ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

"REDISEÑO DE RELLENO SANITARIO MANCOMUNADO PARA LOS MUNICIPIOS DE SANTA ANA, 24 DE MAYO Y OLMEDO"

PROYECTO DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO CIVIL

Presentado por:

ALVARO VICENTE CEDEÑO MENDOZA

GARY OSWALDO LOOR ESCOBAR

GUAYAQUIL-ECUADOR

2018

DEDICATORIA

Dios por permitirme estar vivo y por haber puesto en mi vida a aquellas personas que fueron pilares fundamentales y compañía en mi vida. A mi madre, principalmente por darme la vida, por su amor incondicional, por confiar en mí y por brindarme siempre su apoyo. A mi padre, por su gran ejemplo como persona trabajadora y su capacidad para liderar.

A mis familiares, amigos cercanos y novia que siempre están al pendiente de todo lo que me sucede.

Álvaro Vicente Cedeño Mendoza

DEDICATORIA

A Dios por permitirme llegar hasta este punto y haberme dado salud y sabiduría para culminar esta etapa.

A mis padres Gary y Martha, por los ejemplos constantes de perseverancia, dedicación y superación; por depositar en mí la confianza para emprender este reto. A mi novia Sammy, por ser un apoyo constante en los buenos y malos momentos.

A mis hermanos, familiares y amigos por sus palabras de aliento y momentos inolvidables que hemos pasado a lo largo de nuestra vida estudiantil.

Gary Oswaldo Loor Escobar.

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica del Litoral, al PhD. Miguel Ángel Chávez, por su constante ayuda, predisposición y colaboración a lo largo del proyecto, además de la formación profesional brindada por la Facultad de Ciencias de la Tierra junto los valores éticos y profesionales que debemos aplicar en el ámbito laboral.

Álvaro Vicente Cedeño Mendoza

Gary Oswaldo Loor Escobar

TRIBUNAL DEL PROYECTO

PhD. Hugo Eguez
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

PhD. Miguel Ángel Chávez Moncayo
DIRECTOR DE MATERIA INTEGRADORA

PhD. Miguel Ángel Chávez Moncayo
TUTOR DEL PROYECTO

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma, a la Escuela Superior Politécnica del Litoral"

(Reglamento de Exámenes y Títulos Profesionales de la ESPOL)

_____

Alvaro Vicente Cedeño Mendoza

_____

Gary Oswaldo Loor Escobar

RESUMEN

El presente trabajo de graduación se realizó teniendo en cuenta, un proyecto de relleno sanitario, que mediante consultoría se había formulado para la mancomunidad de los cantones Santa Ana, 24 de Mayo y Olmedo.

El mencionado proyecto no ha podido ser implementado diversas dificultades para su ejecución como la pequeña vida útil que iba a tener y operación que al parecer era poco práctica.

Por estas razones se efectuaron nuevos estudios, teniendo en cuenta la misma área de terreno que había sido asignada. El primer trabajo que se realizó fue un detallado levantamiento topográfico del área, seguido del estudio geotécnico, hidrológico y de estabilidad de taludes. A partir de las investigaciones, se llegó a determinar la necesidad de construir un dique de contención para implementar la primera etapa y lograr un notable incremento de la vida útil del relleno.

Se propone que la disposición final se realice por etapas dejando bermas, terrazas y taludes estables. Se verificó además que al final de la operación del relleno sanitario prevalezcan las condiciones de estabilidad de tal manera de que no existan riesgos de afectaciones ambientales.

Sin considerar la posibilidad de reducir las toneladas de disposición final, mediante el reciclaje y el compostaje la vida útil del relleno sanitario será por lo menos de 30 años. Si se implementan planes de aprovechamiento de los desechos sólidos la vida útil podría triplicarse o cuadruplicarse.

Los diseños que se plantean son tales que permiten la ampliación futura del relleno sanitario sin necesidad de construir instalaciones complementarias.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA II

DEDICATORIA III

AGRADECIMIENTO IV

TRIBUNAL DEL PROYECTO V

DECLARACIÓN EXPRESA VI

RESUMEN VII

ÍNDICE GENERAL IX

ABREVIATURAS XIV

SIMBOLOGÍA XVI

INDICE DE FIGURAS XXI

INDICE DE TABLAS XXIII

CAPÍTULO 1 25

INTRODUCCIÓN 25

1.1. Antecedentes. 26

1.2. Justificación. 28

1.3. Objetivos. 29

1.3.1 Objetivo General 29

1.3.2 Objetivos Específicos 29

1.4. Metodología de trabajo. 29

CAPÍTULO 2 31

ANÁLISIS Y REVISION DE LA INFORMACIÓN DISPONIBLE DEL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS. 31

2.1. Ubicación geográfica 32

2.3. Composición física de la basura. 40

CAPÍTULO 3 43

METODOLOGÍA. 43

3.1. Cálculo del caudal. 44

3.2. Método racional modificado de Temez. 45

3.3. Cálculo de producción de Lixiviados. 50

3.4. Proyección Poblacional. 55

3.5. Cálculo para obtener la cantidad de basura total en un día. 60

3.6. Parámetros de valoración para cálculo de volumen 66

3.6.1. Densidad de los desechos vertidos en el relleno sanitario. 66

3.7. Estudio de Suelos 69

3.7.1. Contenido de humedad 69

3.7.2. Análisis granulométrico 71

3.7.3. Límites de Atterberg. 72

3.7.3.1. Límite líquido (Wl) 73

3.7.3.2. Límite plástico. (Wp) 73

3.7.3.3. Índice de plasticidad. (Ip) 73

3.7.4. Clasificación USCS. 74

3.7.5. Prueba Proctor. 75
3.7.6. Ensayo de carga Triaxial 78
3.8. Estudio de impacto ambiental orientado al proyecto. 79
3.8.1. Antecedentes. 79
3.8.2. Marco legal. 80
3.8.2.1. Constitución de la República del Ecuador. 81
3.8.2.2. Ley de Gestión Ambiental. 81
3.8.2.3. Ley Orgánica Municipal. 91
3.8.2.4. Ley Orgánica de la Salud. 93
3.8.2.5. Reforma del Libro VI del TULS. 94
3.8.3. Línea Base. 98
3.8.4. Evaluación de impacto ambiental. 101
3.8.5. Matrices de Leopold. 102
3.8.5.1. Matriz de Intensidad. 102
3.8.5.2. Matriz de extensión. 103
3.8.5.3. Matriz de duración. 104
3.8.5.4. Matriz signo. 105
3.8.5.5. Matriz magnitud. 106
3.8.5.6. Matriz de reversibilidad. 108
3.8.5.7. Matriz de riesgo. 109
3.8.5.8. Matriz de valoración de impacto ambiental (VIA). 109
3.8.6. Plan de manejo ambiental. 112
3.8.6.1. Área de la obra. 113
3.8.6.2. Fase constructiva. 114
3.8.6.3. Medidas de mitigación de limpieza y desbroce. 116
3.8.6.4. Medidas de mitigación para el mantenimiento del material para reutilización. 117
3.8.6.5. Medidas de mitigación para las instalaciones provisionales. 118
3.8.6.6. Medidas de mitigación para la construcción del dique. 118
3.8.6.7. Medidas de mitigación para la utilización de maquinaria. 118

3.8.6.8. Medidas de mitigación para los desechos de combustible ... 119
3.8.6.9. Medidas de mitigación para el transporte de material suelto. 120
3.9. Metodología de la construcción. ... 121
3.9.1 Construcción del dique. ... 125
3.9.2 Construcción de las celadas de basura. ... 127
3.9.3 Construcción del sistema de drenaje. ... 131
3.9.4 Construcción del sistema de manejo de gases. ... 134
CAPÍTULO 4 ... 136
DISEÑO DEL RELLENO SANITARIO. ... 136
4.1 Área de construcción. ... 137
4.2 Diseño del dique ... 137
4.3 Diseño de la celda diaria, parámetros geométricos. ... 138
4.4 Diseño del canal de receptor de escorrentías. ... 139
4.5 Diseño del sistema de drenaje. ... 140
4.5.1 Manejo de lixiviados. ... 140
4.5.2 Manejo de gases. ... 141
4.6 Áreas de reciclaje y reciclaje. ... 141
4.7 Diseño del sistema de impermeabilización. ... 142
4.8 Construcciones complementarias. ... 143
4.8.1 Cerramiento perimetral. ... 143
4.8.2 Zona de protección. ... 143
4.8.3 Caseta de control. ... 144
4.9 Análisis de estabilidad de taludes. ... 144
4.9.1 Factor z para el diseño sísmico. ... 145

4.9.2 Análisis 1. 148
4.9.3 Análisis 2. 148
4.9.4 Análisis 3. 148
4.9.5 Análisis 4. 148

CAPITULO 5..... 154

RESULTADOS 154

5.1 Volumen necesario para el relleno sanitario. 155

5.2 Capacidad volumétrica disponible para la colocación de basura. 155

5.3 Volumen de corte del relleno sanitario. 160

5.4 Volumen de suelo granular. 165

5.5 Zona de reciclaje y compostaje 166

5.6 Tratamiento de lixiviados. 167

5.6.1 Piscina 1. 167
5.6.2 Piscina 2. 168
5.6.3 Piscina 3. 169

5.7 Evacuación de gases 170

5.8 Presupuesto de obra. 170

CAPITULO 6..... 173

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... 173

Conclusiones. 174

Recomendaciones..... 175

ANEXOS

BIBLIOGRAFÍA

ABREVIATURAS

EMMAI	Empresa Pública Mancomunada de Aseo Integral
IGM	Instituto Geográfico Militar
WGS84	World Geodetic System 84
INAMHI	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología
CLIRSEN	Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos
M034	Código de la Estación Meteorológica del cantón Santa Ana
INEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
ASTM	Asociación Americana de Ensayo de Materiales
USCS	Unified Soil Classification System
SNAP	Sistema Nacional de Áreas Protegidas

BVP	Bosques y Vegetación Protectora
PFE	Patrimonio Forestal del Estado
SUIA	Sistema Unificado de Información Ambiental
VIA	Valoración de impacto ambiental
RS	Relleno Sanitario
RSM	Residuos Sanitarios Municipales.
NEC	Norma Ecuatoriana de la Construcción

SIMBOLOGÍA

º	Grados (coordenadas)
’	Minutos (coordenadas)
’’	Segundos (coordenadas)
Po	Precipitación
T	Temperatura
H.R	Humedad relativa
ET	Evapotranspiración
Nb	Nubosidad
Vv	Velocidad de viento
%	Porcentaje
Q	Caudal
C	Escorrentía
I	Intensidad
A	Área de la cuenca

K	Coeficiente de uniformidad
Tc	Tiempo de concentración
L	Longitud del cauce mayor
S	Pendiente
Ka	Coeficiente de simultaneidad
Pd	Precipitación máxima diaria
P	Precipitación máxima corregida
Po	Umbral de escorrentía
CN	Número de curvatura
m	Metros
sg	Segundo
L	Cantidad de lixiviados
PE	Pluviometría del lugar: P-E
P	Pluviometría de caída
E	Escorrentía Superficial
Is	Infiltración de aguas subterráneas (flujo local)

Iss	Infiltración de aguas subterráneas (flujo regional)
Ie	Infiltración de aguas en zonas limítrofes al terreno
ETP	Evapotranspiración potencial: E+T
E	Evaporación
T	Transpiración
Af	Agua de fermentación
Amr	Absorción de capa de materiales de cobertura
Ars	Absorción de la masa de residuos vertidos
Kg	Kilogramos
Mm	Milímetros
Ha	Hectáreas
Ton	Toneladas
V	Volumen
ºC	Grados centígrados

Dc	Densidad compactada
Pt	Peso total diario de los desechos sólidos
W	Contenido de humedad
Ww	Peso del agua presente en la muestra de suelo
Ws	Peso del sólido existente en la muestra de suelo
No	Número
G	Gramo
Wl	Límite líquido
Wp	Límite plástico
Ip	Índice de plasticidad
OH	Orgánico con alto grado de Plasticidad
Yd	Densidad seca
W	Grado de humedad
Y	Energía aplicada en el suelo
N	Número de capas

N	Número de golpes por capa
P	Peso del martillo
cm	centímetro
Φ	Ángulo de fricción
C	Cohesión
σ1	Presión axial
σ3	Presión lateral
kPa	Kilo Pascales
∅	Diámetro
FS	Factor de seguridad
KN	Kilo Newton
Z	Aceleración sísmica
A1 y A2	Áreas de las secciones transversales
d	Distancia entre las secciones A1 y A2
TC	Tubería de conexión

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Metodología de trabajo 30
Figura 2.1 Ubicación del sitio de implantación 33
Figura 2.2 Vista satelital del terreno 34
Figura 2.3 Ingreso a la vía Lodana – Beldaco 36
Figura 3.1 Carta de plasticidad de suelos. 75
Figura 3.2 Gráfico densidad seca del suelo 77
Figura 3.3 Condiciones iniciales del terreno. 100
Figura 3.4 Perfil longitudinal del relleno sanitario y sus componentes. 123
Figura 3.5 Implantación general del relleno sanitario 124
Figura 3.6 Perfil frontal del dique 126
Figura 3.7 Perfil lateral del dique 126
Figura 3.8 Esquema de una celda diaria típica 127
Figura 3.9 Implantación de celdas diarias 129
Figura 3.10 Detalle de la celda tipo 1 130
Figura 3.11 Detalle de la celda tipo 2 130
Figura 3.12 Detalle de celda tipo 3 130
Figura 3.13 Perfil lateral de la piscina 2 132
Figura 3.14 Perfil frontal de la piscina 1 133
Figura 3.15 Perfil lateral de la piscina 1 133
Figura 3.16 Perfil transversal de la piscina 3 134
Figura 3.17 Detalle de chimenea 135
Figura 3.1 Zonas sísmicas en el Ecuador 146
Figura 1.2 Esquema inicial de la corrida 149
Figura 1.3 Ejecución de análisis 1, prueba sin sismo 150
Figura 1.4 Análisis 2. Prueba con aceleración sísmica de 0.3G 151
Figura 1.5 Análisis 3. Corrida con aceleración sísmica de 0.4G 152

Figura 1.6 Análisis 4. Prueba de estabilidad con aceleración sísmica de 0.5G 153
Figura 5.1 Detalle de la implementación de la capa de arena 166
Figura 5.2 Captura de pantalla del software AutoCAD Civil 3D con los datos de volúmenes de corte y relleno. 167
Figura 5.3 Vista frontal de la piscina 1 168

INDICE DE TABLAS

Tabla I. Coordenadas del sitio de implantación del proyecto. 33
Tabla II. Datos referenciales de las cartas topográficas. 34
Tabla III. Datos pluviométricos de la zona 38
Tabla IV. Estaciones meteorológicas cercanas a la zona 39
Tabla V. Localización de las estaciones meteorológicas cercanas 39
Tabla VI. Composición típica de los RSM 40
Tabla VII. Contenido de humedad típico de los RSM. 41
Tabla VIII. Determinación del contenido de humedad de la muestra. 42
Tabla IX. Análisis típico para RSM 42
Tabla X. Datos pluviométricos. 44
Tabla XI. Parámetros para el cálculo del caudal. 45
Tabla XII. Grupo hidrológico según el uso del suelo 49
Tabla XIII. Temperatura media mensual. 52
Tabla XIV. Tasa de crecimiento de los cantones. 55
Tabla XV. Proyección poblacional del cantón Olmedo 56
Tabla XVI. Proyección poblacional del cantón 24 de Mayo. 57
Tabla XVII. Proyección poblacional del cantón Santa Ana 58
Tabla XVIII. Producción de desechos cantón 24 de Mayo 59
Tabla XIX. Producción de desechos cantón Santa Ana 59
Tabla XX. Producción de desechos cantón Olmedo 59
Tabla XXI. Cantidad de basura total cantón Olmedo 61
Tabla XXII. Cantidad de basura total en un día cantón 24 de Mayo. 62
Tabla XXIII. Cantidad de basura total en un día cantón Santa Ana 63
Tabla XXIV. Cantidad de basura total de los tres cantones. 65
Tabla XXV. Rango de densidades de basura. 66
Tabla XXVI. Volumen establecido para cada año de estudio. 68

Tabla XXVII. Ubicación de las muestras de suelo tomadas. 69
Tabla XXVIII. Contenido de humedad 71
Tabla XXIX. Análisis granulométrico. 72
Tabla XXX. Límites de atterberg de las muestras tomadas. 74
Tabla XXXI. Energía de compactación del suelo. 77
Tabla XXXII. Matriz de intensidad EIA 103
Tabla XXXIII. Matriz de extensión EIA 104
Tabla XXXIV. Matriz de duración EIA 105
Tabla XXXV. Matriz signo EIA 106
Tabla XXXVI. Factores de matriz magnitud EIA 107
Tabla XXXVII. Matriz magnitud EIA 107
Tabla XXXVIII. Matriz de reversibilidad EIA 108
Tabla XXXIX. Matriz de riesgo EIA 109
Tabla XL. Factores de corrección de la matriz VIA 110
Tabla XLI. Matriz de valoración de impacto ambiental 111
Tabla XLII. Rangos de la matriz de evaluación 112
Tabla XLIII. Matriz VIA 112
Tabla XLIV. Costo de construcción de cada etapa del relleno sanitario 171
Tabla XLV. Presupuesto referencial de la obra. 172

CAPÍTULO 1
INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes.

Las diferentes actividades diarias de los seres humanos llevan consigo muchas repercusiones, ya sea en el ámbito social, económico, ambiental, político, educativo y tecnológico. Sin duda alguna, una de las consecuencias más importantes es la producción de desechos sólidos que está netamente ligada a la cultura de las personas y a la densidad poblacional de las ciudades, que para algunas representa un gran problema. Está claro que para localidades de gran tamaño la generación de basura será mayor que en una pequeña urbe.

De acuerdo con el Texto Unificado de Legislación Secundaria Medio Ambiental, estos residuos pueden ser cualquier objeto, sustancia o elemento consolidado, no peligroso, resultante del consumo o uso de un bien tanto en ocupaciones domésticas, comerciales, industriales o de servicios, que no tiene valor para quien lo genera, pero se lo puede transformar o aprovechar como un nuevo bien con valor económico.

