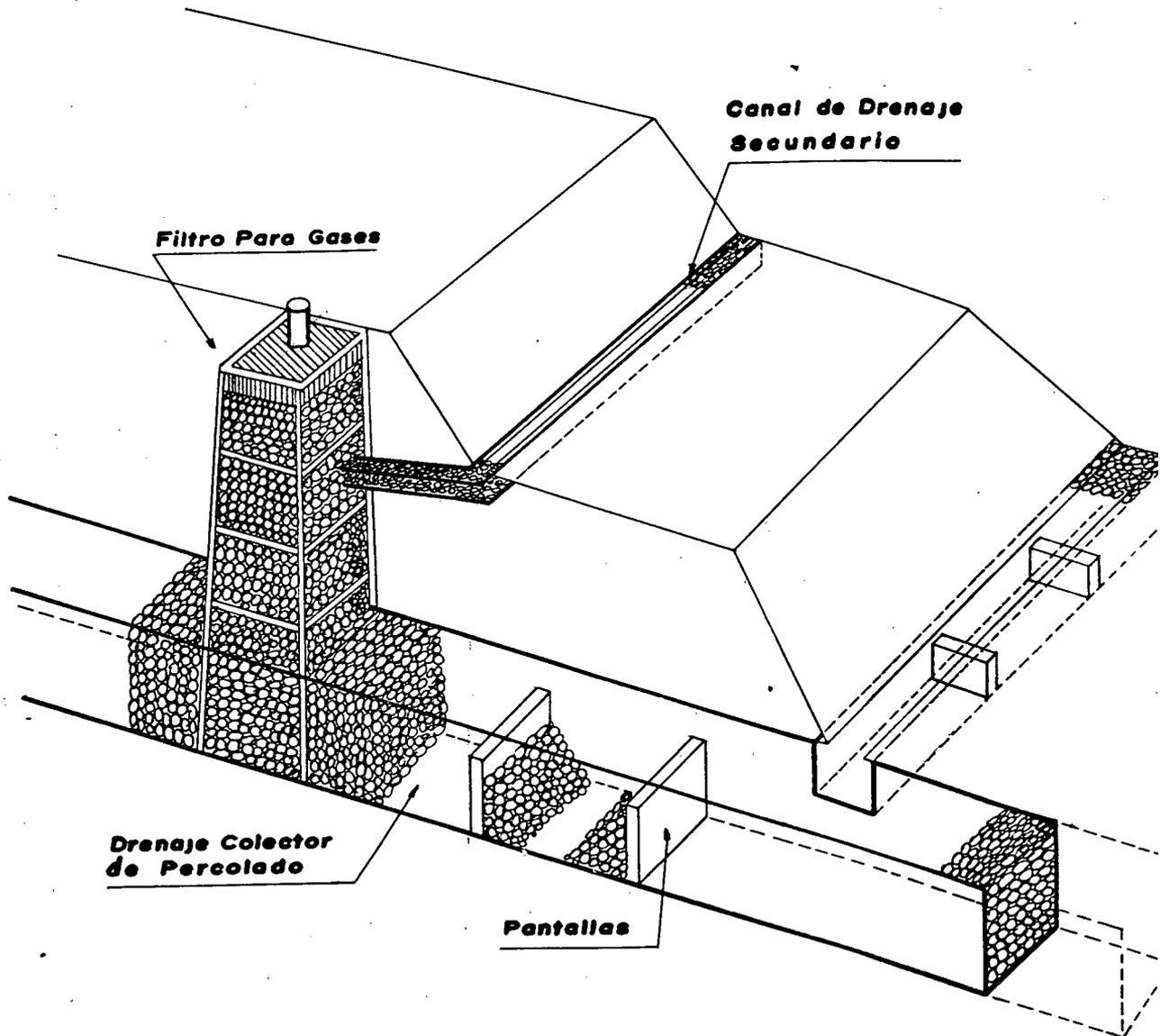
Se diseñó el sistema de drenaje en el terreno que servirá de base al relleno sanitario antes del depósito de las basuras, se prevé la construcción de pantallas para retener lo máximo posible el percolado en el interior del relleno y para dar un mayor tiempo de infiltración y disminuir su aparición a nivel superficial .

Para obtener una mayor eficiencia, se debe construir también estos drenajes en todas las bases de los taludes interiores y exteriores de las terrazas o niveles que conforman el relleno sanitario, a fin de evitar su escurrimiento por la superficie de los taludes inferiores y además interconectarlos con el drenaje vertical de gases (ver gráfico 5.3.5.). Drenes bajo celdas "B"

Para la ubicación de los drenes ver el Plano # 11 y para ver sus secciones en el Plano # 17 de Fosa séptica, el proceso constructivo es el siguiente:

- se prepara el trazado por donde se ubicará el drenaje en el terreno (drenaje principal paralelo a las franjas e inclinado, los drenes secundarios en forma de espina de pescado).

Grafico 5.3.5



INTERCONECCION DE LOS SISTEMAS DE DRENAJE

- finalmente se recubre el canal con una capa de suelo impermeable del lugar, de 30 cm de espesor.

Se recomienda la utilización de una retroexcavadora para la obra de drenaje y la fosa séptica, que será utilizada en el inicio de éstos trabajos.

A partir de la fosa séptica estos líquidos van a un campo de infiltración, donde reciben su último tratamiento. (Ver plano de Diseño de Fosa Séptica). El diseño de la fosa se encuentra en el Anexo 5.

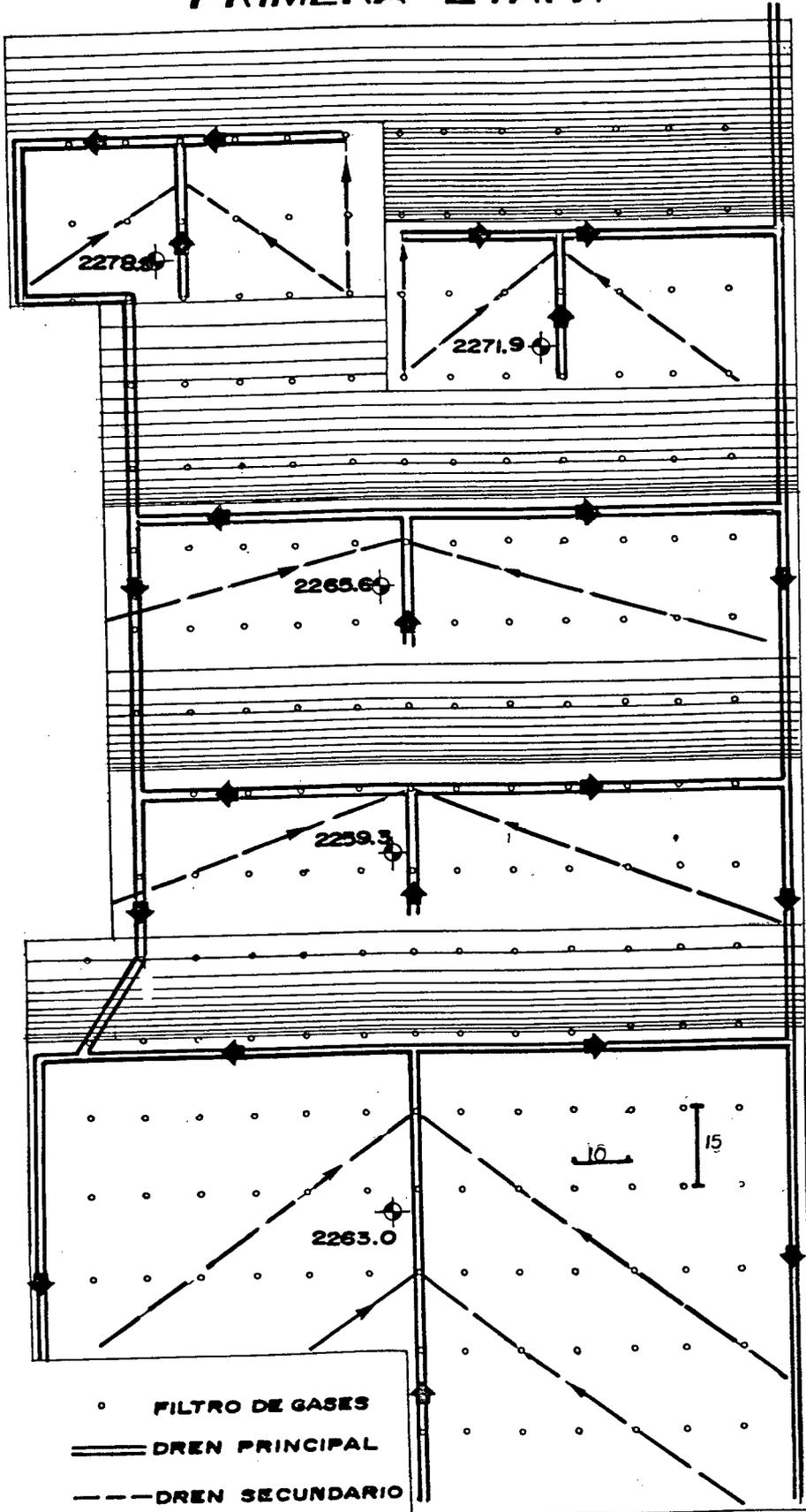
5.3.16. Obras de Drenaje

Las aguas lluvias se conducirán por una cuneta exterior que se construirá al final de cada franja terminada que quede libre a la superficie (ver planos # 12, 13, 14 y 15 de perfiles de las celdas). de tal manera que el agua escurra hasta unirse con el canal que sirve para desviar las aguas de la quebrada seca existente.

Las aguas lluvias recogidas por el canal diseñado serán después conducidas a través de la quebrada de Alumbre para luego ser evacuadas al río Malacatos.

Debe anotarse que son obras de drenaje interno de las celdas las obras consideradas para el tratamiento de lixiviados (graficos 5.3.5., 5.3.6. y 5.3.7.)

PRIMERA ETAPA

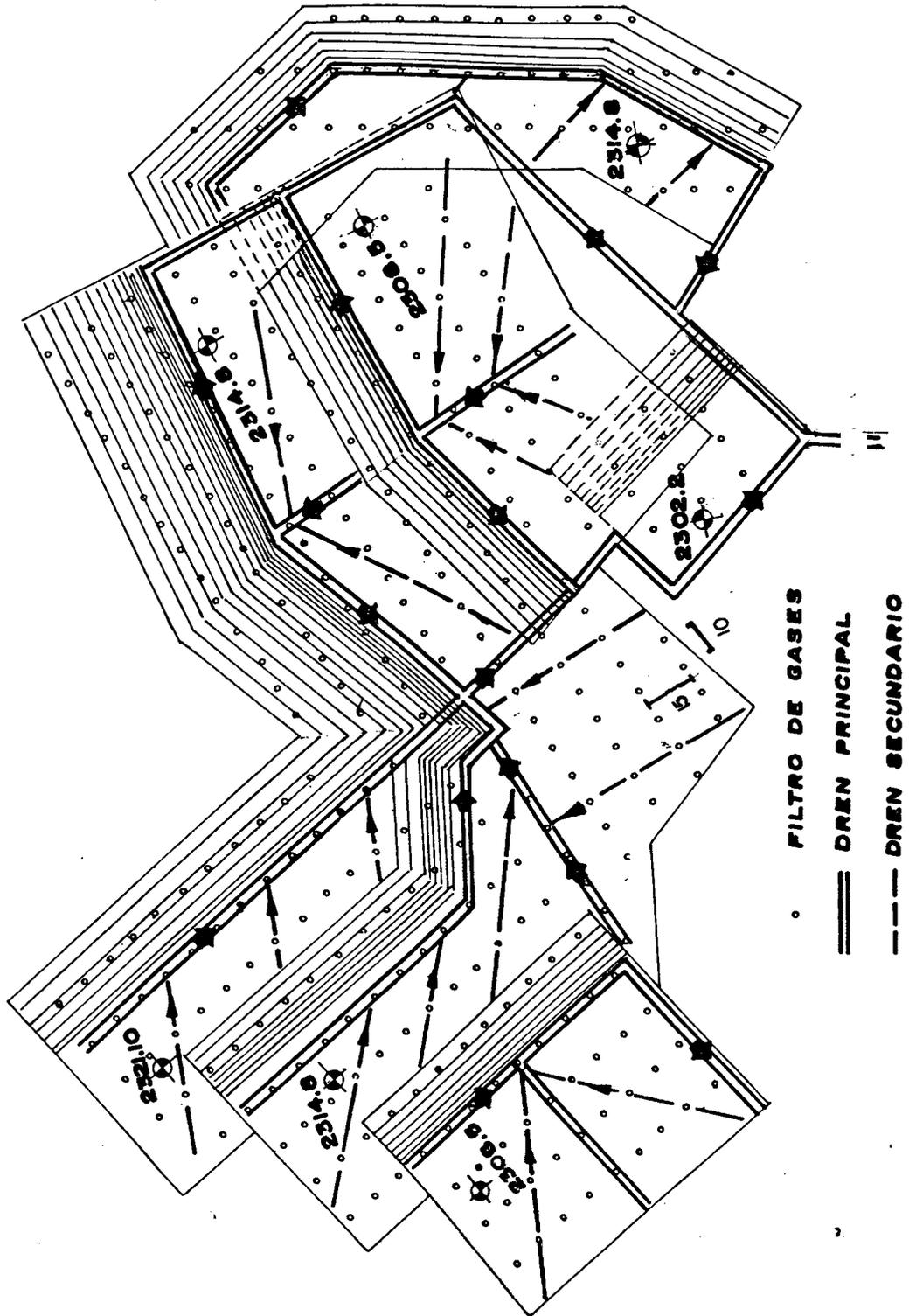


ESCALA 1:750

GRAFICO 5.3.6

GRAFICO 5.3.7.

SEGUNDA ETAPA



ESCALA 1 : 2500

5.3.17. Control de Vectores.

Se deberá principalmente controlar la proliferación de moscas y roedores. Las moscas se controlarán eficientemente con una adecuada compactación del material de cobertura que se coloca después de cada jornada (jornada de dos días) sobre cada celda terminada; este procedimiento también permitirá el control de otros insectos.

Para controlar ratas y pequeños roedores se construirán cercos perimetrales al relleno, que serán de alambre de púas con una altura promedio de 2,00 m., con malla delgada (de gallinero) colocada al pie con una altura de 0,60 m.; además se dotará de un cordón sanitario que consistirá en cebos de 70 a 100 gr. colocados a una distancia máxima de 8 m, una de otras, en todo el perímetro del relleno. Los cebos deben mantenerse en forma permanente y reponerse cada 15 días si fuere necesario, estos cebos son granos triturados más un rodenticida con una droga anticoagulante.

Las áreas y cordón sanitario serán los estrictamente necesarios, por lo tanto podrán ser diseñados para períodos de uno o dos años de ejecución del relleno.

7,3,11 5.3.18. Bordes y Cercos

A pesar de la buena protección natural que tiene el lugar por las elevaciones a los lados de la zona del relleno y para un buen funcionamiento se ha considerando la construcción de los siguientes tipos de cerramiento.

a.) Una cerca permanente con cercas de hormigón y alambre de

púas en las medianeras, es decir donde se necesite por lo común en las partes más bajas de los alrededores del relleno y en el frente de entrada al relleno.

- b.) Cerca móvil perimetral al frente de trabajo de cada jornada, para control de papeles en el sitio de ejecución diaria en el relleno; esta cerca móvil será de malla.
- c.) 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. Se recomienda plantar árboles de rápido crecimiento (pino, eucalipto, laurel, ~~bambú~~, etc.)

5.3.19. Vías de Circulación en el Relleno.

A fin de optimizar el área disponible se construirá el camino principal, de acuerdo a la topografía del terreno. La pendiente y radios de curvatura están diseñados para el tipo de vehículos que operarán en el relleno sanitario (ver Anexo 3, Diseño Geométrico de la Vía). Desde este camino principal se construirán ramales secundarios para el acceso a las franjas. La construcción de los ramales de acceso será realizada durante la operación del relleno y de acuerdo a las necesidades de operación del mismo. El Trazado se presenta en el plano de la vía de circulación del Relleno (Plano No. 10).

7,3,12 5.3.20. Vida Util del Relleno /

En el diseño de las celdas (Anexo No.2)

realizado con el Plano No. 11; se presenta la vida útil del relleno sanitario "Chonta-Cruz", el mismo que tiene un período de diseño desde el año 1994 hasta el cuarto mes del año 2003 (8.4 años). Este período aumenta por todos los rellenos laterales que se debe hacer en cada una de las franjas y tal como se muestra en el Plano No.16, que es una vista superior de el relleno terminado. Por lo antes mencionado se puede estimar un 20% adicional, quedando una vida útil de:

VIDA UTIL = 10 años

Cabe destacar que el proyecto diseñado abarca sólo una parte de terreno del lugar elegido, luego de este tiempo se puede continuar utilizando la parte siguiente de que queda para un futuro diseño y para su utilización posterior, de el mismo que se puede obtener un período de diseño de aproximadamente 10 años más. Otra posibilidad de seguir utilizando el relleno por mas tiempo es el de ir superponiendo franjas sobre las ya construidas e ir elevando el nivel del relleno, el mismo que mejoraría para su utilización futura ya que el lugar se tornaría más plano en cuanto a su extensión.

La utilización de una u otra alternativa para seguir utilizando el relleno sanitario, quedará a decisión de el I. Municipio de Loja.

El propósito nuestro es de dejar en claro que el lugar que resultó técnicamente elegido para albergar al relleno sanitario ofrece mucho tiempo para este fin.

5.4. Obras Complementarias. /

* 5.4.1. Diseño del Galpón para el Equipo

Resulta necesario construir un Galpón con cubierta metálica, para guardar la maquinaria de uso del relleno. Los resultados del cálculo estructural y el diseño en perfiles de lámina delgada constan en el Anexo 4.

5.4.2. Caseta del Guardián y Letrina Sanitaria

La construcción de una caseta (área de 9m² aproximadamente) es importante para ser usada como portería para la persona que vigilará el ingreso y salida de personas y vehículos al Relleno Sanitario.

Es importante la construcción de una letrina o pozo negro para dotar de uso sanitario al personal que labora en el relleno.

Los detalles de construcción de la Caseta para Guardián, letrina y Galpón para la maquinaria, constan en el Plano # 17.

La dotación de agua para lavado se hará por medio del tanquero que recorre la ciudadela "Colinas Lojanas".

7,4,2 5.4.3. Estación de pesaje.

Donde se controlará el peso de la basura que ingresa al relleno mediante una balanza de pesaje vehicular con un área de 10.20 m².

La utilidad de esto radica en disponer de suficientes datos de ingreso de basura para el dimensionamiento más preciso de las celdas diarias, que optimizarán las decisiones que tome el ingeniero residente de la obra, además se dispondrá de una base suficiente para posteriores estudios.

5.4.4. Cartel o Valla Publicitaria /

Es necesaria la colocación de un cartel de presentación de la obra en construcción, a fin de que sea identificada por la comunidad. El cartel debe contener lo siguiente:

<p style="text-align: center;">I. MUNICIPIO DE LOJA</p> <p style="text-align: center;">RELLENO SANITARIO "CHONTA-CRUZ"</p> <p style="text-align: center;">PROTEJAMOS EL AMBIENTE</p>

5.5. Esquema de Utilización Posterior

Se recomienda al I. Municipio de Loja, analizar la posibilidad de utilización del área de relleno sanitario como una gran área verde, dotándola de jardines, bosque, canchas deportivas y más instalaciones que permitan el funcionamiento de una zona de recreación popular.

Paralelamente a la construcción del relleno, puede implementarse la construcción de espacios verdes y la plantación de árboles, lo cual permitirá a la Dirección Municipal de Higiene controlar y evaluar el funcionamiento posterior del relleno sanitario, ya que éste constituye uno de los primeros que se realiza en el país y bien puede servir de prototipo para la sierra

y de base para los estudiantes de ingeniería para realizar estudios en lo que respecta por ejemplo al estudio de gases que pueden servir para utilización humana en forma de combustible.

ULTIMO/7.10 5.6. REQUERIMIENTOS DE OPERACION.

Principios Básicos.

Se debe comprender lo fundamental de lo que sucede en un Relleno Sanitario para poder operar con facilidad y eficiencia tanto para los trabajadores, choferes como para el ingeniero encargado del relleno:

Primero:. Se reconoce que la composición de los desechos entregados al relleno se cambiará día a día y año a año resultando en productos líquidos y gaseosos las características de las cuales no se podrá predecir precisamente; entonces se intenta disminuir la intensidad de la generación de estos productos para reducir su peligro para el hombre y el medio ambiente y para poder tratarlos efectivamente.

Además de la composición, tamaño de partículas, densidad, humedad, pH, temperatura, presencia de organismos, oxígeno y químicos en los desechos, otros factores que influyen a la generación y migración de gas y lixiviado son precipitación, temperatura y presión ambientales, tipo de suelo, construcción de celdas y compactación.

Segundo:- Resultado de la descomposición es el asentamiento de los desechos hasta 30% de su altura, fenómeno que ocurre en su mayor parte en los primeros dos años y después de cinco años prácticamente se termina.

De los tres efectos de descomposición, la generación y migración de lixiviado, generación y migración de gas y el asentamiento de los desechos, llegamos a los principios operativos de:

1. **Compactación de Desechos.**- La buena compactación de desechos sirve para disminuir la intensidad de descomposición. Así disminuyendo la generación de peligrosos productos de descomposición, para reducir malos olores, para controlar la dispersión de papeles y plásticos, para reducir el ingreso de moscas y roedores, para disminuir asentamientos y para extender la vida útil del relleno.
2. **Prevención del ingreso de Agua.**- Este principio trata de la disminución del volumen de lixiviado generado.
3. **Una sola Celda.** El diseño de celdas para un nivel de franja diseñó con el mismo número de capas intermedias. Con esto estamos asegurando que no se empeore el problema del asentamiento diferencial.

7,6 5.7. ETAPAS DE CONSTRUCCION.

Se ha establecido de acuerdo al diseño 2 etapas para la ejecución del relleno, a partir del año 1994. La construcción de la segunda etapa se iniciara del año desde la franja 8A teniendo mayor vida útil la segunda etapa por su área que presenta. Esta programación debe ser ajustada durante la ejecución del Relleno Sanitario.

La secuencia de construcción de las franjas por etapa, debe cumplir el siguiente diagrama de flujo:

PRIMERA ETAPA**NIVEL : 2253.00**

1 A : L= 144 m

2 A : L= 144 m

3 A : L= 75 m

NIVEL : 2259.30

4 A : L= 128 m

1 B : L= 144 m

2 B : L= 75 m

NIVEL : 2265.60

5 A : L= 128 m

3 B : L= 128 m

4 B : L= 75 m

NIVEL : 2271.90

6 A : L= 75 m

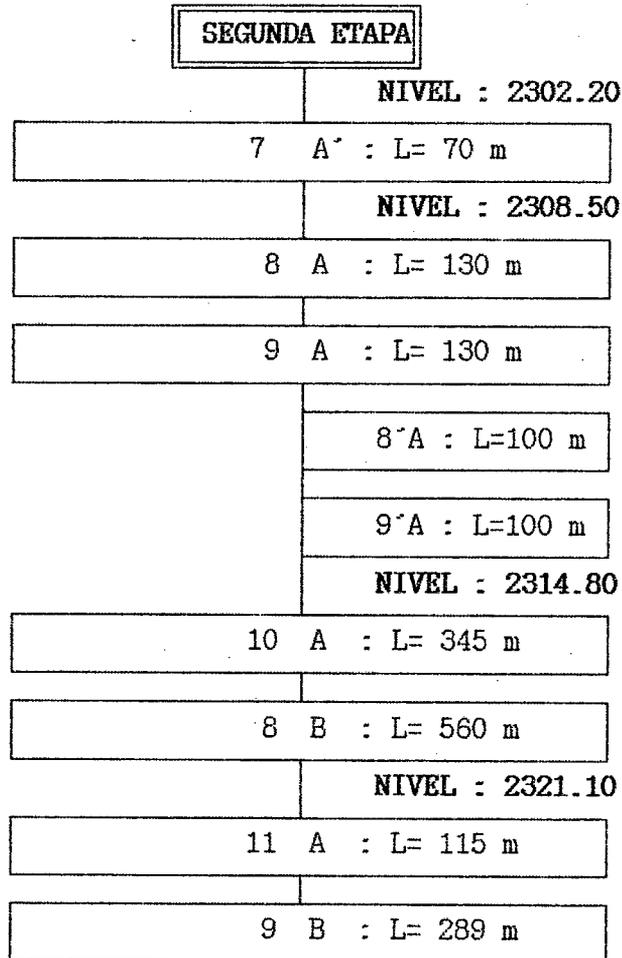
5 B : L= 128 m

6 B : L= 75 m

NIVEL : 2278.20

7 A : L= 144 m

7 B : L= 75 m



5.8. REGISTRO CONTROL DE DESECHOS SOLIDOS.

Las labores en el Relleno Sanitario deben ser organizadas y supervisadas estrictamente para alcanzar los objetivos propuestos.

Para ello es necesario el control del ingreso de residuos sólidos (portería). Donde se anotará los datos de cada entrega de desechos al relleno: Fecha, No. viajes, volumen y cantidad de desechos sólidos y observaciones tal como condición de canales, capa de cobertura, condición de drenaje de aguas superficiales, localización de algún desecho especial, alguna

presencia de vectores o fuertes olores y problemas generales entre otros.

En el Anexo 6, se presenta un modelo de hoja para realizar el registro control de los desechos que ingresan al relleno.

7,7 5.9. EQUIPO DE OPERACION Y MANTENIMIENTO.

La operación básica de un relleno sanitario, como el propuesto para el sitio Chonta-Cruz, es el movimiento de tierras y de basura, colocación de material de recubrimiento de celdas y conformación de estos recubrimientos para su compactación.

Se añade a estas tareas; las de hidratación, tanto de las capas de recubrimiento mencionadas como de la superficie de rodadura de los caminos internos que servirán para el desplazamiento de los vehículos que operarán en el área del relleno .

Al suelo removido para formar las franjas o plataformas donde se depositará la basura y se construirán las celdas, será necesario almacenarlo en forma organizada, respondiendo a la programación que se ha efectuado con este propósito, de tal forma que permita utilizarlo como material de cobertura sobre cada una de las celdas terminadas con la menor distancia de transporte posible. Este trabajo lo puede realizar el tractor que está operando ya que las distancias son cortas. En el supuesto caso de que se requiera ubicarlo a una distancia que el tractor no pueda realizar esta función, será necesario el uso de un equipo compuesto por volquetas y una cargadora frontal, éste equipo lo preverá el Ingeniero residente durante la operación del relleno con la colaboración de el I. Municipio de Loja. En esta forma

trabajará el tractor y si la distancia lo exigiera, las volquetas y cargadora.

Para el transporte de la "piedra bola" que se requerirá para rellenar las estructuras de las chimeneas, también se utilizará una volqueta.

Para la movilización del personal a la zona de trabajo se ha previsto una camioneta, que servirá también como vehículo de abastecimiento de combustible y de lubricación para que esta labor se ejecute en el sitio mismo de operación de las máquinas, a fin de que se pierda el menor tiempo posible en esta operación.

El objetivo en el dimensionamiento del equipo necesario para la operación del relleno sanitario Chonta-Cruz ha sido proveer de un equipo básico, el cual deberá ser optimizado en su utilización combinando su empleo de acuerdo con las circunstancias.

En el caso que se produjeran daños en los equipos, cuya reparación requiera más de 24 horas, deberá tener, con antelación suficiente, los contactos que permiten en estas emergencias trasladar el equipo desde otras dependencias municipales, o alquilar a personas naturales o jurídicas que disponen de equipo para este propósito. En esta forma se ha procurado disminuir al máximo posible la inversión necesaria para adquisición de equipo, como tener equipo inactivo en previsión de una emergencia.

Para el dimensionamiento se ha utilizado como guía los rendimientos de equipos utilizados en el sector de la construcción vial, ajustando los criterios especiales de operación del relleno

sanitario.

En consecuencia, el equipo básico necesario para la operación del relleno sanitario Chonta Cruz es la siguiente:

- 1 báscula de registro de peso y hora, automática, que permite el pesaje de los recolectores compactadores cargados de basura para que ingresen al Relleno Sanitario.
- 1 tractor de oruga con lámina tapadora, motor diesel y con una potencia de 200 HP.
- 1 compactador, para relleno sanitario autopropulsado, con motor a diesel de 200 HP y 20.000 Kg.
- 1 Tanquero de 6 m³ de capacidad montado sobre chasis combinado, provisto de motor a gasolina.
- 1 volqueta con tolva de volteo de 5 m³ de capacidad, sobre chasis cabinado, provisto de motor a gasolina.
- 1 camioneta con balde y chasis combinado.
- 1 equipo de topografía completo (teodolito, nivel, 2 miras, jalones y piquetes).

5.10. NORMAS PARA LA OPERACION DEL RELLENO

5.10.1. Objetivos

El objetivo del relleno es disponer sanitariamente la basura, evitando la proliferación de vectores

transmisores de enfermedades, la contaminación del agua freática y superficial, el escape de los gases fuera de los límites del recinto y molestias por malos olores u otros aspectos.

7,8,2 5.10.2. Método de Trabajo

La basura deberá ser amontonada diariamente en celdas compactadas, de 6.00 mts. de altura, cuidando de efectuar la operación en capas de espesor no superior a 0.60 mts. y mediante 3 ó 4 pasadas del compactador por cada punto de la superficie de 3 horizontal 1 vertical. Los bulldozers empujarán la basura de abajo hacia arriba. El avance diario de las celdas será variable, de acuerdo a la cantidad de basura.