Existen muchas maneras de tratar estos materiales, como la incineración, compostaje, reciclaje o disposición final en un botadero a cielo abierto. Ésta última es una de las actividades más antiguas y la que más se practica en la provincia de Manabí, pero no la más saludable con el medio ambiente porque es un potencial foco de enfermedades, criadero de fauna perjudicial para el ser humano y

donde la condición de vida de las personas que segregan los desperdicios se vuelve inhumana.

Una buena solución para esta problemática es la construcción de rellenos sanitarios ya que no representa peligro para la comunidad y su entorno natural mientras la obra se encuentra en ejecución. Para la realización de este proyecto es necesario emplear la ingeniería civil en su máxima expresión, debido a que es imprescindible tomar medidas para preservar las condiciones naturales de los suelos, aguas subterráneas; elaborar tratamiento de lixiviados, gases venenosos, control de olores y si las condiciones lo permiten, el aprovechamiento energético proveniente de la descomposición de la basura.

Los cantones de Santa Ana, 24 de Mayo y Olmedo representan un porcentaje importante del turismo de la provincia manabita, por ende, la tasa de producción de desechos va en aumento y sus botaderos ya no dan abasto por lo cual nace la necesidad de un relleno sanitario mancomunado que reciba los desechos sólidos de los cantones antes mencionados, constituyendo una solución amigable al medio ambiente que mitigue considerablemente el manejo de los desperdicios, para que luego de su vida útil ese espacio sea utilizado para una obra de beneficio público.

1.2. Justificación.

Ante el debido crecimiento poblacional y por consiguiente el incremento de desechos sólidos, es necesario implementar un nuevo plan de manejo y disposición final.

Debido a todos estos problemas es que nace la empresa pública municipal mancomunada de aseo integral de los cantones antes mencionados llamado ¨EMMAI-MANABI-CS-EP¨, que será capaz de gestionar de manera correcta la respectiva disposición de los cantones favorecidos.

Esto consistirá en la recolección, transporte, limpieza, tratamiento y disposición final de los residuos domésticos, industriales y urbanos, por lo que se planea la construcción de un centro mancomunado, que consiste en una planta de tratamiento de residuos inorgánicos y relleno sanitario.

Por lo que lo escrito anteriormente y teniendo en cuenta que el actual botadero administrado por dicha empresa está próximo a completar su capacidad, es de vital importancia implementar un relleno sanitario que asegure el correcto manejo y disposición de los desechos sólidos de los 3 cantones antes mencionados.

1.3. Objetivos.

1.3.1 Objetivo General

Diseñar un relleno sanitario mancomunado para los municipios de los cantones Santa Ana, 24 de Mayo y Olmedo.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Estudiar las condiciones topográficas, geológicas e hidrológicas del lugar de implantación del proyecto.
- Diseñar la celda diaria para el relleno sanitario.
- Establecer un buen manejo de lixiviados y gases generados por los desechos sólidos.
- Realizar el análisis de impacto ambiental de la obra con la ayuda de las matrices de valoración de impacto ambiental.
- Determinar el presupuesto referencial del proyecto.

1.4. Metodología de trabajo.

Para poder proseguir con el diseño del relleno sanitario se consideró la siguiente metodología, la cual comienza con el análisis de la información del campo, cuyo rediseño a realizar tendrá una vida útil tentativa de 30 años.

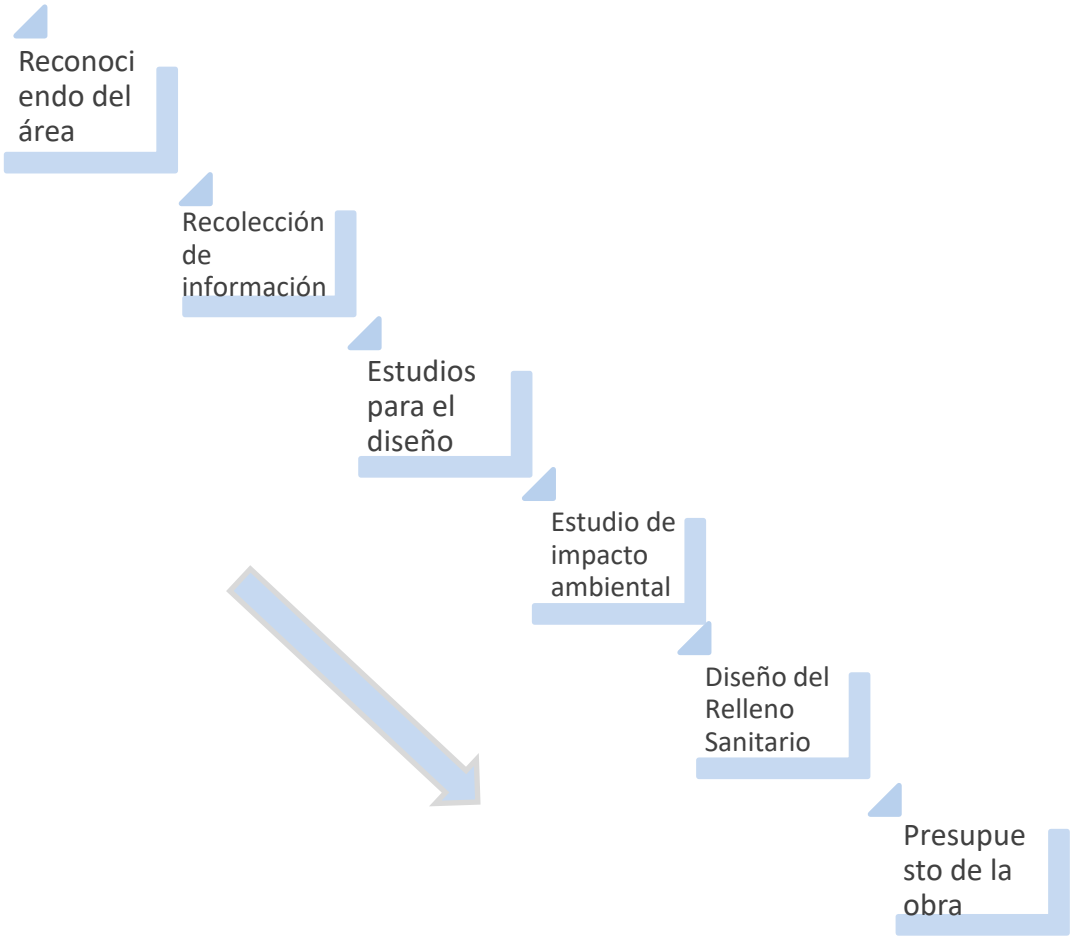


Figura 0.1 Metodología de trabajo
Fuente: Cedeño, A., Loor. G., 2018

CAPÍTULO 2

ANÁLISIS Y REVISION DE LA INFORMACIÓN DISPONIBLE DEL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS

1.5. Ubicación geográfica.

Se ha elegido un sitio principal para la disposición final, está ubicado por la vía Portoviejo – Santa Ana, en el sector llamado Lodana, localizado en el km 2.4 de la vía Lodana – Beldaco, consta con un área de 14.22 Ha y se encuentra a 86 m.s.n.m.

Este sitio permitirá y acogerá la disposición final de los residuos sólidos de los cantones beneficiados, que son 24 de Mayo, Santa Ana y Olmedo.

El sitio elegido se encuentra en una zona estratégicamente cercana a los cantones antes mencionados, por lo que se eligió un lugar que aparte de permitir accesibilidad de los 3 cantones, sea un área donde el impacto que pueda generar este proyecto afecte en lo mínimo posible a cualquier comuna asentada cerca de la zona. En la Tabla I están dadas las coordenadas del sitio, las cuales fueron obtenidas por medio de navegación cinética en tiempo real RKT (Real Time Kinematic). Ver Anexo A

- **Población:** 84165 habitantes, según NEC 2010.
- **Clima:** Oscila entre subtropical seco a tropical húmedo y tropical extremadamente húmedo.
- **Tipo de suelo:** Suelo Orgánico con un alto grado de plasticidad.

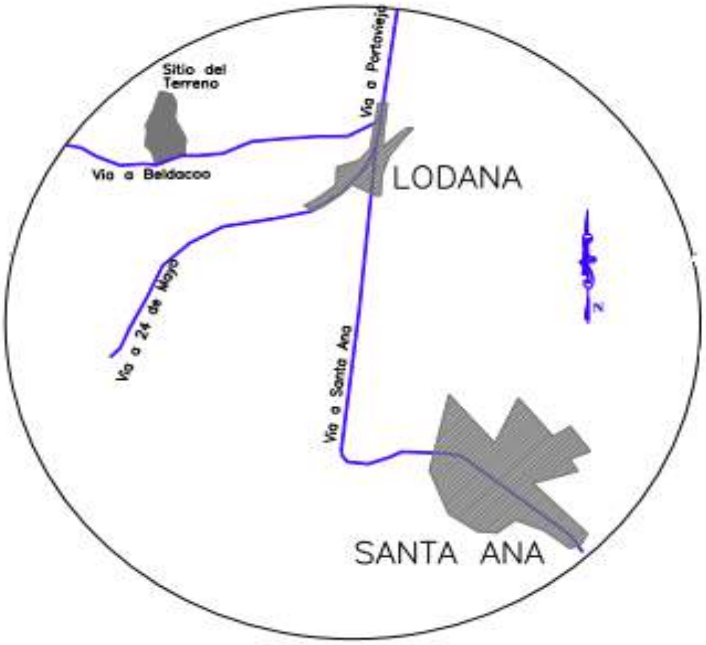


Figura 0.1 Ubicación del sitio de implantación
Fuente: Cedeño, A., Loor. G., 2018

Tabla I. Coordenadas del sitio de implantación del proyecto.

COORDENADAS WGS-84	
NORTE	ESTE
9869301,36	565699,95
9869393,72	565645,28
9869442,92	565574,59
9869571,08	565547,01
9869624,97	565524,89
9869785,23	565546,57
9869952,01	565548,24
9869951,73	565651,21
9869896,65	565701,04
9869734,02	565742,37
9869589,75	565877,00
9869448,75	565902,25
9869440,43	565847,35
9869402,95	565801,07
9869347,23	565761,66

Fuente: Cedeño, A., Loor. G., 2018

Figura 0.2 Vista satelital del terreno
Fuente: Google Earth

1.6. Criterios para la selección del sitio.

1.6.1. Carta topográfica.

Se dispone de una carta topográfica del cantón de Santa Ana proporcionadas por el Instituto Geográfico Militar (IGM). La carta topográfica se usará para analizar la cuenca topográfica del lugar del relleno sanitario, además de entender mejor la topografía del terreno, con poblaciones cercanas y vías de acceso.

Tabla II. Datos referenciales de las cartas topográficas.

DATOS REFERENCIALES DE LA CARTA TOPOGRAFICA			
CANTON	EDICION	SERIE	HOJA
Santa Ana	2-IGM	J721	MIV B3, 3590 III
DATOS REFERENCIALES DE LA CARTA TOPOGRAFICA CANTONES ADYACENTES			
Montecristi	2-IGM	J721	MIV A2, 3490 I
Portoviejo	2-IGM	J721	MIV B1, 3590 IV
Honorato Vaquez	2-IGM	J721	MIV B2, 3590 I
Membrillal	2-IGM	J721	MIV A4, 3490 II
San Pablo (Puebo Nuevo)	2-IGM	J721	MIV B4, 3590 II
Jipijapa	2-IGM	J721	MIV C2, 3489 I
Noboa	2-IGM	J721	MIV D1, 3589 IV
Olmedo	2-IGM	J721	MIV D2, 3589 I

Fuente: Instituto Geográfico Militar (IGM)

En esta tabla se muestra todas las cartas topográficas cercanas al lugar de relleno, la necesaria y útil para el mismo es la de Santa Ana, se muestra en escala 1:50000.

1.6.2. Área dispuesta para el relleno sanitario.

El terreno muestra condiciones más que suficientes para la respectiva construcción del relleno sanitario y por consiguiente su diseño. Ver Anexo E

1.6.3. Zonas de recolección.

Debido a que los tres cantones están relativamente cerca, será de gran beneficio las zonas de recorrido por lo que su distancia es corta, esto es debido a que si fuera de larga distancia el costo por transporte sería alto, esto contando con el abastecimiento de las comunidades favorecidas en este proyecto.

1.6.4. Accesibilidad al terreno.

Para tener en cuenta el terreno o la zona del proyecto se deberá pensar antes en la vía de acceso al mismo en el que será medio para que los vehículos colectores ingresen, es por esto que la zona estará ubicada en la comunidad de Beldaco que está situado antes del desvío a Santa Ana y 24 de Mayo en la vía principal Santa Ana y Portoviejo. Este lugar es favorable de tierra por ahora debido a que el Consejo Provincial de Manabí tiene planeado construir una vía para el acceso al relleno sanitario,

esto es importante porque se deberá construir una vía capaz de soportar vehículos pesados.

Figura 0.3 Ingreso a la vía Lodana – Beldaco
Fuente: Cedeño, A., Loor. G., 2018

1.6.5. Material apto para el relleno sanitario.

La disposición del material para la realización del Relleno Sanitario deberá estar lo más cercano posible, esto sin importar cuán lejos o cerca esté de zonas habitables, con el fin de mejorar el terreno del proyecto y tomando en cuenta que se debe minimizar el impacto ambiental que esta acción generará, pero existe una gran ventaja debido que se puede reutilizar el material propio del lugar debido a que es un arcilla con condiciones favorables a la impermeabilidad, claro está que debido a las condiciones del terreno se procederá al corte y relleno de taludes y plataformas.

1.6.6. Presencia de agua en el terreno.

Para este tema se debe tener mucho cuidado que la presencia de agua superficial deba estar lo más alejado de la zona, ya que el agua podría traer consigo problemas muy graves como contaminación por lixiviados, filtración al suelo, contaminación de aguas subterráneas, sin contar con el confinamiento de contaminantes por el tratamiento de la basura.

1.6.7. Estudios de impacto ambiental.

Con el fin de mitigar al máximo los impactos ambientales que generaría esta obra, es necesario realizar un seguimiento para salvaguardar la calidad, elaborando diferentes tipos de procedimientos para el cumplimiento eficaz de este análisis, esto durante todo el periodo de construcción y finalización del relleno sanitario

1.6.8. Aspectos climáticos.

Los cantones beneficiados por la construcción del relleno sanitario mancomunado están situados en un clima que generalmente oscila entre subtropical seco a tropical húmedo y tropical extremadamente húmedo.

A continuación, se mostrará unos datos de precipitación tomados de la estación meteorológica ubicada en el cantón 24 de Mayo en el sector Jaboncillo, cuyo lugar es el más próximo al área de

estudio, código de la estación M 0447, latitud 01º 16’ 43.59’’ Sur, longitud 80º 24’ 5.98’’ Oeste y a una elevación e 115 m.s.n.m.

Tabla III. Datos pluviométricos de la zona

VALORES PLUVIOMETRICOS	
MES	PRECIPITACION (mm)
Enero	164,9
Febrero	220,0
Marzo	69,2
Abril	266,7
Mayo	51,5
Junio	22,1
Julio	6,4
Agosto	0,0
Septiembre	0,0
Octubre	0,0
Noviembre	0,0
Diciembre	39,3

Fuente: INAMHI. (2011)

1.6.9. Redes meteorológicas.

La estación meteorológica que será considerada para el estudio del relleno sanitario se encuentra en Santa Ana, brindará información como:

- Precipitaciones.
- Temperaturas (máximas, medias y mínimas)
- Humedad relativa.

- Evapotranspiración.
- Nubosidad.
- Velocidad de viento.

A continuación, no solo se mostrará la estación meteorológica que se considerara para el estudio sino también estaciones aledañas que podrían servir de una u otra manera para el análisis.

Tabla IV. Estaciones meteorológicas cercanas a la zona

COD.	NOMBRE
M034	SANTA ANA INAMHI
MB82	LA TEODOMIRA
M447	24 DE MAYO (JAVONCILLO)

Fuente: CLIRSEN-MAGAP (2018)

En el siguiente cuadro se muestra aparte de su código y estación, las coordenadas UTM y su altura en metros sobre el nivel del mar.

Tabla V. Localización de las estaciones meteorológicas cercanas

CODIGO	ESTACION	COORDENADAS		ALTURA
		ESTE	NORTE	
M034	SANTA ANA INAMHI	569409	9867110	70
MB82	LA TEODOMIRA	568161	9870292	47
M447	24 DE MAYO (JAVONCILLO)	575466	9853292	140

Fuente: CLIRSEN-MAGAP (2018)

1.7. Composición física de la basura.

La composición física de la basura es un dato muy importante debido a que ayudará a la selección y operación del material, además de evaluar la posibilidad de recuperación de los recursos y generación de energía. Se consideró los siguientes componentes:

1.7.1. Elementos individuales de la basura.

Los componentes que se muestran a continuación presentan la distribución relativa de los elementos que están presentes en los desechos sólidos, son datos empíricos provenientes de los autores usados en la mayoría de los estudios de gestión y tratamiento de los residuos.

Tabla VI. Composición típica de los RSM

COMPOSICION FISICA TIPICA DE LOS DESECHOS SOLIDOS MUNICIPALES		
TIPO DE DESECHO	TIPICO	MATERIALES DE EMPAQUE
Desecho de alimentos	15	-
Papel	40	55,8
Cartón	4	
Plástico	3	3,6
Textiles	2	0,4
Caucho	0,5	-
Cuero	0,5	-
Residuos de Jardín	12	-
Madera	2	7,8
Vidrio	8	18,1
Envases de Hojalata	6	14,3
Metales no ferrosos	1	-
Metales ferrosos	2	-
Tierra,ceniza,ladrillo,etc.	4	-

Fuente: Reformado de Tchobanoglous, Theisen & Vigil. (1994)

1.7.2. Contenido de humedad.

Para este segmento, se expresa la cantidad de agua por unidad de peso de material húmedo o seco, la humedad se expresará en porcentajes y por lo general los desechos municipales variarán de 15 a 40 %, claro que estos valores podrían variar de acuerdo con la época del año, condiciones meteorológicas y humedad en el ambiente.

En la siguiente tabla se muestran valores típicos de humedad que contienen los componentes sólidos en la basura.

Tabla VII. Contenido de humedad típico de los RSM.

DATOS TIPICOS DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS COMPONENTES DE LOS DESECHOS SOLIDOS MUNICIPALES	
TIPO DE DESECHO	TIPICO
Desecho de alimentos	70
Papel	6
Cartón	5
Plástico	2
Textiles	10
Caucho	2
Cuero	10
Residuos de Jardín	60
Madera	20
Vidrio	2
Envases de Hojalata	3
Metales no ferrosos	2
Metales ferrosos	3
Tierra,ceniza,ladrillo,etc.	8
Desechos Sólidos Municipales	9

Fuente: Reformado de Tchobanoglous, Theisen & Vigil. (1994)

Con las tablas anteriores se puede construir una nueva tabla que mostrará los pesos secos de los diferentes componentes de la basura y así se podrá determinar el verdadero peso de estos residuos sólidos.

Para el segmento a continuación es de vital importancia conocer el porcentaje humedad de la basura porque este dato será de mucha ayuda para el posterior cálculo de los lixiviados generados por la basura y más agentes externos como la lluvia.

Tabla VIII. Determinación del contenido de humedad de la muestra.

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD PARA LA MUESTRA DE DESECHOS SOLIDOS			
TIPO DE DESECHO	% EN PESO	CONTENIDO DE HUMEDAD%	PESO SECO
Desecho de alimentos	15	70	4,5
Papel	40	6	37,6
Cartón	4	5	3,8
Plastico	3	2	2,9
Textiles	2	10	1,8
Caucho	0,5	2	0,5
Cuero	0,5	10	0,4
Residuos de Jardin	12	60	4,8
Madera	2	20	1,6
Vidrio	8	2	7,8
Envases de Hojalata	6	3	5,8
Metales no ferrosos	1	2	1
Metales ferrosos	2	3	1,9
Tierra,ceniza,ladrillo,etc.	4	8	3,7
Tierra,ceniza,ladrillo,etc.	100		78,1
Contenido de humedad %	21,9		

Fuente: Reformado de Tchobanoglous, Theisen & Vigil. (1994)

Se puede observar que en una muestra de 100 kilogramos el 21,9 % es agua mientras el otro 78,1% son residuos sólidos, cuyo dato tiene coherencia con el análisis inmediato típico para desechos sólidos municipales, la humedad está en el 15 al 40%, el valor típico es 20% muy cercano al valor antes mencionado que fue de 21,9%.

Tabla IX. Análisis típico para RSM

ANALISIS INMEDIATO TIPICO PARA DESECHOS SOLIDOS MUNICIPALES	
TIPO DE DESECHO	TIPICO
Humedad	20
Materia volátil	53
Carbón - fijo	7
Vidrio, Metal, Ceniza	20

Fuente: Reformado de Tchobanoglous, Theisen & Vigil. (1994)

CAPÍTULO 3

METODOLOGÍA

3.1. Cálculo del caudal.

Para poder estimar el caudal de la cuenca que está presente en el terreno a estudiar, es de suma importancia conocer los parámetros hidrológicos y geológicos, esto con ayuda de la estación meteorológica ubicada en el cantón Santa Ana (M034), dado que ubicación es la que más se aproxima al terreno a utilizar para el relleno sanitario.

Para calcular el caudal Q (m^3/sg), se emplea el método racional modificado (Temez), por la disponibilidad de información y cuyos parámetros se ajustan al método previamente dicho.

Empezamos con una tabla que dará conocimiento de las precipitaciones tomadas por la estación meteorológica en Santa Ana.

Tabla X. Datos pluviométricos.

VALORES PLUVIOMETRICOS	
MES	PRECIPITACION (mm)
Enero	164,9
Febrero	220,0
Marzo	69,2
Abril	266,7
Mayo	51,5
Junio	22,1
Julio	6,4
Agosto	0,0
Septiembre	0,0
Octubre	0,0
Noviembre	0,0
Diciembre	39,3

Fuente: INAMHI (2012)

La precipitación máxima diaria según el INAMHI 2012 es de 47,2mm.

A continuación, presentaremos parámetros que nos ayudarán al cálculo del caudal por el método especificado con anterioridad.

Tabla XI. Parámetros para el cálculo del caudal.

PARÁMETROS PARA CÁLCULO DE CAUDAL Q(m3/sg)	
Área (km2)	0,376
Longitud de cauce (km)	0,725
Cota máxima (m)	205
Cota mínima (m)	90
Pendiente (adm)	0,16
Precipitación máx diaria (mm)	47,2

Fuente: Cedeño, A., Loor. G., 2018

3.2. Método racional modificado de Temez.

La ecuación por utilizar está representada por:

$$Q = 0.278\, C\, I\, A\, K \qquad \text{Ec.1}$$

Donde:

C: Escorrentía

I: Intensidad

A: Área de la cuenca

K: Coeficiente de Uniformidad

Q: Caudal

Paso 1) Determinar el tiempo de concentración (Tc)

$$Tc = 0.3\left(\frac{L}{S^{0.25}}\right)^{0.76} \quad \text{Ec. 2}$$

$$Tc = 0.3\left(\frac{0.725}{0.16^{0.25}}\right)^{0.76}$$

$$Tc = 0.33$$

Donde:

L: Longitud del cauce mayor (Km)

S: Pendiente (mm/mm)

$$S = \left(\frac{cota\ max - cota\ min}{L}\right) * 100 \quad \text{Ec. 3}$$

$$S = \left(\frac{205-90}{725}\right) * 100 = 0.16\% = 0.16$$

Paso 2) Determinar coeficiente de uniformidad (k)

$$K = 1 + \left(\frac{Tc^{1,25}}{Tc^{1,25} + 14}\right) \quad \text{Ec.4}$$

$$K = 1 + \left(\frac{0,33^{1,25}}{0,33^{1,25} + 14}\right)$$

$$K = 1,02$$

Donde:

Tc: Tiempo de concentración

Paso 3) Determinar Coeficiente de Simultaneidad (Ka)

$$Ka = 1 - \log_{10}\left(\frac{A}{15}\right) \quad \text{Ec.5}$$

$$Ka = 1 - \log_{10}\left(\frac{0{,}376}{15}\right)$$

$$Ka = 2{,}6$$

Donde:

A: Área de la cuenca

Paso 4) Determinar la precipitación máxima corregida

$$P = Ka * Pd \quad \text{Ec.6}$$

$$P = 2.6 * 47.2 = 122.76$$

Donde:

Ka: Coeficiente de simultaneidad

Pd: Precipitación máxima diaria (Obtenida de la estación meteorológica en Santa Ana M034).

Paso 5) Determinar la intensidad de precipitación.

$$I = \left(\frac{P}{24}\right)(11)\left(\frac{28^{0.1} - 0.33^{0.1}}{28^{0.1} - 1}\right)$$ Ec.7

$$I = \left(\frac{122.76}{24}\right)(11)\left(\frac{28^{0.1} - 0.33^{0.1}}{28^{0.1} - 1}\right) = 71.09$$

Donde:

P: Precipitación máxima corregida

Tc: Tiempo de concentración

Paso 6) Determinar coeficiente de escorrentía

$$C = \frac{(Pd - Po) * (Pd + 23Po)}{(Pd + 11Po)^2}$$ Ec.8

$$C = \frac{(47.2 - 25.12) * (47.2 + 23(25.12))}{(47.2 + 11(25.12))^2}$$

$$C = 0.13$$

Donde:

Pd: Precipitación máxima diaria

Po: Umbral de escorrentía

Para determinar el umbral de escorrentía, se necesitará de cierta información proporcionada por el autor Ven Te Chow. (Ver Tabla XII)

Tabla XII. Grupo hidrológico según el uso del suelo

DESCRIPCIÓN DEL USO DE LA TIERRA	GRUPO HIDROLÓGICO DEL SUELO			
	A	B	C	D
Tierra cultivada[1]: sin tratamientos de conservación	72	81	88	91
con tratamiento de conservación	62	71	78	81
Pastizales: condiciones pobres	68	79	86	89
condiciones óptimas	39	61	74	80
Vegas de ríos: condiciones óptimas	30	58	71	78
Bosques: troncos delgados, cubierta pobre, sin hierbas,	45	66	77	83
cubierta buena[2]	25	55	70	77
Área abiertas, césped, parques, campos de golf, cementerios, etc.				
óptimas condiciones: cubierta de pasto en el 75% o más	39	61	74	80
condiciones aceptables cubierta de pasto en el 50 al 75%	49	69	79	84
Áreas comerciales de negocios (85% impermeables)	89	92	94	95
Distritos Industriales /72% impermeables)	81	88	91	93
Residencial[3]:				
Tamaño promedio del lote — Porcentaje promedio impermeable[4]				
1/8 acre o menos — 65	77	85	90	92
1/4 acre — 38	61	75	83	87
1/3 acre — 30	57	72	81	86
1/2 acre — 25	54	70	80	85
1 acre — 20	51	68	79	84
Parqueadores pavimentados, techos, accesos, etc.[5]	98	98	98	98
Calles y carreteras:				
Pavimentados con cunetas y alcantarillados[5]	98	98	98	98
Grava	76	85	89	91
Tierra	72	82	87	89

Fuente: Ven T Chow (2018)

La descripción del suelo es de un tipo de tierra cultivada sin tratamiento de conservación, cuyo grupo hidrológico es clase D, por lo que su número de curvatura es, CN= 91.

$$Po = \frac{25400}{CN} - 254$$ Ec.9

$$Po = \frac{25400}{91} - 254$$

$$Po = 25.12$$

Donde:

CN: Número de curvatura (Ven Te Chow)

Por lo tanto, el Caudal será:

$$Q = 0.278(0.13)(71.09)(0.376)(1.02)$$

$$Q = 1\ \left[\frac{m^3}{s}\right]$$

El caudal que presentará la cuenca del terreno de estudio es de 1 m^3/s. En el período de lluvias donde se presenta las precipitaciones máximas, será recogido por un tipo de canal que bordea todo el terreno del relleno sanitario y será desfogado al desagüe natural sin afectar a instalaciones cercanas.

3.3. Cálculo de producción de Lixiviados.

Para la determinación de lixiviado se usará una ecuación que resulta de un conjunto de movimientos hídricos:

L= PE + (Is + Iss + Ie) - ETP - Af - (Amr + Ars)

L: Cantidad de lixiviados

PE: Pluviometría del lugar: P-E

P: Pluviometría de caída

E: Escorrentía Superficial

Is: Infiltración de aguas subterráneas (flujo local)

Iss: Infiltración de aguas subterráneas (flujo regional)

Ie: Infiltración de aguas en zonas limítrofes al terreno

ETP: Evapotranspiración potencial: E+T

E: Evaporación

T: Transpiración

Af: Agua de fermentación

Amr: Absorción de capa de materiales de cobertura

Ars: Absorción de la masa de residuos vertidos

Para realizar el balance hídrico se necesitan los datos de la Tabla X y los datos de la temperatura media mensual mostrada a continuación. (Ver Tabla XIII)

Tabla XIII. Temperatura media mensual.

TEMPERATURA MEDIA MENSUAL	
MES	TEMPERATURA ºc
Enero	26
Febrero	26,1
Marzo	26,5
Abril	26,7
Mayo	26,2
Junio	25,5
Julio	25,3
Agosto	25,4
Septiembre	25,5
Octubre	25,7
Noviembre	25,7
Diciembre	26
MEDIO	25,9

Fuente: INAMHI (2012)

Para el cálculo de la cantidad de lixiviados que se generan y por gravedad irán al fondo por efectos gravitatorios hay que tener en cuenta que:

Debido a la inexistencia de cualquier tipo de agua subterránea los factores de infiltración (Is) e (Iss) no son válidos en la ecuación de cálculo de lixiviados.

Según la Infiltración de aguas en zonas limítrofes al terreno (Ie), no afectará al cálculo de lixiviados debido a que las condiciones de terreno confinan al mismo lateralmente y con la construcción de un

dique en la parte de abajo, todo esto permitirá un confinamiento perimetral, sin contar con los canales que serán capaces de recoger las aguas pluviales.

Con el único fin de poder obtener el máximo de escorrentía con el único modo de que la pluviometría del lugar (PE) sea lo más mínimo posible, y con una cobertura por celda de 20 cm de tierra y con pendientes de 2% tanto laterales como longitudinales ayudarán a tener una escorrentía en toda su cumbre.

La evapotranspiración constituye la suma total de la evaporación vegetal más la suma de la evaporación que precede todos los procesos biológicos del lugar, aparte de esto el factor (ETP) depende de las condiciones climáticas en este caso tenemos una temperatura media de 25,9 º C como se indica en la tabla de temperaturas medias anual, según el INAMHI2012 en la estación meteorológica de Santa Ana la evapotranspiración anual media es de 673,2 mm.

La pérdida de agua por fermentación (Af) aunque presenta un punto de vista cualitativo significativo, hablando cuantitativamente no es de mucha importancia comparado al resto de magnitudes que están en la ecuación de cálculo de lixiviados.

La capacidad de absorción del material (Amr), se presenta como

capacidad de retención y absorción para el cálculo de lixiviados, pero la capacidad de absorción es la que necesitamos para usar en la ecuación que en este caso está en el rango del 20% por volumen por lo que podrá absorber una cantidad de 40 mm.

Por último, la capacidad de absorción por parte de los residuos sólidos (Ars), que para una densidad de vertido 700 kg/m3, según el INAMHI 2012 en la estación meteorológica M034 ubicada en Santa Ana es de 300 mm.

Entonces:

L= PE + (Is + Iss + Ie) - ETP - Af - (Amr + Ars)

L= 784 + (0 + 0 + 0) - 673,2 - 0 - (40 - 300)

L= -229,2 mm

Esto implica que al principio no habrá producción de lixiviados, no hasta alcanzar la saturación de los desechos sólidos.

Para poder calcular la cantidad de lixiviados producidos se descartará los valores de capacidad de absorción Af, Amr y Ars por lo que se tiene:

L= 784 + (0 + 0 + 0) - 673,2 = 110,8 mm/año.

Lo cual esto implicaría una cantidad de 33,4 m3/día de producción media, para una superficie de 11 ha, que es el área que será expuesta para el relleno sanitario.

3.4. Proyección Poblacional.

La cantidad poblacional actual y futura de los tres cantones que proveerán residuos sólidos para el relleno sanitario es vital para poder estimar una proyección de cuánta basura genera en determinados años y así poder realizar un buen diseño.

A continuación, se presenta un cuadro con resultados de crecimiento poblacional, usando los datos de población actual y tasa de crecimiento tomados de la INEC 2015.

Índice de crecimiento poblacional de Olmedo, 24 de Mayo y Olmedo.

Tabla XIV. Tasa de crecimiento de los cantones.

NOMBRE DEL CANTON	URBANA	RURAL	TOTAL	TASA DE CRECIMIENTO
Olmedo	7817	2161	9978	0,0014
24 de mayo	13426	15420	28846	0,0021
Santa Ana	37299	7988	45287	0,005

Fuente: INEC, 2015

A continuación, se presentará la proyección poblacional actual (2017) proyectado a 30 años (2047), usando la tasa de crecimiento antes mostrada en la tabla anterior.

Tabla XV. Proyección poblacional del cantón Olmedo

No	Año	POBLACIÓN URBANA PROYECTADA	POBLACIÓN RURAL PROYECTADA	POBLACIÓN TOTAL PROYECTADA
0	2017	7817	2161	9978
1	2018	7817	2161	9978
2	2019	7817	2161	9978
3	2020	7817	2161	9978
4	2021	7817	2161	9978
5	2022	7818	2161	9979
6	2023	7818	2161	9979
7	2024	7818	2161	9979
8	2025	7818	2161	9979
9	2026	7818	2161	9979
10	2027	7818	2161	9979
11	2028	7818	2161	9979
12	2029	7818	2161	9979
13	2030	7818	2161	9979
14	2031	7819	2161	9980
15	2032	7819	2161	9980
16	2033	7819	2161	9980
17	2034	7819	2162	9981
18	2035	7819	2162	9981
19	2036	7819	2162	9981
20	2037	7819	2162	9981
21	2038	7819	2162	9981
22	2039	7819	2162	9981
23	2040	7820	2162	9982
24	2041	7820	2162	9982
25	2042	7820	2162	9982
26	2043	7820	2162	9982
27	2044	7820	2162	9982
28	2045	7820	2162	9982
29	2046	7820	2162	9982
30	2047	7820	2162	9982

Fuente: Cedeño, A., Loor. G., 2018

Tabla XVI. Proyección poblacional del cantón 24 de Mayo.