Cada celda se confinará perfectamente contra otras celdas, o el talud o el terraplén de tierra que deberá construirse y que servirá de apoyo en los lados que lo requieran.

La celda se cubrirá por sus costados no apoyados con una capa de material de cobertura de 30 cm. de espesor, debiendo quedar al término de cada dos jornadas diarias totalmente cubierta. La pendiente de la superficie horizontal superior de cada celda será del rango del 2% para facilitar el escurrimiento de las aguas de precipitación y no erosionar la cobertura.

Se contempla hacer una cobertura final en la superficie horizontal de 70 cm. con el material especificado para cobertura, tan pronto como se obtenga una franja completa.

Si por motivos de ejecución de los

trabajos fuera necesario dejar por más de 30 días una superficie horizontal de niveles intermedios expuesta, ésta también deberá taparse con material de cobertura de 70 cm. de espesor.

Para efectuar la cobertura de las celdas en acopio de material de recubrimiento se realizará con la debida anticipación en una zona cercana a la parte superior de la celda en construcción, desde donde será distribuido sobre la superficie a cubrir con los espesores indicados. Una vez colocado el material de cobertura sobre la basura, deberá ser compactado de manera que se obtenga una densidad cercana a la óptima.

7,8,3 5.10.3. Drenaje de Gases

Durante la construcción del relleno y simultáneamente con él, deberán instalarse chimeneas verticales de drenaje de gases, distantes 15 m. y 10 m. unas de otras, formando una cuadrícula regular.

La sección transversal de las chimeneas será de 1.00 x 1.00 mts en la base y de 0.85 x 0.85 mts en el extremo superior, de modo que pueda conectarse una nueva chimenea con la inferior a medida que avanza el relleno.

Los cuatro costados de la chimenea llevarán una malla de alambre 5012 y en su interior se colocará material pétreo de tamaño uniforme, (canto rodado), de un diámetro no superior a 6".

Estos ductos deben permitir la evacuación de los gases desde el fondo del relleno y se construirán simultáneamente con las celdas de basura.

Para quemar los gases se colocará en el extremo superior de la chimenea un tubo de cemento, protegiéndolo del viento con un tanque de metal con aberturas a los costados para garantizar la combustión.

5.10.4. Control y Manejo de Líquidos Percolados

Como se anotó, no se prevé el afloramiento de lixiviados, pero se dan a continuación criterios para su control.

En caso de producirse afloramiento de líquidos percolados, estos deberán ser canalizados desde su origen.

Esta canalización se efectuará mediante una zanja construida en suelo natural impermeable del lugar, sobre el cual se colocara una capa de grava y se tapara con una capa de suelo del lugar. (detalle de canal, Ver plano # 17 de Fosa Séptica).

Los líquidos percolados serán conducidos mediante esta canalización a una fosa séptica ubicada en la parte inferior y luego a un campo de infiltración, desde donde el lixiviado recibe el último tratamiento.

7,8,4 5.10.5. Especificaciones de Materiales para Cobertura.

El material de cobertura de las celdas deberá ser homogéneo y estará libre de grabas, aceptándose hasta un 5% de partículas mayores de 2" y ninguna mayor de 4".

El material a usarse como cobertura será extraído del mismo lugar del relleno, al mismo que se le realizó los ensayos de suelos respectivos para su uso (ver capítulo IV, Estudios de suelos), dando resultados excelentes para su uso. En caso de que se decida cambiar de lugar para la obtención de éstos materiales, se deberá realizar ensayos de Granulometría y Permeabilidad. Entonces sabiendo el tipo de suelo podemos obtener el ancho de material de cobertura así, tenemos que:

- Para suelos arcillosos: de 20 a 40 cm.
- Para suelos arenosos: de 40 a 80 cm.

7,8,5 5.10.6. Condiciones Sanitarias del Recinto

Se prohíbe la entrada de toda persona extraña a las labores propias del relleno.

Se prohíbe estrictamente toda extracción de materiales, aprovechables o no, desde la basura.

Todo el personal deberá colaborar con el control de entrada de personas extrañas y/o animales al relleno.

No se aceptara que las personas que laboran en el relleno ingieran alimentos en los frentes de trabajo y sólo podrán hacerlo en el lugar destinado para ello.

Todo el personal deberá usar uniformes y equipo de seguridad.

7,8,6 5.10.7. Recomendaciones

- Deberá respetarse el tipo de residuos que aceptará el relleno sanitario de acuerdo al diseño propuesto.
- La excavación se efectuará siguiendo la secuencia de diseño descrita.
- La tierra para cobertura se esparcirá en capas de 0.30 m. de espesor, compactándose con la humedad óptima.
- El talud del suelo natural, para corte podrá ser hasta 1H:3V como máximo.
- La basura deberá ser tapada con el material de cobertura en su totalidad al cabo de cada jornada, garantizando la eliminación de vectores.
- Todo vehículo debe pesarse antes del ingreso al Relleno Sanitario.
- Los residuos hospitalarios deberán tener un proceso previo de incineración, aquellos que no cumplan con esto no serán recibidos en el Relleno Sanitario.
- Los guardianes del relleno deben constatar permanentemente que el gas captado esté quemándose.
- Se deben tapar las grietas que se produzcan en las zonas del relleno ya terminadas, para evitar la emanación de gases y/o percolados.

- Los caminos de acceso deben mantenerse transitables todo el tiempo.
- Es necesario hidratar permanentemente los caminos y la zona de trabajo para evitar la formación de polvo.
- Los materiales de desbanque o restos de construcción que ingresen al relleno se los depositará en la zona de acumulación de material.

Del cumplimiento del I. Municipio de todas las recomendaciones dadas en este proyecto dependerá el éxito del relleno sanitario "Chonta-Cruz".

5.11. MANUAL DE OPERACION DEL RELLENO SANITARIO "CHONTA-CRUZ".

5.11.1. INTRODUCCION

En el presente Manual de Operación se indican los procedimientos a seguirse en la construcción del relleno. Es importante anotar que el diseño y la programación propuesta para la operación del Relleno Sanitario Chonta Cruz constituyen un parámetro básico para el manejo de residuos sólidos en su fase de disposición final, las cuales, durante la etapa de operación, tendrán que ser ajustadas de acuerdo a las condiciones reales tomando decisiones oportunas a fin de garantizar la adecuada operación y mantenimiento del relleno.

Es indispensable que la operación del relleno sea estrictamente controlada y vigilada, de tal manera que no produzcan fallas de operación que podrían provocar la presencia

de malos olores, polvo y asentamientos excesivos. La utilización del cinturón de cebo deberá vigilarse constantemente para evitar el ingreso de roedores a la zona de trabajo.

En general se deberá procurar la mitigación y control de los posibles impactos al ambiente en la forma que se sugiere en el Estado e Informe de Impactos Ambientales, elaborado para el Relleno Sanitario Chonta Cruz.

5.11.2. Clausura del botadero tradicional.

Para la exitosa operación del sistema proyectado, se debe programar y clausurar el botadero tradicional del Municipio de Loja, así como los demás botaderos existentes en la zona.

Para la operación de clausura del botadero, en lo posible se deben realizar las siguientes acciones:

- Hacer pública la clausura del botadero, anunciando que ya no se permitirá la disposición de basuras en el lugar e informar además a la comunidad sobre la existencia del Relleno Sanitario para que se dirijan al mismo y su ubicación para obtener su cooperación.
- En especial a los comerciantes, que esporádicamente generan gran cantidad de basuras y contratan a un particular para su disposición, informarles de la existencia del Relleno Sanitario, e indicarles que las depositen allí.
- Colocar avisos informando a la ciudadanía las sanciones que

se aplicarán a quienes infrinjan las normas dictadas al respecto.

- Construir un cerco para impedir el ingreso de personas
- Colocar avisos informando a la ciudadanía las sanciones que se aplicarán a quienes infrinjan las normas dictadas al respecto.

- Construir un cerco para impedir el ingreso de personas extrañas y de animales.

- Realizar un programa de exterminio de roedores y artrópodos. En esta actividad es importante la asesoría de la División de Saneamiento Ambiental de los Servicios de Salud. Si esta etapa no se realiza, es posible que esos bichos, al no disponer de guardia y alimento (por el enterramiento de la basuras), emigren a las viviendas vecinas, con los consiguientes riesgos y problemas. Inmediatamente después del exterminio, se procede a cubrir con tierra bien compactada todos los botaderos con una capa de 0.30 a 0.80 m. de espesor, y se proveen los drenajes necesarios para evitar la erosión.

- Sembrar vegetación sobre la tierra de cobertura en todo el área.

7.9.2 5.11.3. Seguridad en el Trabajo

La finalidad de un relleno sanitario es disponer de los desechos en forma tal que no se dañe la salud de

las personas. Por lo mismo, es preciso adoptar las medidas de seguridad que sean necesarias para evitar accidentes a quienes laboran en el relleno. Algunas de las más importantes son las siguientes:

- a. Todo el personal debe usar cascos protectores, guantes, zapatos de seguridad y uniformes.
- b. Los que trabajan ubicados en los camiones en el frente de trabajo deben usar chalecos reflectantes.

Todo el personal que labore en el relleno sanitario deberá ser instruido en los conceptos básicos de la prevención de riesgos, con el objeto de crear en ellos la conciencia de seguridad y obtener su participación activa en los planes y programas de prevención de riesgos de trabajo. Deberán recibir instrucciones y entrenamiento acerca de la forma de efectuar las operaciones básicas y del uso de los elementos y dispositivos de protección personal y de prevención de riesgos.

En lo que no contemple el presente Manual, regirá el Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo, Reglamento de Seguridad de Higiene del IESS, Ley de Defensa contra Incendios, Código de Trabajo, Ley de Tránsito y Transporte Terrestre y demás leyes de la República.

79.3 5.11.4. Asentamiento y Acabado Final.

Como parte del equipo que operará en el

relleno sanitario se ha previsto el uso de compactadores sanitarios, y se ha establecido que la basura deberá compactarse hasta que alcance una densidad de 0.70 T/m^3 . que deberá ser verificado mediante ensayos de laboratorio. Del nivel o grado de compactación que se logre en el operación dependerán los asentamientos de la capa terminada; una buena compactación garantizará el proceso anaeróbico de descomposición de los residuos orgánicos y que este sea mucho más rápido.

La colocación de la cobertura final y el engramado requiere gran atención, pues no sólo incide en el funcionamiento, sino también en la imagen final del relleno terminado.

Con el transcurso del tiempo, los desechos sólidos se descomponen (parte se transforma en gas y parte en líquido), y la tierra de cobertura y la humedad penetran en sus vacíos, asentándolo. Después de dos años. Como el asentamiento no es uniforme, se producen depresiones en la superficie del relleno, donde se acumula el agua de lluvia; por lo tanto, se deben hacer nivelaciones al terreno y procurar su drenaje.

La administración local debe velar para que una vez concluya la vida útil del Relleno Sanitario, se le dé el acabado final y el mantenimiento necesarios, para que el terreno sea disfrutado por la comunidad, tal como fue previsto al inicio del proyecto. de no ser así, la población no obtendrá uno de los beneficios de esta obra de saneamiento básico. Esto podría ser una causa del rechazo de nuevos sitios, lo que implicaría ubicaciones más lejanas de las áreas urbanas, aumentando los

costos de transporte de los desechos y del servicio de aseo.

Se recomienda colocar un nuevo letrero o cartel con el nombre de la obra, parque o campo deportivo, indicando que está construido sobre un Relleno Sanitario.

5.11.5. Dependencia Administrativa.

Para garantizar que el Relleno Sanitario se construya y opere de conformidad con las especificaciones y recomendaciones dadas en el estudio, y para tener la certeza de que se cumplan los objetivos propuestos, es necesario que éste cuente con una administración, se propone una organización sencilla que procure optimizar la participación de quienes intervengan en su operación.

Con tal propósito se ha elaborado un organigrama que, para simplificar la presentación, combina el Organigrama Estructural con el de Posición.

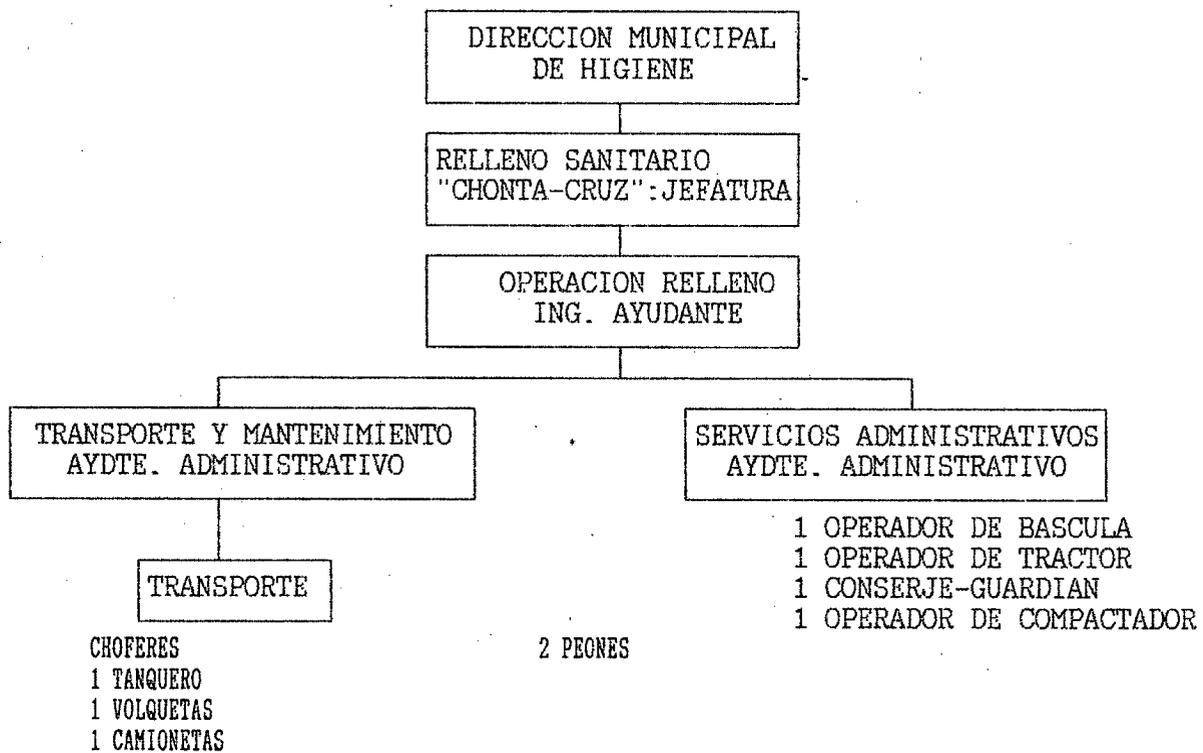
El organigrama propuesto satisface tanto los requerimientos para establecer la organización que garantiza un adecuado funcionamiento y operación del relleno sanitario, como establece la posición para describir las funciones del personal que elaborará en el ya mencionado Relleno Sanitario.

5.11.5.1. Breve descripción del Organigrama

Se ha previsto que la

organización y administración del Relleno Sanitario Chonta Cruz se realizará a través de una jefatura que depende.

RELLENO SANITARIO CHONTA CRUZ
ORGANIGRAMA ESTRUCTURAL Y DE POSICION



5.11.5.2. Descripción de funciones

No.	POSICION	FUNCION
1	Ing.Jefe	Responsable principal de la operación y manejo del relleno sanitario, sus tareas básicas son: <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="317 783 1285 816">- Organización del funcionamiento del relleno sanitario. <li data-bbox="317 838 1347 915">- Control y supervisión de todas las actividades operacionales relacionadas con el relleno. <li data-bbox="317 948 1347 1026">- Programación y control del funcionamiento del relleno sanitario. <li data-bbox="317 1059 1347 1136">- Decisiones sobre problemas administrativos y disciplinarios en relación con personal que labora en el relleno.
1	Ing. Ayudante	Este profesional asistirá al Ing. Jefe y además se encargará de la operación del relleno, sus funciones básicas son: <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="317 1490 1347 1568">- Elaboración de los resúmenes diarios de operación y preparar los informes mensuales. <li data-bbox="317 1601 1347 1678">- Control de asistencia del personal que labora en el relleno. <li data-bbox="317 1712 1050 1745">- Llenar formularios de control de costos. <li data-bbox="317 1778 1262 1811">- Dirigir y controlar las tareas de descarga de basura. <li data-bbox="317 1822 1311 1855">- Las tareas adicionales que le designe al Ingeniero Jefe.
1	Aux.Administrativo	Auxiliar administrativo que se encargará del área de transporte y mantenimiento del equipo que opera

en el relleno sanitario. Las principales funciones:

- Control de asistencia del personal que labora en el área de su responsabilidad.
- Elaboración de resúmenes diarios y mensuales de la operación y mantenimiento de equipos y vehículos que se utilicen en el terreno.
- Llenar formularios de control de utilización de mano de obra, así como de consumo de combustibles, lubricantes y repuestos que sean necesarios para el mantenimiento del equipo y vehículos que operan en el relleno sanitario.
- Otras tareas que le asigne la Jefatura del relleno.

1 Operador de Báscula Pesaje de los semi-remolques con basura que ingresan al relleno sanitario.

2 Operador-Tractor Responsables de la operación de el tractor en el área del relleno:

- Encargado de abrir los caminos secundarios al relleno.
- Ubicar y acumular la basura en la celda.

1 Operador-Compactador Responsable del manejo del rodillo compactador de basura.

- Encargado de la compactación de las capas de basura.

1 Chofer-Tanquero Responsable del manejo del tanquero.

- Encargado de la hidratación de los caminos secundarios, acceso y capas de cobertura del relleno sanitario.

- 1 Chofer-Volqueta Responsable del manejo de la volqueta.
 - Acarreo de los materiales para la construcción de las chimeneas y caminos de circulación interiores.

- 1 Chofer Camioneta Encargado del manejo de:
 - Abastecimiento de combustible y lubricación de equipo de trabajo del relleno.
 - Transporte del personal del área administrativa, de operación y otras funciones.

- 2 Peones Para labores auxiliares de carga y descarga.
 - Limpieza de basura adherida a el equipo de trabajo después de la jornada diaria.
 - Cargar la volqueta del material de abastecimiento.
 - Ayudantes del operador del tractor.
 - Cualquier otro trabajo que se requiera en obra.

- 1 Conserje-Guardián
 - Para control de entrada y salida de vehículos, así como vigilancia de todo el relleno sanitario.
 - Control de chimeneas de gases
 - Control de perimetral de relleno.
 - Encargado de la vigilancia nocturna, de los días y horas que no funciona el relleno.

7,9,4 5.11.6. Participación de la Comunidad.

A menudo el establecimiento de sitios de

Relleno Sanitario encuentra oposición del público, ocasionada en general por falta de conocimientos, por una evidente deficiencia operacional en este procedimiento, y/o por desconfianza de nuestras administraciones locales.

La participación de la comunidad es vital para el éxito del programa, una vez implementado el proyecto del Relleno Sanitario.

Esta participación debe promoverse de muchas formas, se destacan entre otras:

- **Por acercamiento directo:**

Promoviendo reuniones con líderes cívicos, juntas de acción comunal, asociaciones de padres de familia, juntas de deporte, grupos ecológicos; en fin, todo tipo de organización social debe ser utilizado.

- **Educación sanitaria:**

En los establecimientos educativos, y en las juntas cívicas y sociales se puede hacer no sólo la promoción al programa, sino que se puede hacer educación sanitaria al respecto, enfocándola especialmente desde el punto de vista de los beneficios sanitarios, y de salud, logrados con un adecuado manejo de las basuras.

Los promotores de Saneamiento del Servicio de Salud están llamados a enfrentar esta tarea, con el apoyo de los Ingenieros Sanitarios.

- **Métodos indirectos:**

Por medio de volantes, carteleras, afiches, difusión por noticieros escritos y hablados (periódico, radio, T.V.), difusión por autoparlantes, etc.

5.12. Comentarios.

- Debido a la situación económica en el Municipio de Loja y por no existir el interés de las empresas, no se puede realizar técnicas avanzadas tales como incineración y compostaje.
- Se debería investigar la factibilidad de reciclaje de ciertos componentes de los desechos sólidos tales como envases de vidrio, plásticos, lata, cartón papel periódico.
- El monitoreo de la generación y migración de lixiviado y gas podría ser parte de una investigación como tesis para un estudiante.
- No se justifica la estación de transferencia en la ciudad de Loja por existir todavía lugares cercanos para realizar el tratamiento de la basura por el método de " El Relleno Sanitario".

5.13. Presupuesto

Para obtener el monto total que se requiere para el relleno sanitario "Chonta-Cruz", se separó las obras en dos partes:

1) Las obras que se deben construir antes de entrar en funcionamiento el relleno sanitario y cuyo monto asciende a: 105'842.223,94 sucres.

2) El relleno mismo (excavación, drenes, compactación de basura, de material de cobertura, etc.). Debe anotarse que el análisis de precios que consta en este proyecto se lo hizo considerando el alquiler de toda la maquinaria (tractor, rodillo, retroexcavadora, etc.) de uso para el relleno sanitario y cuyo monto asciende a: 275'378.398,5 sucres por año, cantidad que resulta ser muy elevada para la situación económica de nuestros municipios. Para el caso nuestro; el I. Municipio de Loja deberá destinar la maquinaria necesaria para la operación del mismo, y de esta forma se reduciría a un monto fácilmente asequible a la situación económica nuestra.

ANEXOS

Anexo 1.1.

OBJETIVOS, EQUIPO, PROCEDIMIENTO Y CALCULOS DE LOS ENSAYOS DE SUELO.**A. ENSAYO DE HUMEDAD NATURAL.**

Definición:- La humedad o contenido de agua de una muestra de suelo, es la relación entre el peso del agua contenida y el peso de la muestra seca.

Objetivo:- Método de ensayo para determinar el contenido de agua de los suelos.

Equipo:

- Balanza (aproximación 0,01 gr)
- Cápsulas, recipientes o tarros para humedad
- Horno de temperatura constante ($110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$)

Procedimiento:

- 1.- Se anotan todos los datos correspondientes a la identificación de la muestra sobre la hoja de datos que se emplea en el laboratorio, en la que deben constar: Proyecto, profundidad, y otros datos complementarios.

- 2.- Se toma una cierta cantidad de muestra, aproximadamente de 100 a 200 gramos, se la introduce dentro de un recipiente para pesarla; el peso que se obtiene es el de la muestra

humedad más recipiente.

- 3.- Se deposita el recipiente con la muestra en el horno, dejandola secar (a la temperatura de 105 a 110°C) por un tiempo aproximado de 24 horas o más.
- 4.- Dejese enfriar la muestra entre dos y tres minutos, para proceder a pesar la muestra seca más recipiente.
- 5.- El peso real de la muestra deberá calcularse disminuyendo el peso del recipiente, el mismo que es constante en ambos pesajes.

Cálculos:

$$W = 100 \times E/D$$

$$E = B - C$$

$$D = C - A$$

Siendo:

A = Peso de la cápsula (g).

B = Peso de la cápsula más suelo húmedo (g).

C = Peso de la cápsula más suelo seco (g).

D = Peso del suelo seco (g).

E = Peso del agua (g).

W = Contenido de humedad (%).

B. ENSAYO DE GRANULOMETRIA.

Definición:- Consiste en la determinación de la cantidad en porcentaje de los diversos tamaños de las partículas que constitu-

yen el suelo.

Objetivo:- Determinar la distribución granulométrica de los suelos.

Equipo:

- Tamices: 3", 2", 1½", 1", ¾", ½", ⅜" (SERIE GRUESA); #4, #10, #20, #40, #60, #100, #200 (SERIE FINA); fondo y tapa.
- Vibrador mecánico.
- Horno de temperatura constante (110°C ± 5°C).
- Cápsula de porcelana.
- Balanza de sensibilidad de 0,01 gr.
- Brocha.

Cantidad de Muestra:

La cantidad de la muestra necesaria para el ensayo granulométrico debe ser la precisa para que la partícula de mayor tamaño se la pueda considerar como representativa; como se puede ver en el siguiente cuadro:

Tamaño máximo de las partículas	Peso mínimo de la muestra(kg)
3"	6,00
2"	4,00
1"	2,00
½"	1,00
⅜"	0,50
Tamaños menores	0,50

Preparación de la muestra:

- De la muestra a ensayarse se toma una cantidad representativa (de acuerdo al cuadro indicado), usando el cuartedor mecánico.
- Si el suelo se encuentra húmedo, tendrá que ser secado previamente, ya sea al aire libre (mínimo 24 horas) o calentándolo a una temperatura no mayor a 60°C. (Norma AASHTO T-87).
- Una vez secado el material, será menester desmenuzar los terrones existentes, teniendo cuidado de no romper las partículas individuales de la muestra.
- Desmenuzada la muestra, se la introduce en el juego de tamices No. 3", 1", 3/8", #4, fondo; con el propósito de dividir a la muestra en dos partes: material mas grueso que la malla No 4 y, material más fino que la malla No. 4.

Análisis de la fracción retenida en el tamiz No 4.

La fracción retenida sobre la malla No 4, corresponde a los suelos granulares, los mismos que se los puede clasificar por medio del juego reglamentario de tamices para suelos de grano grueso.

Procedimiento:

- 1.- Se coloca el juego reglamentario de tamices sucesivamente, de acuerdo a la tabla antes indicada, incrementando el tamiz No 4 y el fondo.
- 2.- Se pesa el suelo que se ha retenido en el tamiz No 4; se lo vierte sobre la malla de 3" y se lo tapa.
- 3.- Se agita todo el juego de tamices, utilizando el sistema de tamizado mecánico, el tiempo de vibración debe ser de diez minutos.
- 4.- Se retira la tapa y se separan las mallas, vaciando la fracción de suelo que ha sido retenida en cada una de ellas sobre un papel bien limpio.
- 5.- Se pesa cuidadosamente la fracción de la muestra obtenida de cada malla, y se los anota en el formulario correspondiente.
- 6.- Se determina el peso acumulado en las mallas y se lo compara con el peso inicial.

Análisis de la fracción que pasa el tamiz No 4.

Análisis con lavado:

Este procedimiento se lo emplea generalmente para partículas finas plásticas adheridas a partículas más gruesas que pasan por el tamiz No 4.

Para el caso de materiales limpios que pasan por la malla No 4, sin partículas adheridas a las partículas más gruesas, se

emplea el procedimiento antes señalado, pero usando el juego de tamices indicado en el cuadro anterior.

Procedimiento:

- 1.- Se toma la muestra que pasa la malla No. 4 y se la deja secar en el horno a una temperatura de $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- 2.- Se retira la muestra del horno y se la deja enfriar a la temperatura del medio ambiente por un tiempo de dos horas.
- 3.- Se pone la muestra en una cacerola, se le agrega agua y se la deja remojar hasta que todo el material se haya disgregado.
- 4.- Se vierte todo el contenido de la cacerola sobre la malla No 200 y con la ayuda de agua se lava la muestra.
- 5.- El material retenido en la malla No. 200 se pasa a un recipiente, lavando la malla con agua.
- 6.- Se deja secar el material en el horno a una temperatura de $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, al día siguiente se pesa el material y se lo coloca en el juego de mallas sucesivamente desde la No. 4 hasta la No. 200 y fondo; se vierte la muestra en la malla superior y se la tapa.
- 7.- Se coloca el conjunto de tamices en el vibrador mecánico y se procede a vibrarlo, por un tiempo aproximado de diez

minutos.

- 8.- Se quitan las mallas y se retira la fracción de suelo retenido en cada una de ellas, las mismas que se las deposita en un papel limpio.
- 9.- Se pesa cuidadosamente la fracción de muestra de cada tamiz y se anota el peso en el formulario correspondiente.
- 10.- Se determina el peso acumulado en las mallas y se lo compara con el peso inicial; en caso de que su diferencia sea mayor al 1% se repite el ensayo.

Cálculos.

- Los porcentajes de material retenidos en cada malla se los obtiene, dividiendo el peso retenido en cada tamiz para el peso seco de la muestra original.
- Se determinan los porcentajes acumulados del material que ha pasado por cada malla, restando al 100% correspondiente a la malla No 4, a este valor se le reduce el porcentaje retenido en el tamiz No 10 y, así sucesivamente.

C. LIMITES DE CONSISTENCIA.

C.1. LIMITE LIQUIDO.

Se lo define como el contenido de

humedad que tiene un suelo al momento de pasar del estado plástico al estado líquido.

Objetivo:- Determinar el límite líquido del suelo, es decir el contenido de agua del límite superior de un estado plástico.

Equipo:

- Dispositivo de A. Casagrande para límite líquido.
- Ranurador.
- Espátulas metálica y de caucho.
- Cápsulas de porcelana.
- Tamiz #40.
- Recipientes para pesar las muestras.
- Balanza de sensibilidad de 0,01 gr.
- Horno de temperatura constante ($110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$).
- Bandeja de porcelana.

Preparación de la muestra.

- Tomar una porción de suelo a ensayarse (entre 1 a 2 kg), se lo tamiza en la malla No 4, se desmenuzan 150 a 200 gramos con un martillo de caucho, teniendo cuidado en no romper las partículas sólidas.
- El material desmenuzado se lo tamiza en la malla No 40, desechando el material que se queda retenido.

- El material que pasa por la malla No 40 se lo recoge en una bandeja de porcelana (unos 600 gr).
- Se agrega una determinada cantidad de agua, y con la espátula se mezcla perfectamente el material hasta tener una pasta suave y espesa.

Procedimiento.

- 1.- Se coloca una parte del material de la bandeja de porcelana (de 50 a 80 gr), en el plato de bronce del aparato de Casagrande; se aplasta el material con la espátula hasta enrasar la superficie, de forma tal que su espesor sea máximo un centímetro.
- 2.- Se pone la punta del ranurador perpendicular a la superficie enrazada y se hace una ranura a lo largo de la pasta y, por el centro de ella, debiendo quedar la ranura o canal perfectamente limpio y bien definido.
- 3.- Después de asegurarse que la ranura se encuentra bien definida, se da la vuelta a la manija del aparato, a una velocidad constante de dos golpes por segundo, contando el número de golpes requeridos para que se cierre el fondo de la ranura.
- 4.- Se recoge con la espátula unos 20 a 30 gr de la muestra ensayada y se pone en un recipiente apropiado, se cierra el recipiente y se pesa la muestra humedad más el recipiente y,

se lo introduce al horno para secar la muestra.

- 5.- El procedimiento anterior se lo repite unas tres veces mas, incrementando en cada etapa una cierta cantidad de agua. El objeto de este procedimiento es el de obtener por lo menos una muestra cuya consistencia produzca ensayos dentro de cada uno de los límites siguientes: 35 - 40, 30 - 35, 25 - 30, 20 - 25, 15 - 20 de golpes.
- 6.- Luego de haber dejado la muestra secándose en el horno por un tiempo mínimo de 24 horas, se procede a obtener el peso de la muestra seca mas el recipiente.

Cálculos:

El contenido de humedad del suelo, se lo expresa como el porcentaje de agua que contiene la muestra sobre el peso del suelo secado al horno.

La línea de flujo será la línea recta que una tres o mas puntos marcados en la gráfica. El contenido de humedad correspondiente a la intersección de la curva de flujo con la ordenada de 25 golpes, da como resultado el valor del límite líquido del suelo.

C.2. LIMITE PLASTICO.

Se entiende por plásticidad a la propiedad que tiene un suelo para deformarse, sin que se llegue a

romper.

El límite plástico es el mejor contenido de humedad que tiene un suelo en el momento de pasar del estado plástico al semisólido.

Objetivo:- Determinar el límite plástico del suelo, es decir el contenido de agua en el límite inferior de su estado plástico.

Equipo:

- Placa de vidrio esmerillado de 15 x 15 cm.
- Bandeja de porcelana.
- Espátula de hoja flexible.
- Recipientes para pesar las muestras.
- Balanza de sensibilidad de 0,01 gr.
- Tamiz #40.
- Horno de temperatura constante ($110^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$).

Preparación de la muestra.

- Se toma unos 10 gramos de la muestra humedad del suelo que se preparó para la determinación del límite líquido. Esta muestra se tomará en el momento que adquiera la plasticidad suficiente como para darle la forma de una bola.

Procedimiento.

- 1.- Se toma aproximadamente la mitad de la muestra preparada y

- se forman cilindros con la palma de la mano, sobre una superficie limpia y lisa (vidrio), de 3 milímetros de diámetro y de 6 a 10 centímetros de largo.
- 2.- Se recoge la muestra, se amasa y se vuelve a formar cilindros, repitiendo el procedimiento anterior tantas veces como se necesite, con el fin de reducir gradualmente la humedad hasta que el cilindro empieza a endurecerse.
 - 3.- El límite plástico se alcanza cuando el cilindro empieza a agrietarse, al ser rodillado, en cilindros de aproximadamente un centímetro de longitud.
 - 4.- Se recoge las porciones de suelo resquebrajado y se las introduce en un recipiente con tapa, para que inmediatamente se lo pese y se lo introduzca al horno. (dejarla secar 24 horas).
 - 5.- Se saca la muestra del horno y se la pesa, con una aproximación de 0,01 gramos, se registra este dato, la diferencia entre ambos pesos da como resultado el peso del agua contenida en la muestra.

El procedimiento antes descrito se lo debe realizar para dos muestras, con el objeto de determinar un límite plástico promedio.

Cálculos:

El límite plástico se lo calcula, expresándolo como un contenido de humedad, referido en porcentaje al peso del suelo

secado al horno.

$$\text{Límite Plástico} = (W_a/W_s) * 100$$

donde:

W_a = Peso del agua.

W_s = Peso del suelo seco.

- INDICE PLASTICO.

Es la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico. Define los límites de humedad entre los que en el suelo puede encontrarse, conservando el estado plástico.

El índice plástico ayuda a establecer si un suelo es o no plástico y, además se determina su grado de plasticidad.

- Si el $IP = 0$ (cero) el suelo es no plástico

- Si el $IP \neq 0$ (cero) son suelos plásticos.

Por consiguiente, para que un suelo pueda ser clasificado como plástico, la diferencia entre límites siempre debe ser diferente de cero y con signo positivo.

Cálculos:

La expresión aplicada para determinar el índice plástico es la siguiente:

$$IP = LL - LP$$

D. ENSAYO DE COMPACTACION.-

Definición:

Se llama compactación al proceso de aplicar cargas transitorias de corta duración sobre una masa de suelo, disminuyendo de esta forma el volumen y aumentando su densidad.

Este ensayo se lo hará a 2.0 m. de profundidad debido a que aproximadamente sobre este nivel se colocarán los desechos sólidos.

Objetivos.

- Determinar la humedad óptima de los suelos a ensayarse; y,
- Determinar la densidad máxima.

Equipo.

- Bandeja metálica grande
- Moldes de compactación de 6" de diámetro por 4,59 " de altura; el molde tiene adicionalmente una extensión o collar móvil y una base sobre la que se ajusta el cilindro.
- Martillo de compactación de 4,5 kg (10 libras).
- Balanza con capacidad de 198 kg y aproximación 1 gr.
- Balanza con aproximación de 0,01 gr.
- Regleta metálica.
- Martillo con cabeza de caucho
- Probeta graduada de 250 cc.

- Cuchara metálica
- Cuchillo escarificador de muestras.
- Tarros de humedad.
- Extractor de muestras
- Tamiz de 3/4".
- Horno de temperatura constante ($105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$).

Preparación de la muestra.

- Se deja secar unos 25 kilogramos de muestra representativa al aire libre.
- Con el martillo de caucho se desmoronan los granos apelmazados del suelo a ensayarse.
- Se tamiza el material por la malla de 3/4" y, se desecha la porción retenida.

Procedimiento:

- 1.- De la muestra preparada inicialmente, se pesa 5000 gramos y se los pone en un recipiente que permita manejar la muestra.
- 2.- Se humedece la muestra con una cantidad medida de agua, hasta que el suelo adquiera una consistencia tal que al aprisionarlo con la mano forme una bola que no se disgregue.
- 3.- Se guarda inmediatamente la primera muestra en una funda de plástico bien sellado, para evitar pérdida de humedad por evaporación y, permitir que la humedad se distribuya uniformemente en toda la muestra por un tiempo de 24 horas.

- 4.- Este procedimiento se lo repite por lo menos para cuatro muestras adicionales, incrementando la cantidad inicial de agua en un 2% para cada una de las muestras que se tomen sucesivamente.
- 5.- Se aceita el molde internamente con una ligera capa de aceite liviano, se coloca el molde sobre la base y se lo pesa con una aproximación de 1,00 gramos.
- 6.- En la base interior del molde se coloca una alza de hierro y, sobre ella un papel filtro, el que impide que la muestra compactada se adhiera; en la parte superior se ajusta el collar sobre el molde .
- 7.- De la muestra de 5000 gramos mantenida en la funda plástica, se toma una cantidad suficiente para llenar el molde en aproximadamente 1,5 pulgadas y, se nivela con la mano. El espesor de cada capa que se compacta debe ser tal que, después de ser compactada la muestra tenga aproximadamente un espesor de 1 pulgada.
- 8.- Se pone el pisón de compactación sobre la muestra, se levanta el mango hasta que el pisón llegue al extremo superior de la guía, para luego dejarlo caer libremente sobre la muestra, hasta completar 56 golpes; la compactación debe realizarse en tal forma que los golpes se distribuyan uniformemente sobre toda la superficie de la muestra.
- 9.- Luego de compactada la primera capa, se escarifica la parte

superior de la capa (1/4 pulgada); se coloca otra capa de material y se compacta esta capa de la misma manera como se indicó anteriormente, repitiendo éste procedimiento hasta completar 5 capas requeridas. La última capa compactada debe sobrepasar por lo menos 0.5 pulgadas de la altura del cuello del molde, con el fin de permitir el enrasamiento de la muestra compactada después de retirar el molde.

- 10.- Se retira el alza del fondo del cilindro y se invierte el molde, de tal forma que la parte inferior de la muestra quede hacia arriba; se ajusta el molde a la base y se pesa el molde con la muestra compactada con una aproximación de 1,00 gramos.
- 11.- Se toma una muestra del fondo de la superficie de la muestra compactada y, se determina el contenido de humedad.
- 12.- El procedimiento descrito anteriormente se repite para varias muestra, hasta que el peso del suelo húmedo mas molde disminuya.

Cálculos:

La densidad humedad así como la densidad seca se determinan con la aplicación de las siguientes fórmulas:

$$\text{Densidad humedad} = \frac{\text{Peso húmedo de la muestra compactada}}{\text{Volumen del molde}}$$

$$\text{Densidad seca} = \frac{\text{Densidad humedad}}{100 + \text{contenido de humedad (\%)}} * 100$$

E. ENSAYO DE PERMEABILIDAD.

Definición:

Se entiende por permeabilidad a la mayor o menor facilidad con que el agua puede fluir a través de los vacíos continuos del suelo.

Objetivo:- Determinación del coeficiente de permeabilidad de suelos finos (arenas finas tales como limos o arcillas).

Equipo.

- Aparato de permeabilidad.
- Bandeja metálica grande.
- Dispositivo de compactación.
- Termómetro.
- Cronómetro.
- mallas de No. 100.

Determinación de la Permeabilidad.

El ensayo de permeabilidad se lo realiza tomando muestras inalteradas para conservar el contenido de humedad natural del suelo, además cabe indicar que la muestra será llevada al equipo de permeabilidad previa su compactación (3 capas), el equipo de

permeabilidad debe ser cuidadosamente chequeado con el objeto de evitar fugas.

El equipo antes mencionado es una adaptación sencilla que únicamente tiene la función de inyectar agua a la muestra y facilitar la medición del flujo de agua a través de ella, a continuación se hace una descripción más detallada.

Se usa una regleta métrica para medir las cabezas hidráulicas (alturas máximas en la probeta), h_1 y h_2 , cada medición debe tener la diferencia de medidas en un tiempo que podrá variar de acuerdo al tipo de suelo a ensayar.

Una vez tomado los datos la mejor forma de comprobarlos es recogiendo el agua para cada experimento en un cilindro graduado.

La determinación del caudal después de terminado el último experimento se puede obtener con el Q de ensayo, como:

$$Q \text{ ensayo} = Q \text{ total} / \text{No. de ensayos}$$

A N E X O 1.2
UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA
ENSAYOS DE CLASIFICACION

282

PROY. : DISEÑO DE UN RELLENO SANITARIO
OBRA : RELLENO SANITARIO
UBIC. : TURUPAMBA MUESTRA : DE COBERTURA
FECHA : MAR-93 OPERADOR EGDOS. PROFUND.: 1.00 m.

	GOLPES	PESO HM.	SECO	DE CAPS	w %	RESULTADO
1.- CONTENIDO DE AGUA	57.23	52.51	20.10	14.56		
	48.47	44.87	19.50	14.19	14.38	
2.- LIM. LIQUIDO	18	44.64	39.12	20.55	29.73	
	21	49.11	42.30	19.15	29.42	
	30	49.46	42.95	20.06	28.44	
	40	44.09	38.85	19.99	27.78	28.93
3.- LIMITE PLASTICO	22.67	22.45	21.28	18.80		
	21.55	21.39	20.52	18.39	18.60	

4.- GRANULOMETRIA

5.- CLASIFICACION.-

PESO IN= 512.00 (H/S) 5
PESO INICIAL DE CALCULO: 512.00

GRAVA 4
ARENA 13
FINOS 82

TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA
1"	0.00	0	100
3/4"	0.00	0	100
1/2"	0.00	0	100
3/8"	4.00	1	99
Nº. 4	21.54	4	96
Nº. 10	19.92	4	96
Nº. 40	39.18	8	92
Nº. 200	90.15	18	82

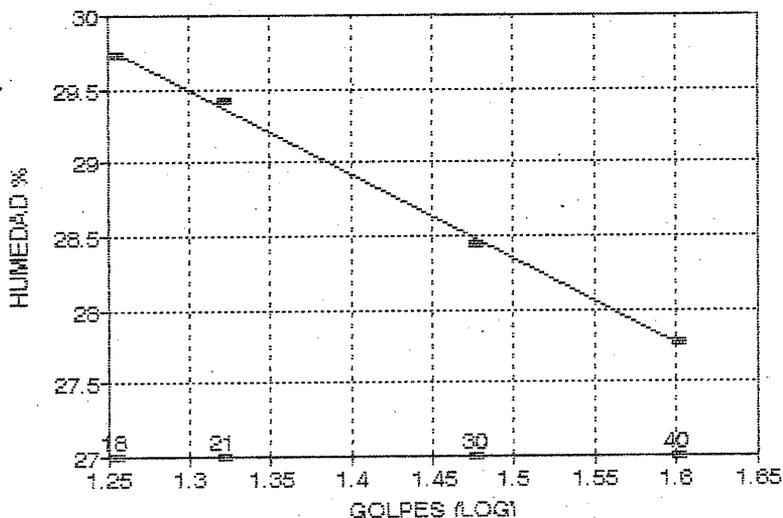
LL = 29.00
LP = 19.00
IP = 10.00

CLASIFICACION:

SUCS : CL
AASHTO : A-4
IG(86): 9
IG(45): 8

SUCS : CL = ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD
AASHTO : A-4 = SUELO LIMOSO

LIMITE LIQUIDO



UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA
ENSAYOS DE CLASIFICACION

PROY. : DISEÑO DE UN RELLENO SANITARIO
OBRA : RELLENO SANITARIO
UBIC. : TURUPAMBA MUESTRA : DE CIMENTACION
FECHA : MAR-93 OPERADOR EGDOS. PROFUND. : 1.00 m.

	GOLPES	PESO HM.	SECO	DE CAPS	w %	RESULTADO
1.- CONTENIDO DE AGUA	52.43	47.60	20.11	17.57		
	48.08	44.20	20.31	16.24	16.91	
2.- LIM. LIQUIDO	17	47.36	41.48	20.69	28.28	/
	21	44.86	39.61	19.94	26.69	/
	27	46.71	41.46	20.88	25.51	/
	32	46.43	41.28	20.37	24.63	/ 25.94
3.- LIMITE PLASTICO	22.28	21.92	20.45	24.49		
	23.07	22.56	20.45	24.17	24.33	

4.- GRANULOMETRIA

5.- CLASIFICACION.-

PESO IN= 420.00 (H/S) 5
PESO INICIAL DE CALCULO: 420.00

GRAVA 4
ARENA 17
FINOS 79

TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA
1"	0.00	0	100
3/4"	0.00	0	100
1/2"	0.00	0	100
3/8"	0.00	0	100
No. 4	17.87	4	96
No. 10	20.40	5	95
No. 40	37.78	9	91
No. 200	88.45	21	79

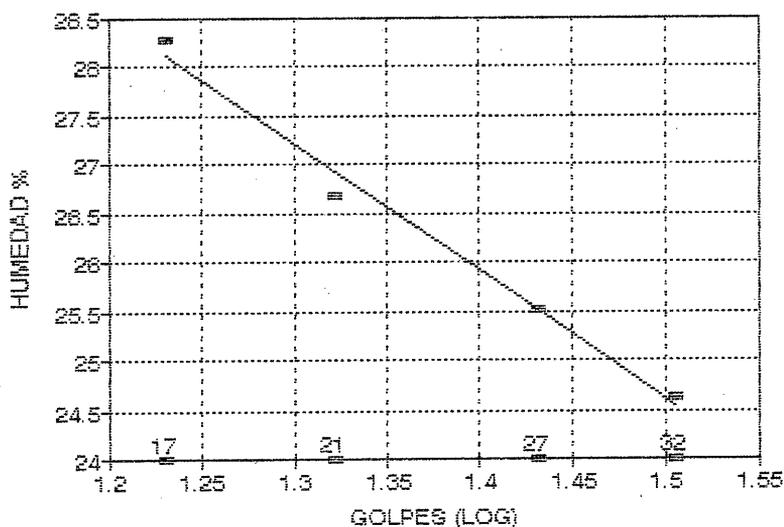
LL = 26.00
LP = 24.00
IP = 2.00

CLASIFICACION:

SUCS : CL
AASHTO: A-4
IG(86): 9
IG(45): 8

SUCS : CL = ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD
AASHTO : A-4 = SUELO LIMOSO

LIMITE LIQUIDO



UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA
ENSAYOS DE CLASIFICACION

PROY. : DISEÑO DE UN RELLENO SANITARIO
OBRA : RELLENO SANITARIO
UBIC. : SAN MIGUEL MUESTRA : DE COBERTURA
FECHA : MAR-93 OPERADOR EGDOO. PROFUND.: 1.00 m.

	GOLPES	PESO HM.	SECO	DE CAPS	%	RESULTADO
1.- CONTENIDO DE AGUA	35.68	30.47	19.13	45.94		
	48.36	39.65	20.46	45.39	45.67	
2.- LIM. LIQUIDO	19	35.58	29.00	20.02	73.27	
	24	37.09	30.02	20.19	71.92	
	29	39.89	32.03	20.95	70.94	
	39	38.30	31.10	20.77	69.70	71.80
3.- LIMITE PLASTICO	19.61	19.50	19.27	47.83		
	20.50	20.40	20.19	47.62	47.72	

4.- GRANULOMETRIA

5.- CLASIFICACION.-

PESO IN= 577.55 (H/S) S
PESO INICIAL DE CALCULO: 577.55

GRAVA 8
ARENA 15
FINOS 78

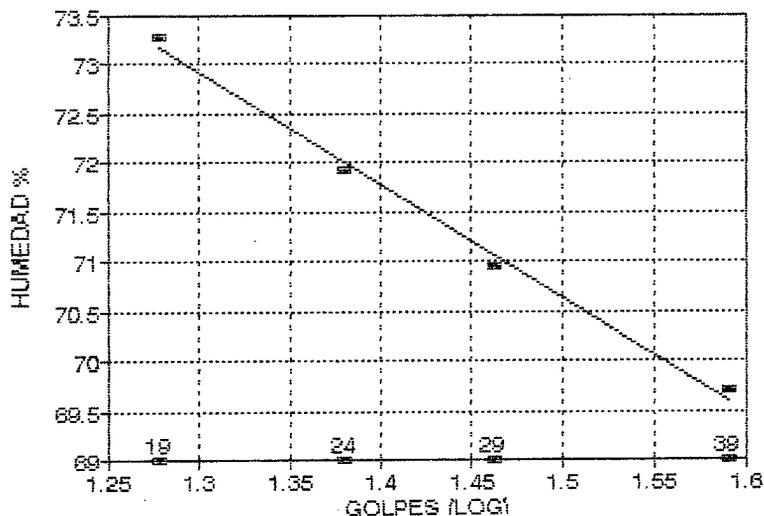
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA
1"	0.00	0	100
3/4"	0.00	0	100
1/2"	0.00	0	100
3/8"	0.00	0	100
No. 4	45.34	8	92
No. 10	26.43	5	95
No. 40	65.98	11	89
No. 200	129.76	22	78

LL = 72.00
LP = 48.00
IP = 24.00

CLASIFICACION:
SUCS : CH
AASHTO: A-7-5
IG(86): 24
IG(45): 18

SUCS : CH = ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD
AASHTO : A-7-5 = SUELO ARCILLOSO

LIMITE LIQUIDO



UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA
ENSAYOS DE CLASIFICACION

PROY. : DISEÑO DE UN RELLENO SANITARIO
OBRA : RELLENO SANITARIO
UBIC. : SAN MIGUEL MUESTRA : DE CIMENTACION
FECHA : MAR-93 OPERADOR EGDOS. PROFUND.: 1.00 m.

	GOLPES	PESO HM.	SECO	DE CAPS	%	RESULTADO
1.- CONTENIDO DE AGUA	46.74	37.41	19.10	50.96		
	50.37	39.91	19.47	51.17	51.06	
2.- LIM. LIQUIDO	18	34.44	26.92	19.30	98.69	
	23	31.39	23.96	16.28	96.74	
	30	32.24	26.35	20.15	95.00	
	36	33.28	27.27	20.86	93.76	96.29
3.- LIMITE PLASTICO	21.48	21.19	19.91	22.66		
	21.06	20.94	20.41	22.64	22.65	

4.- GRANULOMETRIA

5.- CLASIFICACION.-

PESO IN= 548.43 (H/5) S
PESO INICIAL DE CALCULO: 548.43

GRAVA 2
ARENA 12
FINOS 86

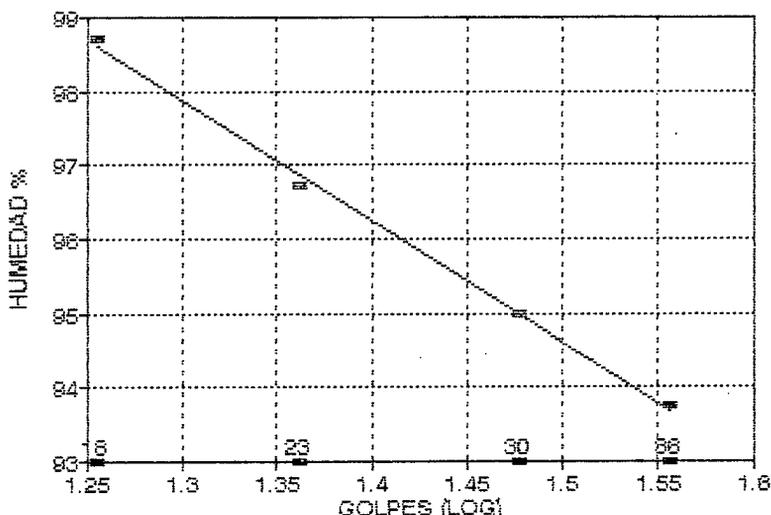
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA
1"	0.00	0	100
3/4"	0.00	0	100
1/2"	0.00	0	100
3/8"	0.00	0	100
No. 4	12.34	2	98
No. 10	18.31	3	97
No. 40	23.67	4	96
No. 200	76.93	14	86

LL = 96.00
LP = 23.00
IP = 73.00

CLASIFICACION:
SUCS : CH
AASHTO: A-7-6
IG(86): 69
IG(45): 20

SUCS : CH = ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD
AASHTO : A-7-6 = SUELO ARCILLOSO

LIMITE LIQUIDO



UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA
ENSAYOS DE CLASIFICACION

PROY. : DISEÑO DE UN RELLENO SANITARIO
OBRA : RELLENO SANITARIO
UBIC. : CHONTACRUZ MUESTRA : DE COBERTURA
FECHA : MAR-93 OPERADOR EGDOS. PROFUND.: 1.00 m.

	GOLPES	PESO HM.	SECO	DE CAPS	w %	RESULTADO
1.- CONTENIDO DE AGUA		81.85	67.36	19.04	29.99	
		65.10	54.97	19.77	28.78	29.38
2.- LIM. LIQUIDO	16	46.26	38.50	20.68	43.55	
	27	46.68	39.01	20.73	41.96	
	34	49.34	40.89	20.34	41.12	
	37	41.44	35.38	20.55	40.86	42.14
3.- LIMITE PLASTICO		21.38	21.13	20.33	31.25	
		21.19	20.99	20.34	30.77	31.01

4.- GRANULOMETRIA

5.- CLASIFICACION.-

PESO IN= 539.46 (H/S) S
PESO INICIAL DE CALCULO: 539.46

GRAVA 3
ARENA 11
FINOS 66

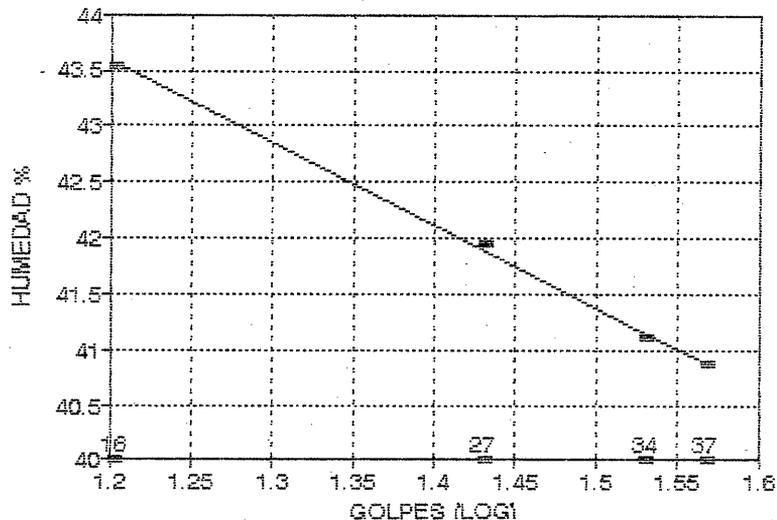
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA
1"	0.00	0	100
3/4"	0.00	0	100
1/2"	0.00	0	100
3/8"	17.31	3	97
No. 4	15.88	3	97
No. 10	48.95	9	91
No. 40	88.42	16	84
No. 200	73.99	14	86

LL = 42.00
LP = 31.00
IP = 11.00

CLASIFICACION:
SUCS : CL
AASHTO: A-7-5
IG(86): 11
IG(45): 9

SUCS : CL = ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD
AASHTO : A-7-5 = SUELO ARCILLOSO

LIMITE LIQUIDO



UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA
ENSAYOS DE CLASIFICACION

PROY. : DISEÑO DE UN RELLENO SANITARIO
OBRA : RELLENO SANITARIO
UBIC. : CHONTACRUZ MUESTRA : DE CIMENTACION
FECHA : MAR-93 OPERADOR EGDOS. PROFUND.: 1.00 m.

	GOLPES	PESO HM.	SECO	DE CAPS	w %	RESULTADO
1.- CONTENIDO DE AGUA	85.50	68.34	19.97	35.48		
	68.02	55.10	19.77	36.57	36.02	
2.- LIM. LIQUIDO	19	39.82	31.70	18.92	63.54	
	30	40.46	32.54	19.76	61.97	
	34	44.12	34.94	20.02	61.53	
	37	42.85	34.22	20.16	61.38	62.61
3.- LIMITE PLASTICO	21.48	21.19	19.91	22.66		
	21.06	20.94	20.41	22.64	22.65	

4.- GRANULOMETRIA

5.- CLASIFICACION.-

PESO IN= 550.82 (H/S) S
PESO INICIAL DE CALCULO: 550.82

GRAVA 4
ARENA 15
FINOS 81

TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA
1"	0.00	0	100
3/4"	0.00	0	100
1/2"	0.00	0	100
3/8"	0.00	0	100
No. 4	23.45	4	96
No. 10	35.67	6	94
No. 40	54.76	10	90
No. 200	106.71	19	81

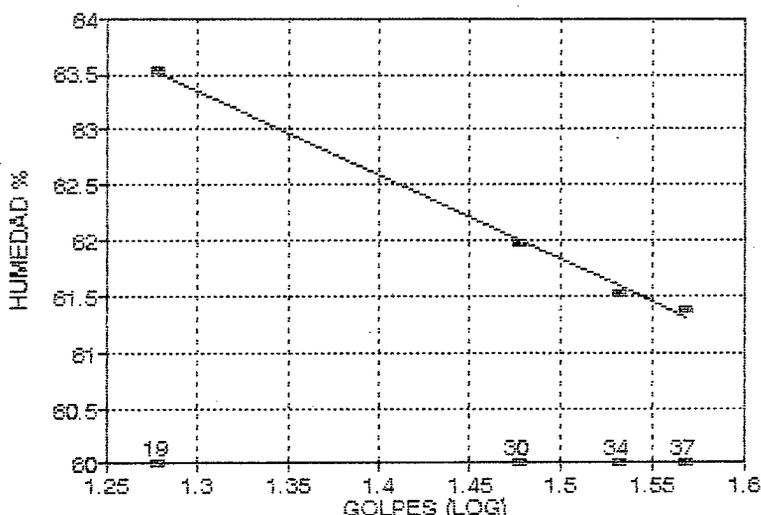
LL = 63.00
LP = 23.00
IP = 40.00

CLASIFICACION:

SUCS : CH
AASHTO : A-7-6
IG(86): 34
IG(45): 20

SUCS : CH = ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD
AASHTO : A-7-6 = SUELO ARCILLOSO

LIMITE LIQUIDO



UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA
ENSAYOS DE CLASIFICACION

PROY. : DISEÑO DE UN RELLENO SANITARIO
 OBRA : RELLENO SANITARIO
 UBIC. : ARAMARA MUESTRA : DE COBERTURA
 FECHA : MAR-93 OPERADOR EGDOS. PROFUND.: 1.00 m.