No	Año	POBLACIÓN URBANA PROYECTADA	POBLACIÓN RURAL PROYECTADA	POBLACIÓN TOTAL PROYECTADA
0	2017	13426	15420	28846
1	2018	13426	15420	28846
2	2019	13427	15421	28848
3	2020	13427	15421	28848
4	2021	13427	15421	28848
5	2022	13427	15422	28849
6	2023	13428	15422	28850
7	2024	13428	15422	28850
8	2025	13428	15423	28851
9	2026	13429	15423	28852
10	2027	13429	15423	28852
11	2028	13429	15424	28853
12	2029	13429	15424	28853
13	2030	13430	15424	28854
14	2031	13430	15425	28855
15	2032	13430	15425	28855
16	2033	13431	15425	28856
17	2034	13431	15425	28856
18	2035	13431	15426	28857
19	2036	13431	15426	28857
20	2037	13432	15426	28858
21	2038	13432	15427	28859
22	2039	13432	15427	28859
23	2040	13432	15427	28859
24	2041	13433	15428	28861
25	2042	13433	15428	28861
26	2043	13433	15428	28861
27	2044	13434	15429	28863
28	2045	13434	15429	28863
29	2046	13434	15429	28863
30	2047	13434	15430	28864

Fuente: Cedeño, A., Loor. G., 2018

Tabla XVII. Proyección poblacional del cantón Santa Ana

No	Año	POBLACIÓN URBANA PROYECTADA	POBLACIÓN RURAL PROYECTADA	POBLACIÓN TOTAL PROYECTADA
0	2017	37299	7988	45287
1	2018	37301	7988	45289
2	2019	37303	7989	45292
3	2020	37305	7989	45294
4	2021	37306	7990	45296
5	2022	37308	7990	45298
6	2023	37310	7990	45300
7	2024	37312	7991	45303
8	2025	37314	7991	45305
9	2026	37316	7992	45308
10	2027	37318	7992	45310
11	2028	37320	7992	45312
12	2029	37321	7993	45314
13	2030	37323	7993	45316
14	2031	37325	7994	45319
15	2032	37327	7994	45321
16	2033	37329	7994	45323
17	2034	37331	7995	45326
18	2035	37333	7995	45328
19	2036	37334	7996	45330
20	2037	37336	7996	45332
21	2038	37338	7996	45334
22	2039	37340	7997	45337
23	2040	37342	7997	45339
24	2041	37344	7998	45342
25	2042	37346	7998	45344
26	2043	37348	7998	45346
27	2044	37349	7999	45348
28	2045	37351	7999	45350
29	2046	37353	8000	45353
30	2047	37355	8000	45355

Fuente: Cedeño, A., Loor. G., 2018

A continuación, se mostrará la producción de basura generada por los tres cantones antes mencionados, según el estudio propuesto por la empresa EMMAI (Empresa Pública Municipal Mancomunada de Aseo Integral).

Tabla XVIII. Producción de desechos cantón 24 de Mayo

PRODUCCIÓN DE BASURA DIARIA CANTON 24 DE MAYO			
2016		2017	
URBANO	RURAL	URBANO	RURAL
2.08 Ton/día	3.07 Ton/día	2.1 Ton/día	3.1 Ton/día

Fuente: EMMAI (2017)

Tabla XIX. Producción de desechos cantón Santa Ana

PRODUCCIÓN DE BASURA DIARIA CANTON 24 DE MAYO			
2016		2017	
URBANO	RURAL	URBANO	RURAL
5.82 Ton/día	8.26 Ton/día	5.91 Ton/día	8.3 Ton/día

Fuente: EMMAI (2017)

Tabla XX. Producción de desechos cantón Olmedo

PRODUCCIÓN DE BASURA DIARIA CANTON 24 DE MAYO			
2016		2017	
URBANO	RURAL	URBANO	RURAL
1.31 Ton/día	0.54 Ton/día	1.33 Ton/día	0.54 Ton/día

Fuente: EMMAI (2017)

Se presenta datos del 2016 y 2017 para tener idea del comportamiento y variación de producción de basura en tan solo un año, por fines prácticos usaremos datos del 2017 para poder calcular la cantidad de basura producida en los distintos cantones antes mencionados.

3.5. Cálculo para obtener la cantidad de basura total en un día.

Con el respectivo número de años que se plantea en el proyecto, en este caso de 30 años que partirá desde el 2017 hasta el 2047 y partiendo de una población para cada cantón sea el sector Urbano como Rural obtenida por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) proyectándolo en dicho año de partida y con un índice de crecimiento poblacional dado por el mismo Instituto de Censos del Ecuador, se esboza hasta el último año de estudio como se ilustró en las tablas anteriores de proyección de población para los cantones Santa Ana, 24 de Mayo y Olmedo.

Luego de esta proyección, se ingresa la producción de desechos sólidos en la parte Urbana como Rural, mostradas en las tablas de producción de basura diaria de los cantones Santa Ana, 24 de Mayo y Olmedo proporcionadas por el EMMAI según el presente año y proyectándola para los 30 de años de estudio en los que se enfoca el proyecto. Para después tomar esta producción de desechos y proyectarla en relación con la cantidad de población que habite en un año determinado a un día trabajando en toneladas porque al final de todo se necesita una idea de la producción total por cantón de basura producida en un día, a fin de poder cuantificar la basura para su posterior diseño de celdas en donde se deposita los residuos vertidos en el relleno sanitario a diseñar.

Tabla XXI. Cantidad de basura total cantón Olmedo

No	Año	ZONA URBANA	ZONA RURAL	CANTIDAD DE BASURA TOTAL EN UN DIA [ton]
		CANTIDAD DE BASURA EN UN DIA [ton]	CANTIDAD DE BASURA EN UN DIA [ton]	
0	2017	1,33	0,54	1,87
1	2018	1,34	0,55	1,89
2	2019	1,36	0,55	1,91
3	2020	1,37	0,56	1,93
4	2021	1,38	0,56	1,94
5	2022	1,40	0,57	1,97
6	2023	1,41	0,57	1,98
7	2024	1,43	0,58	2,01
8	2025	1,44	0,58	2,02
9	2026	1,45	0,59	2,04
10	2027	1,47	0,60	2,07
11	2028	1,48	0,60	2,08
12	2029	1,50	0,61	2,11
13	2030	1,51	0,61	2,12
14	2031	1,53	0,62	2,15
15	2032	1,54	0,63	2,17
16	2033	1,56	0,63	2,19
17	2034	1,58	0,64	2,22
18	2035	1,59	0,65	2,24
19	2036	1,61	0,65	2,26
20	2037	1,62	0,66	2,28
21	2038	1,64	0,67	2,31
22	2039	1,66	0,67	2,33
23	2040	1,67	0,68	2,35
24	2041	1,69	0,69	2,38
25	2042	1,71	0,69	2,40
26	2043	1,72	0,70	2,42
27	2044	1,74	0,71	2,45
28	2045	1,76	0,71	2,47
29	2046	1,77	0,72	2,49
30	2047	1,79	0,73	2,52

Fuente: Cedeño, A., Loor. G., 2018

Tabla XXII. Cantidad de basura total en un día cantón 24 de Mayo.

No	Año	ZONA URBANA	ZONA RURAL	CANTIDAD DE BASURA TOTAL EN UN DIA [ton]
		CANTIDAD DE BASURA EN UN DIA [ton]	CANTIDAD DE BASURA EN UN DIA [ton]	
0	2017	2,10	3,10	5,20
1	2018	2,12	3,13	5,25
2	2019	2,14	3,16	5,30
3	2020	2,16	3,19	5,35
4	2021	2,19	3,23	5,42
5	2022	2,21	3,26	5,47
6	2023	2,23	3,29	5,52
7	2024	2,25	3,32	5,57
8	2025	2,27	3,36	5,63
9	2026	2,30	3,39	5,69
10	2027	2,32	3,42	5,74
11	2028	2,34	3,46	5,80
12	2029	2,37	3,49	5,86
13	2030	2,39	3,53	5,92
14	2031	2,41	3,56	5,97
15	2032	2,44	3,60	6,04
16	2033	2,46	3,63	6,09
17	2034	2,49	3,67	6,16
18	2035	2,51	3,71	6,22
19	2036	2,54	3,75	6,29
20	2037	2,56	3,78	6,34
21	2038	2,59	3,82	6,41
22	2039	2,61	3,86	6,47
23	2040	2,64	3,90	6,54
24	2041	2,67	3,94	6,61
25	2042	2,69	3,98	6,67
26	2043	2,72	4,02	6,74
27	2044	2,75	4,06	6,81
28	2045	2,77	4,10	6,87
29	2046	2,80	4,14	6,94
30	2047	2,83	4,18	7,01

Fuente: Cedeño, A., Loor. G., 2018

Tabla XXIII. Cantidad de basura total en un día cantón Santa Ana

No	Año	ZONA URBANA	ZONA RURAL	CANTIDAD DE BASURA TOTAL EN UN DIA [ton]
		CANTIDAD DE BASURA EN UN DIA [ton]	CANTIDAD DE BASURA EN UN DIA [ton]	
0	2017	5,91	8,30	14,21
1	2018	5,97	8,38	14,35
2	2019	6,03	8,47	14,50
3	2020	6,09	8,55	14,64
4	2021	6,15	8,64	14,79
5	2022	6,21	8,72	14,93
6	2023	6,27	8,81	15,08
7	2024	6,34	8,90	15,24
8	2025	6,40	8,99	15,39
9	2026	6,46	9,08	15,54
10	2027	6,53	9,17	15,70
11	2028	6,59	9,26	15,85
12	2029	6,66	9,35	16,01
13	2030	6,73	9,45	16,18
14	2031	6,79	9,54	16,33
15	2032	6,86	9,64	16,50
16	2033	6,93	9,73	16,66
17	2034	7,00	9,83	16,83
18	2035	7,07	9,93	17,00
19	2036	7,14	10,03	17,17
20	2037	7,21	10,13	17,34
21	2038	7,28	10,23	17,51
22	2039	7,36	10,33	17,69
23	2040	7,43	10,43	17,86
24	2041	7,50	10,54	18,04
25	2042	7,58	10,64	18,22
26	2043	7,65	10,75	18,40
27	2044	7,73	10,86	18,59
28	2045	7,81	10,97	18,78
29	2046	7,89	11,08	18,97
30	2047	7,97	11,19	19,16

Fuente: Cedeño, A., Loor. G., 2018

Como se puede ver en el año 2017 se producirá alrededor de 1,87 ton/día de basura y para el año 2047 alrededor de 2,52 ton/día de basura. Esto es tomando los desechos sólidos vertidos por el cantón

de Olmedo que de los tres cantones es el que menos aporta con desechos sólidos. (Ver Tabla XXI)

En la tabla XXII se puede observar que, en el año 2017 se producirá alrededor de 5,2 ton/día de basura y para el año 2047 alrededor de 7,01 ton/día de basura. Esto es tomando los desechos sólidos vertidos por el cantón de 24 de Mayo.

Como se puede ver en el año 2017 se producirá alrededor de 14,21 ton/día de basura y para el año 2047 alrededor de 19,16 ton/día de basura. Esto es tomando los desechos sólidos vertidos por el cantón de Santa Ana que de los tres cantones es el que más aporta con desechos sólidos. (Ver tabla XXIII)

En la tabla XXIV muestra el resultado de la suma de los tres cantones en cuanto a la cantidad de basura en un día, el que servirá como dato para el posterior diseño de las celdas donde serán vertidos estos residuos sólidos.

Se podrá observar que en el año 2017 se produjo alrededor de 21,28 ton/día de basura y para el año 2047 habrá alrededor de 28,69 ton/día de basura. Esto es tomando los desechos sólidos vertidos por los tres cantones antes mencionados.

Tabla XXIV. Cantidad de basura total de los tres cantones.

No	Año	CANTIDAD DE BASURA TOTAL EN UN DIA DE OLMEDO [ton]	CANTIDAD DE BASURA TOTAL EN UN DIA DE 24 DE MAYO [ton]	CANTIDAD DE BASURA TOTAL EN UN DIA DE SANTA ANA [ton]	CANTIDAD DE BASURA TOTAL EN UN DIA [ton]
0	2017	1,87	5,20	14,21	21,28
1	2018	1,89	5,25	14,35	21,49
2	2019	1,91	5,30	14,50	21,71
3	2020	1,93	5,35	14,64	21,92
4	2021	1,94	5,42	14,79	22,15
5	2022	1,97	5,47	14,93	22,37
6	2023	1,98	5,52	15,08	22,58
7	2024	2,01	5,57	15,24	22,82
8	2025	2,02	5,63	15,39	23,04
9	2026	2,04	5,69	15,54	23,27
10	2027	2,07	5,74	15,70	23,51
11	2028	2,08	5,80	15,85	23,73
12	2029	2,11	5,86	16,01	23,98
13	2030	2,12	5,92	16,18	24,22
14	2031	2,15	5,97	16,33	24,45
15	2032	2,17	6,04	16,50	24,71
16	2033	2,19	6,09	16,66	24,94
17	2034	2,22	6,16	16,83	25,21
18	2035	2,24	6,22	17,00	25,46
19	2036	2,26	6,29	17,17	25,72
20	2037	2,28	6,34	17,34	25,96
21	2038	2,31	6,41	17,51	26,23
22	2039	2,33	6,47	17,69	26,49
23	2040	2,35	6,54	17,86	26,75
24	2041	2,38	6,61	18,04	27,03
25	2042	2,40	6,67	18,22	27,29
26	2043	2,42	6,74	18,40	27,56
27	2044	2,45	6,81	18,59	27,85
28	2045	2,47	6,87	18,78	28,12
29	2046	2,49	6,94	18,97	28,40
30	2047	2,52	7,01	19,16	28,69

Fuente: Cedeño, A., Loor. G., 2018

3.6. Parámetros de valoración para cálculo de volumen

3.6.1. Densidad de los desechos vertidos en el relleno sanitario.

Para poder hallar la densidad de los residuos sólidos, es importante tomar en cuenta criterios de cambios de clima, humedad, nubosidad, evapotranspiración, entre otros.

Estos pueden afectar de manera directa e indirecta a los desechos orgánicos e inorgánicos presente en los desechos sólidos.

Para poder tener idea, se ilustra la siguiente tabla de rango de densidades según condiciones de los desechos sólidos. (Sakurai, 2000)

Tabla XXV. Rango de densidades de basura.

Rango	Descripción
105-210 Kg/m3	Basura en el recipiente domiciliario
350-630 Kg/m3	Basura en el recolector
400-600 Kg/m3	Basura compactada en el relleno manual
600-810 Kg/m3	Basura compactada mediante maquinaria

Fuente: CEPIS /OPS (2018)

En el estudio del relleno sanitario se tomará como dato que la basura a tratar será la compactada mediante maquinaria, para posteriormente cubrirá con una capa de suelo (propio del lugar).

Su rango está de 600 a 800 kg/m3, por lo que tomaremos un valor de densidad de 700 kg/m3, que en toneladas es 0,7 ton/m3.

Densidad compactada (Dc): 0,7 ton/m3

Para posteriormente con la producción diaria, se pueda calcular el volumen diario necesario para el depósito de la basura vertida por los cantones de Santa Ana, 24 de Mayo y Olmedo.

$V= Pt/Dc$

Donde:

V: Volumen (m^3)

Dc: Densidad compactada (ton/m^3)

Pt: Peso total diario de los desechos sólidos (ton)

Como se puede notar en la siguiente tabla el crecimiento de basura por volumen es notorio, los factores que incrementan la producción de basura sería el aumento poblacional en los tres cantones con sus respectivos índices de crecimiento, que son diferentes para cada cantón y la producción de basura que genera los distintos lugares de cada lugar beneficiado tanto o en la zona urbana como rural.

En el año 2017 se producirá alrededor de 30,40m3 al día de basura y para el año 2047 alrededor de casi 49m3 de basura. (Ver Tabla XXVI)

Tabla XXVI. Volumen establecido para cada año de estudio.

No	Año	CANTIDAD DE BASURA TOTAL EN UN DIA [ton]	DENSIDAD [ton/m3]	VOLUMEN [m3]
0	2017	21,28	0,70	30,40
1	2018	21,49	0,70	36,54
2	2019	21,71	0,70	36,91
3	2020	21,92	0,70	37,26
4	2021	22,15	0,70	37,64
5	2022	22,37	0,70	38,00
6	2023	22,58	0,70	38,36
7	2024	22,82	0,70	38,76
8	2025	23,04	0,70	39,13
9	2026	23,27	0,70	39,51
10	2027	23,51	0,70	39,91
11	2028	23,73	0,70	40,28
12	2029	23,98	0,70	40,69
13	2030	24,22	0,70	41,10
14	2031	24,45	0,70	41,48
15	2032	24,71	0,70	41,91
16	2033	24,94	0,70	42,30
17	2034	25,21	0,70	42,74
18	2035	25,46	0,70	43,16
19	2036	25,72	0,70	43,59
20	2037	25,96	0,70	44,00
21	2038	26,23	0,70	44,44
22	2039	26,49	0,70	44,88
23	2040	26,75	0,70	45,31
24	2041	27,03	0,70	45,77
25	2042	27,29	0,70	46,21
26	2043	27,56	0,70	46,66
27	2044	27,85	0,70	47,14
28	2045	28,12	0,70	47,60
29	2046	28,40	0,70	48,07
30	2047	28,69	0,70	48,55

Fuente: Cedeño, A., Loor. G., 2018

3.7. Estudio de Suelos

Se realizó 5 perforaciones por medio de calicatas a una profundidad media en cada muestra de 2 metros, en la siguiente tabla se mostrará las siguientes perforaciones con sus debidas profundidades y sus coordenadas. Ver Anexos C y D

Tabla XXVII. Ubicación de las muestras de suelo tomadas.

PERFORACIONES PARA ENSAYOS DE SUELO			
MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	COORDENADAS	
1	2	1º10´55.47´´ S	80º24´32.64´´ W
2	2	1º10´52.65´´ S	80º24´31.75´´ W
3	2	1º10´53.62´´ S	80º24´33.00´´ W
4	2	1º10´51.10´´ S	80º24´32.95´´ W
5	2	1º10´51.62´´ S	80º24´33.79´´ W

Fuente: Cedeño, A., Loor. G., 2018

Las muestras fueron extraídas con ayuda de una retroexcavadora proporcionada por el EMMAI (Empresa Pública Municipal Mancomunada de Aseo Integral), todas a una profundidad de 2 metros. De las muestras obtenidas se realizaron los siguientes ensayos:

3.7.1. Contenido de humedad.

Con la muestra a ensayar del suelo del relleno sanitario, se realizó bajo la norma ASTM D 2216, cuya finalidad es determinar el contenido de humedad en una muestra de suelo, cuya masa de suelo está formada por la adición de sus aguas libres, capilaridad e higroscopia.

Es de suma importancia explicar el comportamiento de las características que presente en especial en muestras de suelo cuya textura muy fina, estos comportamientos pueden ser:

- Volumen
- Cohesión
- Estabilidad Mecánica.

Se usó el tradicional método de secado al horno, donde el porcentaje de humedad está representado por la relación entre el peso de agua presente en la masa de suelo y el peso del sólido existente en la muestra de suelo, expresado por la siguiente ecuación.