	GOLPES	PESO HM.	SECO	DE CAPS	w %	RESULTADO
1.- CONTENIDO DE AGUA	50.29	47.20	21.99	12.26		
	39.47	37.21	19.46	12.73	12.49	
2.- LIM. LIQUIDO	19	40.82	35.50	20.57	35.63	
	25	40.52	35.46	20.99	34.97	
	32	42.04	36.50	20.32	34.24	
	38	40.05	35.09	20.41	33.79	34.92
3.- LIMITE PLASTICO	20.45	20.31	19.80	27.45		
	21.09	20.93	20.32	26.23	26.84	

4.- GRANULOMETRIA

5.- CLASIFICACION.-

PESO IN= 506.48 (H/S) 5
 PESO INICIAL DE CALCULO: 506.48

GRAVA 6
 ARENA 18
 FINOS 76

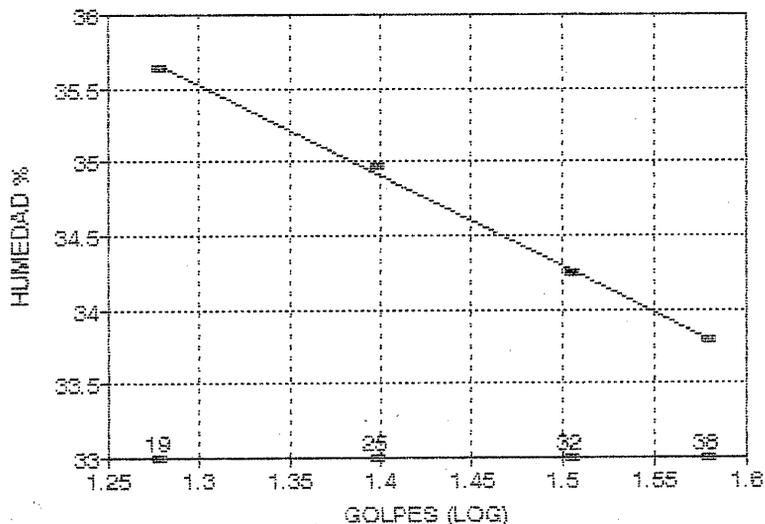
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA
1"	0.00	0	100
3/4"	0.00	0	100
1/2"	0.00	0	100
3/8"	20.76	4	96
No. 4	29.87	6	94
No. 10	96.62	19	81
No. 40	76.43	15	85
No. 200	119.47	24	76

LL = 35.00
 LP = 27.00
 IP = 8.00

CLASIFICACION:
 SUCS : CL
 AASHTO: A-4
 IG(86): 8
 IG(45): 8

SUCS : CL = ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD
 ASSHTO : A-4 = SUELO LIMOSO

LIMITE LIQUIDO



UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA
ENSAYOS DE CLASIFICACION

PROY. : DISEÑO DE UN RELLENO SANITARIO
OBRA : RELLENO SANITARIO
UBIC. : ARANARA MUESTRA : DE CIMENTACION
FECHA : MAR-93 OPERADOR EGDS. PROFUND.: 1.00 m.

	GOLPES	PESO HM.	SECO	DE CAPS	W %	RESULTADO
1.- CONTENIDO DE AGUA		40.92	37.20	19.96	21.58	
		52.37	46.70	20.26	21.44	21.51
2.- LIM. LIQUIDO	16	40.86	35.28	20.13	36.83	
	25	40.97	35.60	20.36	35.24	
	28	41.88	36.32	20.37	34.86	
	37	40.96	35.64	19.93	33.86	35.25
3.- LIMITE PLASTICO		21.78	21.61	20.77	20.24	
		21.56	21.36	20.33	19.42	19.83

4.- GRANULOMETRIA

5.- CLASIFICACION.-

PESO IN= 579.90 (H/S) S
PESO INICIAL DE CALCULO: 579.90

GRAVA 16
ARENA 6
FINOS 79

TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA
1"	0.00	0	100
3/4"	0.00	0	100
1/2"	0.00	0	100
3/8"	0.00	0	100
No. 4	91.20	16	84
No. 10	45.70	8	92
No. 40	61.91	11	89
No. 200	124.01	21	79

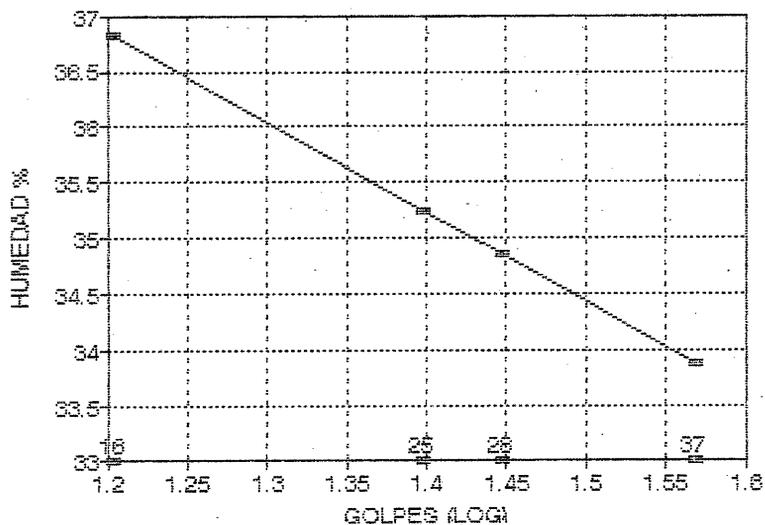
LL = 35.00
LP = 20.00
IP = 15.00

CLASIFICACION:

SUCS : CL
AASHTO: A-6
IG(86): 12
IG(45): 10

SUCS : CL = ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD
AASHTO : A-6 = SUELO ARCILLOSO

LIMITE LIQUIDO



UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA
ENSAYOS DE CLASIFICACION

PROY. : DISEÑO DE UN RELLENO SANITARIO
OBRA : RELLENO SANITARIO
UBIC. : YANACOCHA MUESTRA : DE COBERTURA
FECHA : MAR-93 OPERADOR EGDOS. PROFUND.: 1.00 m.

	GOLPES	PESO HM.	SECO	DE CAPS	w %	RESULTADO
1.- CONTENIDO DE AGUA	73.02	68.67	19.99	6.94		
	63.57	59.99	20.26	9.01	8.97	
2.- LIM. LIQUIDO	18	37.45	33.53	20.36	29.76	
	23	36.69	33.03	20.33	28.82	
	35	39.08	35.01	20.00	27.12	
	40	39.07	35.04	19.92	26.65	28.48
3.- LIMITE PLASTICO	21.38	21.26	20.80	26.09		
	21.15	21.00	20.40	25.00	25.54	

4.- GRANULOMETRIA

5.- CLASIFICACION.-

PESO IN= 553.80 (H/S) S
PESO INICIAL DE CALCULO: 553.80

GRAVA 8
ARENA 15
FINOS 77

TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA
1"	0.00	0	100
3/4"	0.00	0	100
1/2"	10.36	2	98
3/8"	17.23	3	97
No. 4	45.23	8	92
No. 10	96.41	17	83
No. 40	62.12	11	89
No. 200	125.68	23	77

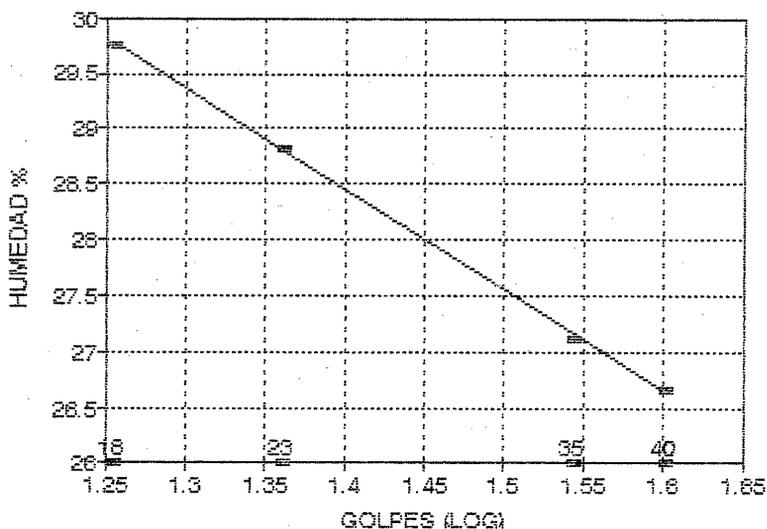
LL = 28.00
LP = 26.00
IP = 2.00

CLASIFICACION:

SUCS : CL
AASHTO: A-4
IG(86): 8
IG(45): 8

SUCS : CL = ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD
AASHTO : A-4 = SUELO LIMOSO

LIMITE LIQUIDO



UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA
ENSAYOS DE CLASIFICACION

PROY. : DISEÑO DE UN RELLENO SANITARIO
 OBRA : RELLENO SANITARIO
 UBIC. : YANACOCHA MUESTRA : DE CIMENTACION
 FECHA : MAR-93 OPERADOR EGDOS. PROFUND.: 1.00 m.

	GOLPES	PESO HM.	SECO	DE CAPS	w %	RESULTADO
1.- CONTENIDO DE AGUA	63.87	59.70	20.26	10.57		
	73.60	68.50	20.07	10.53	10.55	
2.- LIM. LIQUIDO	18	46.40	41.72	19.80	21.35	
	28	41.30	37.67	20.10	20.66	
	32	47.90	43.27	20.60	20.42	
	36	43.80	39.78	20.00	20.32	20.84
3.- LIMITE PLASTICO	22.25	21.94	20.17	17.51		
	23.00	22.64	20.62	17.82	17.67	

4.- GRANULOMETRIA

5.- CLASIFICACION.-

PESO IN= 524.69 (H/S) S
 PESO INICIAL DE CALCULO: 524.69

GRAVA 10
 ARENA 16
 FINOS 74

TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA
1"	0.00	0	100
3/4"	0.00	0	100
1/2"	15.30	3	97
3/8"	13.41	3	97
No. 4	50.23	10	90
No. 10	62.42	12	88
No. 40	78.45	15	85
No. 200	135.69	26	74

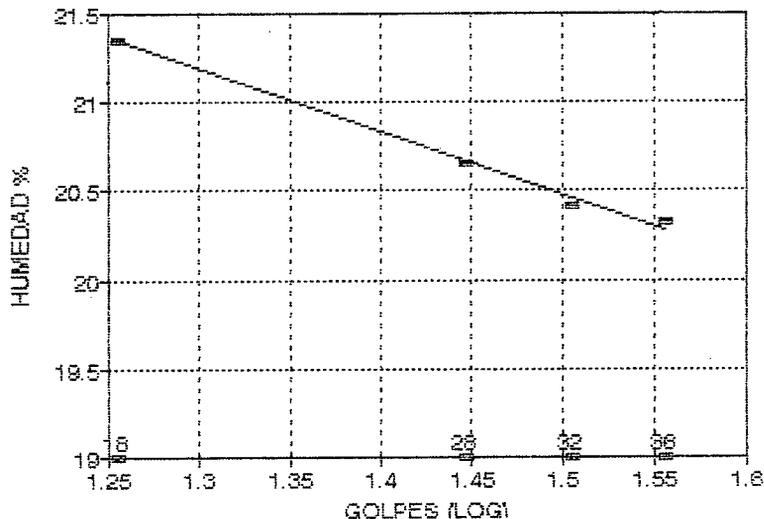
LL = 21.00
 LP = 18.00
 IP = 3.00

CLASIFICACION:

SUCS : ML
 AASHTO: A-4
 IG(86): 8
 IG(45): 8

SUCS : ML = LIMO DE BAJA PLASTICIDAD
 AASHTO : A-4 = SUELO LIMOSO

LIMITE LIQUIDO



UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA
Laboratorio de suelos

ENSAYO DE PERMEABILIDAD

=====

PROYECTO : DISEÑO DE UN RELLENO SANITARIO
OBRA : TESIS DE GRADO

UBICACION : TURUPAMBA MUEST.: 1.0 m. (Cimentación)
FECHA FEB-93 OPERADOR : EGDOS.

=====

DIMENSIONES DE LA MUESTRA:

Diámetro 10.17 cm. Area : 81.23 cm² Altura : 11.62 cm
W molde + Muestra 3074.9 g Volumen: 944 cm³
W molde 1950.9 P.Unit.: 1.19 g/cm³
W muestr. 1124

CABEZA VARIABLE :

Tuberia=bureta, otra(especificar) 50 ml
Area tuberia,a= 1.05 cm²

DATOS DEL ENSAYO

ENSAY	h1	h2	TIEMPO	CAUDAL	TEMPERATUR
No	cm	cm	seg	cm ³	C
1	99.25	64.87	84600	34.38	21
2	64.80	32.70	27300	32.10	21
PROMED	82.03	48.79	55950	33.24	

a= Area de la bureta

L= Longitud de la muestra

A= Area de la muestra

t= tiempo (seg)

nt/n2 = valor leído en tabla

$$nT/n20 = 0.9761$$

$$kT=(aL/At)lnh1/h2= 1.39E-06 \text{ cm/s}$$

$$k20 = kT nT/n20 = 1.36E-06 \text{ cm/s}$$

Grado de permeabilidad entre 10^{-5} a 10^{-7} , Permeabilidad Muy baja.

UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA
Laboratorio de suelos

ENSAYO DE PERMEABILIDAD

=====

PROYECTO : DISEÑO DE UN RELLENO SANITARIO
OBRA : TESIS DE GRADO

UBICACION : SAN MIGUEL (Tierr.Colorad.) MUEST.: 1.0 m. (Cimentación)
FECHA FEB-93 OPERADOR : EGDOS.

=====

DIMENSIONES DE LA MUESTRA:

Diametro 10.17 cm. Area : 81.23 cm² Altura : 11.62 cm
W molde + Muestra 3800 g Volumen: 944 cm³
W molde 1950.9 P.Unit.: 1.96 g/cm³
W muestr. 1849.1

CABEZA VARIABLE :

Tuberia=bureta, otra(especificar) 50 ml
Area tuberia,a= 1.05 cm²

DATOS DEL ENSAYO

ENSAY No	h1 cm	h2 cm	TIEMPO seg	CAUDAL cm ³	TEMPERATUR C
1	98.90	97.80	79200	1.10	21
2	97.80	96.30	84900	1.50	21
3					
PROMED	98.35	97.05	82050	1.30	

a= Area de la bureta

L= Longitud de la muestra

A= Area de la muestra

t= tiempo (seg)

nt/n2 = valor leído en tabla

$$nT/n20 = 0.9761$$

$$kT = (aL/At) \ln h1/h2 = 2.44E-08 \text{ cm/s}$$

$$k20 = kT nT/n20 = 2.38E-08 \text{ cm/s}$$

Grado de permeabilidad menor a 10^{-7} , Prácticamente impermeable.

UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA
Laboratorio de suelos

ENSAYO DE PERMEABILIDAD

=====

PROYECTO : DISEÑO DE UN RELLENO SANITARIO
OBRA : TESIS DE GRADO

UBICACION : CHONTACRUZ MUEST.: 1.0 m. (Cimentación)
FECHA FEB-93 OPERADOR : EGDOS.

=====

DIMENSIONES DE LA MUESTRA:

Diametro 10.17 cm. Area : 81.23 cm² Altura : 11.62 cm

W molde + Muestra 3745 g Volumen: 944 cm³

W molde 1950.9 P.Unit.: 1.9 g/cm³

W muestr. 1794.1

CABEZA VARIABLE :

Tuberia=bureta, otra(especificar) 50 ml
Area tuberia,a= 1.05 cm²

DATOS DEL ENSAYO

ENSAY	h1	h2	TIEMPO	CAUDAL	TEMPERATUR
No	cm	cm	seg	cm ³	C
1	99.05	97.95	86400	1.10	21.5
2	97.95	97.00	86400	1.00	21.5
PROMED	98.50	97.48	86400	1.05	

a= Area de la bureta

L= Longitud de la muestra

A= Area de la muestra

t= tiempo (seg)

nt/n2 = valor leído en tabla

$$nT/n20 = 0.9646$$

$$kT = (aL/At) \ln h1/h2 = 1.81E-08 \text{ cm/s}$$

$$k20 = kT nT/n20 = 1.75E-08 \text{ cm/s}$$

Grado de permeabilidad menor a 10^{-7} , Prácticamente impermeable.
Según Casagrande y Fadum.

UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA
Laboratorio de suelos

ENSAYO DE PERMEABILIDAD

=====

PROYECTO : DISEÑO DE UN RELLENO SANITARIO
OBRA : TESIS DE GRADO

UBICACION : ARAMARA MUEST.: 1.0 m. (Cimentación)
FECHA FEB-93 OPERADOR : EGDOS.

=====

DIMENSIONES DE LA MUESTRA:

Diametro 10.17 cm. Area : 81.23 cm² Altura : 11.62 cm
W molde + Muestra 3865 g Volumen: 944 cm³
W molde 1950.9 P.Unit.: 2.03 g/cm³
W muestr. 1914.1

CABEZA VARIABLE :

Tuberia=bureta, otra(especificar) 50 ml
Area tuberia,a= 1.05 cm²

DATOS DEL ENSAYO

ENSAY	h1	h2	TIEMPO	CAUDAL	TEMPERATUR
No	cm	cm	seg	cm ³	C
1	99.30	98.20	79200	1.10	21
2	98.20	97.25	84900	1.00	21
3					
PROMED	98.75	97.73	82050	1.05	

a= Area de la bureta

L= Longitud de la muestra

A= Area de la muestra

t= tiempo (seg)

nt/n2 = valor leído en tabla

$$nT/n20 = 0.9761$$

$$kT=(aL/At)\ln h1/h2= 1.90E-08 \text{ cm/s}$$

$$k20 = kT nT/n20 = 1.86E-08 \text{ cm/s}$$

Grado de permeabilidad menor a 10^{-7} , Prácticamente impermeable.
Según Casagrande y Fadum.

UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA
Laboratorio de suelos

ENSAYO DE PERMEABILIDAD

=====

PROYECTO : DISEÑO DE UN RELLENO SANITARIO
OBRA : TESIS DE GRADO

UBICACION : YANACOCCHA MUEST.: 1.0 m. (Cimentación)
FECHA FEB-93 OPERADOR : ESDOS.

=====

DIMENSIONES DE LA MUESTRA:

Diametro 10.17 cm. Area : 81.23 cm² Altura : 11.62 cm
W molde + Muestra 3917 g Volumen: 944 cm³
W molde 1950.9 P.Unit.: 2.08 g/cm³
W muestr. 1966.1

CABEZA VARIABLE :

Tuberia=bureta, otra(especificar) 50 ml
Area tuberia,a= 1.05 cm²

DATOS DEL ENSAYO

ENSAY	h1	h2	TIEMPO	CAUDAL	TEMPERATUR
No	cm	cm	seg	cm ³	C
1	99.89	95.80	79200	4.09	21
2	95.80	86.20	84900	9.60	21
PROMED	97.85	91.00	82050	6.84	

a= Area de la bureta

L= Longitud de la muestra

A= Area de la muestra

t= tiempo (seg)

nt/n2 = valor leído en tabla

$$nT/n20 = 0.9761$$

$$kT=(aL/At)lnh1/h2= 1.33E-07 \text{ cm/s}$$

$$k20 = kT nT/n20 = 1.30E-07 \text{ cm/s}$$

Grado de permeabilidad menor a 10⁻⁷ , Prácticamente impermeable.

ANEXO 2

CONSTANTES :

PT = 30 m. = PROFUNDIDAD DE TRABAJO
 FT = 0.3 m. = ESPESOR DE LA CAPA DE COBERTURA
 HiCB = HIPOTENUSA DE LA CELDA DE BASURA = 19.00 m
 BC = 7.5 m. = BASE DE CELDA DIARIA

P = 12.88 % = PENDIENTE NATURAL PROMEDIA DEL TERR

2 : # DE DIAS DE PRODUCCION DE BASURA (Para la LFT)

1 MODULO = 4 CELDAS

VBC/D = VOLUMEN DE BASURA COMPACTADA POR DIA

BH = BASE DE COBERTURA

BB = BASE DE BASURA

HC = ALTURA DE LA CELDA

HB = ALTURA DE BASURA

ATB = AREA TRANSVERSAL DE BASURA

LFB = LONGITUD DEL FRENTE DE BASURA

LFT = LONGITUD DEL FRENTE DE TRABAJO

#.MR = NUMERO DE MODULOS REDONDEADO

C/M = NUMERO DE CELDAS POR MODULO

VB/M = VOLUMEN BASURA POR MODULO

VB/F = VOLUMEN BASURA POR FRANJA

DIAS/F = NUMERO DE DIAS POR FRANJA

VC/C = VOLUMEN DE COBERTURA POR CELDA

VC/F = VOLUMEN DE COBERTURA POR FRANJA

VCC/F = VOLUMEN DE COBERTURA LUEGO DE COMPACTADO

PRIMERA ETAPA

AÑO	VBC/D m3/día	LON.FRA NJA (m)	CELDA							FRANJA						VOL.COBER.REQUERID		
			BH m.	BB m.	HC m.	HB m.	ATB m?	LFB m/día	LFT m/día	#.MO- DULOS	#.MR	C/M	VB/M m3	VB/F m3	DIAS/F	VC/C m3	VC/F m3	VCC/F m3
1A. 1994	110.34	144	0.95	6.55	6.30	6	39.3	5.62	6.57	21.9	22	4	882.7	19419.8	176.0	58.8	5171.1	4912.6
2A	110.34	144	0.95	6.55	6.30	6	39.3	5.62	6.57	21.9	22	4	882.7	19419.8	176.0	58.8	5171.1	4912.6
3A	110.34	5	0.95	6.55	6.30	6	39.3	5.62	6.57	0.8	1	4	882.7	882.7	8.0	58.8	235.1	223.3
														39722.4	360.0		10577.3	10048.4

	VBC/D	LON.FRA	BH	BB	HC	HB	ATB	LFB	LFT	#.MO-	#.MR	C/M	VB/M	VB/F	DIAS/F	VC/C	VC/F	VCC/F	
AÑO	m3/día	NJA (m)	m.	m.	m.	m.	m?	m/día	m/día	DULOS			m3	m3		m3	m3	m3	
3A	1995	116.33	70	0.95	6.55	6.30	6	39.3	5.92	6.87	10.2	10	4	930.6	9306.4	80.0	61.2	2447.3	2325.0
4A		116.33	128	0.95	6.55	6.30	6	39.3	5.92	6.87	18.6	19	4	930.6	17682.2	152.0	61.2	4649.9	4417.4
1B		116.33	110	0.95	6.55	6.30	6	39.3	5.92	6.87	16.0	16	4	930.6	14890.2	128.0	61.2	3915.7	3720.0
														41878.8	360.0		11013.0	10462.4	

	VBC/D	LON.FRA	BH	BB	HC	HB	ATB	LFB	LFT	#.MO-	#.MR	C/M	VB/M	VB/F	DIAS/F	VC/C	VC/F	VCC/F	
AÑO	m3/día	NJA (m)	m.	m.	m.	m.	m?	m/día	m/día	DULOS			m3	m3		m3	m3	m3	
1B	1996	122.34	34	0.95	6.55	6.30	6	39.3	6.23	7.18	4.7	5	4	978.7	4893.6	40.0	63.6	1272.2	1208.6
2B		122.34	75	0.95	6.55	6.30	6	39.3	6.23	7.18	10.5	11	4	978.7	10765.9	88.0	63.6	2798.9	2659.0
5A		122.34	128	0.95	6.55	6.30	6	39.3	6.23	7.18	17.8	18	4	978.7	17617.0	144.0	63.6	4580.1	4351.1
3B		122.34	80	0.95	6.55	6.30	6	39.3	6.23	7.18	11.1	11	4	978.7	10765.9	88.0	63.6	2798.9	2659.0
														44042.4	360.0		11450.2	10877.7	

	VBC/D	LON.FRA	BH	BB	HC	HB	ATB	LFB	LFT	#.MO-	#.MR	C/M	VB/M	VB/F	DIAS/F	VC/C	VC/F	VCC/F	
AÑO	m3/día	NJA (m)	m.	m.	m.	m.	m?	m/día	m/día	DULOS			m3	m3		m3	m3	m3	
3B	1997	131.25	48	0.95	6.55	6.30	6	39.3	6.68	7.63	6.3	6	4	1050.0	6300.0	48.0	67.2	1613.1	1532.5
4B		131.25	75	0.95	6.55	6.30	6	39.3	6.68	7.63	9.8	10	4	1050.0	10500.0	80.0	67.2	2688.5	2554.1
6A		131.25	75	0.95	6.55	6.30	6	39.3	6.68	7.63	9.8	10	4	1050.0	10500.0	80.0	67.2	2688.5	2554.1
5B		131.25	128	0.95	6.55	6.30	6	39.3	6.68	7.63	16.8	17	4	1050.0	17850.0	136.0	67.2	4570.5	4342.0
6B		131.25	15	0.95	6.55	6.30	6	39.3	6.68	7.63	2.0	2	4	1050.0	2100.0	16.0	67.2	537.7	510.8
														47250.0	360.0		12098.4	11493.5	

	VBC/D	LON.FRA	BH	BB	HC	HB	ATB	LFB	LFT	#.MO-	#.MR	C/M	VB/M	VB/F	DIAS/F	VC/C	VC/F	VCC/F	
AÑO	m3/día	NJA (m)	m.	m.	m.	m.	m?	m/día	m/día	DULOS			m3	m3		m3	m3	m3	
6B	1998	137.88	60	0.95	6.55	6.30	6	39.3	7.02	7.97	7.5	8	4	1103.0	8824.3	64.0	69.9	2236.6	2124.7
7A		137.88	144	0.95	6.55	6.30	6	39.3	7.02	7.97	18.1	18	4	1103.0	19854.7	144.0	69.9	5032.3	4780.7
7B		137.88	75	0.95	6.55	6.30	6	39.3	7.02	7.97	9.4	9	4	1103.0	9927.4	72.0	69.9	2516.1	2390.3
														38606.4	280.0			9785.0	9295.8

SEGUNDA ETAPA

	VBC/D	LON.FRA	BH	BB	HC	HB	ATB	LFB	LFT	#.MO-	#.MR	C/M	VB/M	VB/F	DIAS/F	VC/C	VC/F	VCC/F	
AÑO	m3/día	NJA (m)	m.	m.	m.	m.	m?	m/día	m/día	DULOS			m3	m3		m3	m3	m3	
7A	1998	137.88	70	0.95	6.55	6.30	6	39.3	7.02	7.97	8.8	9	4	1103.0	9927.4	72.0	69.9	2516.1	2390.3
8A		137.88	5	0.95	6.55	6.30	6	39.3	7.02	7.97	0.6	1	4	1103.0	1103.0	8.0	69.9	279.6	265.6
														11030.4	360.0			2795.7	2655.9

	VBC/D	LON.FRA	BH	BB	HC	HB	ATB	LFB	LFT	#.MO-	#.MR	C/M	VB/M	VB/F	DIAS/F	VC/C	VC/F	VCC/F	
AÑO	m3/día	NJA (m)	m.	m.	m.	m.	m?	m/día	m/día	DULOS			m3	m3		m3	m3	m3	
8A	1999	144.99	125	0.95	6.55	6.30	6	39.3	7.38	8.33	15.0	15	4	1159.9	17398.8	120.0	72.8	4366.0	4147.7
9A		144.99	130	0.95	6.55	6.30	6	39.3	7.38	8.33	15.6	16	4	1159.9	18558.7	128.0	72.8	4657.1	4424.2
8'A		144.99	100	0.95	6.55	6.30	6	39.3	7.38	8.33	12.0	12	4	1159.9	13919.0	96.0	72.8	3492.8	3318.1
9'A		144.99	15	0.95	6.55	6.30	6	39.3	7.38	8.33	1.8	2	4	1159.9	2319.8	16.0	72.8	582.1	553.0
														52196.4	360.0			13098.0	12443.1

	VBC/D	LON.FRA	BH	BB	HC	HB	ATB	LFB	LFT	#.MO-	#.MR	C/M	VB/M	VB/F	DIAS/F	VC/C	VC/F	VCC/F	
AÑO	m3/día	NJA (m)	m.	m.	m.	m.	m?	m/día	m/día	DULOS			m3	m3		m3	m3	m3	
9'A	2000	152.36	85	0.95	6.55	6.30	6	39.3	7.76	8.70	9.8	10	4	1218.9	12188.8	80.0	75.7	3029.8	2878.3
10A		152.36	300	0.95	6.55	6.30	6	39.3	7.76	8.70	34.5	35	4	1218.9	42660.8	280.0	75.7	10604.3	10074.1
														54849.6	360.0			13634.1	12952.4

	VBC/D	LON.FRA	BH	BB	HC	HB	ATB	LFB	LFT	#.MO-	#.MR	C/M	VB/M	VB/F	DIAS/F	VC/C	VC/F	VCC/F	
AÑO	m3/día	NJA (m)	m.	m.	m.	m.	m?	m/día	m/día	DULOS			m3	m3		m3	m3	m3	
10A	2001	159.78	45	0.95	6.55	6.30	6	39.3	8.13	9.08	5.0	5	4	1278.2	6391.2	40.0	78.7	1574.9	1496.1
8B		159.78	360	0.95	6.55	6.30	6	39.3	8.13	9.08	39.6	40	4	1278.2	51129.6	320.0	78.7	12599.0	11969.1
														57520.8	360.0			14173.9	13465.2

	VBC/D	LON.FRA	BH	BB	HC	HB	ATB	LFB	LFT	#.MO-	#.MR	C/M	VB/M	VB/F	DIAS/F	VC/C	VC/F	VCC/F	
AÑO	m3/día	NJA (m)	m.	m.	m.	m.	m?	m/día	m/día	DULOS			m3	m3		m3	m3	m3	
8B	2002	167.46	200	0.95	6.55	6.30	6	39.3	8.52	9.47	21.1	21	4	1339.7	28133.3	168.0	81.8	6875.2	6531.4
11A		167.46	115	0.95	6.55	6.30	6	39.3	8.52	9.47	12.1	12	4	1339.7	16076.2	96.0	81.8	3928.7	3732.3
9B		167.46	110	0.95	6.55	6.30	6	39.3	8.52	9.47	11.6	12	4	1339.7	16076.2	96.0	81.8	3928.7	3732.3
														60285.6	360.0			14732.6	13995.9

	VBC/D	LON.FRA	BH	BB	HC	HB	ATB	LFB	LFT	#.MO-	#.MR	C/M	VB/M	VB/F	DIAS/F	VC/C	VC/F	VCC/F	
AÑO	m3/día	NJA (m)	m.	m.	m.	m.	m?	m/día	m/día	DULOS			m3	m3		m3	m3	m3	
9B	2003	175.43	179	0.95	6.55	6.30	6	39.3	8.93	9.88	18.1	14	4	1403.4	19648.2	112.0	85.1	4763.8	4525.7
														19648.2	112.0			4763.8	4525.7

VOLUMEN DE MATERIAL DE COBERTURA EXISTENTE

A) PRIMERA ETAPA

FRANJA	LONGITU	PERFIL 1	PERFIL 2	PERFIL 3	PERFIL 4	AREA PRO	VOLUME
		AREA 1	AREA 2	AREA 3	AREA 4		
1A	144	116.55	55.90	189.00	93.43	113.72	16375.68
2A	144	0.00	0.00	155.25	0.00	38.81	5589.00
3A	75	--	--	71.25	0.00	35.63	2671.88
4A	128	176.65	187.08	169.45	144.00	169.30	21669.76
1B	144	22.20	35.10	60.00	19.58	34.22	4927.68
2B	75	--	--	0.00	0.00	0.00	0.00
5A	128	189.00	189.00	137.40	85.50	150.23	19228.80
3B	128	34.65	91.35	13.50	2.10	35.40	4531.20
4B	75	--	--	0.00	0.00	0.00	0.00
6A	75	--	--	165.38	108.25	136.82	10261.13
5B	128	164.40	143.33	0.63	0.00	77.09	9867.52
6B	75	--	--	0.00	0.00	0.00	0.00
7A	144	252.00	229.95	139.35	69.90	172.80	24883.20
7B	75	--	--	0.00	0.00	0.00	0.00
VOLUMEN DE COBERTURA EXISTENTE (ETAPA 1) =							120005.84

B) SEGUNDA ETAPA

FRANJA	LONGITU	PERFIL 5	PERFIL 6	PERFIL 7	PERFIL 8	PERFIL 9	PERFIL 10	PERFIL 11	AREA PRO	VOLUME
		AREA 5	AREA 6	AREA 7	AREA 8	AREA 9	AREA 10	AREA 11		
7A'	70	23.1	--	--	--	--	--	--	23.10	1617.00
8A	130	--	--	--	135.45	164.30	--	--	149.88	19483.75
9A	130	--	--	--	0.00	11.25	--	--	5.63	731.25
8'A	100	--	128.20	--	--	--	--	--	128.20	12820.00
9'A	100	--	4.00	--	--	--	--	--	4.00	400.00
10A	345	--	120.00	183.40	189.00	189.00	--	--	170.35	58770.75
8B	560	--	9.90	85.50	101.70	78.75	47	64.5	64.56	36152.67
11A	115	--	110.25	60.00	--	--	--	--	85.13	9789.38
9B	289	--	0.00	25.30	256.33	176.40	--	--	114.51	33092.67
VOLUMEN DE COBERTURA EXISTENTE (ETAPA 2) =										172857.46

VOLUMEN DE MATERIAL DE COBERTURA REQUERIDO PARA LA CAPA FINAL

A) PRIMERA ETAPA

FRANJA	LONGITU	PROFUND DE TRAB	ESPESOR COBERT	HIPOTEN DE CELD	PARTE H RIZON.(V	CARA FRO TAL (V2)	CARA LA RAL (V3)	VOLUME ACUMUL
2A	68	30.00	0.70	19.0	1428.00	902.73	398.27	2729.00
3A	75	30.00	0.70	19.0	1575.00	995.66	398.27	2968.93
1B	68	30.00	0.70	19.0	1428.00	902.73	398.27	2729.00
2B	75	30.00	0.70	19.0	1575.00	995.66	398.27	2968.93
3B	68	30.00	0.70	19.0	1428.00	902.73	398.27	2729.00
4B	75	30.00	0.70	19.0	1575.00	995.66	398.27	2968.93
5B	68	30.00	0.70	19.0	1428.00	902.73	398.27	2729.00
6B	75	30.00	0.70	19.0	1575.00	995.66	398.27	2968.93
7A	68	30.00	0.70	19.0	1428.00	902.73	398.27	2729.00
7B	75	30.00	0.70	19.0	1575.00	995.66	398.27	2968.93
TOTAL =								28489.64

B) SEGUNDA ETAPA

FRANJA	LONGITU	PROFUND DE TRAB	ESPEJOR COBERT	HIPOTEN DE CELD	PARTE H RIZON.(V	CARA FRO TAL (V2)	CARA LA RAL (V3)	VOLUME ACUMUL
7A'	23	30.00	0.70	19.0	483.00	305.34	398.27	1186.60
9A	130	30.00	0.70	19.0	2730.00	1725.82	398.27	4854.08
9'A	100	30.00	0.70	19.0	2100.00	1327.55	398.27	3825.82
8B	560	30.00	0.70	19.0	11760.00	7434.28	398.27	19592.55
11A	115	30.00	0.70	19.0	2415.00	1526.68	398.27	4339.95
9B	289	30.00	0.70	19.0	6069.00	3836.62	398.27	10303.89
TOTAL =								44102.88

RESULTADOS:

ETAPA	VOLUMEN REQUERIDO				
	CAPAS IN	CAPA FIN	ACUMU	VOLEXIS	DIFEREN.
1	54923.97	28489.64	83413.611	120005.84	65081.8666
2	63198.08	44102.88	107300.96	172857.46	109659.377
TOTAL	118122.06	72592.52	190714.57	292863.299	102148.725

ANEXO 3

DISEÑO GEOMETRICO

Para nuestro proyecto utilizaremos curvas circulares simples.

CURVAS CIRCULARES SIMPLES:- Esta formada por un arco de círculo simple que empalma dos tangentes. Los elementos más importantes de una curva circular simple, son los siguientes :

- a) PI, es el punto de corte entre dos tangentes.
- b) R , es el radio de la curva circular (m).
- c) α , es el ángulo de deflexión.
- d) Tangente, es la distancia entre el PI y el PC o PT.

$$T = R.Tg(\alpha/2)$$

- e) External, es la distancia más corta entre el PI y la curva.

$$E = R (\text{Sec} (\alpha/2) - 1)$$

- f) Semicuerda, es la mitad de la distancia entre el PC y el PT.

$$Sc = R.Sen(\alpha/2)$$

- g) Flecha, es la máxima distancia que existe entre la cuerda y la curva.

$$F = R (1 - \text{Cos}(\alpha/2))$$

- h) Longitud de la curva, es la longitud del arco comprendido entre el PC y el PT.

$$Lc = (\pi.R.\alpha)/180$$

- i) PC, es el punto donde comienza la curva circular.

$$PC = PI - T$$

- j) PT, es el punto donde termina la curva circular.

$$PC = PI - T$$

j) PT, es el punto donde termina la curva circular.

$$PT = PC + Lc$$

EJEMPLO:

Curva circular izquierda No. 1

$$PI-2 = 0 + 306.00$$

$$R = 35,00 \text{ m.}$$

$$\alpha = 98^{\circ}00'$$

Los resultados son:

$$T = 35 \times \text{Tg}(49^{\circ}00')$$

$$T = 40,26 \text{ m.}$$

$$E = 35 \times (\text{Sec } 49^{\circ}00' - 1)$$

$$E = 18,34 \text{ m.}$$

$$Sc = 35 \times \text{Sen } 49^{\circ}00'$$

$$Sc = 26,41 \text{ m.}$$

$$F = 35 \times (1 - \cos 49^{\circ}00')$$

$$F = 12,03 \text{ m.}$$

$$Lc = \pi \times 35 \times 98^{\circ}00' / 180$$

$$Lc = 59,86 \text{ m.}$$

$$PC = 0+0306 - 40,26$$

$$PC = 0+0265,74 \text{ m.}$$

$$PT = 0+0265,74 + 59,86$$

ANEXO 4

MEMORIA DE DISEÑO DE GALPON PARA GUARDAR MAQUINARIA

A) DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA

Para solventar la necesidad de protección de la maquinaria de uso del relleno, se diseñó un galpon para guardar este equipo de trabajo.

El proyecto comprende:

- Cimentación sobre plintos de Hormigón Armado.
- Columnas de Hormigón Armado.
- Estructura metálica para la cubierta diseñada con perfiles E y tipo L.
- Cubierta de Eternit
- Correas tipo G
- Tensores de acero corrugado

La estructura a construirse tiene las siguientes dimensiones 10 m. de frente x 7 m. de fondo, en planta y 4 m. en elevación.

B) PRINCIPIOS DE DISEÑO

B.1. Principales Códigos

ECUADOR - Código Ecuatoriano de la construcción,
edición de 1977 (C.E.C.)

MEXICO - Manuales de diseño estructural Nos. 400,
401, 406 y 407.

EE.UU. - Código ACI 318-83

B.2. Procedimientos de Diseño

El diseño se lo realizó considerando el efecto de las cargas que actúan y su estimación está regulada por los códigos Ecuatoriano (C.E.C.) y A.C.I.

Como se puede ver más adelante el prediseño estructural conduce al diseño definitivo, comprobando las secciones con los datos iniciales de esfuerzos de compresión y tracción, mayorando las secciones en virtud de los elementos de sollicitud máxima para uniformizar el uso de materiales y resistir los efectos producidos.

C) DISEÑO ESTRUCTURAL

C.1. Sistema Estructural

El sistema estructural adoptado es el de pórticos formados por plintos y su correspondiente estructura metálica, los cuales tienen la capacidad suficiente para resistir los efectos producidos por las cargas verticales y horizontales.

Debido a la simetría de la distribución de los pórticos y a las dimensiones de la estructura no es necesario considerar diafragmas ni juntas de dilatación.

El tipo de cimentación utilizada es de plintos aislados que se encargan de enviar al suelo la totalidad de las cargas.

El arriostramiento de los pórticos se lo realiza con cadenas de amarre de hormigón (ver plano de detalles).

C.2. Cimentación

Las cargas máximas transmitidas al suelo son : la reacción en los apoyos mas el peso de las columnas = $1504 \text{ Kg} + W$ columna.

- La estructura se cimentará en una arcilla de alta plasticidad CH (ver numeral correspondiente al estudio de suelos). No se realizó el ensayo de capacidad portante, por lo tanto asumimos de acuerdo al tipo de suelo una capacidad soportante de 0.5 Kg/cm^2 para las condiciones mas desfavorables.

D) MATERIALES UTILIZADOS

- Perfiles INDUNET, As 36, $f_y = 2540 \text{ kg/cm}^2$
- Soldadura E60xx

Para cimentación:

- varilla corrugada : $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- concreto : $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- capacidad soportante del suelo = 0.50 Kg/cm^2
- módulo de elasticidad del concreto = $15000(f'c)^{0.5} = 217\,370.657 \text{ Kg/cm}^2$

E) ESTIMACION DE CARGAS

Todos los esfuerzos originados por las sobrecargas de servicio son colocadas en cada una de las juntas.

- CARGA MUERTA

ELEMENTO	PERFIL	PESO (Kg/m)	SECCION (cm ²)
PRINCIPALES	[125x50x2	3.43	4.37
SECUNDARIOS	L 75x75X2	4.51	5.74
CORREAS	680x40x15x2	2.78	3.54

PESO DEL ETERNIT DE 1.22x0.92 m = 13.30 Kg

- CARGA VIVA

Segun el C.E.C., tabla 5.1., cargas vivas minimas para cubiertas en Kg/m² estimamos:

Para cubierta plana o con pendiente menor que 1.3, arco o boveda con flecha menor a 1/8 de la luz y área tributaria mayor a 60:

$$\text{Carga Viva} = 60.00 \text{ Kg/m}^2$$

- CARGA DE VIENTO (CW)

Consideramos una velocidad de viento = 70 km/h, valor aproximado para nuestra provincia de Loja. Por manual de Facto Andino tabla 13.20 tenemos:

$$q = 0.00483 v^2 = 0.00483*(70 \text{ Km/h})^2 = 23.67$$

$$\text{lado a barlovento: CW} = C_d * q = -0.7 * q$$

$$\text{CW} = -16.57 \text{ Kg/m}^2$$

lado a sotavento: $CW = C_d * q = -0.6 * q$

$$CW = -14.20 \text{ Kg/cm}^2$$

q = presión dinámica en Kg/m^2

v = velocidad del viento en km/h

C_d = coeficiente que depende de la posición de la superficie con respecto a la dirección del viento.

- CARGA DE SISMO

El efecto del sismo está considerado directamente en el programa de cálculo, además de tratarse de una estructura pequeña.

CARGA VERTICAL POR NUDO .-

La longitud (útil de la plancha de Eternit es 1.08 m. (menos los traslapes), colocamos las correas a esta misma distancia, los elementos de arriostamiento son ubicados a cada 54 cm..

El sistema de soporte de cargas es el siguiente:

El peso de las correas, eternit y de la carga viva se concentrara en los nudos que se asientan las correas.

El peso de toda la estructura (elementos principales y elementos secundarios) se concentrará en todos los nudos.

CARGAS EN LOS NUDOS DE LAS CORREAS

$$\text{Por correas} = 2.78 \text{ Kg/m} \times 3.50 \text{ m} \times 4 \text{ correas} = 38.92 \text{ kg}$$

$$\text{Por eternit} = (13.30 \text{ Kg/1.12 m}^2) \times (5.40 \times 3.50) \text{ m}^2 = 224.532 \text{ kg}$$

$$\text{Carga viva} = 60 \text{ kg/m}^2 \times 5.40 \times 3.50 = 1134 \text{ kg}$$

$$\text{Carga por nudo} = (1134 + 38.92 + 224.532) / 5 \text{ nudos} = 279.5$$

CARGAS APLICADAS EN TODOS LOS NUDOS (Por peso de Estructura)

Elementos Principales = $3.43 \text{ kg/m} \times (10.65 \text{ m}) = 36.53 \text{ Kg}$

Elementos Secundarios = $4.51 \text{ kg/m} \times (14.00 \text{ m}) = 63.14 \text{ kg}$

Carga por Nudo = $(36.53 + 63.14)/10 \text{ nudos} = 9.97 \text{ kg}$

CARGA HORIZONTAL POR NUDO:

La carga horizontal se considera sólo en los nudos que llevan las correas.

A) LADO A BARLOVENTO

$16.57 \times 5.40 \times 3.50 \times (\cos 21.80^\circ) / 6 \text{ nudos} = 49 \text{ Kg}$

B) LADO A SOTAVENTO

$14.20 \times 5.40 \times 3.50 \times (\cos 21.8^\circ) / 6 \text{ nudos} = 42 \text{ Kg}$

RESULTADOS DEL CALCULO ESTRUCTURAL

OBRA: GALPON PARA GUARDAR MAQUINARIA
 PROYECTO: RELLENO SANITARIO "CHONTA-CRUZ"

A) DATOS GENERALES:

DE NUDOS =, 40
 # DE MIEMBROS =, 77
 # REST. APOYO =, 3
 # DE APOYOS =, 2
 MOD.DE ELASTICIDAD =, 2100000
 # DE GRADOS LIBERTAD =, 77

COORDENADAS DE LOS NUDOS

#.NUDO	COORDEN.(X) (cm)	COORDEN.(Y) (cm)
1	0	0
2	48.76034	19.50414
3	48.76034	0
4	98.89809	39.55924
5	98.89809	0
6	149.0358	59.61434
7	149.0358	0
8	199.1736	79.66943
9	199.1736	0
10	249.3114	99.72453
11	249.311	20
12	299.4491	119.7796
13	299.449	40
14	349.5869	139.8347
15	349.587	60
16	399.7246	159.8898
17	399.725	80
18	449.8624	179.9449
19	449.862	100
20	500.0001	200
21	500	100
22	550.1379	179.9449
23	550.138	100
24	600.2756	159.8898
25	600.276	80
26	650.4134	139.8347
27	650.413	60
28	700.5511	119.7796
29	700.551	40
30	750.6889	99.72453
31	750.689	20
32	800.8268	79.66943
33	800.8268	0
34	850.9644	59.61434

35	850.9644	0
36	901.1022	39.55924
37	901.1022	0
38	951.2399	19.50414
39	951.2399	0
40	1000	0

ORIENTACION Y AREAS DE LOS MIEMBROS

#.MIEMBRO	NUDO INIC.	NUDO FIN.	AREA
1	1	2	4.37
2	1	3	4.37
3	2	3	5.74
4	2	4	4.37
5	2	5	5.74
6	3	5	4.37
7	4	5	5.74
8	4	6	4.37
9	4	7	5.74
10	5	7	4.37
11	6	7	5.74
12	6	8	4.37
13	6	9	5.74
14	7	9	4.37
15	8	9	5.74
16	8	10	4.37
17	8	11	5.74
18	9	11	4.37
19	10	11	5.74
20	10	12	4.37
21	10	13	5.74
22	11	13	4.37
23	12	13	5.74
24	12	14	4.37
25	12	15	5.74
26	13	15	4.37
27	14	15	5.74
28	14	16	4.37
29	14	17	5.74
30	15	17	4.37
31	16	17	5.74
32	16	18	4.37
33	16	19	5.74
34	17	19	4.37
35	18	19	5.74
36	18	20	4.37
37	19	20	5.74
38	19	21	4.37
39	20	21	8.74
40	20	22	4.37
41	20	23	5.74
42	21	23	4.37
43	22	23	5.74

44	22	24	4.37
45	23	24	5.74
46	23	25	4.37
47	24	25	5.74
48	24	26	4.37
49	25	26	5.74
50	25	27	4.37
51	26	27	5.74
52	26	28	4.37
53	27	28	5.74
54	27	29	4.37
55	28	29	5.74
56	28	30	4.37
57	29	30	5.74
58	29	31	4.37
59	30	31	5.74
60	30	32	4.37
61	31	32	5.74
62	31	33	4.37
63	32	33	5.74
64	32	34	4.37
65	33	34	5.74
66	33	35	4.37
67	34	35	5.74
68	34	36	4.37
69	35	36	5.74
70	35	37	4.37
71	36	37	5.74
72	36	38	4.37
73	37	38	5.74
74	37	39	4.37
75	38	39	5.74
76	38	40	4.37
77	39	40	4.37

RESTRICCIONES DE APOYO

#.APOYO	RESTRIC(X)	RESTRIC(Y)
1	1	1
40	0	1

ESTADOS DE CARGA=, 1

EST.CARGA	#.N.CARGADOS
1	21

DATOS SOBRE CARGAS

ESTADO DE CARGA =, 1

NUDOS CARGADOS =, 21

#.NUDO	FUREZA(X) (kg)	FUERZA(Y) (kg)
1	-49	-145
2	0	-10
4	-49	-290

6	0	-10
8	-49	-290
10	0	-10
12	-49	-290
14	0	-10
16	-49	-290
18	0	-10
20	-7	-290
22	0	-10
24	42	-290
26	0	-10
28	42	-290
30	0	-10
32	42	-290
34	0	-10
36	42	-290
38	0	-10
40	42	-145

B) RESULTADOS

B.1. REACCIONES DE DISEÑO

1 RX=, +42.041
 1 RY=, +1504.397
 40 RY=, +1495.820

B.2. FUERZAS PARA DISEÑO

#.MIEMBRO	ENTRE NUDOS	LONGITUD(CM)	TENSION	COMPRESION
1	1 -, 2	52.517	0.000	-3660.285
2	1 -, 3	48.760	3405.449	0.000
3	2 -, 3	19.504	0.000	0.000
4	2 -, 4	54.000	0.000	-3646.612
5	2 -, 5	53.798	0.000	-13.620
6	3 -, 5	50.138	3405.449	0.000
7	4 -, 5	39.559	4.949	0.000
8	4 -, 6	54.000	0.000	-3344.394
9	4 -, 7	63.865	0.000	-295.006
10	5 -, 7	50.138	3392.760	0.000
11	6 -, 7	59.614	182.737	0.000
12	6 -, 8	54.000	0.000	-3213.767
13	6 -, 9	77.895	0.000	-188.457
14	7 -, 9	50.138	3161.173	0.000
15	8 -, 9	79.669	0.000	-1068.408
16	8 -, 10	54.000	0.000	-3701.516
17	8 -, 11	77.937	780.109	0.000
18	9 -, 11	53.979	3272.806	0.000
19	10 -, 11	79.725	0.000	-797.373
20	10 -, 12	54.000	0.000	-4234.478
21	10 -, 13	77.979	769.618	0.000

22	11	- , 13	53.980	3813.124	0.000
23	12	- , 13	79.780	0.000	-786.832
24	12	- , 14	54.000	0.000	-4530.972
25	12	- , 15	78.022	504.633	0.000
26	13	- , 15	53.980	4345.860	0.000
27	14	- , 15	79.835	0.000	-515.939
28	14	- , 16	54.000	0.000	-4872.918
29	14	- , 17	78.064	494.380	0.000
30	15	- , 17	53.980	4694.992	0.000
31	16	- , 17	79.890	0.000	-505.606
32	16	- , 18	54.000	0.000	-4978.962
33	16	- , 19	78.106	229.769	0.000
34	17	- , 19	53.979	5036.846	0.000
35	18	- , 19	79.945	0.000	-9.995
36	18	- , 20	54.000	0.000	-4978.942
37	19	- , 20	111.865	1901.811	0.000
38	19	- , 21	50.138	3973.467	0.000
39	20	- , 21	100.000	0.020	0.000
40	20	- , 22	54.000	0.000	-4974.947
41	20	- , 23	111.865	1909.162	0.000
42	21	- , 23	50.138	3973.467	0.000
43	22	- , 23	79.945	0.000	-9.945
44	22	- , 24	54.000	0.000	-4974.936
45	23	- , 24	78.106	224.461	0.000
46	23	- , 25	53.980	5044.012	0.000
47	24	- , 25	79.890	0.000	-502.949
48	24	- , 26	54.000	0.000	-4864.971
49	25	- , 26	78.064	491.766	0.000
50	25	- , 27	53.979	4703.919	0.000
51	26	- , 27	79.835	0.000	-513.268
52	26	- , 28	54.000	0.000	-4524.825
53	27	- , 28	78.022	501.976	0.000
54	27	- , 29	53.980	4356.629	0.000
55	28	- , 29	79.780	0.000	-786.794
56	28	- , 30	54.000	0.000	-4222.657
57	29	- , 30	77.980	769.590	0.000
58	29	- , 31	53.980	3823.892	0.000
59	30	- , 31	79.725	0.000	-797.361
60	30	- , 32	54.000	0.000	-3689.675
61	31	- , 32	77.937	779.991	0.000
62	31	- , 33	53.980	3283.674	0.000
63	32	- , 33	79.669	0.000	-1071.060
64	32	- , 34	54.000	0.000	-3194.460
65	33	- , 34	77.895	0.000	-190.238
66	33	- , 35	50.138	3172.378	0.000
67	34	- , 35	59.614	184.585	0.000
68	34	- , 36	54.000	0.000	-3326.357
69	35	- , 36	63.865	0.000	-297.962
70	35	- , 37	50.138	3406.307	0.000
71	36	- , 37	39.559	4.936	0.000
72	36	- , 38	54.000	0.000	-3623.525
73	37	- , 38	53.798	0.000	-13.620

74	37 -, 39	50.138	3418.970	0.000
75	38 -, 39	19.504	0.000	0.000
76	38 -, 40	52.516	0.000	-3637.180
77	39 -, 40	48.760	3418.988	0.000

B.3. DESPLAZAMIENTOS

ESTADO DE CARGA =, 1

# NUDO	DESPLAZ.EN (X) (cm)	DESPLAZ.EN (Y) (cm)
1	+0.000000	+0.000000
2	+0.156603	-0.447909
3	+0.018094	-0.447909
4	+0.256710	-0.755953
5	+0.036700	-0.755969
6	+0.336283	-1.007876
7	+0.055236	-1.008780
8	+0.406840	-1.235191
9	+0.072508	-1.228129
10	+0.465698	-1.440986
11	+0.176039	-1.435710
12	+0.509152	-1.616717
13	+0.270314	-1.611508
14	+0.535679	-1.754827
15	+0.353643	-1.751409
16	+0.545304	-1.856102
17	+0.423802	-1.852751
18	+0.536512	-1.913019
19	+0.479717	-1.912952
20	+0.501372	-1.904065
21	+0.501428	-1.904065
22	+0.466248	-1.913041
23	+0.523139	-1.912975
24	+0.457485	-1.856115
25	+0.579098	-1.852781
26	+0.467162	-1.754831
27	+0.649319	-1.751432
28	+0.493734	-1.616700
29	+0.732735	-1.611492
30	+0.537283	-1.440912
31	+0.827104	-1.435638
32	+0.596235	-1.235060
33	+0.930737	-1.227980
34	+0.666926	-1.007713
35	+0.948072	-1.008626
36	+0.746597	-0.755823

37	+0.966685	-0.755839
38	+0.846813	-0.447862
39	+0.985367	-0.447862
40	+1.003537	+0.000000

B.4. DISEÑO DE ELEMENTOS

#.MIEMB	COMP-MAX	TENS-MAX	KL/R	AREA-P	ADIC	PERFIL-SELECCIONADO	SUELDA
#	Kg	Kg		cm ²	cm ²	mm	cm
1 P	-6607.18	9288.00	34.3	6.45	0.0	C 125 x 50 x 0 x 3	0
2 P	-3366.22	6292.80	31.7	4.37	0.0	C 125 x 50 x 0 x 2	0
3 S	-7149.83	8265.60	13.5	5.74	0.0	L 75 x 75 x 0 x 4	7
4 P	-6595.99	9288.00	35.3	6.45	0.0	C 125 x 50 x 0 x 3	0
5 S	-6901.06	8265.60	37.1	5.74	0.0	L 75 x 75 x 0 x 4	7
6 P	-3362.65	6292.80	32.6	4.37	0.0	C 125 x 50 x 0 x 2	0
7 S	-7032.61	8265.60	27.3	5.74	0.0	L 75 x 75 x 0 x 4	7
8 P	-3352.10	6292.80	35.1	4.37	0.0	C 125 x 50 x 0 x 2	0
9 S	-6783.84	8265.60	44.0	5.74	0.0	L 75 x 75 x 0 x 4	7
10 P	-3362.65	6292.80	32.6	4.37	0.0	C 125 x 50 x 0 x 2	0
11 S	-6835.78	8265.60	41.1	5.74	0.0	L 75 x 75 x 0 x 4	7
12 P	-3352.10	6292.80	35.1	4.37	0.0	C 125 x 50 x 0 x 2	0
13 S	-6587.01	8265.60	53.7	5.74	0.0	L 75 x 75 x 0 x 4	7
14 P	-3362.65	6292.80	32.6	4.37	0.0	C 125 x 50 x 0 x 2	0
15 S	-6559.35	8265.60	54.9	5.74	0.0	L 75 x 75 x 0 x 4	7
16 P	-6595.99	9288.00	35.3	6.45	0.0	C 125 x 50 x 0 x 3	0
17 S	-6586.36	8265.60	53.7	5.74	0.0	L 75 x 75 x 0 x 4	7
18 P	-3352.16	6292.80	35.1	4.37	0.0	C 125 x 50 x 0 x 2	0
19 S	-6558.46	8265.60	55.0	5.74	0.0	L 75 x 75 x 0 x 4	7
20 P	-6595.99	9288.00	35.3	6.45	0.0	C 125 x 50 x 0 x 3	0
21 S	-6585.71	8265.60	53.8	5.74	0.0	L 75 x 75 x 0 x 4	7
22 P	-3352.16	6292.80	35.1	4.37	0.0	C 125 x 50 x 0 x 2	0
23 S	-6557.60	8265.60	55.0	5.74	0.0	L 75 x 75 x 0 x 4	7
24 P	-6595.99	9288.00	35.3	6.45	0.0	C 125 x 50 x 0 x 3	0
25 S	-6585.05	8265.60	53.8	5.74	0.0	L 75 x 75 x 0 x 4	7
26 P	-3352.16	6292.80	35.1	4.37	0.0	C 125 x 50 x 0 x 2	0
27 S	-6556.73	8265.60	55.1	5.74	0.0	L 75 x 75 x 0 x 4	7
28 P	-6595.99	9288.00	35.3	6.45	0.0	C 125 x 50 x 0 x 3	0
29 S	-6584.40	8265.60	53.8	5.74	0.0	L 75 x 75 x 0 x 4	7
30 P	-3352.16	6292.80	35.1	4.37	0.0	C 125 x 50 x 0 x 2	0
31 S	-6555.86	8265.60	55.1	5.74	0.0	L 75 x 75 x 0 x 4	7
32 P	-6595.99	9288.00	35.3	6.45	0.0	C 125 x 50 x 0 x 3	0
33 S	-6583.75	8265.60	53.9	5.74	0.0	L 75 x 75 x 0 x 4	7