$w = (Ww/Ws) * 100\ (\%)$

Donde:

w= Contenido de humedad (%)

Ww= Peso del agua presente en la muestra de suelo

Ws= Peso del sólido existente en la muestra de suelo

La tabla XXVIII mostrará de manera ordenada los datos que se necesitará para llegar al contenido de humedad.

Tabla XXVIII. Contenido de humedad

CONTENIDO DE HUMEDAD			
Muestras	1	2	3
No. Tara	107	85	13
Tara + suelo húmedo (g)	59,03	57,37	61,71
Tara + suelo seco (g)	50	49,71	52,23
Peso tara (g)	6,07	11,64	6,18
Peso agua(g)	9,03	7,66	9,48
Peso seco (g)	43,93	38,07	46,05
Contenido de humedad %	20,56	20,12	20,59

Fuente: Cedeño, A., Loor. G., 2018

De la muestra representativa se denota que el porcentaje de humedad promedio está alrededor del 20% de las distintas muestras a la que se sometió en este ensayo.

3.7.2. Análisis granulométrico

El análisis granulométrico consiste en el reparto o distribución de las partículas de la muestra de suelo a estudiar por un número de tamices según la norma ASTM D 422. La dimensión de la partícula se determina por la abertura que está determinada en cada uno de los tamices propuestas por la norma antes mencionada.

La finalidad es poder hallar en forma cuantitativa la distribución de la muestra a ensayar, en el caso de que las partículas con tamaño superior a 0.075, esto se determinará con unas mallas normalizadas.

Para el ensayo del Análisis Granulométrico de la muestra representativa se obtuvo los siguientes datos presentados en la siguiente tabla:

Tabla XXIX. Análisis granulométrico.

ANALISIS GRANULOMETRICO					
Tamiz		Retenido	Retenido	Retenido	Pasante
ASTM	mm	Parcial (g)	Parcial %	Acumulado	Acumulado
3/4 "	18,75	0	0,00	0,00	100,00
No. 4	4.750	0	0,00	0,00	100,00
No. 10	2,000	0	0,00	0,00	100,00
No. 40	0,425	1,59	43,80	43,80	56,20
No. 200	0,075	1,82	50,14	93,94	6,06
Fondo		0,22	6,06	100,00	0,00
Total		3,63	100,00		

Fuente: Cedeño, A., Loor. G., 2018

Se puede notar que el material al ser sometido a este ensayo presenta condiciones de tamaño de partícula muy pequeñas esto es, porque a partir de el tamiz No.40 empieza recién a retenerse material.

3.7.3. Límites de Atterberg.

Los límites Atterberg son aquellos ensayos cuyo fin es poder determinar los rangos de humedad presentes en la muestra a ensayar, el estado del suelo deberá estar en fase plástica y así ser clasificados por medio del USCS (Unified Soil Classification System).

Para poder obtener los límites antes mencionados se trabajará con todo aquel material que pase la malla No.40, es decir que se

usa la parte fina de la muestra. Estos ensayos están normalizados por la ASTM D 4318.

3.7.3.1. Límite líquido (Wl)

Este contenido de humedad está en la fase del suelo entre estado semi-líquido y el estado plástico. Esto se realiza en el laboratorio con la mezcla de suelo y agua hasta llegar a los estados antes mencionados el cual es fácil de moldear en la cuchara de Casagrande.

3.7.3.2. Límite plástico. (Wp)

Este contenido de humedad que está en los estados de semisólido y en el estado plástico. Para este límite según Atterberg, se usa la humedad más baja capaz de poder rodar dicho suelo en la palma de la mano para moldearlo en una superficie lisa hasta que dicho moldeo cilíndrico empiece a fisurarse.

3.7.3.3. Índice de plasticidad. (Ip)

La Plasticidad es una propiedad en este caso del suelo que tolera deformaciones sin ningún cambio de volumen y sin ningún tipo de agrietamiento ni disgregamiento.

Este índice no es más que la diferencia entre los límites antes mencionados, como la resta entre su límite líquido y su límite plástico.

Ip= Wl - Wp

A continuación, se presenta la información dado por la muestra representativa junto con el índice plástico y el índice líquido.

Tabla XXX. Límites de atterberg de las muestras tomadas.

	Límite Líquido	Límite Plástico		
	1	1	2	3
No. Tara	77	78	111	117
Tara + suelo húmedo (g)	22	9,13	9,86	9,18
Tara + suelo seco (g)	15	8,2	8,7	8,2
Peso tara (g)	6,14	6,22	6,25	6,16
Peso agua(g)	7	0,93	1,16	0,98
Peso seco (g)	8,86	1,98	2,45	2,04
No. Golpes	25	25	25	25
Contenido de humedad %	79,01	46,97	47,35	48,04

Fuente: Cedeño, A., Loor. G., 2018

3.7.4. Clasificación USCS.

De acuerdo con los datos obtenidos cuyo límite líquido que es de 79%, y cuyos límites plásticos que están alrededor de 47%, se puede decir que el suelo es fino, un suelo conformado por Arcilla y Limos Orgánicos.

Además, por tener un Wl mayor a 50% según la clasificación SUCS es MH que es arcilla inorgánica de alta plasticidad.

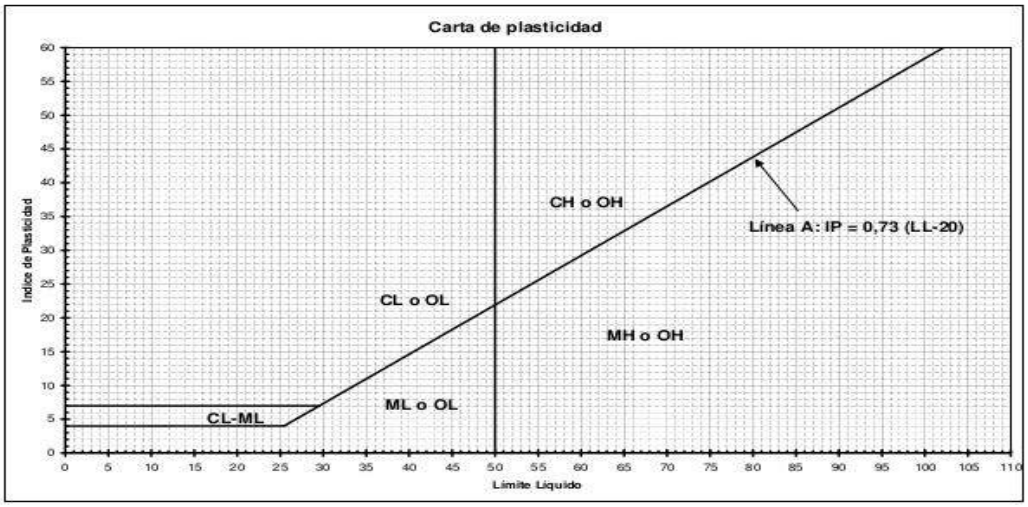


Figura 0.1 Carta de plasticidad de suelos.
Fuente: Terreros (2018)

3.7.5. Prueba Proctor.

Este suele ser uno de los ensayos más vitales en cuanto a el control de calidad del terreno a compactación. En este tipo de ensayo se consiguen dos datos importantes para el estudio de suelo como la densidad seca máxima (Yd Max) y el grado de humedad óptimo de la muestra de suelo a estudiar (W opt).

En la actualidad existen dos tipos de ensayos Proctor:

- Ensayo Proctor Standard
- Ensayo Proctor Modificado

En el estudio realizado se usa el Ensayo Proctor Modificado, que la única diferencia con el Standard radica en la energía a usar, es decir, la diferencia entre el número de golpes que se aplique con el martillo, ambos métodos son factibles y tienen diferencia además en la época en que fueron inventados.

Este ensayo consiste en compactar la muestra de suelo en un cilindro con un volumen dado, se hace este procedimiento con varios tipos de humedad de la muestra para así poder realizar la curva correspondiente entre Peso Volumétrico Seco vs Contenido de Agua, cuyo pico o punto máximo en esta gráfica será el peso volumétrico máximo y la humedad óptima. Usando las normas ASTM D 1557 para realizar el siguiente ensayo.

Para poder hallar la energía de compactación se usa la siguiente ecuación:

$$Y = (n*N*P*H) / V$$

Donde:

Y= Energía aplicada en el suelo

n= # de capas

N= # de golpes por capa

P= Peso del martillo

H= Altura de caída del martillo

V= Volumen del cilindro a aplicar el Proctor.

En el ensayo propuesto se varió la cantidad de agua vertida a la muestra de: 300cm3, 450cm3,600cm3,150cm3 y 50cm3.

En la siguiente tabla se presenta la información de la muestra representativa utilizada en el ensayo de Proctor

Tabla XXXI. Energía de compactación del suelo.

Cantidad de agua	W opt (%)	Yd max (kg/m3)
300	18,66	1621,53
450	25,13	1538,23
600	30,11	1433,45
150	11,22	1609,11
50	8,41	1542,00

Fuente: Cedeño, A., Loor. G., 2018

En la siguiente figura se muestra la curva que se forma entre el Yd vs W.

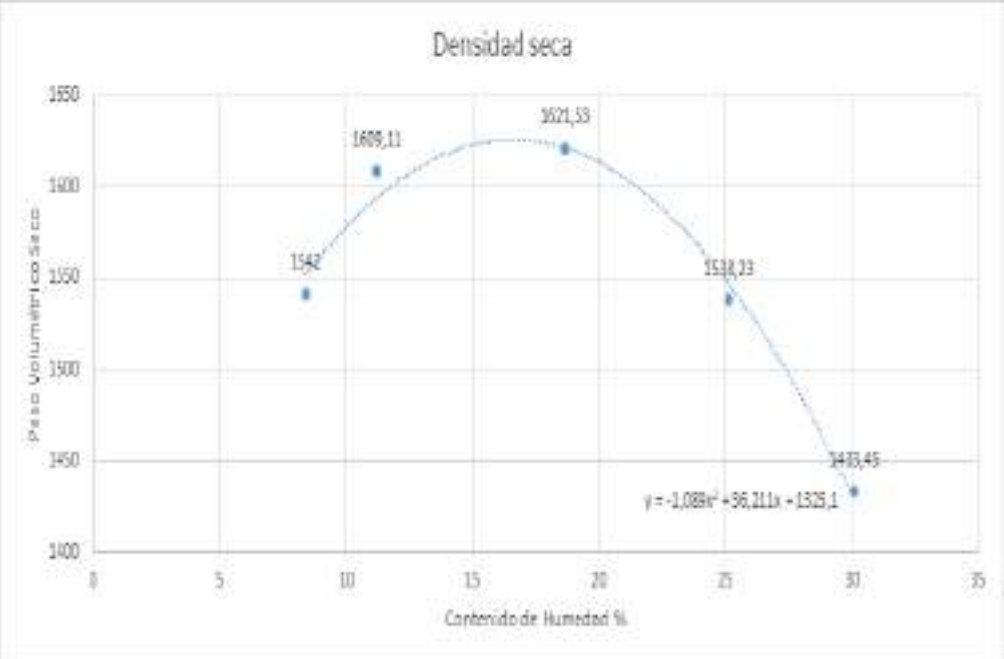


Figura 0.2 Gráfico densidad seca del suelo
Fuente: Cedeño, A., Loor. G., 2018

Con el material ensayado y de acuerdo con la curva mostrada con anterioridad se tiene los datos principales obtenidos por la prueba de Proctor que son:

Yd max= 1637.65 kg/m3

W opt= 15.70%

3.7.6. Ensayo de carga Triaxial.

La principal finalidad de este ensayo es de conseguir los parámetros de suelo como ángulo de fricción (Φ), cohesión (C), además de la relación que existe entre el esfuerzo vs deformación, mediante la determinación del esfuerzo cortante. Suele ser un ensayo un poco complejo, pero es la que da más datos representativos de este mismo esfuerzo a la que está sometida una masa de suelo a una carga respectiva.

Este ensayo consiste principalmente en colocar una pequeña masa de suelo preferiblemente cilíndrica y se la cubre con una pequeña membrana de caucho, la cual esta muestra es ingresada a un tipo de cámara que esta misma se llena de agua y éste provocará una presión a la muestra en todos los sentidos y con la misma presión, se aumenta las condiciones de presión que el agua ejerce para alcanzar una presión axial (σ1) , esto es sin modificar la presión lateral (σ3) en todas las direcciones, realizar esto hasta que se produzca la falla.

Se debe realizar el procedimiento previamente dicho al menos 3 veces, para así dibujar los círculos de Mohr que representa las fallas de las 3 muestras a ensayar, para posteriormente dibujarlas y trazando una línea recta en las envolventes de los 3 círculos de Mohr poder determinar el ángulo de fricción (Φ) y la cohesión (C).

Los resultados que se obtuvieron del ensayo fueron los siguientes:

Cohesión(C)= 60 Kpa

Ángulo de fricción (Φ)= 33°

Estos datos serán de vital importancia para el diseño del dique propuesto en la fase de solución, así como para la estabilización de taludes que en conjunto con el dique servirán de confinamiento en el espacio destinado para el vertido de los desechos sólidos. Ver Anexo F

3.8. Estudio de impacto ambiental orientado al proyecto.

3.8.1. Antecedentes.

El siguiente estudio de impacto ambiental que se procederá a efectuar, será para medir el impacto generado por la construcción para los cantones de 24 de Mayo, Santa Ana y Olmedo del cantón de Manabí, con el único fin de poder mitigar en lo posible

los daños colaterales al medio ambiente y así mismo preservarlo lo más que se pueda.

El objetivo principal que promueve a realizar el estudio de impacto ambiental es el de poder reconocer y reducir al máximo los aspectos negativos al ambiente que podrían ocasionar las distintas fases de la realización del proyecto. Orientando estos tipos de daños con el fin de preservar los recursos del aire, agua y suelo, además cuidando de la flora y fauna que rodea el entorno del proyecto.

Todo este tipo de actos de prevención, atenuación y control de los impactos que generen algún tipo de daño al ambiente será detallado en el plan de manejo ambiental.

3.8.2. Marco legal.

Para la realización del marco legal en el que estará regido el estudio de impacto ambiental para los cantones de 24 de Mayo, Santa Ana y Olmedo, es obligatorio conocer las normas y leyes presentes en este tipo de estudio. Por consiguiente, se presentará distintos tipos de normativas actuales en la República del Ecuador.

3.8.2.1. Constitución de la República del Ecuador.

La constitución del Ecuador describe de manera detallada los derechos que el país tiene para con su medio ambiente de los cuales presentaremos los artículos más destacados.

Título I: De los Principios fundamentales. En el numeral 7 del Artículo 3, se menciona que es un deber patrimonial defender el patrimonio natural y cultural del país.

Título II: Capítulo 2: De los Derechos del Buen vivir. Artículo 14, Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, sumakkawsay.

Título III: Capítulo 6: De los Derechos de Libertad. En el numeral 27 del Artículo 66, eI derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza.

3.8.2.2. Ley de Gestión Ambiental.

Art. 395.- La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales:

1. El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.

2. Las políticas de gestión ambiental se aplicarán de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del Estado en todos sus niveles y por todas las personas naturales o jurídicas en el territorio nacional.

3. El Estado garantizará la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas, en la planificación, ejecución y control de toda actividad que genere impactos ambientales.

4. En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, éstas se aplicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza.

Art. 396.- El Estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño. En caso de duda sobre el impacto ambiental de alguna acción u omisión,

aunque no exista evidencia científica del daño, el Estado adoptará medidas protectoras eficaces y oportunas.

La responsabilidad por daños ambientales es objetiva. Todo daño al ambiente, además de las sanciones correspondientes, implicará también la obligación de restaurar integralmente los ecosistemas e indemnizar a las personas y comunidades afectadas.

Cada uno de los actores de los procesos de producción, distribución, comercialización y uso de bienes o servicios asumirá la responsabilidad directa de prevenir cualquier impacto ambiental, de mitigar y reparar los daños que ha causado, y de mantener un sistema de control ambiental permanente.

Las acciones legales para perseguir y sancionar por daños ambientales serán imprescriptibles.

Art. 397.- En caso de daños ambientales el Estado actuará de manera inmediata y subsidiaria para garantizar la salud y la restauración de los ecosistemas. Además de la sanción correspondiente, el Estado repetirá contra el operador de la actividad que produjera el daño las obligaciones que conlleve la reparación integral, en las condiciones y con los procedimientos que la ley

establezca. La responsabilidad también recaerá sobre las servidoras o servidores responsables de realizar el control ambiental. Para garantizar el derecho individual y colectivo a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, el Estado se compromete a:

1. Permitir a cualquier persona natural o jurídica, colectividad o grupo humano, ejercer las acciones legales y acudir a los órganos judiciales y administrativos, sin perjuicio de su interés directo, para obtener de ellos la tutela efectiva en materia ambiental, incluyendo la posibilidad de solicitar medidas cautelares que permitan cesar la amenaza o el daño ambiental materia de litigio. La carga de la prueba sobre la inexistencia de daño potencial o real recaerá sobre el gestor de la actividad o el demandado.

2. Establecer mecanismos efectivos de prevención y control de la contaminación ambiental, de recuperación de espacios naturales degradados y de manejo sustentable de los recursos naturales.

3. Regular la producción, importación, distribución, uso y disposición final de materiales tóxicos y peligrosos para las personas o el ambiente.

4. Asegurar la intangibilidad de las áreas naturales protegidas, de tal forma que se garantice la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de las funciones ecológicas de los ecosistemas. El manejo y administración de las áreas naturales protegidas estará a cargo del Estado.

5. Establecer un sistema nacional de prevención, gestión de riesgos y desastres naturales, basado en los principios de inmediatez, eficiencia, precaución, responsabilidad y solidaridad.

Art. 398.- Toda decisión o autorización estatal que pueda afectar al ambiente deberá ser consultada a la comunidad, a la cual se informará amplia y oportunamente. El sujeto consultante será el Estado. La ley regulará la consulta previa, la participación ciudadana, los plazos, el sujeto consultado y los criterios de valoración y de objeción sobre la actividad sometida a consulta.

El Estado valorará la opinión de la comunidad según los criterios establecidos en la ley y los instrumentos internacionales de derechos humanos.