34 P	-3352.16	6292.80	35.1	4.37	0.0	C 125 x 50 x 0 x 2	0
35 S	-6554.99	8265.60	55.1	5.74	0.0	L 75 x 75 x 0 x 4	7
36 P	-6595.99	9288.00	35.3	6.45	0.0	C 125 x 50 x 0 x 3	0
37 S	-5949.08	8265.60	77.1	5.74	0.0	L 75 x 75 x 0 x 4	7
38 P	-3362.65	6292.80	32.6	4.37	0.0	C 125 x 50 x 0 x 2	0
39 E	-3166.34	6292.80	64.9	4.37	0.0	C 125 x 50 x 0 x 2	0
40 P	-6595.99	9288.00	35.3	6.45	0.0	C 125 x 50 x 0 x 3	0
41 S	-5949.08	8265.60	77.1	5.74	0.0	L 75 x 75 x 0 x 4	7
42 P	-3362.65	6292.80	32.6	4.37	0.0	C 125 x 50 x 0 x 2	0
43 S	-6554.99	8265.60	55.1	5.74	0.0	L 75 x 75 x 0 x 4	7
44 P	-6595.99	9288.00	35.3	6.45	0.0	C 125 x 50 x 0 x 3	0
45 S	-6583.75	8265.60	53.9	5.74	0.0	L 75 x 75 x 0 x 4	7
46 P	-3352.16	6292.80	35.1	4.37	0.0	C 125 x 50 x 0 x 2	0
47 S	-6555.86	8265.60	55.1	5.74	0.0	L 75 x 75 x 0 x 4	7
48 P	-6595.99	9288.00	35.3	6.45	0.0	C 125 x 50 x 0 x 3	0
49 S	-6584.40	8265.60	53.8	5.74	0.0	L 75 x 75 x 0 x 4	7
50 P	-3352.16	6292.80	35.1	4.37	0.0	C 125 x 50 x 0 x 2	0
51 S	-6556.73	8265.60	55.1	5.74	0.0	L 75 x 75 x 0 x 4	7
52 P	-6595.99	9288.00	35.3	6.45	0.0	C 125 x 50 x 0 x 3	0
53 S	-6585.05	8265.60	53.8	5.74	0.0	L 75 x 75 x 0 x 4	7
54 P	-3352.16	6292.80	35.1	4.37	0.0	C 125 x 50 x 0 x 2	0
55 S	-6557.60	8265.60	55.0	5.74	0.0	L 75 x 75 x 0 x 4	7
56 P	-6595.99	9288.00	35.3	6.45	0.0	C 125 x 50 x 0 x 3	0
57 S	-6585.70	8265.60	53.8	5.74	0.0	L 75 x 75 x 0 x 4	7
58 P	-3352.16	6292.80	35.1	4.37	0.0	C 125 x 50 x 0 x 2	0
59 S	-6558.46	8265.60	55.0	5.74	0.0	L 75 x 75 x 0 x 4	7
60 P	-6595.99	9288.00	35.3	6.45	0.0	C 125 x 50 x 0 x 3	0
61 S	-6586.36	8265.60	53.7	5.74	0.0	L 75 x 75 x 0 x 4	7
62 P	-3352.16	6292.80	35.1	4.37	0.0	C 125 x 50 x 0 x 2	0
63 S	-6559.35	8265.60	54.9	5.74	0.0	L 75 x 75 x 0 x 4	7
64 P	-3352.10	6292.80	35.1	4.37	0.0	C 125 x 50 x 0 x 2	0
65 S	-6587.01	8265.60	53.7	5.74	0.0	L 75 x 75 x 0 x 4	7
66 P	-3362.65	6292.80	32.6	4.37	0.0	C 125 x 50 x 0 x 2	0
67 S	-6835.78	8265.60	41.1	5.74	0.0	L 75 x 75 x 0 x 4	7
68 P	-3352.10	6292.80	35.1	4.37	0.0	C 125 x 50 x 0 x 2	0
69 S	-6783.84	8265.60	44.0	5.74	0.0	L 75 x 75 x 0 x 4	7
70 P	-3362.65	6292.80	32.6	4.37	0.0	C 125 x 50 x 0 x 2	0
71 S	-7032.61	8265.60	27.3	5.74	0.0	L 75 x 75 x 0 x 4	7
72 P	-6595.99	9288.00	35.3	6.45	0.0	C 125 x 50 x 0 x 3	0
73 S	-6901.06	8265.60	37.1	5.74	0.0	L 75 x 75 x 0 x 4	7
74 P	-3362.65	6292.80	32.6	4.37	0.0	C 125 x 50 x 0 x 2	0
75 S	-7149.83	8265.60	13.5	5.74	0.0	L 75 x 75 x 0 x 4	7
76 P	-6607.19	9288.00	34.3	6.45	0.0	C 125 x 50 x 0 x 3	0
77 P	-3366.22	6292.80	31.7	4.37	0.0	C 125 x 50 x 0 x 2	0

PASADOR DE APOYO: Diámetro(mm) =, 9
Diam-asum.(mm) =, 14

PLACA DE APOYO : PL 30 x 30 x 0.40 cm.

PLACA BASE : PL 30 x 30 x 0.40 cm.

PERNOS DE ANCLAJE: 4 ϕ de 14 mm
Long-anclaje = 0.40 m

321

DISEÑO DE LAS COLUMNAS

El comportamiento de las columnas es, flexocompresión en una sólo dirección (eje Y; por el lado de las vigas de hormi-gón), por el eje X en sentido de la viga metálica no existe momento ya que la estructura se asienta sobre apoyos en los cuales no se produce momento.

El diseño estará supeditado solamente al efecto de esbel-tez (altura de columnas = 4 m.), ya que las cargas que soporta son relativamente pequeñas.

Cargas de Diseño:

- Carga Vertical = 1504.397 Kg
- Carga Horizontal = 42.041 Kg

Chequeo de la esbeltez :

$$k = 1$$

$$k*Lu/r < 22.0k.$$

sección : 0.40 x 0.65 m.

$$I = b*h^3/12 = 40 * 65^3 / 12 = 686562.5 \text{ cm}^4$$

$$A = 40 * 65 = 1950 \text{ cm}^2$$

$$r = (I/A)^{0.5} = (686562.5 / 1950) = 18.76 \text{ cm}$$

$$k \frac{Lu}{r} = 1 * 400 / 18.76 = 21.32 < 22.0k.$$

Colocamos el acero por norma, según el C.E.C. Norma 10.9.1. manifiesta que el refuerzo longitudinal para elementos no compuestos; sujetos a compresión; no deberá ser menor que 0.01 ni mayor que 0.08 veces el área de la sección total.

Colocamos acero mínimo: $A_s = 0.01 \times 40 \times 65 = 26 \text{ cm}^2$

Estribos : $A_s = 1 \phi \text{ } 8 \text{ mm} = 1 \text{ cm}^2$ a dos ramas

separación: $s = 8 \phi$ del acero longi. = $8 \times 2.2 = 17.6 \text{ cm}$

$s = 24$ sección del estri = $24 \times 1 = 24.0 \text{ cm}$

$s = b/2 = 40/2 = 20.0 \text{ cm}$

Colocamos 1ϕ de 8 mm a cada 15 y 30 cm (VER PLANO DE ARMADO):

ANEXO 5

DISEÑO DE TANQUE SEPTICO

- Canal de Recolección de Lixiviados

No se produce lixiviado, pero como consta en el numeral 5.3.15. por seguridad se diseña los canales de recolección y conducción de lixiviados como se indica en este numeral.

El lixiviado se conducirá a la fosa séptica a través de un canal de recolección hecho en tierra (Suelo Impermeable: $K = 1.75 \times 10^{-8}$ de Coeficiente de permeabilidad), de profundidad 60 cm. a partir del punto de afloramiento del líquido (Base de la celda). El suelo en que va estar construido el canal es impermeable, por lo tanto el lixiviado puede transportarse hasta la fosa. El lixiviado que llega a la fosa ya ha tenido un tratamiento previo, durante el recorrido por el canal dentro y fuera del relleno. El tratamiento culmina en un campo de infiltración ubicado luego de la fosa séptica, en el que se puede asegurar que todo líquido que salga del campo de infiltración puede unirse a cualquier corriente de agua sin que estas reciban contaminación alguna.

- Dimensionamiento del Tanque

No existe un caudal de lixiviado para realizar el dimensionamiento del tanque, por lo tanto asumimos un volumen del tanque de :

Sección adoptada del tanque = 2.55 x 1.50 x 1.10 m
--

Valor que se asemeja al primer término de la fórmula para cálculo del volúmen de aguas negras ($4.26 + 64.8 Q$), suponiendo un caudal de cero o próximo al mismo.

Campo de Infiltración

Para la eliminación final del efluente de la fosa séptica se utilizará un campo de infiltración, el mismo que tendrá las siguientes características.

- La zanja será de profundidad 1 m. y un ancho de 60 cm. En el fondo se colocará una capa de 15 cm. de espesor de una grava gruesa de un diámetro entre 20 y 60 mm. Sobre esta capa se colocará la tubería de distribución de un diámetro de 100 mm., la misma que será perforada y de juntas abiertas (abertura 0.5 cm), inmediatamente se colocará una capa de grava de 50 cm. de espesor y de similares características que la anterior. Esta grava se recubrirá con material semiimpermeable que evite que el material de relleno penetre en el lecho filtrante, finalmente la zanja se rellenará con el suelo natural.

Asumimos una longitud de 90 m. para la tubería que se supone suficiente para realizar el tratamiento.

El tipo de suelo en el que se va a implantar el campo de infiltración es un CH de baja plasticidad con un coeficiente de permeabilidad $K = 1.75 \times 10^{-9}$ que es un suelo

netamente impermeable. Para que se produzca infiltración se debe hacer una reposición de suelo permeable, una profundidad de 2.00 y una sección que abarque todo el campo de infiltración

Para tener un campo de infiltración dividimos los 90 m. de tubería en 4 ramales de 23 m. cada uno y separados 1.50 m. de distancia.

- El volumen de suelo que se repondra con suelo permeable será de:

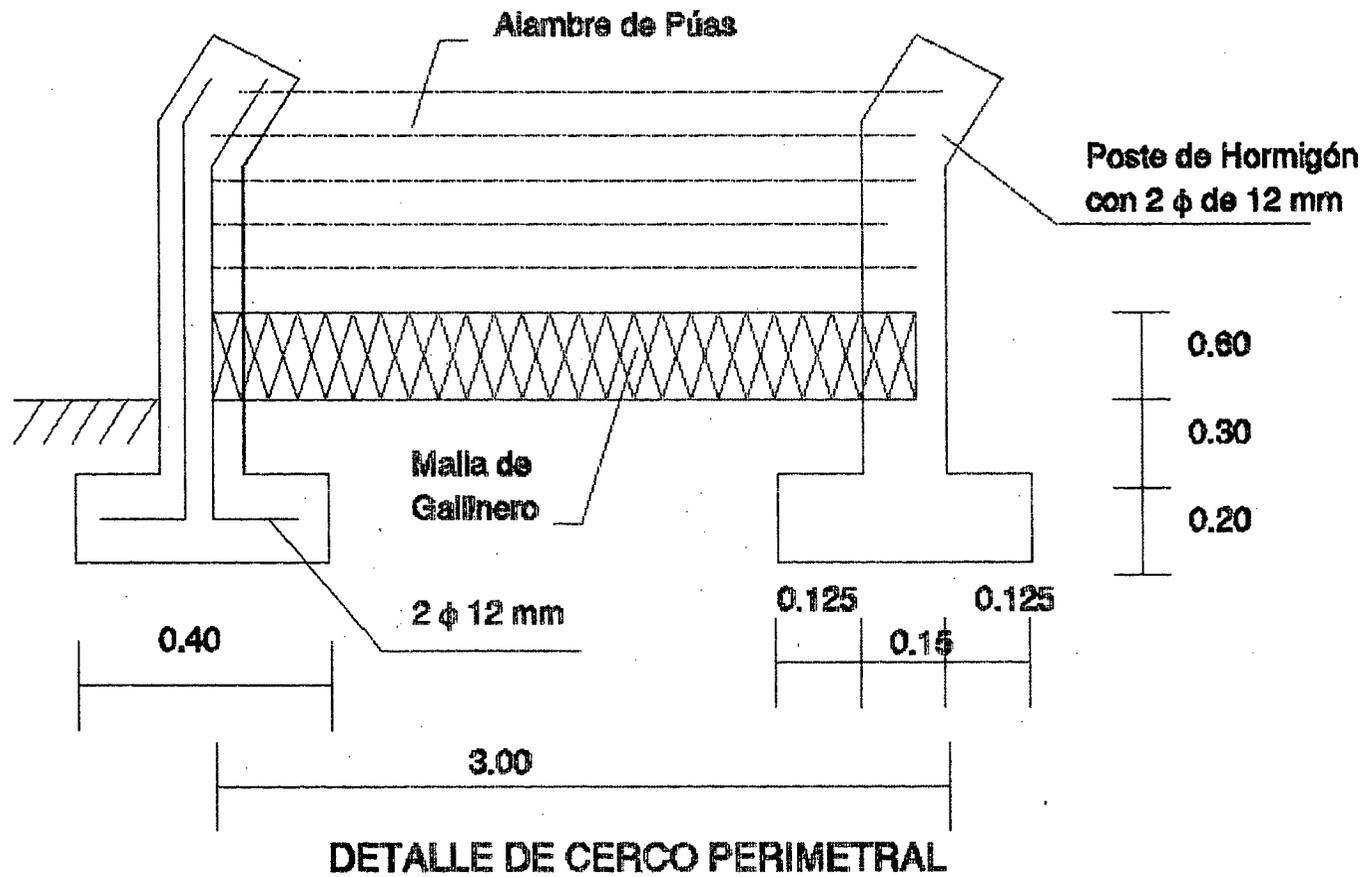
23 x 10 m de ancho y 2.00 m de profundidad = 460 m³

ANEXO 6.

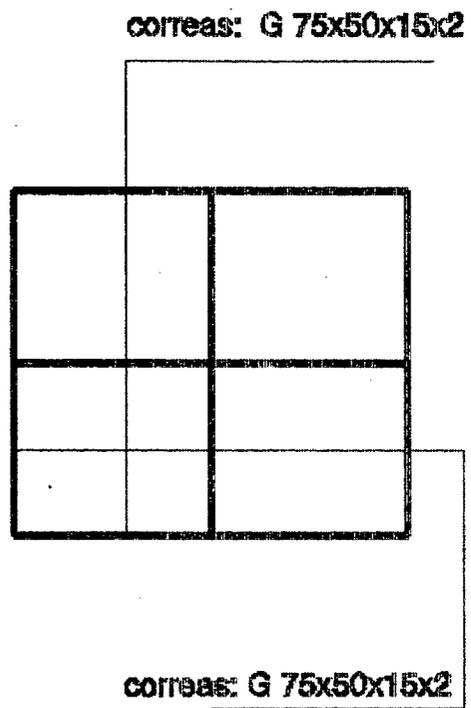
CONTROL DE INGRESO DE DESECHOS SOLIDOS

RELLENO SANITARIO "CHONTA-CRUZ" MES: _____ AÑO: _____

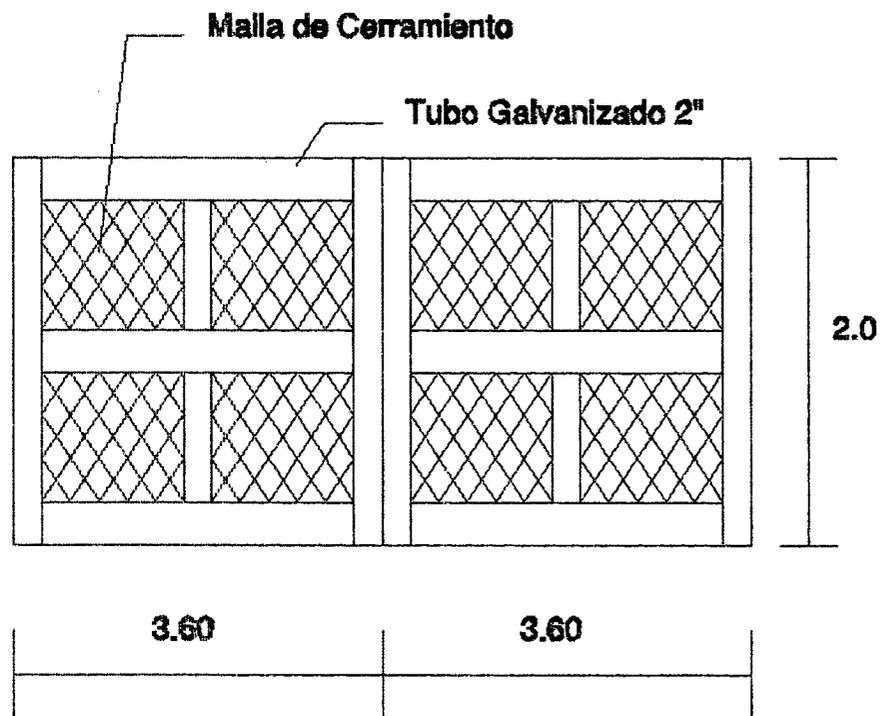
DIA	No. DE VIAJES	DESECHOS SOLIDOS		MATERIAL DE COBERTURA (m ³)	OBSERVACIONES
		VOLUMEN (m ³ /día)	PESO (Kg)		
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
TOT					



A
N
E
X
O
7



**ESTRUCTURA METALICA
EN CASETA**



PUERTA DE INGRESO

PLANILLA DE HIERROS DEL GALPON

A) PLINTOS

MARCA	TIPO	ϕ mm.	b (m)	a(m)	g (m)	L parci.	#.	L.TOTAL	PESO/ML.	PESO TOT.
100	A	22	1.15	0.25	0.05	1.45	36	52.20	2.984	155.76
101	B	20		1.15	0.10	1.25	78	97.50	2.466	240.44
102	C	10	1.20	0.70	0.10	2.00	48	96.00	0.617	59.23

B) CADENAS DE AMARRE : B.1. EJES 1-2-3

103	B	14		9.95	0.10	10.05	12	120.60	1.208	145.68
104	C	10	0.30	0.30	0.10	0.70	153	107.10	0.617	66.08

: B.2. EJES A-B

103	B	14		6.95	0.10	7.05	8	56.40	1.208	68.13
104	C	10	0.30	0.30	0.10	0.70	72	50.40	0.617	31.10

C) COLUMNAS

105	D	22		4.00		4.00	36	144.00	2.984	429.70
106	C	10	1.20	0.70	0.10	2.00	114	228.00	0.617	140.68

D) VIGAS (EJES A y B)

107	B	14		6.95	0.10	7.05	8	56.40	1.208	68.13
108	C	10	0.50	0.50	0.10	1.10	106	116.60	0.617	71.94

									RESUMEN TOTAL	
									PESO KG.	1476.87
									PESO qq.	29.54

PLANILLA DE HIERROS DE LA FOSA SEPTICA

330

MARCA	TIPO	φ mm.	a (m)	b (m)	c (m)	g (m)	l. parca	#.	L. TOTAL	PESO/ML.	PESO TOT.	
	100	A	12	0.35	1.65	0.10	0.05	2.15	108	232.20	0.888	206.19
	101	D	10	1.80		0.10	1.90	51	96.90	0.617	59.79	
	101	D	10	2.95		0.10	3.05	34	103.70	0.617	63.98	
	102	D	12	3.75		0.10	3.85	13	50.05	0.888	44.44	
	103	D	10	2.55		0.10	2.65	33	87.45	0.617	53.96	
	104	D	12	2.55		0.10	2.65	19	50.35	0.888	44.71	
	105	D	10	3.75		0.10	3.85	29	111.65	0.617	68.89	
	106	C	12	0.90	0.15		1.05	39	40.95	0.888	36.36	
	107	C	12	0.90	0.15		1.05	38	39.90	0.888	35.43	
RESUMEN TOTAL												
PESO KG. 613.76												
PESO qq. 12.28												

UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS : FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO : RELLENO SANITARIO " CHONTACRUZ "
OBRA : TESIS DE GRADO

RENDIMIENTO : 0.01 h/U

RUBRO No :	CONCEPTO :	EXCAVACION CLASE B (CON TRACTOR)	UNIDAD :	PRECIO	CANTIDAD	COSTO
01			M3			
(A)	MATERIALES		UNIDAD D/ MEDIDA	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	COSTO TOTAL
1						
2						
3						
4						
TOTAL (A)						0.00
(B)	MANO DE OBRA		No : TRABAJ.	SALARIO REAL	RENDIMIEN. h/U	COSTO TOTAL
1	OPERADOR DE TRACTOR		1	2311.90	0.01	30.83
2	AYUDANTE DE OPERADOR		1	1478.00	0.01	19.71
3					0.01	0.00
4					0.01	0.00
TOTAL (B)						50.53
(C)	EQUIPO		NUMERO UNIDAD	COSTO HORARIO	RENDIMIEN. POR HORA	COSTO TOTAL
1	TRACTOR		1	90000.00	0.01	1200.00
2					0.01	0.00
3					0.01	0.00
4	HERRAMIENTAS MANUALES 5% (MANO DE OBRA)					2.53
TOTAL (C)						1202.53
(D)	TRANSPORTE		DIST. (Km)	COST. /Km	CANTIDAD	COSTO TOTAL
1						0.00
TOTAL (D)						0.00
(E) COSTO UNITARIO DIRECTO (A+B+C+D)						1253.06
COS	(F) GASTOS GENERALES			5 %		
TO	(G) IMPREVISTOS			5 %		
INDI	(H) UTILIDADES			15 %		
RECT.	(I) GASTOS DE FINANCIAMIENTO Y CONTRACTUALES			5 %		
(J) TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS						375.92
PRECIO UNITARIO TOTAL S/.						1628.98
PRECIO ADOPTADO S/.						1629

UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS : FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

332

PROYECTO : RELLENO SANITARIO " CHONTACRUZ "
OBRA : TESIS DE GRADO RENDIMIENTO : 0.03 h/U

RUBRO No :	CONCEPTO :	UNIDAD D:	PRECIO	CANTIDAD	COSTO
02	EXCAVACION CLASE B (CON RETROEXCAVADORA)	M3			
(A) MATERIALES					COSTO TOTAL
1					0.00
2					0.00
3					0.00
4					0.00
5					0.00
T O T A L (A)					0.00
(B) MANO DE OBRA					COSTO TOTAL
		No : TRABAJ.	SALARIO REAL	RENDIMIEN. h/U	
1	OPERADOR DE RETROEXCAVADORA	1	2311.90	0.03	73.98
2	AYUDANTE	1	1478.00	0.03	47.30
3				0.03	0.00
4				0.03	0.00
5					
T O T A L (B)					121.28
(C) EQUIPO					COSTO TOTAL
		NUMERO UNIDAD	COSTO HORARIO	RENDIMIEN. POR HORA	
1	RETROEXCAVADORA	1	45000.00	0.03	1440.00
2				0.03	0.00
3				0.03	0.00
4	HERRAMIENTAS MANUALES 5% (MANO DE OBRA)				6.06
T O T A L (C)					1446.06
(D) TRANSPORTE					COSTO TOTAL
		DIST.(Km)	COST./Km	CANTIDAD	
1					0.00
T O T A L (D)					0.00
(E) COSTO UNITARIO DIRECTO (A+B+C+D)					1567.34
COS	(F) GASTOS GENERALES		5 %		
TO	(G) IMPREVISTOS		5 %		
INDI	(H) UTILIDADES		15 %		
RECT.	(I) GASTOS DE FINANCIAMIENTO Y CONTRACTUALES		5 %		
(J) TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS					470.20
PRECIO UNITARIO TOTAL S/.					2037.54
PRECIO ADOPTADO S/.					2038

UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS : FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

333

PROYECTO : RELLENO SANITARIO " CHONTACRUZ "
OBRA : TESIS DE GRADO RENDIMIENTO : 2.67 h/U

RUBRO No :	CONCEPTO :	UNIDAD D/ MEDIDA :	PRECIO UNITARIO :	CANTIDAD :	COSTO TOTAL :
03	CONSTRUCCION DE FILTROS PARA GASES	M3			
(A) MATERIALES					
1	MALLA DE GALLINERO	M2	3800.00	4.10	15580.00
2	LISTONES	ML	266.67	4.00	1066.67
3	CLAVOS	KG	1800.00	0.25	450.00
4	PIEDRA	M3	15000.00	1.00	15000.00
5					0.00
T O T A L (A)					32096.67
(B) MANO DE OBRA					
		No : TRABAJ.	SALARIO REAL	RENDIMIEN. h/U	COSTO TOTAL
1	ALBARIL	1	1592.00	2.67	4245.33
2	PEON	1	1421.00	2.67	3789.33
3				2.67	0.00
4				2.67	0.00
5					
T O T A L (B)					8034.67
(C) EQUIPO					
		NUMERO UNIDAD	COSTO HORARIO	RENDIMIEN. POR HORA	COSTO TOTAL
1				2.67	0.00
2				2.67	0.00
3				2.67	0.00
4	HERRAMIENTAS MANUALES 5% (MANO DE OBRA)				401.73
T O T A L (C)					401.73
(D) TRANSPORTE					
		DIST. (Km)	COST. /Km	CANTIDAD	COSTO TOTAL
1					0.00
T O T A L (D)					0.00
(E) COSTO UNITARIO DIRECTO (A+B+C+D)					40533.07
COS	(F) GASTOS GENERALES		5 %		
TO	(G) IMPREVISTOS		5 %		
INDI	(H) UTILIDADES		15 %		
RECT.	(I) GASTOS DE FINANCIAMIENTO Y CONTRACTUALES		5 %		
(J) TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS					12159.92
PRECIO UNITARIO TOTAL S/.					52692.99
PRECIO ADOPTADO S/.					52693

UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS : FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

334

PROYECTO : RELLENO SANITARIO " CHONTACRUZ "
OBRA : TESIS DE GRADO RENDIMIENTO : 0.0100 h/U

RUBRO No : 04		CONCEPTO : TENDIDO Y COMPACTACION DE LA BASURA		UNIDAD :	
		UNIDAD D:	PRECIO	CANTIDAD	COSTO
(A) MATERIALES		MEDIDA	UNITARIO		TOTAL
1					0.00
2					0.00
3					0.00
4					0.00
5					0.00
T O T A L (A)					0.00
(B) MANO DE OBRA		No :	SALARIO	RENDIMIEN.:	COSTO
		TRABAJ.	REAL	h/U	TOTAL
1	OPERADOR DE TRACTOR	1	2311.90	0.01	23.12
2	OPERADOR DE RODILLO NEUMATICO	1	2311.90	0.01	23.12
3	AYUDANTE	1	1478.00	0.01	14.78
4				0.01	0.00
5					
T O T A L (B)					61.02
(C) EQUIPO		NUMERO	COSTO	RENDIMIEN.:	COSTO
		UNIDAD	HORARIO	POR HORA	TOTAL
1	TRACTOR	1	90000.00	0.01	900.00
2	RODILLO NEUMATICO	1	85000.00	0.01	850.00
3				0.01	0.00
4	HERRAMIENTAS MANUALES 5% (MANO DE OBRA)				3.05
T O T A L (C)					1753.05
(D) TRANSPORTE		DIST.(Km)	COST./Km	CANTIDAD	COSTO TOTA
1					0.00
T O T A L (D)					0.00
(E) COSTO UNITARIO DIRECTO (A+B+C+D)					1814.07
COS	(F) GASTOS GENERALES				5 %
TO	(G) IMPREVISTOS				5 %
INDI	(H) UTILIDADES				15 %
RECT.	(I) GASTOS DE FINANCIAMIENTO Y CONTRACTUALES				5 %
(J) TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS					544.22
					30 %
PRECIO UNITARIO TOTAL S/.					2358.29
PRECIO ADOPTADO S/.					2358

UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS : FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

335

PROYECTO : RELLENO SANITARIO " CHONTACRUZ "
OBRA : TESIS DE GRADO

RENDIMIENTO : 0.020 h/U

RUBRO No :	CONCEPTO :	UNIDAD D/ MEDIDA :	PRECIO UNITARIO :	CANTIDAD :	COSTO TOTAL :
05	COLOCACION Y COMPACTACION DE MATERIAL DE COBERTURA	M3			
(A) MATERIALES					
1	AGUA		1500.00	0.18	270.00
2					0.00
3					0.00
4					0.00
5					0.00
T O T A L (A)					270.00
(B) MANO DE OBRA					
		No TRABAJ.	SALARIO REAL	RENDIMIEN. h/U	COSTO TOTAL
1	OPERADOR DE TRACTOR	1	2311.90	0.02	46.24
2	OPERADOR DE RODILLO NEUMATICO	1	2311.90	0.02	46.24
3	AYUDANTE	1	1478.00	0.02	29.56
4				0.02	0.00
5					
T O T A L (B)					122.04
(C) EQUIPO					
		NUMERO UNIDAD	COSTO HORARIO	RENDIMIEN. POR HORA	COSTO TOTAL
1	TRACTOR	1	90000.00	0.02	1800.00
2	RODILLO NEUMATICO	1	45000.00	0.02	900.00
3				0.02	0.00
4	HERRAMIENTAS MANUALES 5% (MANO DE OBRA)				6.10
T O T A L (C)					2706.10
(D) TRANSPORTE					
		DIST. (Km)	COST./Km	CANTIDAD	COSTO TOTAL
1					0.00
T O T A L (D)					0.00
(E) COSTO UNITARIO DIRECTO (A+B+C+D)					3098.14
COS	(F) GASTOS GENERALES		5 %		
TO	(G) IMPREVISTOS		5 %		
INDI	(H) UTILIDADES		15 %		
RECT.	(I) GASTOS DE FINANCIAMIENTO Y CONTRACTUALES		5 %		
(J) TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS					929.44
PRECIO UNITARIO TOTAL S/.					4027.58
PRECIO ADOPTADO S/.					4028

PROYECTO	:RELLENO SANITARIO " CHONTACRUZ "			RENDIMIENTO :	2.000 h/U
OBRA	:TESIS DE GRADO				
RUBRO No :	CONCEPTO :	CONSTRUCCION DE CHIMENEA EN FILTRO PARA GASES		UNIDAD :	U
06 :					
(A) MATERIALES	UNIDAD D:	PRECIO	CANTIDAD	COSTO	
	MECIDA	UNITARIO		TOTAL	
1	TUBO DE CEMENTO D= 200 MM.	U	4500.00	1.00	4500.00
2	IMPERNAYLON 4K	M2	6100.00	0.73	4453.00
3	HORMIGON SIMPLE f'c=180 Kg/cm ² EN DADOS	M3	184000.00	0.017	3128.00
4	TANQUE DE METAL	U	50000.00	1.00	50000.00
5					0.00
T O T A L (A)					62081.00
(B) MANO DE OBRA	No :	SALARIO	RENDIMIEN.	COSTO	
	TRABAJ.	REAL	h/U	TOTAL	
1	ALBARIL	1	1592.00	2.00	3184.00
2	PEON	1	1421.00	2.00	2842.00
3				2.00	0.00
4				2.00	0.00
5					
T O T A L (B)					6026.00
(C) EQUIPO	NUMERO	COSTO	RENDIMIEN.	COSTO	
	UNIDAD	HORARIO	POR HORA	TOTAL	
1			2.00	0.00	
2			2.00	0.00	
3			2.00	0.00	
4	HERRAMIENTAS MANUALES 5% (MANO DE OBRA)			301.30	
T O T A L (C)					301.30
(D) TRANSPORTE	DIST.(Km)	COST./Km	CANTIDAD	COSTO TOTAL	
1				0.00	
T O T A L (D)					0.00
(E) COSTO UNITARIO DIRECTO (A+B+C+D)					68408.30
COS	(F) GASTOS GENERALES	5 %			
TO	(G) IMPREVISTOS	5 %			
INDI	(H) UTILIDADES	15 %			
RECT.	(I) GASTOS DE FINANCIAMIENTO Y CONTRACTUALES	5 %			
(J) TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS	30 %		20522.49		
PRECIO UNITARIO TOTAL S/.					88930.79
PRECIO ADOPTADO S/.					88931

PROYECTO : RELLENO SANITARIO " CHONTACRUZ "
OBRA : TESIS DE GRADO

RENDIMIENTO : 1.600 h/U

RUBRO No : 07 ; CONCEPTO : CERCO DE ALAMBRE (4 HILOS) Y POSTE DE HORMIGON (0.15x0.15x2m) UNIDAD : ML
INCLUYE MALLA DE GALLINERO h=0.60 m.

(A) MATERIALES	UNIDAD D; MEDIDA	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	COSTO TOTAL
1 ALAMBRE DE PUAS	ML	1000.00	4.00	4000.00
2 POSTE DE HORMIGON DE 15x15 cm	M3	17940.00	0.33	5974.02
3 MALLA DE GALLINERO	M2	3800.00	0.60	2280.00
4				0.00
5				0.00

T O T A L (A) : 12254.02

(B) MANO DE OBRA	No : TRABAJ.	SALARIO REAL	RENDIMIEN. h/U	COSTO TOTAL
1 ALBARIL	1	1592.00	1.60	2547.20
2 PEON	3	1421.00	1.60	6820.80
3			1.60	0.00
4			1.60	0.00
5				

T O T A L (B) : 9368.00

(C) EQUIPO	NUMERO UNIDAD	COSTO HORARIO	RENDIMIEN. POR HORA	COSTO TOTAL
1			1.60	0.00
2			1.60	0.00
3			1.60	0.00
4 HERRAMIENTAS MANUALES 5% (MANO DE OBRA)				468.40

T O T A L (C) : 468.40

(D) TRANSPORTE	DIST.(Km)	COST./Km	CANTIDAD	COSTO TOTAL
1				0.00

T O T A L (D) : 0.00

(E) COSTO UNITARIO DIRECTO (A+B+C+D) : 22090.42

(F) GASTOS GENERALES	5 %	
(G) IMPREVISTOS	5 %	
(H) UTILIDADES	15 %	
(I) GASTOS DE FINANCIAMIENTO Y CONTRACTUALES	5 %	

(J) TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS : 6627.13

PRECIO UNITARIO TOTAL S/. : 28717.55

PRECIO ADOPTADO S/. : 28718

UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

338

PROYECTO	:RELLENO SANITARIO " CHONTACRUZ "		
OBRA	:TESIS DE GRADO		RENDIMIENTO : 2.00 h/U
RUBRO No :	CONCEPTO :	HORMIGON SIMPLE f'c=180 kg/cm ²	UNIDAD :
OB :			M3
(A) MATERIALES	UNIDAD D:	PRECIO	CANTIDAD COSTO
	MEDIDA	UNITARIO	TOTAL
1 CEMENTO ROCAFUERTE	SACO	9292.00	7.24 67274.08
2 ARENA GRUESA	M3	15000.00	0.47 7050.00
3 GRAVA	M3	15000.00	0.78 11700.00
4 ENCOFRADO	GLOBAL	7000.00	1.00 7000.00
5 AGUA	M3	500.00	0.18 90.00
T O T A L (A)			93114.08
(B) MANO DE OBRA	No :	SALARIO	RENDIMIEN. COSTO
	TRABAJ.	REAL	h/U TOTAL
1 PEON	8	1421.00	2.00 22736.00
2 ALBAÑIL	1	1592.00	2.00 3184.00
3 AYUDANTE DE ALBAÑIL	1	1478.00	2.00 2956.00
4			
5			
T O T A L (B)			28876.00
(C) EQUIPO	NUMERO	COSTO	RENDIMIEN. COSTO
	UNIDAD	HORARIO	POR HORA TOTAL
1 CONCRETERA DE 7 HP	1	7000.00	2.00 14000.00
2 VIBRADOR DE 5 HP	1	1250.00	2.00 2500.00
3			0.00
4 HERRAMIENTAS MANUALES 5% (MANO DE OBRA)			1443.80
T O T A L (C)			17943.80
(D) TRANSPORTE	DISTANC.	COSTO U.	CANTIDAD COSTO
	Km	POR Km	TOTAL
1			0.00
T O T A L (D)			0.00
(E) COSTO UNITARIO DIRECTO (A+B+C+D)			139933.88
COS	(F) GASTOS GENERALES	5 %	
TO	(G) IMPREVISTOS	5 %	
INDI	(H) UTILIDADES	15 %	
RECT.	(I) GASTOS DE FINANCIAMIENTO Y CONTRACTUALES	5 %	
(J) TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS	30 %		41980.16
PRECIO UNITARIO TOTAL S/.			181914.04
PRECIO ADOPTADO S/.			181914

UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

339

PROYECTO : RELLENO SANITARIO " CHONTACRUZ "
OBRA : TESIS DE GRADO RENDIMIENTO : 0.008 h/U

RUBRO No :	CONCEPTO :	UNIDAD :	COSTO :
09	REPLANTEO SIN EQUIPO DE TOPOGRAFIA	M2	
<hr/>			
		UNIDAD O MEDIDA	PRECIO UNITARIO
		CANTIDAD	COSTO TOTAL
<hr/>			
(A) MATERIALES			
1	ESTACAS, ETC.	GLOBAL	5.00
2			0.00
3			0.00
4			0.00
T O T A L (A)			5.00
<hr/>			
		No : TRABAJ.	SALARIO REAL
		RENDIMIEN. h/U	COSTO TOTAL
<hr/>			
(B) MANO DE OBRA			
1	PEON	1	1421.00
2	ALBARIL	1	1592.00
3			0.01
4			0.01
5			0.00
T O T A L (B)			24.10
<hr/>			
		NUMERO UNIDAD	COSTO HORARIO
		RENDIMIEN. POR HORA	COSTO TOTAL
<hr/>			
(C) EQUIPO			
1			0.01
2			0.01
3			0.00
4	HERRAMIENTAS MANUALES 5% (MANO DE OBRA)		1.21
T O T A L (C)			1.21
<hr/>			
		DISTANC. Km	COSTO U. POR Km
		CANTIDAD	COSTO TOTAL
<hr/>			
(D) TRANSPORTE			
1			0.00
T O T A L (D)			0.00
<hr/>			
(E) COSTO UNITARIO DIRECTO (A+B+C+D)			30.31
<hr/>			
COS	(F) GASTOS GENERALES	5 % (A)	
TO	(G) IMPREVISTOS	5 % (E+F)	
INDI	(H) UTILIDADES	15 % (E+F+G)	
RECT.	(I) GASTOS DE FINANCIAMIENTO Y CONTRACTUALES	5 % (E+F+G+H)	
(J) TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS			9.09
PRECIO UNITARIO TOTAL S/.			39.40
PRECIO ADOPTADO S/.			39

PROYECTO : RELLENO SANITARIO " CHONTACRUZ "
OBRA : TESIS DE GRADO

RENDIMIENTO : 2.67 h/U

RUBRO No : 10 ; CONCEPTO : EXCAVACION CLASE B (A MANO) UNIDAD : M3

(A) MATERIALES	UNIDAD D' MEDIDA	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	COSTO TOTAL
1				0.00
2				0.00
3				0.00
4				0.00
5				0.00
TOTAL (A)				0.00

(B) MANO DE OBRA	No : TRABAJ.	SALARIO REAL	RENDIMIEN. h/U	COSTO TOTAL	
1	PEON	1	1421.00	2.67	3789.33
2				2.67	0.00
3				2.67	0.00
4				2.67	0.00
5					
TOTAL (B)					3789.33

(C) EQUIPO	NUMERO UNIDAD	COSTO HORARIO	RENDIMIEN. POR HORA	COSTO TOTAL
1			2.67	0.00
2			2.67	0.00
3			2.67	0.00
4	HERRAMIENTAS MANUALES 5% (MANO DE OBRA)			189.47
TOTAL (C)				189.47

(D) TRANSPORTE	DIST. (Km)	COST./Km	CANTIDAD	COSTO TOTAL
1				0.00
TOTAL (D)				0.00

(E) COSTO UNITARIO DIRECTO (A+B+C+D) 3978.80

COS	(F) GASTOS GENERALES	5 %	
TO	(G) IMPREVISTOS	5 %	
INDI	(H) UTILIDADES	15 %	
RECT.	(I) GASTOS DE FINANCIAMIENTO Y CONTRACTUALES	5 %	

(J) TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS 30 % 1193.64

PRECIO UNITARIO TOTAL S/. 5172.44

PRECIO ADOPTADO S/. 5172

UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

341

PROYECTO :	RELLENO SANITARIO " CHONTACRUZ "		
OBRA :	TESIS DE GRADO		
	RENDIMIENTO :	2.29 h/U	
RUBRO No :	CONCEPTO :	HORNIGON SIMPLE f'c=210 kg/cm ²	
11 :		UNIDAD : M3	
(A) MATERIALES	UNIDAD D:	PRECIO	CANTIDAD
	MEDIDA	UNITARIO	TOTAL
1 CEMENTO ROCAFUERTE	SACO	9292.00	7.92
2 ARENA GRUESA	M3	15000.00	0.47
3 GRAVA	M3	15000.00	0.78
4 ENCOFRADO	GLOBAL	7000.00	1.00
5 AGUA	M3	500.00	0.18
TOTAL (A)			99432.64
(B) MANO DE OBRA	No :	SALARIO	RENDIMIEN.
	TRABAJ.	REAL	h/U
			COSTO
			TOTAL
1 PEON	8	1421.00	2.29
2 ALBANIL	1	1592.00	2.29
3 AYUDANTE DE ALBANIL	1	1478.00	2.29
4			
5			
TOTAL (B)			33001.14
(C) EQUIPO	NUMERO	COSTO	RENDIMIEN.
	UNIDAD	HORARIO	POR HORA
			TOTAL
1 CONCRETERA DE 7 HP	1	7000.00	2.29
2 VIBRADOR DE 5 HP	1	1250.00	2.29
3			0.00
4 HERRAMIENTAS MANUALES 5% (MANO DE OBRA)			1650.06
TOTAL (C)			20507.20
(D) TRANSPORTE	DISTANC.	COSTO U.	CANTIDAD
	Km	POR Km	TOTAL
1			0.00
TOTAL (D)			0.00
(E) COSTO UNITARIO DIRECTO (A+B+C+D)			152940.98
COS :	(F) GASTOS GENERALES	5 %	
TO :	(G) IMPREVISTOS	5 %	
INDI :	(H) UTILIDADES	15 %	
RECT.:	(I) GASTOS DE FINANCIAMIENTO Y CONTRACTUALES	5 %	
(J) TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS			45882.29
PRECIO UNITARIO TOTAL S/.			198823.28
PRECIO ADOPTADO S/.			198823

UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

342

PROYECTO : RELLENO SANITARIO " CHONTA-CRUZ "

OBRA : TESIS DE GRADO

RENDIMIENTO :

0.11 h/U

RUBRO No :	CONCEPTO :	UNIDAD D/ MEDIDA :	PRECIO UNITARIO :	CANTIDAD :	COSTO TOTAL :
12	SUMINISTRO-CORTADA-DOBLADA Y ARMADA DE HIERRO	KG			
(A) MATERIALES					
1	VARILLA CORRUGADA	KG	1100.00	1.05	1155.00
2	ALAMBRE DE AMARRE #18	KG	1650.00	0.05	82.50
3					0.00
4					0.00
T O T A L (A)					1237.50
(B) MANO DE OBRA					
		No : TRABAJ.	SALARIO REAL	RENDIMIEN. h/U	COSTO TOTAL
1	FIERRERO	1	1592.00	0.11	181.94
2	AYUDANTE DE FIERRERO	1	1478.00	0.11	168.91
3					0.00
4					
5					
T O T A L (B)					350.86
(C) EQUIPO					
		NUMERO UNIDAD	COSTO HORARIO	RENDIMIEN. POR HORA	COSTO TOTAL
1	CIZALLA	1	200.00	0.11	22.86
2					
3					
4	HERRAMIENTAS MANUALES 5% (MANO DE OBRA)				17.54
T O T A L (C)					40.40
(D) TRANSPORTE					
		DISTANC. Km	COSTO U. POR Km	CANTIDAD	COSTO TOTAL
1					0.00
T O T A L (D)					0.00
(E) COSTO UNITARIO DIRECTO (A+B+C+D)					1628.76
COS	(F) GASTOS GENERALES				5 %
TO	(G) IMPREVISTOS				5 %
INDI	(H) UTILIDADES				15 %
RECT.	(I) GASTOS DE FINANCIAMIENTO Y CONTRACTUALES				5 %
(J) TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS					488.63
PRECIO UNITARIO TOTAL S/.					2117.38
PRECIO ADOPTADO S/.					2141

PROYECTO : RELLENO SANITARIO " CHONTACRUZ "
OBRA : TESIS DE GRADO

RENDIMIENTO : 0.13 h/U

RURO No : 13
CONCEPTO : CONFECCION Y COLOCACION DE ESTRUCTURA METALICA
UNIDAD : M2

(A) MATERIALES	UNIDAD D MEDIDA	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	COSTO TOTAL
1 ESTRUCTURA METALICA (INCLUYE CONFECCION Y A)	GLOBAL	14000.00	1.00	14000.00
2 VARILLA DE 14 mm	VARILLA	10150.00	0.30	3045.00
3 SUELDA	Plg.	1000.00	4.00	4000.00
4 PLACA DE 30x30x4 cm	U	12000.00	0.09	1080.00
5				0.00
TOTAL (A)				22125.00

(B) MANO DE OBRA	No TRABAJ.	SALARIO REAL	RENDIMIEN. h/U	COSTO TOTAL
1 SOLDADOR	1	1592.00	0.13	212.27
2 AYUDANTE	3	1470.00	0.13	591.20
3			0.13	0.00
4			0.13	0.00
5				0.00
TOTAL (B)				803.47

(C) EQUIPO	NUMERO UNIDAD	COSTO HORARIO	RENDIMIEN. POR HORA	COSTO TOTAL
1 SOLDADORA	1	5000.00	0.13	666.67
2			0.13	0.00
3			0.13	0.00
4 HERRAMIENTAS MANUALES 5% (MANO DE OBRA)				40.17
TOTAL (C)				706.84

(D) TRANSPORTE	DIST. (Km)	COST./Km	CANTIDAD	COSTO TOTAL
1				0.00
TOTAL (D)				0.00

(E) COSTO UNITARIO DIRECTO (A+B+C+D) : 23635.31

(F) GASTOS GENERALES : 5 %
(G) IMPREVISTOS : 5 %
(H) UTILIDADES : 15 %
(I) GASTOS DE FINANCIAMIENTO Y CONTRACTUALES : 5 %

(J) TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS : 30 % : 7090.59

PRECIO UNITARIO TOTAL S/. : 30725.90

PRECIO ADOPTADO S/. : 30781

PROYECTO : RELLENO SANITARIO " CHONTACRUZ "

OBRA : TESIS DE GRADO

RENDIMIENTO :

0.18 h/U

RUBRO No : 14 ; CONCEPTO : COLOCACION DE ETERNIT

UNIDAD : M2

(A) MATERIALES	UNIDAD D: MEDIDA	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	COSTO TOTAL
1 PLANCHA DE ETERNIT	M2	9380.00	1.05	9849.00
2 TIRAFONDOS	U	400.00	5.00	2000.00
3 CABALLETE	U	11000.00	0.19	2090.00
4				0.00
5				0.00
TOTAL (A)				13939.00

(B) MAND DE OBRA	No : TRABAJ.	SALARIO REAL	RENDIMIEN. h/U	COSTO TOTAL
1 TECHADOR	1	1592.00	0.18	283.02
2 AYUDANTE	1	1478.00	0.18	262.76
3			0.18	0.00
4			0.18	0.00
5				0.00
TOTAL (B)				545.78

(C) EQUIPO	NUMERO UNIDAD	COSTO HORARIO	RENDIMIEN. POR HORA	COSTO TOTAL
1			0.18	0.00
2			0.18	0.00
3			0.18	0.00
4 HERRAMIENTAS MANUALES 5% (MAND DE OBRA)				27.29
TOTAL (C)				27.29

(D) TRANSPORTE	DIST. (Km)	COST. /Km	CANTIDAD	COSTO TOTAL
1				0.00
TOTAL (D)				0.00

(E) COSTO UNITARIO DIRECTO (A+B+C+D) : 14512.07

(F) GASTOS GENERALES	5 %	
(G) IMPREVISTOS	5 %	
(H) UTILIDADES	15 %	
(I) GASTOS DE FINANCIAMIENTO Y CONTRACTUALES	5 %	
(J) TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS	30 %	4353.62

PRECIO UNITARIO TOTAL S/. : 18865.69

PRECIO ADOPTADO S/. : 18866

PROYECTO : RELLENO SANITARIO " CHONTA-CRUZ "
OBRA : TESIS DE GRADO

RENDIMIENTO : 0.11 h/U

RUBRO No : CONCEPTO : COLOCACION DE MATERIAL GRANULAR EN DREN PARA LIXIVIADOS (UNIDAD :
15 : (INCLUYE LA COLOCACION DE RAMAS SECAS) M3

(A) MATERIALES	UNIDAD D: MEDIDA	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	COSTO TOTAL
1 PIEDRA PARA FILTRO	M3	15000.00	1.00	15000.00
2 RAMAS SECAS	GLOBAL			200.00
3				0.00
4				0.00
5				0.00

TOTAL (A) : 15200.00

(B) MANO DE OBRA	No : TRABAJ.	SALARIO REAL	RENDIMIEN. h/U	COSTO TOTAL
1 ALBARIL	1	1592.00	0.11	181.94
2 PEON	1	1421.00	0.11	162.40
3			0.11	0.00
4			0.11	0.00
5				

TOTAL (B) : 344.34

(C) EQUIPO	NUMERO UNIDAD	COSTO HORARIO	RENDIMIEN. POR HORA	COSTO TOTAL
1			0.11	0.00
2			0.11	0.00
3			0.11	0.00
4 HERRAMIENTAS MANUALES 5% (MANO DE OBRA)				17.22

TOTAL (C) : 17.22

(D) TRANSPORTE	DIST. (Km)	COST./Km	CANTIDAD	COSTO TOTA
1				0.00

TOTAL (D) : 0.00

(E) COSTO UNITARIO DIRECTO (A+B+C+D) : 15561.56

COS	(F) GASTOS GENERALES	5 %	
TO	(G) IMPREVISTOS	5 %	
INDI	(H) UTILIDADES	15 %	
RECT.	(I) GASTOS DE FINANCIAMIENTO Y CONTRACTUALES	5 %	

(J) TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS : 30 % : 4668.47

PRECIO UNITARIO TOTAL S/. : 20230.03

PRECIO ADOPTADO S/. : 20230

PROYECTO : RELLENO SANITARIO " CHONTA-CRUZ "

OBRA : TESIS DE GRADO

RENDIMIENTO :

2.00 h/U

RUBRO No : 16 ; CONCEPTO : PUERTA DE INGRESO CON TUBO GALVANIZADO $\phi=2"$ Y MALLA ; UNIDAD : U

(A) MATERIALES	UNIDAD D/ MEDIDA	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	COSTO TOTAL
1 PUERTA	U	220000.00	1.00	220000.00
2				0.00
3				0.00
4				0.00
5				0.00
T O T A L (A)				220000.00

(B) MANO DE OBRA	No : TRABAJ.	SALARIO REAL	RENDIMIEN. h/U	COSTO TOTAL
1 INSTALADOR	1	1732.35	2.00	3464.70
2 AYUDANTE	1	1478.00	2.00	2956.00
3			2.00	0.00
4			2.00	0.00
5				
T O T A L (B)				6420.70

(C) EQUIPO	NUMERO UNIDAD	COSTO HORARIO	RENDIMIEN. POR HORA	COSTO TOTAL
1			2.00	0.00
2			2.00	0.00
3			2.00	0.00
4 HERRAMIENTAS MANUALES 5% (MANO DE OBRA)				321.04
T O T A L (C)				321.04

(D) TRANSPORTE	DIST.(Km)	COST./Km	CANTIDAD	COSTO TOTA
1				0.00
T O T A L (D)				0.00

(E) COSTO UNITARIO DIRECTO (A+B+C+D) 226741.74

(F) GASTOS GENERALES 5 %
(G) IMPREVISTOS 5 %
(H) UTILIDADES 15 %
(I) GASTOS DE FINANCIAMIENTO Y CONTRACTUALES 5 %

(J) TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS 30 % 68022.52

PRECIO UNITARIO TOTAL S/. 294764.26

PRECIO ADOPTADO S/. 294764

PROYECTO : RELLENO SANITARIO " CHONTA-CRUZ "
OBRA : TESIS DE GRADO

RENDIMIENTO : 1.00 h/U

RUBRO No :	CONCEPTO :	UNIDAD D :	PRECIO :	CANTIDAD :	COSTO :	UNIDAD :
17	MAESTRERIA DE LADRILLO DE 10x13x30					M2
(A) MATERIALES		UNIDAD D :	PRECIO :	CANTIDAD :	COSTO :	
		MEDIDA :	UNITARIO :		TOTAL :	
1	LADRILLO	U	150.00	33.00	4950.00	
2	CEMENTO	KG	12.00	185.80	2229.60	
3	ARENA FINA	M3	20000.00	0.07	1400.00	
4	AGUA	M3	500.00	0.05	25.00	
5					0.00	
TOTAL (A)					8604.60	
(B) MANO DE OBRA		No :	SALARIO :	RENDIMIEN. :	COSTO :	
		TRABAJ. :	REAL :	h/U :	TOTAL :	
1	ALBARIL	1	1592.00	1.00	1592.00	
2	PEON	1	1421.00	1.00	1421.00	
3				1.00	0.00	
4				1.00	0.00	
5						
TOTAL (B)					3013.00	
(C) EQUIPO		NUMERO :	COSTO :	RENDIMIEN. :	COSTO :	
		UNIDAD :	HORARIO :	POR OBRA :	TOTAL :	
1				1.00	0.00	
2				1.00	0.00	
3				1.00	0.00	
4	HERRAMIENTAS MANUALES 5% (MANO DE OBRA)				150.65	
TOTAL (C)					150.65	
(D) TRANSPORTE		DIST. (Km) :	COST. /Km :	CANTIDAD :	COSTO TOTAL :	
1					0.00	
TOTAL (D)					0.00	
(E) COSTO UNITARIO DIRECTO (A+B+C+D)					11768.25	
COS :	(F) GASTOS GENERALES				5 %	
TO :	(G) IMPREVISTOS				5 %	
INDI :	(H) UTILIDADES				15 %	
RECT. :	(I) GASTOS DE FINANCIAMIENTO Y CONTRACTUALES				5 %	
(J) TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS					30 %	3530.48
PRECIO UNITARIO TOTAL S/.					15298.73	
PRECIO ADOPTADO S/.					15299	

PROYECTO :RELLENO SANITARIO " CHONTA-CRUZ "

OBRA :TESIS DE GRADO

RENDIMIENTO :

1.10 h/U

RUBRO No :	CONCEPTO :	REVESTIDO Y PULIDO	UNIDAD :		
18			M2		
(A) MATERIALES	UNIDAD D/ MEDIDA	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	COSTO TOTAL	
1	CEMENTO	KG	185.80	9.00	0.00
2	ARENA FINA	M3	20000.00	0.03	1672.20
3	AGUA	M3	500.00	0.08	600.00
4					40.00
5					0.00
TOTAL (A)					2312.20
(B) MANO DE OBRA	No : TRABAJ.	SALARIO REAL	RENDIMIEN. h/U	COSTO TOTAL	
1	ALBARIL	1	1592.00	1.10	1751.20
2	PEON	1	1421.00	1.10	1563.10
3				1.10	0.00
4				1.10	0.00
5					
TOTAL (B)					3314.30
(C) EQUIPO	NUMERO UNIDAD	COSTO HORARIO	RENDIMIEN. POR HORA	COSTO TOTAL	
1			1.10	0.00	
2			1.10	0.00	
3			1.10	0.00	
4	HERRAMIENTAS MANUALES 5% (MANO DE OBRA)			165.72	
TOTAL (C)					165.72
(D) TRANSPORTE	DIST.(Km)	COST./Km	CANTIDAD	COSTO TOTAL	
1				0.00	
TOTAL (D)					0.00
(E) COSTO UNITARIO DIRECTO (A+B+C+D)					5792.22
COS	(F) GASTOS GENERALES	5 %			
TO	(G) IMPREVISTOS	5 %			
INDI	(H) UTILIDADES	15 %			
RECT.	(I) GASTOS DE FINANCIAMIENTO Y CONTRACTUALES	5 %			
(J) TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS				30 %	1737.66
PRECIO UNITARIO TOTAL S/.					7529.88
PRECIO ADOPTADO S/.					7530

PROYECTO	:RELLENO SANITARIO " CHONTA-CRUZ "		
OBRA	:TESIS DE GRADO		RENDIMIENTO :
			0.15 h/U
RUBRO No :	CONCEPTO :	REPOSICION CON SUELO PERMEABLE	UNIDAD :
19 :	(EXCAVACION Y CARGADA)		MS/KM
(A) MATERIALES	UNIDAD D:	PRECIO	CANTIDAD
	MEDIDA	UNITARIO	COSTO
			TOTAL
1 :			0.00
2 :			0.00
3 :			0.00
4 :			0.00
5 :			0.00
TOTAL (A)			0.00
(B) MAND DE OBRA	No :	SALARIO	RENDIMIEH.:
	TRABAJ.	REAL	h/U
			COSTO
			TOTAL
1 :	OPERADOR DE RETROEXCAVADORA	1	2311.90
2 :	CHOFER	1	1561.64
3 :	AYUDANTE DE OPERADOR	1	1478.00
4 :			0.15
5 :			0.00
TOTAL (B)			792.82
(C) EQUIPO	NUMERO	COSTO	RENDIMIEH.:
	UNIDAD	HORARIO	POR HORA
			COSTO
			TOTAL
1 :	RETROEXCAVADORA	1	45000.00
2 :	VOLQUETA	1	35000.00
3 :			0.15
4 :			0.00
TOTAL (C)			11851.85
(D) TRANSPORTE	DIST. (Km)	COST./Km	CANTIDAD
			COSTO TOTA:
1 :			0.00
TOTAL (D)			0.00
(E) COSTO UNITARIO DIRECTO (A+B+C+D)			12644.67
COS :	(F) GASTOS GENERALES	5 %	
TO :	(G) IMPREVISTOS	5 %	
INDI :	(H) UTILIDADES	15 %	
RECT.:	(I) GASTOS DE FINANCIAMIENTO Y CONTRACTUALES	5 %	
(J) TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS			30 %
			3793.40
PRECIO UNITARIO TOTAL S/.			16438.07
PRECIO ADOPTADO S/.			16438