Si del referido proceso de consulta resulta una oposición mayoritaria de la comunidad respectiva, la decisión de

ejecutar o no el proyecto será adoptado por resolución debidamente motivada de la instancia administrativa superior correspondiente de acuerdo con la ley.

Art. 399.- El ejercicio integral de la tutela estatal sobre el ambiente y la corresponsabilidad de la ciudadanía en su preservación, se articulará a través de un sistema nacional descentralizado de gestión ambiental, que tendrá a su cargo la defensoría del ambiente y la naturaleza.

Art. 400.- El Estado ejercerá la soberanía sobre la biodiversidad, cuya administración y gestión se realizará con responsabilidad intergeneracional.

Se declara de interés público la conservación de la biodiversidad y todos sus componentes, en particular la biodiversidad agrícola y silvestre y el patrimonio genético del país.

Art. 401.- Se declara al Ecuador libre de cultivos y semillas transgénicas. Excepcionalmente, y sólo en caso de interés nacional debidamente fundamentado por la Presidencia de la República y aprobado por la Asamblea Nacional, se podrán introducir semillas y cultivos genéticamente modificados. El Estado regulará bajo estrictas normas de bioseguridad, el uso y el desarrollo de la biotecnología

moderna y sus productos, así como su experimentación, uso y comercialización. Se prohíbe la aplicación de biotecnologías riesgosas o experimentales.

Art. 402.- Se prohíbe el otorgamiento de derechos, incluidos los de propiedad intelectual, sobre productos derivados o sintetizados, obtenidos a partir del conocimiento colectivo asociado a la biodiversidad nacional.

Art. 403.- El Estado no se comprometió en convenios o acuerdos de cooperación que incluyan cláusulas que menoscaben la conservación y el manejo sustentable de la biodiversidad, la salud humana y los derechos colectivos y de la naturaleza.

Art. 404.- El patrimonio natural del Ecuador único e invaluable comprende, entre otras, las formaciones físicas, biológicas y geológicas cuyo valor desde el punto de vista ambiental, científico, cultural o paisajístico exige su protección, conservación, recuperación y promoción. Su gestión se sujetará a los principios y garantías consagrados en la Constitución y se llevará a cabo de acuerdo con el ordenamiento territorial y una zonificación ecológica, de acuerdo con la ley.

Art. 405.- El sistema nacional de áreas protegidas garantizará la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de las funciones ecológicas. El sistema se integrará por los subsistemas estatal, autónomo descentralizado, comunitario y privado, y su rectoría y regulación será ejercida por el Estado. El Estado asignará los recursos económicos necesarios para la sostenibilidad financiera del sistema, y fomentará la participación de las comunidades, pueblos y nacionalidades que han habitado ancestralmente las áreas protegidas en su administración y gestión.

Las personas naturales o jurídicas extranjeras no podrán adquirir a ningún título tierras o concesiones en las áreas de seguridad nacional ni en áreas protegidas, de acuerdo con la ley.

Art. 406.- El Estado regulará la conservación, manejo y uso sustentable, recuperación, y limitaciones de dominio de los ecosistemas frágiles y amenazados; entre otros, los páramos, humedales, bosques nublados, bosques tropicales secos y húmedos y manglares, ecosistemas marinos y marinos-costeros.

Art. 407.- Se prohíbe la actividad extractiva de recursos no renovables en las áreas protegidas y en zonas declaradas como intangibles, incluida la explotación forestal. Excepcionalmente dichos recursos se podrán explotar a petición fundamentada de la Presidencia de la República y previa declaratoria de interés nacional por parte de la Asamblea Nacional, que, de estimarlo conveniente, podrá convocar a consulta popular.

Art. 408.- Son de propiedad inalienable, imprescriptible e inembargable del Estado los recursos naturales no renovables y, en general, los productos del subsuelo, yacimientos minerales y de hidrocarburos, substancias cuya naturaleza sea distinta de la del suelo, incluso los que se encuentren en las áreas cubiertas por las aguas del mar territorial y las zonas marítimas; así como la biodiversidad y su patrimonio genético y el espectro radioeléctrico. Estos bienes sólo podrán ser explotados en estricto cumplimiento de los principios ambientales establecidos en la Constitución.

El Estado participará en los beneficios del aprovechamiento de estos recursos, en un monto que no será inferior a los de la empresa que los explota.

El Estado garantizará que los mecanismos de producción, consumo y uso de los recursos naturales y la energía preserven y recuperen los ciclos naturales y permitan condiciones de vida con dignidad.

Art. 409.- Es de interés público y prioridad nacional la conservación del suelo, en especial su capa fértil. Se establecerá un marco normativo para su protección y uso sustentable que prevenga su degradación, en particular la provocada por la contaminación, la desertificación y la erosión.

En áreas afectadas por procesos de degradación y desertificación, el Estado desarrollará y estimulará proyectos de forestación, reforestación y revegetación que eviten el monocultivo y utilicen, de manera preferente, especies nativas y adaptadas a la zona.

Art. 410.- El Estado brindará a los agricultores y a las comunidades rurales apoyo para la conservación y restauración de los suelos, así como para el desarrollo de prácticas agrícolas que los protejan y promuevan la soberanía alimentaria.

Art. 411.- El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos,

cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua.

La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua.

Art. 412.- La autoridad a cargo de la gestión del agua será responsable de su planificación, regulación y control. Esta autoridad cooperará y se coordinará con la que tenga a su cargo la gestión ambiental para garantizar el manejo del agua con un enfoque ecosistémico.

3.8.2.3. Ley Orgánica Municipal.

Según la Ley Orgánica Municipal se hace mención especial al medio ambiente en los artículos:

Art. 11.- Punto número 4. Promover el desarrollo económico, social, medio ambiental y cultural dentro de su jurisdicción.

Art. 14.- Punto 16a. Prevenir y controlar la contaminación del medio ambiente en coordinación con las entidades afines

Art. 149.-Punto j) Velar por el fiel cumplimiento de las normas legales sobre saneamiento ambiental y especialmente de las que tienen relación con ruidos, olores desagradables, humo, gases tóxicos, polvo atmosférico, emanaciones y demás factores que pueden afectar la salud y bienestar de la población.

Art. 161.- El sistema organizativo municipal se estructurará, en términos generales, en función de las siguientes dependencias: de servicios públicos, de obras públicas, de justicia y policía, financiera, administrativa, de higiene, salubridad y ambiente, de educación y cultura, de servicios sociales, de asesoría jurídica, de planificación, desarrollo de la colectividad y de protección de los grupos vulnerables. Sin embargo, la estructura administrativa se adaptará a las características propias de cada municipalidad, con el fin de asegurar una adecuada prestación de los servicios municipales.

Art. 168.- Las municipalidades de acuerdo con sus posibilidades financieras establecerán unidades de gestión ambiental, que actuarán temporal o permanentemente.

Art. 169.- La Asociación de Municipalidades del Ecuador, contará con un equipo técnico de apoyo para las municipalidades que carezcan de unidades de gestión ambiental, para la prevención de los impactos ambientales de sus actividades.

Art. 197.- Punto k) Análisis de los impactos ambientales de las obras.

3.8.2.4. Ley Orgánica de la Salud.

Según la Ley Orgánica de la Salud se hace mención especial al medio ambiente en los artículos:

Art. 95.- La autoridad sanitaria nacional en coordinación con el Ministerio de Ambiente, establecerá las normas básicas para la preservación del ambiente en materias relacionadas con la salud humana, las mismas que serán de cumplimiento obligatorio para todas las personas naturales, entidades públicas, privadas y comunitarias.

Art. 111.- La autoridad sanitaria nacional, en coordinación con la autoridad ambiental nacional y otros organismos competentes, dictará las normas técnicas para prevenir y controlar todo tipo de emanaciones que afecten a los sistemas respiratorio, auditivo y visual. Todas las personas

naturales y jurídicas deberán cumplir en forma obligatoria dichas normas.

Art. 118.- Los empleadores protegerán la salud de sus trabajadores, dotándolos de información suficiente, equipos de protección, vestimenta apropiada, ambientes seguros de trabajo, a fin de prevenir, disminuir o eliminar los riesgos, accidentes y aparición de enfermedades laborales.

Art. 147.- La autoridad sanitaria nacional, en coordinación con los municipios, establecerá programas de educación sanitaria para productores, manipuladores y consumidores de alimentos, fomentando la higiene, la salud individual y colectiva y la protección del medio ambiente.

3.8.2.5. Reforma del Libro VI del TULS.

De la Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria se hace mención especial al medio ambiente en los artículos:

Art. 25 Licencia Ambiental. - Es el permiso ambiental otorgado por la Autoridad Ambiental Competente a través del SUIA, siendo de carácter obligatorio para aquellos

proyectos, obras o actividades considerados de medio o alto impacto y riesgo ambiental.

Art. 26 Cláusula especial. - Todos los proyectos, obras o actividades que intersequen con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), Bosques y Vegetación Protectora (BVP), Patrimonio Forestal del Estado (PFE), serán de manejo exclusivo de la Autoridad Ambiental Nacional y se sujetarán al proceso de regularización respectivo, previo al pronunciamiento de la Subsecretaría de Patrimonio Natural y/o unidades de patrimonio de las Direcciones Provinciales del Ambiente.

Art. 27 Objetivo. - Los estudios ambientales sirven para garantizar una adecuada y fundamentada predicción, identificación, e interpretación de los impactos ambientales de los proyectos.

Art. 28 De la evaluación de impactos ambientales. - La evaluación de impactos ambientales es un procedimiento que permite predecir, identificar, describir, y evaluar los potenciales impactos ambientales que un proyecto, obra o actividad pueda ocasionar al ambiente; y con este análisis determinar las medidas más efectivas para prevenir, controlar, mitigar y compensar los impactos ambientales

negativos, enmarcado en lo establecido en la normativa ambiental aplicable.

Art. 32 Del Plan de Manejo Ambiental. - El Plan de Manejo Ambiental consiste de varios sub-planes, dependiendo de las características de la actividad o proyecto. El Plan de Manejo Ambiental contendrá los siguientes sub planes, con sus respectivos programas, presupuestos, responsables, medios de velicación y cronograma.

a. Plan de Prevención y Mitigación de Impactos;
b. Plan de Contingencias;
c. Plan de Capacitación;
d. Plan de Seguridad y Salud ocupacional;
e. Plan de Manejo de Desechos;
f. Plan de Relaciones Comunitarias;
g. Plan de Rehabilitación de Áreas afectadas;
h. Plan de Abandono y Entrega del Área;
i. Plan de Monitoreo y Seguimiento.

Art. 33 Del alcance de los estudios ambientales. - Los estudios ambientales deberán cubrir todas las fases del ciclo de vida de un proyecto, obra o actividad, excepto cuando por la naturaleza y características de la actividad y en base de la normativa ambiental se establezcan

diferentes fases y dentro de estas, diferentes etapas de ejecución de las mismas.

Art. 36 De las observaciones a los estudios ambientales. - Durante la revisión y análisis de los estudios ambientales, previo al pronunciamiento favorable, la Autoridad Ambiental Competente podrá solicitar entre otros:

- Modificación del proyecto, obra o actividad propuesto, incluyendo las correspondientes alternativas;
- Incorporación de alternativas no previstas inicialmente en el estudio ambiental, siempre y cuando estas no cambien sustancialmente la naturaleza y/o el dimensionamiento del proyecto, obra o actividad;
- Realización de correcciones a la información presentada en el estudio ambiental;
- Realización de análisis complementarios o nuevos.

Art. 37 Del pronunciamiento favorable de los estudios ambientales. - Si la Autoridad Ambiental Competente considera que el estudio ambiental presentado satisface las exigencias y cumple con los requerimientos previstos en la normativa ambiental aplicable y en las normas

técnicas pertinentes, emitirá mediante oficio pronunciamiento favorable.

Art. 39 De la emisión de los permisos ambientales. - Los proyectos, obras o actividades que requieran de permisos ambientales, además del pronunciamiento favorable deberán realizar los pagos que por servicios administrativos correspondan, conforme a los requerimientos previstos para cada caso.

Art. 40 De la Resolución. - La Autoridad Ambiental Competente notificará a los sujetos de control de los proyectos, obras o actividades con la emisión de la Resolución de la licencia ambiental, en la que se detallará con claridad las condiciones a las que se someterá el proyecto, obra o actividad, durante todas las fases del mismo.

Art. 42 Del Registro de los permisos ambientales. - La Autoridad Ambiental Nacional llevará un registro de los permisos ambientales otorgados a nivel nacional a través del Sistema Unificado de Información Ambiental (SUIA).

3.8.3. Línea Base.

Como se indicó en el capítulo 2, el terreno a utilizar para el relleno sanitario, su dirección, ubicación, pero incluso en esta sección se

explicará con detalle que el terreno presenta muy buenas condiciones para trabajarlo como botadero de basura.

A pesar de que el territorio ubicado en el sector de Beldaco presenta su vía ingreso con tan solo camino vecinal, no presenta una buena opción para la entrada, por lo que es necesario realizar un diseño, pero el aspecto positivo es que la vía presenta condiciones adecuadas para realizar de manera inmediata una solución propuesta por autoridades del Consejo Provincial de Manabí en realizar un diseño respectivo. (Figura 2.2)

En cuanto al terreno, está ubicado de manera estratégica porque está situado cerca a los tres cantones favorecidos lo cual esto disminuiría considerablemente el costo operativo por transporte, representa una gran ventaja para optimizar recursos y generar menos impacto ambiental.

Además, el mismo terreno está formado por un material tan especial como la arcilla como se pudo demostrar con los estudios de suelo, por lo que podemos dar buen uso a este material para utilizarlo para formar estructuras que favorezcan el funcionamiento del relleno sanitario, sin contar que las condiciones topográficas del lugar favorecen considerablemente para realizar este proyecto.

Figura 0.3 Condiciones iniciales del terreno.
Fuente: Cedeño, A., Loor. G., 2018

Los cantones que serán beneficiados están situados en un clima que generalmente oscila entre subtropical seco a tropical húmedo y tropical extremadamente húmedo.

Un aspecto importante es que el botadero que beneficiará los tres cantones están relativamente cerca, contando además que se encuentra fuera del centro de las tres localidades y no hay población notoria que pueda ser afectada por la construcción de este proyecto, excepto de un gallinero, que podría conjunto con los municipios beneficiados trasladarlo a una zona en donde no puedan ser afectados por ningún motivo por el relleno sanitario. Ver Anexo B

3.8.4. Evaluación de impacto ambiental.

La evaluación de impacto ambiental es un instrumento que sirve como manera de prevención para poder anticipar aspectos negativos que genere las distintas actividades que se realicen en las fases de construcción, operación y finalización del proyecto en el área de estudio.

Para poder comprobar los distintos impactos que se llevan a cabo en la obra establecida es necesario conocer las distintas actividades que se realizan y que pueden causar algún tipo de efecto en la parte socioeconómica, biológica y en el medio físico de la misma. Estas actividades serán estudiadas, mediante las matrices de Leopold con el fin el conocer que actividad a lo largo de la ejecución del proyecto es la que más genere un impacto ambiental.

Las actividades realizadas a lo largo de todo el proyecto serán las siguientes:

- Limpieza y Desbroce
- Instalaciones provisionales
- Excavación de plataformas
- Mantenimiento de material para reutilización
- Replanteo
- Construcción de dique

- Rellenos
- Utilización de maquinaria
- Desecho de combustible
- Segregación
- Transporte de material suelto
- Compactación
- Ampliación
- Afectación temporal estabilidad de taludes
- Construcción de piscinas
- Impacto social
- Compostaje

Para la metodología de cálculo del valor de impacto ambiental (VIA) usaremos las matrices de Leopold que con grupo de siguientes variables y un método descrito a continuación se hallará la acción o acciones en la ejecución del proyecto que más impacto genera al medio ambiente.

3.8.5. Matrices de Leopold.

3.8.5.1. Matriz de Intensidad.

Esta matriz presenta valores numéricos del 0 al 10, este grado de intensidad se va midiendo 1 el de menor grado y 10 como el mayor grado de impacto generado y por último

0 cuando el grado de impacto es casi despreciable o demasiado leve como para ser considerado un daño al ambiente.

Tabla XXXII. Matriz de intensidad EIA

MATRIZ DE INTENSIDAD									
	Agua		Suelo		Aire			Factores Socioeconomicos	
Actividades	Superficial	Subterranea	Alteraciones	Manejo	Gases	Material Particulado	Ruido	Generacion Empleo	Paisaje
Limpieza y Desbroce	0	0	8	3	6	7	7	3	6
Instalaciones Provisionales	4	1	4	2	0	2	2	5	0
Excavacion de plataforma	0	0	7	5	3	6	5	3	7
Mantenimiento de material para reutilizacion	0	0	3	7	3	5	3	3	1
Replanteo	0	0	2	0	0	0	1	4	1
Construcción de dique	0	0	7	8	3	6	5	3	7
Rellenos	0	0	7	6	3	6	5	3	7
Utilizacion de maquinaria	0	1	1	2	5	2	6	3	1
Desecho de combustible	2	0	0	0	1	1	2	1	1
Segregación	0	0	3	1	5	1	6	3	6
Transporte de material suelto	0	0	6	9	6	8	7	3	6
Compactación	0	0	6	7	3	4	4	3	6
Ampliacion	0	0	6	5	2	3	2	1	7
Afectación temporal estabilidad de taludes	0	0	6	7	5	5	6	3	7
Construcción de piscinas	7	3	6	5	2	4	6	3	6
Impacto social	0	0	6	6	4	1	1	3	7
Compostaje	1	0	4	3	3	1	1	3	3

Fuente: Cedeño, A., Loor. G., 2018

3.8.5.2. Matriz de extensión.

Esta matriz presenta valores numéricos de 0, 1, 5 y 10, el número asignado a cada actividad será puesto de acuerdo con el impacto generado: en el caso de 0 no hay impacto, en el caso de 1 es impacto puntual, el caso de 5 el impacto generado es Local y por último en el caso de 10 el impacto generado es Regional.