PROYECTO : RELLENO SANITARIO " CHONTA-CRUZ "
OBRA : TESIS DE GRADO

RENDIMIENTO : 0.04 h/U

RUBRO No :		CONCEPTO :		TRAMO CORTO PVC D= 100 MM. , L= 0.60 m.		UNIDAD :
		20				U
(A) MATERIALES		UNIDAD D/	PRECIO	CANTIDAD	COSTO	
		MEDIDA	UNITARIO		TOTAL	
1	TUBO PVC ø= 100 MM.	ML	5333.33	0.60	3200.00	
2					0.00	
3					0.00	
4					0.00	
5					0.00	
T O T A L (A)					3200.00	
(B) MANO DE OBRA		No :	SALARIO	RENDIMIEN.	COSTO	
		TRABAJ.	REAL	h/U	TOTAL	
1	ALBARIL	1	1592.00	0.04	63.68	
2	PEON	1	1421.00	0.04	56.84	
3				0.04	0.00	
4				0.04	0.00	
5						
T O T A L (B)					120.52	
(C) EQUIPO		NUMERO	COSTO	RENDIMIEN.	COSTO	
		UNIDAD	HORARIO	POR HORA	TOTAL	
1				0.04	0.00	
2				0.04	0.00	
3				0.04	0.00	
4	HERRAMIENTAS MANUALES 5% (MANO DE OBRA)				6.03	
T O T A L (C)					6.03	
(D) TRANSPORTE		DIST.(Km)	COST./Km	CANTIDAD	COSTO TOTAL	
1					0.00	
T O T A L (D)					0.00	
(E) COSTO UNITARIO DIRECTO (A+B+C+D)					3326.55	
COS	(F) GASTOS GENERALES	5 %				
TO	(G) IMPREVISTOS	5 %				
INDI	(H) UTILIDADES	15 %				
RECT.	(I) GASTOS DE FINANCIAMIENTO Y CONTRACTUALES	5 %				
(J) TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS					997.96	
PRECIO UNITARIO TOTAL S/.					4324.51	
PRECIO ADOPTADO S/.					4325	

PROYECTO : RELLENO SANITARIO " CHONTA-CRUZ "
OBRA : TESIS DE GRADO

RENDIMIENTO : 0.05 h/U

RUBRO No :	CONCEPTO :	TRAMO	UNIDAD D:	PRECIO	CANTIDAD	COSTO
21 :	TRAMO CORTO PVC D= 160 MM. , L= 0.60 m.		MEDIDA	UNITARIO		TOTAL
(A) MATERIALES						
1 :	TUBO PVC φ= 160 MM.		ML	6666.67	0.60	4000.00
2 :						0.00
3 :						0.00
4 :						0.00
5 :						0.00
TOTAL (A)						4000.00
(B) MANO DE OBRA						
			Nº	SALARIO	RENDIMIEN.	COSTO
			TRABAJ.	REAL	h/U	TOTAL
1 :	ALBAÑIL		1	1592.00	0.05	79.60
2 :	PEON		1	1421.00	0.05	71.05
3 :					0.05	0.00
4 :					0.05	0.00
5 :						
TOTAL (B)						150.65
(C) EQUIPO						
			NUMERO	COSTO	RENDIMIEN.	COSTO
			UNIDAD	HORARIO	POR HORA	TOTAL
1 :					0.05	0.00
2 :					0.05	0.00
3 :					0.05	0.00
4 :	HERRAMIENTAS MANUALES 5% (MANO DE OBRA)					7.53
TOTAL (C)						7.53
(D) TRANSPORTE						
			DIST. (Km)	COST./Km	CANTIDAD	COSTO TOTAL
1 :						0.00
TOTAL (D)						0.00
(E) COSTO UNITARIO DIRECTO (A+B+C+D)						4158.18
COS :	(F) GASTOS GENERALES			5 %		
TO :	(G) IMPREVISTOS			5 %		
INDI :	(H) UTILIDADES			15 %		
RECT. :	(I) GASTOS DE FINANCIAMIENTO Y CONTRACTUALES			5 %		
(J) TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS						1247.45
PRECIO UNITARIO TOTAL S/.						5405.64
PRECIO ADOPTADO S/.						5406

PROYECTO : RELLENO SANITARIO " CHONTA-CRUZ "
OBRA : TESIS DE GRADO RENDIMIENTO : 0.20 h/U

RUBRO No :	CONCEPTO :	UNIDAD D/ MEDIDA	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	COSTO TOTAL
22	ACCESORIOS PVC (TEES, CODOS)				
					UNIDAD : U
(A) MATERIALES					
1	ACCESORIOS	U	8000.00	1.00	8000.00
2					0.00
3					0.00
4					0.00
5					0.00
T O T A L (A)					8000.00
(B) MANO DE OBRA					
		No : TRABAJ.	SALARIO REAL	RENDIMIEN. h/U	COSTO TOTAL
1	ALBARIL	1	1592.00	0.20	318.40
2	PEON	1	1421.00	0.20	284.20
3				0.20	0.00
4				0.20	0.00
5					
T O T A L (B)					602.60
(C) EQUIPO					
		NUMERO UNIDAD	COSTO HORARIO	RENDIMIEN. POR HORA	COSTO TOTAL
1				0.20	0.00
2				0.20	0.00
3				0.20	0.00
4	HERRAMIENTAS MANUALES 5% (MANO DE OBRA)				30.13
T O T A L (C)					30.13
(D) TRANSPORTE					
		DIST.(Km)	COST./Km	CANTIDAD	COSTO TOTAL
1					0.00
T O T A L (D)					0.00
(E) COSTO UNITARIO DIRECTO (A+B+C+D)					8632.73
COS	(F) GASTOS GENERALES				5 %
TO	(G) IMPREVISTOS				5 %
INDI	(H) UTILIDADES				15 %
RECT.	(I) GASTOS DE FINANCIAMIENTO Y CONTRACTUALES				5 %
(J) TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS					2589.82
PRECIO UNITARIO TOTAL S/.					11222.55
PRECIO ADOPTADO S/.					11223

PROYECTO : RELLENO SANITARIO " CHONTA-CRUZ "
OBRA : TESIS DE GRADO

RENDIMIENTO : 0.08 h/U

RUBRO N° : 23 | CONCEPTO : TUBERIA PVC D= 100 MM. PERFORADA | UNIDAD : ML

(A) MATERIALES	UNIDAD D/ MEDIDA	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	COSTO TOTAL
1 TUBO	ML	6333.33	1.00	6333.33
2				0.00
3				0.00
4				0.00
5				0.00
T O T A L (A)				6333.33

(B) MANO DE OBRA	N° : TRABAJ.	SALARIO REAL	RENDIMIEN. h/U	COSTO TOTAL
1 ALBANIL	1	1592.00	0.08	127.36
2 PEDN	1	1421.00	0.08	113.68
3			0.08	0.00
4			0.08	0.00
5				
T O T A L (B)				241.04

(C) EQUIPO	NUMERO UNIDAD	COSTO HORARIO	RENDIMIEN. POR HORA	COSTO TOTAL
1			0.08	0.00
2			0.08	0.00
3			0.08	0.00
4 HERRAMIENTAS MANUALES 5% (MANO DE OBRA)				12.05
T O T A L (C)				12.05

(D) TRANSPORTE	DIST. (Km)	COST./Km	CANTIDAD	COSTO TOTAL
1				0.00
T O T A L (D)				0.00

(E) COSTO UNITARIO DIRECTO (A+B+C+D) : 6586.43

COS	(F) GASTOS GENERALES	5 %	
TO	(G) IMPREVISTOS	5 %	
INDI	(H) UTILIDADES	15 %	
RECT.	(I) GASTOS DE FINANCIAMIENTO Y CONTRACTUALES	5 %	

(J) TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS : 1975.93

PRECIO UNITARIO TOTAL S/. : 8562.35

PRECIO ADOPTADO S/. : 8562

PROYECTO : RELLENO SANITARIO " CHONTA-CRUZ "
OBRA : TESIS DE GRADO

RENDIMIENTO : 0.40 h/U

RUBRO N° : 24 | CONCEPTO : PAREDES CON LISTON Y TABLA EN LETRINA SANITARIA | UNIDAD : M2

(A) MATERIALES		UNIDAD D/ MEDIDA	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	COSTO TOTAL
1	TABLAS	U	1700.00	1.11	1888.89
2	LISTONES	ML	800.00	1.33	1066.67
3	CLAVOS	KG	1800.00	0.20	360.00
4					0.00
5					0.00
TOTAL (A)					3315.56

(B) MANO DE OBRA		N° TRABAJ.	SALARIO REAL	RENDIMIEN. h/U	COSTO TOTAL
1	ALBANIL	1	1592.00	0.40	636.80
2	PEON	2	1421.00	0.40	1136.80
3				0.40	0.00
4				0.40	0.00
5					
TOTAL (B)					1773.60

(C) EQUIPO		NUMERO UNIDAD	COSTO HORARIO	RENDIMIEN. POR HORA	COSTO TOTAL
1				0.40	0.00
2				0.40	0.00
3				0.40	0.00
4	HERRAMIENTAS MANUALES 5% (MANO DE OBRA)				88.68
TOTAL (C)					88.68

(D) TRANSPORTE		DIST. (Km)	COST./Km	CANTIDAD	COSTO TOTAL
1					0.00
TOTAL (D)					0.00

(E) COSTO UNITARIO DIRECTO (A+B+C+D) : 5177.84

COS	(F) GASTOS GENERALES	5 %	
TD	(G) IMPREVISTOS	5 %	
INDI	(H) UTILIDADES	15 %	
RECT.	(I) GASTOS DE FINANCIAMIENTO Y CONTRACTUALES	5 %	

(J) TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS : 30 % : 1553.35

PRECIO UNITARIO TOTAL S/. : 6731.19

PRECIO ADOPTADO S/. : 6731

PROYECTO : RELLENO SANITARIO " CHONTACRUZ "
OBRA : TESIS DE GRADO

RENDIMIENTO : 2.67 h/U

RUBRO No :		CONCEPTO :		UNIDAD :	
25		TAPAS DE HORMIGON DE 60 x 60 cm.		U	
(A) MATERIALES		UNIDAD D	PRECIO	CANTIDAD	COSTO
		MEDIDA	UNITARIO		TOTAL
1	HORMIGON SIMPLE f'c = 180 Kg/cm ²	GLOBAL			6548.91
2	HIERRO CORRUGADO $\phi=12$ mm.	GLOBAL			4000.00
3					0.00
4					0.00
5					0.00
T O T A L (A)					10548.91
(B) MANO DE OBRA		No :	SALARIO	RENDIMIEN.	COSTO
		TRABAJ.	REAL	h/U	TOTAL
1	ALBANIL	1	1592.00	2.67	4245.33
2	PEON	1	1421.00	2.67	3789.33
3				2.67	0.00
4					
5					
T O T A L (B)					8034.67
(C) EQUIPO		NUMERO	COSTO	RENDIMIEN.	COSTO
		UNIDAD	HORARIO	POR HORA	TOTAL
1					0.00
2					0.00
3					0.00
4	HERRAMIENTAS MANUALES 5% (MANDO DE OBRA)				401.73
T O T A L (C)					401.73
(D) TRANSPORTE		DISTANC.	COSTO U.	CANTIDAD	COSTO
		Km	POR Km		TOTAL
1					0.00
T O T A L (D)					0.00
(E) COSTO UNITARIO DIRECTO (A+B+C+D)					10985.31
CDS	(F) GASTOS GENERALES	5 %			
TO	(G) IMPREVISTOS	5 %			
INDI	(H) UTILIDADES	15 %			
RECT.	(I) GASTOS DE FINANCIAMIENTO Y CONTRACTUALES	5 %			
(J) TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS					5695.59
PRECIO UNITARIO TOTAL S/.					24680.90
PRECIO ADOPTADO S/.					24681

PROYECTO :RELLENO SANITARIO " CHONTACRUZ "
OBRA :TESIS DE GRADO

RENDIMIENTO : 0.89 h/U

RUBRO No : {CONCEPTO : ESTRUCTURA METALICA PARA CASETA DE GUARDIAN UNIDAD :
26 { M2

(A) MATERIALES	UNIDAD D/ MEDIDA	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	COSTO TOTAL
1 ESTRUCTURA METALICA (INCLUYE CONFECCION Y PINTURA)	GLOBAL	10000.00	1.00	10000.00
2				0.00
3				0.00
4				0.00
5				0.00

TOTAL (A) 10000.00

(B) MANO DE OBRA	No : TRABAJ.	SALARIO REAL	RENDIMIEN. h/U	COSTO TOTAL
1 INSTALADOR	1	1732.35	0.89	1539.87
2 AYUDANTE	1	1478.00	0.89	1313.78
3			0.89	0.00
4				
5				

TOTAL (B) 2853.64

(C) EQUIPO	NUMERO UNIDAD	COSTO HORARIO	RENDIMIEN. POR HORA	COSTO TOTAL
1				0.00
2				0.00
3				0.00
4 HERRAMIENTAS MANUALES 5% (MANO DE OBRA)				142.68

TOTAL (C) 142.68

(D) TRANSPORTE	DISTANC. Km	COSTO U. POR Km	CANTIDAD	COSTO TOTAL
1				0.00

TOTAL (D) 0.00

(E) COSTO UNITARIO DIRECTO (A+B+C+D) 12996.33

COS (F) GASTOS GENERALES	5 %	
TO (G) IMPREVISTOS	5 %	
INDI (H) UTILIDADES	15 %	
RECT. (I) GASTOS DE FINANCIAMIENTO Y CONTRACTUALES	5 %	

(J) TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS 30 % 3898.90

PRECIO UNITARIO TOTAL S/. 16895.22

PRECIO ADOPTADO S/. 16895

PROYECTO :RELLENO SANITARIO " CHONTACRUZ "
OBRA :TESIS DE GRADO

RENDIMIENTO : 1.78 h/U

RUBRO No : 27 : CONCEPTO : CONTRAPIESOS DE HORMIGON f'c= 140 Kg/cm², AGREGADO GRUESO 38 mm UNIDAD : M3

(A) MATERIALES	UNIDAD O MEDIDA	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	COSTO TOTAL
1 CEMENTO ROCAFUERTE	SACO	9292.00	6.10	56681.20
2 ARENA GRUESA	M3	15000.00	0.40	6045.00
3 BRAVA	M3	15000.00	0.81	12150.00
4 AGUA	M3	500.00	0.21	105.00
5				0.00

TOTAL (A) : 74981.20

(B) MANO DE OBRA	No : TRABAJ.	SALARIO REAL	RENDIMIEN. h/U	COSTO TOTAL
1 PEON	4	1421.00	1.78	10104.89
2 ALBARIL	1	1592.00	1.78	2830.22
3				0.00
4				
5				

TOTAL (B) : 12935.11

(C) EQUIPO	NUMERO UNIDAD	COSTO HORARIO	RENDIMIEN. POR HORA	COSTO TOTAL
1				0.00
2				0.00
3				0.00
4 HERRAMIENTAS MANUALES 5% (MANO DE OBRA)				646.76

TOTAL (C) : 646.76

(D) TRANSPORTE	DISTANC. Km	COSTO U. POR Km	CANTIDAD	COSTO TOTAL
1				0.00

TOTAL (D) : 0.00

(E) COSTO UNITARIO DIRECTO (A+B+C+D) : 82563.07

COS	(F) GASTOS GENERALES	5 %	
TO	(G) IMPREVISTOS	5 %	
INDI	(H) UTILIDADES	15 %	
RECT.	(I) GASTOS DE FINANCIAMIENTO Y CONTRACTUALES	5 %	

(J) TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS : 26568.92

PRECIO UNITARIO TOTAL S/. : 115131.99

PRECIO ADOPTADO S/. : 115132

PROYECTO : RELLENO SANITARIO " CHONTACRUZ "

OBRA : TESIS DE GRADO

RENDIMIENTO :

4.00 h/U

RUBRO No :	CONCEPTO :	ADQUISICION Y COLOCACION DE TASA EN LETRINA	UNIDAD :		
28	INCLUYE COLOCACION DE CODO Y TUBO HASTA POZO		U		
(A) MATERIALES	UNIDAD D/ MEDIDA	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	COSTO TOTAL	
1	TASA EDESA (COLOR BLANCO)	U	98500.00	1.00	98500.00
2	CODO PVC 4" (45°)	U	8000.00	1.00	8000.00
3	TUBO PVC 4"	U	16000.00	1.00	16000.00
4					0.00
5					0.00
TOTAL (A)				122500.00	
(B) MANO DE OBRA	No. TRABAJ.	SALARIO REAL	RENDIMIEN. h/U	COSTO TOTAL	
1	PEON	1	1421.00	4.00	5684.00
2	ALBANIL	1	1592.00	4.00	6368.00
3					0.00
4					
5					
TOTAL (B)				12052.00	
(C) EQUIPO	NUMERO UNIDAD	COSTO HORARIO	RENDIMIEN. POR HORA	COSTO TOTAL	
1				0.00	
2				0.00	
3				0.00	
4	HERRAMIENTAS MANUALES 5% (MANO DE OBRA)			602.60	
TOTAL (C)				602.60	
(D) TRANSPORTE	DISTANC. Km	COSTO U. POR Km	CANTIDAD	COSTO TOTAL	
1				0.00	
TOTAL (D)				0.00	
(E) COSTO UNITARIO DIRECTO (A+B+C+D)				135154.60	
COS	(F) GASTOS GENERALES	5 %			
TO	(G) IMPREVISTOS	5 %			
INDI	(H) UTILIDADES	15 %			
RECT.	(I) GASTOS DE FINANCIAMIENTO Y CONTRACTUALES	5 %			
(J) TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS				40546.38	
PRECIO UNITARIO TOTAL S/.				175700.98	
PRECIO ADOPTADO S/.				175701	

UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

359

PROYECTO : RELLENO SANITARIO " CHONTA-CRUZ "
OBRA : TESIS DE GRADO

RENDIMIENTO : 1.33 h/U

RUBRO No :	CONCEPTO :	UNIDAD D:	PRECIO	CANTIDAD	COSTO
29 :	TAPA SANITARIA (INCLUYE COLOCACION)	MECIDA :	UNITARIO		TOTAL
UNIDAD :					
U					
(A)	MATERIALES				
1	TAPA SANITARIA	U	65000.00	1.00	65000.00
2					0.00
3					0.00
4					0.00
5					0.00
TOTAL (A)					65000.00
(B)	MANO DE OBRA	No :	SALARIO	RENDIMIEN.	COSTO
		TRABAJ.	REAL	h/U	TOTAL
1	PEON	1	1421.00	1.33	1894.67
2	ALBAÑIL	1	1592.00	1.33	2122.67
3					0.00
4					
5					
TOTAL (B)					4017.33
(C)	EQUIPO	NUMERO	COSTO	RENDIMIEN.	COSTO
		UNIDAD	HORARIO	POR HORA	TOTAL
1					0.00
2					0.00
3					0.00
4	HERRAMIENTAS MANUALES 5% (MANO DE OBRA)				200.87
TOTAL (C)					200.87
(D)	TRANSPORTE	DISTANC.	COSTO U.	CANTIDAD	COSTO
		Km	POR Km		TOTAL
1					0.00
TOTAL (D)					0.00
(E) COSTO UNITARIO DIRECTO (A+B+C+D)					69218.20
COS	(F) GASTOS GENERALES				5 %
TO	(G) IMPREVISTOS				5 %
INDI	(H) UTILIDADES				15 %
RECT.	(I) GASTOS DE FINANCIAMIENTO Y CONTRACTUALES				5 %
(J) TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS					20765.46
PRECIO UNITARIO TOTAL S/.					89983.66
PRECIO ADOPTADO S/.					89984

PROYECTO :RELLENO SANITARIO " CHONTA-CRUZ "
OBRA :TESIS DE GRADO

RENDIMIENTO : 1.33 h/U

RUBRO No :	CONCEPTO :	UNIDAD D/ MEDIDA :	PRECIO UNITARIO :	CANTIDAD :	COSTO TOTAL :
30	RELLENO SIN COMPACTAR				
					M3
(A) MATERIALES					
1					0.00
2					0.00
3					0.00
4					0.00
5					0.00
T O T A L (A)					0.00
(B) MANO DE OBRA					
	No :	SALARIO REAL	RENDIMIEN. h/U	COSTO TOTAL	
1	PEON	1421.00	1.33	1894.67	
2				0.00	
3				0.00	
4					
5					
T O T A L (B)					1894.67
(C) EQUIPO					
	NUMERO UNIDAD	COSTO HORARIO	RENDIMIEN. POR HORA	COSTO TOTAL	
1				0.00	
2				0.00	
3				0.00	
4	HERRAMIENTAS MANUALES 5% (MANO DE OBRA)			94.73	
T O T A L (C)					94.73
(D) TRANSPORTE					
	DISTANC. Km	COSTO U. POR Km	CANTIDAD	COSTO TOTAL	
1				0.00	
T O T A L (D)					0.00
(E) COSTO UNITARIO DIRECTO (A+B+C+D)					1989.40
(F) GASTOS GENERALES 5 %					
(G) IMPREVISTOS 5 %					
(H) UTILIDADES 15 %					
(I) GASTOS DE FINANCIAMIENTO Y CONTRACTUALES 5 %					
(J) TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS 30 %					596.82
PRECIO UNITARIO TOTAL S/.					2586.22
PRECIO ADOPTADO S/.					2586

PRESUPUESTO TOTAL
PROYECTO: RELLENO SANITARIO "CHONTA-CRUZ"

A. OBRAS COMPLEMENTARIAS

A.1. CERCO PERIMETRAL

RUBRO	CONCEPTO	UNIDAD	P.UNITARIO	CANTIDAD	P.TOTAL
07	CERCO DE ALAMBRE (4 HILOS) Y POSTE DE HORMIGON (0.15x0.15x2m) INCLUYE MALLA DE GALLINERO h=0.60 m.	ML	28717.546	2137.50	61383754.6
16	PUERTA DE INGRESO CON TUBO GALVANIZADO ?=2" Y MALLA	U	294764.256	1.00	294764.3
TOTAL A.1. =					61678518.8

A.2. GALPON PARA GUARDAR MAQUINARIA

RUBRO	CONCEPTO	UNIDAD	P.UNITARIO	CANTIDAD	P.TOTAL
09	REPLANTEO SIN EQUIPO DE TOPOGRAFIA	M2	39.402	70.00	2758.1
10	EXCAVACION CLASE B (A MANO)	M3	5172.440	12.60	65172.7
11	HORMIGON SIMPLE f'c=210 kg/cm?	M3	198823.278	12.82	2548914.4
12	SUMINISTRO-CORTADA-DOBLADA Y ARMADA DE HIERRO	KG	2141.000	1476.87	3161980.2
13	CONFECCION Y COLOCACION DE ESTRUCTURA METALICA	M2	30781.000	77.00	2370137.0
14	COLOCACION DE ETERNIT	M2	18865.687	79.10	1492275.8
17	MAMPOSTERIA DE LADRILLO DE 10x13x30	M2	15298.725	96.00	1468677.6
18	REVESTIDO Y PULIDO	M2	7529.880	192.00	1445736.9
TOTAL A.2. =					12555652.7

A.3. CASETA PARA GUARDIAN

RUBRO	CONCEPTO	UNIDAD	P.UNITARIO	CANTIDAD	P.TOTAL
09	REPLANTEO SIN EQUIPO DE TOPOGRAFIA	M2	39.402	9.00	354.6
10	EXCAVACION CLASE B (A MANO)	M3	5172.440	1.08	5586.2
15	REPLANTILLO DE PIEDRA	M3	20230.028	0.36	7282.8
17	MAMPOSTERIA DE LADRILLO DE 10x13x30	M2	15298.725	37.80	578291.8
26	ESTRUCTURA METALICA PARA CASETA	M2	16895.225	9.00	152057.0
08	HORMIGON SIMPLE f'c= 180 Kg/cm? EN MESON	M3	181914.044	0.11	20010.5
14	COLOCACION DE ETERNIT	M2	18865.687	9.00	169791.2
18	REVESTIDO Y PULIDO	M2	7529.880	75.60	569258.9
27	CONTRAPISOS DE HORMIGON f'c= 140 Kg/cm?, AGREGADO GRUESO 38 mm	M3	115131.987	0.90	103618.8
TOTAL A.3. =					1606251.9

A.4. LETRINA SANITARIA

RUBR	CONCEPTO	UNIDAD	P.UNITARIO	CANTIDAD	P.TOTAL
09	REPLANTEO SIN EQUIPO DE TOPOGRAFIA	M2	39.402	4.33	170.6
10	EXCAVACION CLASE B (A MANO)	M3	5172.440	7.86	40655.4
27	CONTRAPISO DE HORMIGON f'c= 140 Kg/cm?	M3	115131.987	0.26	29934.3
28	ADQUISICION Y COLOCACION DE TASA EN LETRINA INCLUYE COLOCACION DE CODO Y TUBO HASTA POZO	U	175700.980	1.00	175701.0
24	PAREDES CON LISTON Y TABLA EN LETRINA SANITARIA	M2	6731.186	15.52	104468.0
14	COLOCACION DE ETERNIT	M2	18865.687	3.39	63954.7
TOTAL A.4. =					414884.0

A.5. CANAL PARA DESVIO DE QUEBRADA

RUBR	CONCEPTO	UNIDAD	P.UNITARIO	CANTIDAD	P.TOTAL
31	REPLANTEO Y NIVELACION CON EQUIPO DE TOPOGRAFIA	KM	162163.000	0.60	97297.8
10	EXCAVACION CLASE B (A MANO)	M3	5172.440	180.00	931039.2
08	HORMIGON SIMPLE f'c=180 kg/cm?	M3	181914.044	84.00	15280779.7
TOTAL A.5. =					18309116.7
TOTAL A. COSTO TOTAL DE OBRAS COMPLEMENTARIAS = A.1. + A.2. + A.3. + A.4. + A.5. =					92564424.1

B. FOSA SEPTICA Y DREN DESDE EL RELLENO HASTA LA MISMA

RUBR	CONCEPTO	UNIDAD	P.UNITARIO	CANTIDAD	P.TOTAL
09	REPLANTEO SIN EQUIPO DE TOPOGRAFIA	M2	39.402	261.20	10291.8
10	EXCAVACION CLASE B A MANO (EN CANAL DESDE RELLENO A LA FOSA)	M3	5172.440	86.40	446898.8
02	EXCAVACION CLASE B CON RETROEXCAVADORA (EN FOSA Y CAMPO DE INFIL)	M3	2037.543	477.77	973476.8
19	REPOSICION CON SUELO PERMEABLE (EXCAVACION Y CARGADA)	M3/KM	16438.074	460.00	7561514.2
08	HORMIGON SIMPLE f'c=180 kg/cm?	M3	181914.044	5.12	931399.9
12	SUMINISTRO-CORTADA-DOBLADA Y ARMADA DE HIERRO	KG	2141.000	613.76	1314056.9
20	TRAMO CORTO PVC D= 100 MM. , L= 0.60 m.	U	4324.510	2.00	8649.0
21	TRAMO CORTO PVC D= 160 MM. , L= 0.60 m.	U	5405.637	2.00	10811.3
22	ACCESORIOS PVC (TEES, CODOS)	U	11222.549	6.00	67335.3
23	TUBERIA PVC D= 100 MM. PERFORADA	ML	8562.353	92.00	787736.5
29	TAPA SANITARIA (INCLUYE COLOCACION)	U	89983.660	2.00	179967.3
15	COLOCACION DE MATERIAL GRANULAR EN DREN PARA LIXIVIADOS (INCLUYE LA COLOCACION DE RAMAS SECAS)	M3	20230.028	43.2	873937.2
30	RELLENO SIN COMPACTAR	M3	2586.22	43.2	111724.7
					13277799.8

BIBLIOGRAFIA

- JARAMILLO Jorge., Guía para el Diseño, Construcción y Operación de Rellenos Sanitarios Manuales, Programa de Salud Ambiental, Serie Técnica Nro. 28, Washington, D.C., Septiembre de 1991. Adaptación y Edición Francisco Zepeda.
- TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS URBANOS, Preparado por el Institute For Solid Wastes Of American Public Works Association, Traducido al Español por Francisco Sanabria Celis, Instituto de Estudios de Administración Local, Madrid, 1976.
- WITT M. Vicente Eng., Coordinador Internacional, Lixo e Limpeza Pública, Universidad de Sao Paulo, Facultad de Higiene e Saúde Pública.
- DESARROLLO NACIONAL AMERICA LATINA, Recuperación de Recursos de los Desechos Municipales, por Sandra Jonhson Cointreu, Agosto 1984.
- PLAN NACIONAL DE RELLENOS SANITARIOS EN EL ECUADOR, Biblioteca Fundación NATURA.
- PRINCIPALES PROBLEMAS DE SALUD PUBLICA Y SANEAMIENTO DEL ECUADOR, Fundación NATURA - AID.
- DESARROLLO NACIONAL, El manejo de desperdicios sólidos, por Olivier Grendjeon, Octubre 1981.
- ENGRACIA DE OLIVEIRA Walter Ing., Implicaciones Socio Económicas Ambientales y Salud de los Residuos Solidos, Programa Regional OPS/EMP/CEPIS de Mejoramiento de los Servicios de Aseo Urbano, Julio 1982.
- ESTUDIO DE LA RECOLECCION, TRANSPORTE Y DISPOSICION FINAL DE LOS RESIDUOS SOLIDOS EN LA CIUDAD DE LOJA, Tesis UTPL, 1988.⁹