Para esta matriz se usa la misma matriz de intensidad, solo que cambian los valores de acuerdo con el impacto en la zona generada.

Tabla XXXIII. Matriz de extensión EIA

MATRIZ DE EXTENSION									
	Agua		Suelo		Aire			Factores Socioeconomicos	
Actividades	Superficial	Subterranea	Alteraciones	Manejo	Gases	Material Particulado	Ruido	Generacion Empleo	Paisaje
Limpieza y Desbroce	5	1	1	1	1	1	1	5	5
Instalaciones Provisionales	1	1	1	1	1	1	1	5	1
Excavacion de plataforma	5	1	1	1	1	1	1	5	1
Mantenimiento de material para reutilización	1	1	1	1	1	1	1	5	1
Replanteo	1	1	1	1	1	1	1	5	1
Construcción de dique	1	1	1	5	5	1	1	5	1
Rellenos	1	1	1	5	5	5	1	5	1
Utilizacion de maquinaria	1	1	1	5	1	1	1	5	1
Despcho de combustible	1	1	1	1	1	1	1	5	1
Segregación	1	1	1	1	1	1	1	5	1
Transporte de material suelto	1	1	1	5	1	1	1	5	5
Compactación	1	1	1	5	1	1	1	5	1
Ampliación	1	1	1	1	1	1	1	5	1
Afectación temporal estabilidad de taludes	1	1	1	1	1	1	1	5	1
Construcción de piscinas	1	1	1	1	1	1	1	5	1
Impacto social	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Compostaje	1	1	1	1	1	1	1	5	1

Fuente: Cedeño, A., Loor. G., 2018

3.8.5.3. Matriz de duración.

Esta matriz presenta valores numéricos de 1, 5 y 10, el número asignado a cada actividad será puesto de acuerdo con el impacto generado, en el caso de 1 es para impactos menores a 5 años, en el caso de 5 es para impactos generados entre 5 a 10 años, el caso de 10 es para impactos generados mayores a 10 años.

Tabla XXXIV. Matriz de duración EIA

MATRIZ DE DURACION									
	Agua		Suelo		Aire			Factores Socioeconomicos	
Actividades	Superficial	Subterranea	Alteraciones	Manejo	Gases	Material Particulado	Ruido	Generacion Empleo	Paisaje
Limpieza y Desbroce	1	1	1	1	1	1	1	1	10
Instalaciones Provisionales	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Excavacion de plataforma	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Mantenimiento de material para reutilizacion	1	1	5	5	1	1	1	10	10
Replanteo	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Construcción de dique	1	1	10	10	1	1	1	10	1
Rellenos	1	1	10	10	1	1	1	10	1
Utilizacion de maquinaria	1	1	10	10	1	1	10	10	1
Desecho de combustible	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Segregación	1	1	10	10	1	1	1	10	1
Transporte de material suelto	1	1	10	10	1	1	1	10	1
Compactacion	1	1	10	10	1	1	1	10	1
Ampliación	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Afectación temporal estabilidad de taludes	1	1	5	5	1	1	1	1	1
Construcción de piscinas	1	1	5	5	1	1	1	1	1
Impacto social	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Compostaje	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Fuente: Cedeño, A., Loor. G., 2018

3.8.5.4. Matriz signo.

Esta matriz presenta valores numéricos de -1, 0 y 1, el número asignado a cada actividad será puesto de acuerdo con el impacto generado, en el caso de -1 es para actividades que generen impactos negativos, en el caso de 0 es para actividades que generen impactos neutros, el caso de 1 es para actividades que generen impactos positivos.

Tabla XXXV. Matriz signo EIA

MATRIZ SIGNO									
	Agua		Suelo		Aire			Factores Socioeconomicos	
Actividades	Superficial	Subterranea	Alteraciones	Manejo	Gases	Material Particulado	Ruido	Generacion Empleo	Paisaje
Limpieza y Desbroce	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
Instalaciones Provisionales	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
Excavacion de plataforma	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
Mantenimiento de material para reutilizacion	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
Replanteo	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
Construccion de dique	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
Rellenos	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
Utilizacion de maquinaria	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
Desecho de combustible	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
Segregación	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
Transporte de material suelto	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
Compactación	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
Ampliacion	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
Afectacion temporal estabilidad de taludes	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
Construcción de piscinas	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
Impacto social	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
Compostaje	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1

Fuente: Cedeño, A., Loor. G., 2018

3.8.5.5. Matriz magnitud.

Esta matriz se calcula obteniendo todas las tabas anteriores como las matrices de Intensidad, Extensión, Duración y Signo, pero con un detalle adicional multiplicando cada una de las anteriores con un factor cuyos valores estarán prescritos a criterio y con la condición de que sumado estos tres valores de la suma de 1. Aquí se muestra los valores de los factores de corrección:

Tabla XXXVI. Factores de matriz magnitud EIA

Factor intensidad	0.3
Factor extensión	0.3
Factor duración	0.4
SUMA	1

Fuente: Cedeño, A., Loor. G., 2018

La matriz de magnitud tiene una fórmula para calcularla y es la siguiente:

Matriz de Magnitud = Matriz Signo*(Matriz Intensidad * Factor Intensidad + Matriz Duración * Factor Duración + Matriz Extensión * Factor Extensión)

Tabla XXXVII. Matriz magnitud EIA

MATRIZ DE MAGNITUD									
	Agua		Suelo		Aire			Factores Socioeconomicos	
Actividades	Superficial	Subterranea	Alteraciones	Manejo	Gases	Material Particulado	Ruido	Generacion Empleo	Paisaje
Limpieza y Desbroce	-1,9	-0,7	-3,1	-1,6	-2,5	-2,8	-2,8	2,8	-7,9
Instalaciones Provisionales	-1,9	-1	-1,9	-1,3	-0,7	-1,3	-1,3	3,4	-6,7
Excavacion de plataforma	-1,9	-0,7	-2,8	-2,2	-1,6	-2,5	-2,2	2,8	-2,8
Mantenimiento de material para reutilizacion	-0,7	-0,7	-3,2	-4,4	-1,6	-2,2	-1,6	6,4	-4,6
Replanteo	-0,7	-0,7	-1,3	-0,7	-0,7	-0,7	-1	3,1	-1
Construcción de dique	-0,7	-0,7	-6,4	-7,9	-2,8	-2,5	-2,2	6,4	-2,8
Rellenos	-0,7	-0,7	-6,4	-7,3	-2,8	-3,7	-2,2	6,4	-2,8
Utilizacion de maquinaria	-0,7	-1	-4,6	-6,1	-2,2	-1,3	-6,1	6,4	-1
Desecho de combustible	-1,3	-0,7	-0,7	-0,7	-1	-1	-1,3	2,2	-1
Segregación	-0,7	-0,7	-5,2	-4,6	-2,2	-1	-2,5	6,4	-2,5
Transporte de material suelto	-0,7	-0,7	-6,1	-8,2	-2,5	-3,1	-2,8	6,4	-3,7
Compactación	-0,7	-0,7	-6,1	-7,6	-1,6	-1,9	-1,9	6,4	-2,5
Ampliación	-0,7	-0,7	-2,5	-2,2	-1,3	-1,6	-1,3	2,2	-2,8
Afectación temporal estabilidad de taludes	-0,7	-0,7	-4,1	-4,4	-2,2	-2,2	-2,5	2,8	-2,8
Construcción de piscinas	-2,8	-1,6	-4,1	-3,8	-1,3	-1,9	-2,5	2,8	-2,5
Impacto social	-1,9	-1,9	-3,7	-3,7	-3,1	-2,2	-2,2	2,8	-4
Compostaje	-1	-0,7	-1,9	-2,2	-1,6	-1	-1	2,8	-1,6

Fuente: Cedeño, A., Loor. G., 2018

3.8.5.6. Matriz de reversibilidad.

Esta matriz presenta valores numéricos de 1, 5, 8 y 10, el número asignado a cada actividad será puesto de acuerdo con el impacto generado, en el caso de 1 es para actividades cuyos impactos sean altamente reversibles, en el caso de 5 es para actividades cuyos impactos sean parcialmente reversibles, el caso de 8 es para actividades cuyos impactos sean reversibles a largo plazo y por último 10 para actividades cuyos impactos sean irreversibles.

Tabla XXXVIII. Matriz de reversibilidad EIA

MATRIZ DE REVERSIBILIDAD									
	Agua		Suelo		Aire			Factores Socioeconomicos	
Actividades	Superficial	Subterranea	Alteraciones	Manejo	Gases	Material Particulado	Ruido	Generacion Empleo	Paisaje
Limpieza y Desbroce	1	1	10	10	1	1	1	1	10
Instalaciones Provisionales	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Excavacion de plataforma	1	1	10	10	1	1	1	1	10
Mantenimiento de material para reutilización	1	1	10	10	1	1	1	1	1
Replanteo	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Construcción de dique	1	1	5	5	1	1	1	1	10
Rellenos	1	1	5	5	1	1	1	1	1
Utilizacion de maquinaria	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Desecho de combustible	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Segregación	1	1	5	10	1	1	1	1	1
Transporte de material suelto	1	1	1	1	1	1	1	1	10
Compactación	1	1	10	10	1	1	1	1	1
Ampliación	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Afectación temporal estabilidad de taludes	1	1	5	5	1	1	1	1	10
Construcción de piscinas	1	1	5	5	1	1	1	1	1
Impacto social	1	1	1	1	1	1	1	1	10
Compostaje	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Fuente: Cedeño, A., Loor. G., 2018

3.8.5.7. Matriz de riesgo.

Esta matriz presenta valores numéricos de 1, 5 y 10, el número asignado a cada actividad será puesto de acuerdo con el impacto generado, en el caso de 1 es para actividades cuyos impactos tengan baja probabilidad de ocurrencia, en el caso de 5 es para actividades cuyos impactos tengan media probabilidad de ocurrencia y por último 10 para actividades cuyos impactos tengan alta probabilidad de ocurrencia.

Tabla XXXIX. Matriz de riesgo EIA

MATRIZ DE RIESGO									
Actividades	Agua		Suelo		Aire			Factores Socioeconomicos	
	Superficial	Subterranea	Alteraciones	Manejo	Gases	Material Particulado	Ruido	Generacion Empleo	Paisaje
Limpieza y Desbroce	1	1	5	5	1	1	1	1	5
Instalaciones Provisionales	1	1	1	1	1	1	1	1	5
Excavacion de plataforma	1	1	5	5	1	1	1	1	5
Mantenimiento de material para reutilización	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Replanteo	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Construcción de dique	1	1	5	5	1	1	1	1	5
Rellenos	1	1	5	5	1	1	1	1	5
Utilizacion de maquinaria	1	1	1	1	1	1	1	1	5
Desecho de combustible	1	1	1	1	1	1	1	1	5
Segregación	1	1	5	5	1	1	1	1	5
Transporte de material suelto	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Compactación	1	1	5	5	1	1	1	1	5
Ampliación	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Afectación temporal estabilidad de taludes	1	1	5	5	1	1	1	1	5
Construcción de piscinas	5	1	5	5	1	1	1	1	1
Impacto social	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Compostaje	1	1	5	5	1	1	1	1	5

Fuente: Cedeño, A., Loor. G., 2018

3.8.5.8. Matriz de valoración de impacto ambiental (VIA).

Esta matriz se calcula obteniendo las matrices de Magnitud, Reversibilidad y Riesgo, pero con un detalle

adicional multiplicando cada una de las anteriores con un factor cuyos valores estarán prescritos a criterio y con la condición de que sumado estos tres valores de la suma de 1. Aquí se muestra los valores de los factores de corrección:

Tabla XL. Factores de corrección de la matriz VIA

Factor magnitud	0.4
Factor reversibilidad	0.4
Factor riesgo	0.2
SUMA	1

Fuente: Cedeño, A., Loor. G., 2018

La matriz de valoración de impacto ambiental (V.I.A) es una matriz de alto grado de importancia para el cálculo de cuantificar que actividad genere mayor impacto al proyecto con sus diferentes actividades ya especificadas con anterioridad, tiene una fórmula para calcularla y es la siguiente:

Matriz de valoración de impacto ambiental (V.I.A) = (ABS (Matriz de magnitud) ^Factor de magnitud) *((Matriz reversibilidad) ^Factor reversibilidad) *((Matriz de riesgo) ^Factor de riesgo)

Tabla XLI. Matriz de valoración de impacto ambiental

MATRIZ DE VALORACION DE IMPACTOS AMBIENTALES										
Actividades	Agua		Suelo		Aire			Factores Socioeconomicos		
	Superficial	Subterranea	Alteraciones	Manejo	Gases	Material Particulado	Ruido	Generacion Empleo	Paisaje	
Limpieza y Desbroce	0,26	0,17	3,95	3,03	0,29	0,30	0,36	0,36	5,74	8,61
Instalaciones Provisionales	0,26	0,20	0,26	0,22	0,17	0,22	0,22	0,33	0,87	1,69
Excavacion de plataforma	0,26	0,17	3,79	3,44	0,24	0,29	0,27	0,36	3,79	12,57
Mantenimiento de material para reutilización	0,17	0,17	0,80	0,51	0,24	0,27	0,24	0,42	0,37	3,23
Replantes	0,17	0,17	0,22	0,17	0,17	0,17	0,26	0,33	0,20	1,69
Construcción de dique	0,17	0,17	4,00	4,35	0,30	0,25	0,27	0,42	3,79	9,98
Rellenos	0,17	0,17	4,00	4,22	0,30	0,34	0,27	0,42	1,51	9,90
Utilizacion de maquinaria	0,17	0,20	0,37	0,41	0,27	0,22	0,41	0,42	1,00	2,48
Desecho de combustible	0,22	0,17	0,17	0,17	0,20	0,29	0,22	0,27	1,00	1,64
Segregación	0,17	0,17	3,68	4,62	0,27	0,28	0,25	0,42	1,44	9,84
Transporte de material suelto	0,17	0,17	0,41	0,46	0,29	0,31	0,36	0,42	0,85	2,55
Compactación	0,17	0,17	5,18	5,65	0,24	0,26	0,26	0,42	1,44	12,16
Cubrimiento de celdas	0,17	0,17	0,29	0,27	0,22	0,24	0,22	0,27	0,30	1,87
Afectación temporal estabilidad de taludes	0,17	0,17	3,35	3,44	0,27	0,27	0,29	0,36	3,79	8,18
Construcción de piscinas	1,51	0,24	3,35	3,25	0,22	0,26	0,29	0,36	0,29	9,42
Impacto social	0,26	0,26	0,34	0,34	0,31	0,27	0,27	0,36	0,87	2,16
Compostaje	0,20	0,17	1,29	1,37	0,24	0,28	0,26	0,36	1,21	3,98
	4,70	3,15	35,45	36,35	4,27	4,33	4,54	5,94	28,47	

Fuente: Cedeño, A., Loor. G., 2018

Lo importante de esta tabla es que se denota que la excavación de plataforma va a producir un mayor impacto ambiental, especialmente en las alteraciones y manejo del suelo.

A continuación, presentaremos el rango de significancia de la matriz de valoración de impacto ambiental, que será mostrada indicando de la matriz de V.I.A, por lo que se va a clasificar con número del 0 al 10, el número 0 según su rango es Neutra, del 1 al 4 según su rango es Baja, de 4.1 al 7 según su rango es Media y por último de 7.1 al 10 según su rango es Alta.

Tabla XLII. Rangos de la matriz de evaluación

Matriz Evaluación	
Rangos	
0	Neutro
1 a 4	Bajo
4,1 a 7	Medio
7,1 a 10	Alto

Fuente: Cedeño, A., Loor. G., 2018

Tabla XLIII. Matriz VIA

MATRIZ DE VALORACION DE IMPACTOS AMBIENTALES									
	Agua		Suelo		Aire			Factores Socioeconomicos	
Actividades	Superficial	Subterranea	Alteraciones	Manejo	Gases	Material Particulado	Ruido	Generacion Empleo	Paisaje
Limpieza y Desbroce	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO
Instalaciones Provisionales	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO
Excavacion de plataforma	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO
Mantenimiento de material para reutilizacion	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO
Replanteo	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO
Construcción de dique	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO
Rellenos	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO
Utilizacion de maquinaria	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO
Desecho de combustible	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO
Segregación	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO
Transporte de material suelto	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO
Compactación	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO
Ampliación	BAJO	BAJO	MEDIO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO
Afectación temporal estabilidad de taludes	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO
Construcción de piscinas	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO
Impacto social	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO
Compostaje	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO

Fuente: Cedeño, A., Loor. G., 2018

En esta tabla notamos algo que ya se había dicho con anterioridad que el impacto que generará más daño al ambiente es el manejo y las alteraciones del suelo.

3.8.6. Plan de manejo ambiental.

Se procederá a un plan de manejo ambiental para poder corregir lo mayor posible las actividades que más generen impactos

negativos al ambiente y por consecuente a aquellos recursos humanos que intervengan en la obra.

En toda la fase de construcción aparte de el correcto manejo de los instrumentos para dicha función, se debe tener en cuenta que todos los parámetros de seguridad se deben respetar tanto en los encargados de obra como en los obreros.

Ambas entidades mencionadas deberán cumplir con las siguientes especificaciones de seguridad:

- Uso de tiempo completo de chaleco y casco durante sus horas laborales.
- Usar mascarillas en caso de una actividad que genere polvo.
- En caso de que sea necesario usar orejeras y guantes.

3.8.6.1. Área de la obra.

- Disponer de cintas que permiten bordear el perímetro de todo el espacio en que se ocupará la obra.
- En el caso del camino aledaño, poner ciertas señales de tránsito para que circulen con precaución y evitar posibles accidentes.

3.8.6.2. Fase constructiva.

En cuanto a la valoración según los resultados obtenidos en la matriz de Leopold que indica la actividad o las actividades que más impacto ambiental generen a lo largo de la ejecución de la obra, además se detalla los diferentes procesos para la mitigación para las actividades que generen un alto grado de impacto ambiental con el único fin de poder contrarrestar estos efectos negativos.

Se detalla la actividad con mayor impacto y después con las demás actividades que intervenga en la fase de construcción de la obra:

Medidas de Mitigación para la excavación de plataforma que junto con esta actividad el recurso mayor afectado sería el suelo.

En esta actividad, se lleva a cabo el movimiento de tierra que se necesita hacer para poder hacer posible la plataforma para la disposición de los residuos sólidos. Este proceso en la obra requiere de maquinarias para la limpieza del terreno, también se necesitará de maquinaria para el transporte del material excavado y su posterior descarga y todo este proceso genera los posibles efectos como:

- Generación de polvo
- Ruido
- Material particulado
- Combustión de la gasolina de las maquinarias

Por lo que se necesita medidas de mitigación ante estos efectos negativos al medio ambiente por lo que se propone ciertas medidas preventivas:

- Revisar exhaustivamente la maquinaria a utilizar en el proceso de excavación, con el fin de que estén en óptimas condiciones.
- El personal que será responsable por cada maquinaria que intervenga en la excavación, deberá contar con el equipamiento de seguridad adecuado para el trabajo.
- Humedecer si es necesario el terreno a excavar, con el fin de no generar mucho polvo y esto sea beneficioso para los trabajadores que se encargarán del manejo de estas máquinas excavadoras.

Descrita las sugerencias para poder mitigar los efectos que genere la actividad descrita anteriormente, se prosigue a detallar así mismo actividades para poder

reducir los aspectos negativos al medio ambiente de las otras actividades que se efectúan a lo largo de la obra.

3.8.6.3. Medidas de mitigación de limpieza y desbroce.

- Verificar que el contratista disponga de todos los permisos requeridos.
- Observar el funcionamiento y estado del equipo a utilizar en esta actividad.
- Comprobar los distintos tipos de medidas de seguridad implementadas por el contratista y el cuerpo de seguridad de la obra.
- Establecer un fiel cumplimiento a los programas establecidos de trabajo.
- Comprobar que los materiales a disposición presentes en la fase de limpieza y desbroce cumplan con las disposiciones establecidas legalmente.
- Limitar el área en la que se vaya a ejecutar el trabajo junto con el cumplimiento con los acuerdos establecidos en esta especificación.

- Contar todos los árboles de mayor magnitud para que sean removidos con cuidado y sean plantados en otro lugar con el fin de no dañarlos.
- Si es posible reforestar ciertas partes contempladas en el proyecto con el fin de evitar la erosión del suelo por cualquier motivo en especial.

3.8.6.4. Medidas de mitigación para el mantenimiento del material para reutilización.

- Recuperación y acopio de la capa de suelo y ciertas disposiciones en áreas verdes que sirvan para vegetación.
- Realizar construcciones de siembra o hidrosiembra con el material de sobra con el fin del máximo uso del material.
- Intervenir en los residuos o suelo en este caso en la fase de construcción y guardarlos en lugares estratégicos con el fin de no molestar en lugar de tránsito o movimiento regular.

3.8.6.5. Medidas de mitigación para las instalaciones provisionales.

- Disponer de protección a sobreintensidades que se generen.
- Preparar dispositivos de protección que oponga el contacto directo.
- Adecuar de distintas bases de tomacorriente.

3.8.6.6. Medidas de mitigación para la construcción del dique.

- Realizar una revisión exhaustiva a la maquinaria utilizar en el proceso de construcción del dique, con el fin de que estén en óptimas condiciones para su uso.
- El personal que será responsable por cada maquinaria que intervenga en la construcción del dique.
- Se deberá dar un chequeo cada tiempo determinado de todo el tipo de equipos, durante la construcción del dique en cada una de sus fases

3.8.6.7. Medidas de mitigación para la utilización de maquinaria.

- Eludir cualquier tipo de movimiento demás para este tipo de trabajo.

- Adecuar un programa de mantenimiento de prevención con el fin de mitigar el nivel de emisión de ruido de estos.
- Comprobar en la empresa donde se arriende estas maquinarias que los equipos a utilizar estén en óptimas condiciones
- Impulsar la contratación de trabajadores para distintas funciones de la localidad

3.8.6.8. Medidas de mitigación para los desechos de combustible

- Prevenir no dar mantenimiento a las máquinas en medio del trabajo, con el fin de evitar la contaminación del suelo o algún derrame que pueda ocasionar pérdidas de combustible.
- Realizar una supervisión precisa en el equipo o máquina que usen gasolina para que se encuentren en perfecto estado para mitigar emisiones de humos dañinos al medio ambiente.
- Implantar un horario de trabajo uniforme de tal manera que no afecte mucho la calidad de vida de la población cercana, esta medida se da más por la emisión de ruido que puede ser incomoda.

- Los sitios posibles de almacenamiento de los combustibles para las máquinas deben estar bien resguardados para evitar posibles derrames y por consiguiente contaminación al suelo.

3.8.6.9. Medidas de mitigación para el transporte de material suelto.

- Las máquinas encargadas para el transporte del material removido deberán cubrirse con una cubierta, preferiblemente una lona.
- Establecer límites de velocidad con el fin de prevenir el levantamiento de suelo.
- Fijar entradas y salidas con suficiente espacio para el transporte del material, además de espacio extra para la descarga del material.
- En los accesos antes mencionados, delimitarlos y señalarlos de tal manera para prevenir accidentes.
- Establecer horarios de entrada y salida de vehículos con el fin de evitar tráfico molesto y perjudicial para el transporte del material.
- Para prevenir exceso de velocidad, poner topes de desaceleración para evitar posibles accidentes.

3.9. Metodología de la construcción.

Todo el proyecto está compuesto por 4 fases: la primera fase se hará una limpieza y desbroce del terreno desde la cota 90m hasta la cota 102m para disponer de una plataforma apta para el vertido de los desechos sólidos.

La segunda fase se hará una limpieza y desbroce del terreno desde la cota la cota 102m hasta la cota 112 m para disponer de una plataforma apta para el vertido de los desechos sólidos.

La tercera fase se hará una limpieza y desbroce del terreno desde la cota la cota 112m hasta la cota 122 m para disponer de una plataforma apta para el vertido de los desechos sólidos.

Y por último la cuarta fase se hará una limpieza y desbroce del terreno desde la cota la cota 122m hasta la cota 132 m para disponer de una plataforma apta para el vertido de los desechos sólidos.

El método constructivo para el relleno sanitario dependerá principalmente de las condiciones naturales del lugar (Topografía), además de otros factores como el tipo de suelo predominante y el nivel freático presente en el lugar.

Para comenzar, el terreno presenta condiciones adecuadas para la construcción de un relleno sanitario debido al confinamiento lateral y superior de la misma, para hacerlo más adecuado debería haber un cierre total por lo que se propone la construcción de un dique en la parte inferior del terreno para poder tener un confinamiento total.

Las características generales del terreno hacen posible una limpieza por medio de maquinaria y así extraer la capa vegetal que está presente en este lugar y posteriormente quitar tierra de acuerdo con las especificaciones de corte y relleno para el adecuado funcionamiento de las plataformas para verter los residuos sólidos.

Estos desechos sólidos serán colocados en celdas que serán construidas en la superficie del suelo, recostándolas contra los taludes del terreno inclinado situados en los extremos.

Luego estos desechos se compactan para después cubrirlos con tierra para sellar la celda y continuar con la siguiente. Dichas celdas serán construidas en un extremo del área de relleno como se mencionó anteriormente apoyados a los taludes y así avanzar hasta acabar en el otro extremo.

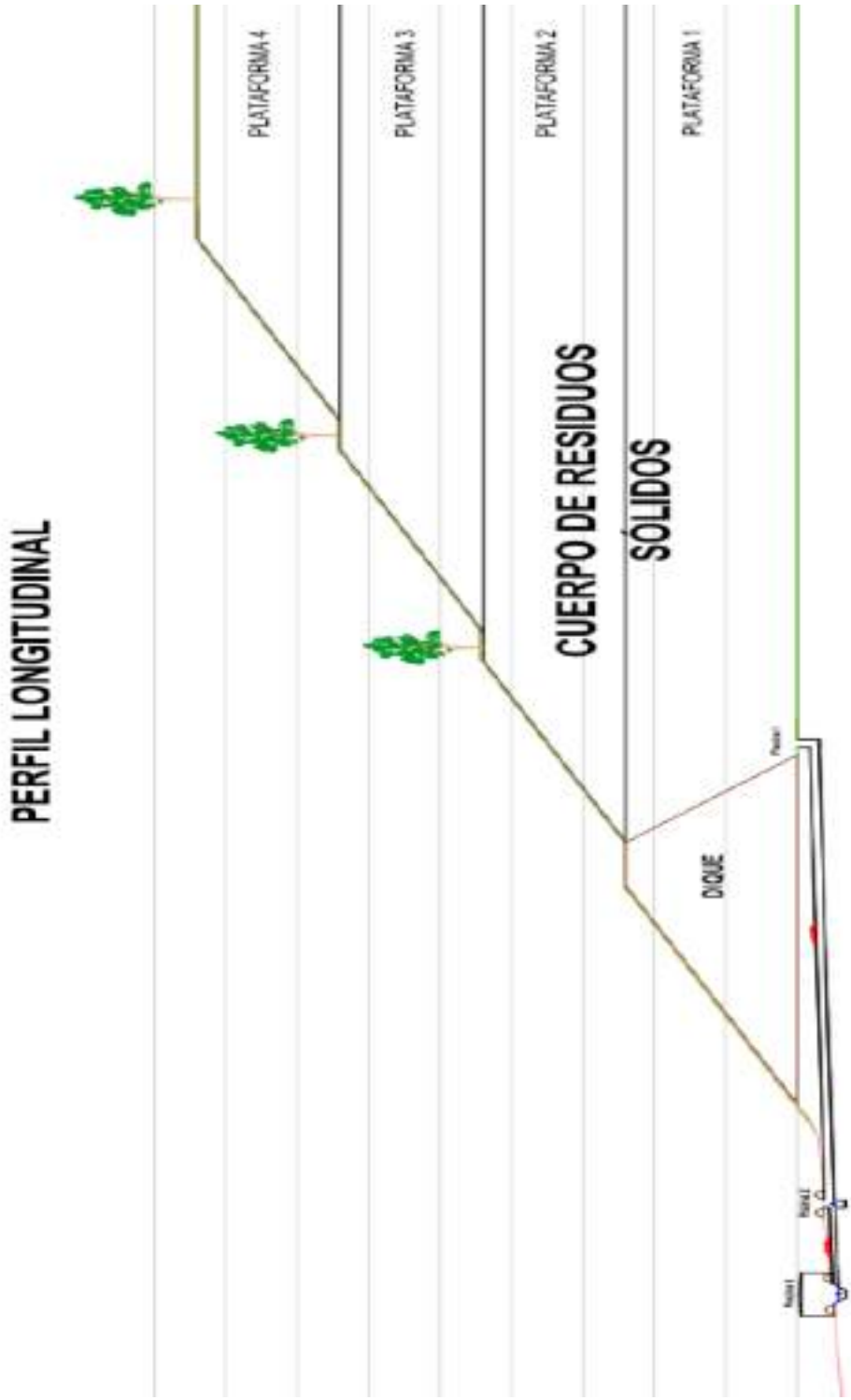


Figura 0.4 Perfil longitudinal del relleno sanitario y sus componentes.
Fuente: Cedeño, A., Loor. G., 2018

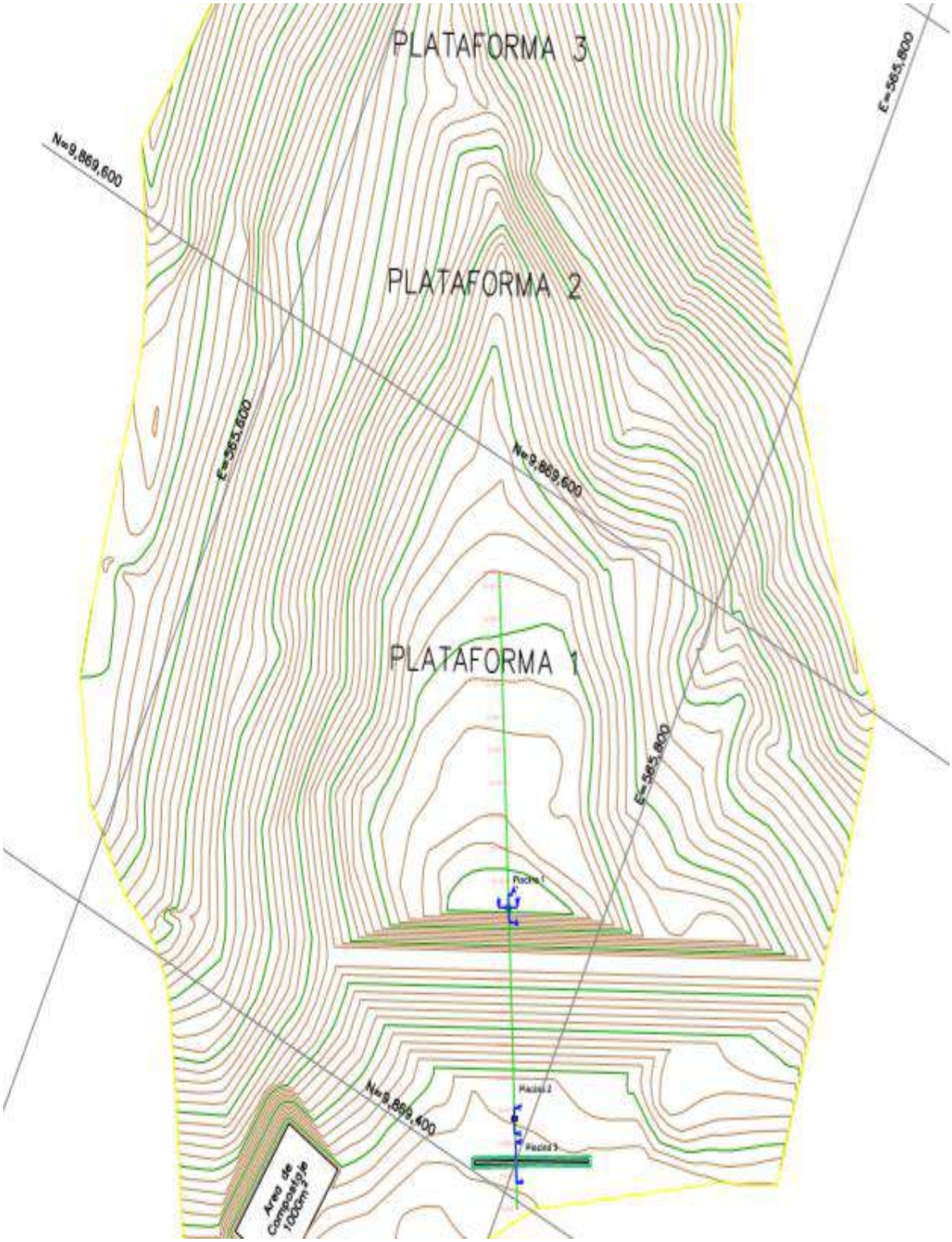


Figura 0.5 Implantación general del relleno sanitario
Fuente: Cedeño, A., Loor. G., 2018

3.9.1 Construcción del dique.

Como se había mencionado antes, el dique se construye con el fin de dar confinamiento y aumentar la capacidad de reservorio.

Una vez limpio el terreno, se procederá con la construcción del dique que empezará en la cota 90 m y se desarrollará en 3 etapas, debido a que se tiene la idea que se va rellenando el terreno y se va aumentado la altura del dique paulatinamente.

En dique de contención presentará talud interno y externo de diferentes inclinaciones en las 3 etapas, el talud apegado a las celdas (interno) estará conformado por una inclinación 1:1, mientras que el talud afuera del Relleno Sanitario (externo) presentará una inclinación 2.5:1, estas pendientes se establecieron debido a las condiciones sísmicas del lugar, para que no haya problema con una posible falla del dique, además de las condiciones del suelo que presenta un ángulo de ficción Φ=33°, Cohesión de 60 kPa y será compactado a un nivel de 1621 kg/m^3.

La primera etapa estará conformada por una base de 48 m y a una altura de d 5 m, en esta fase se deberá pasar una tubería que permitirá el paso de los lixiviados, este procedimiento se explicará en otra sección.

La segunda etapa se levantará sobre la primera fase 3.5 metros respetando las inclinaciones antes mencionadas.

Por último, la tercera etapa se elevará otros 3.5 m sobre la segunda fase, así mismo ir construyendo cada fase mediante se vaya rellenando con basura. El volumen total del dique de contención es de 39.358,89 m^3.

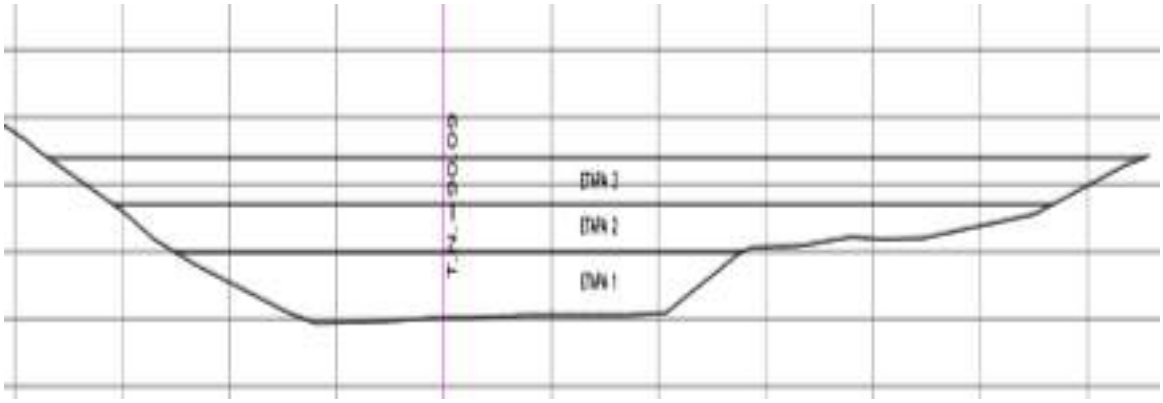


Figura 0.6 Perfil frontal del dique
Fuente: Cedeño, A., Loor. G., 2018

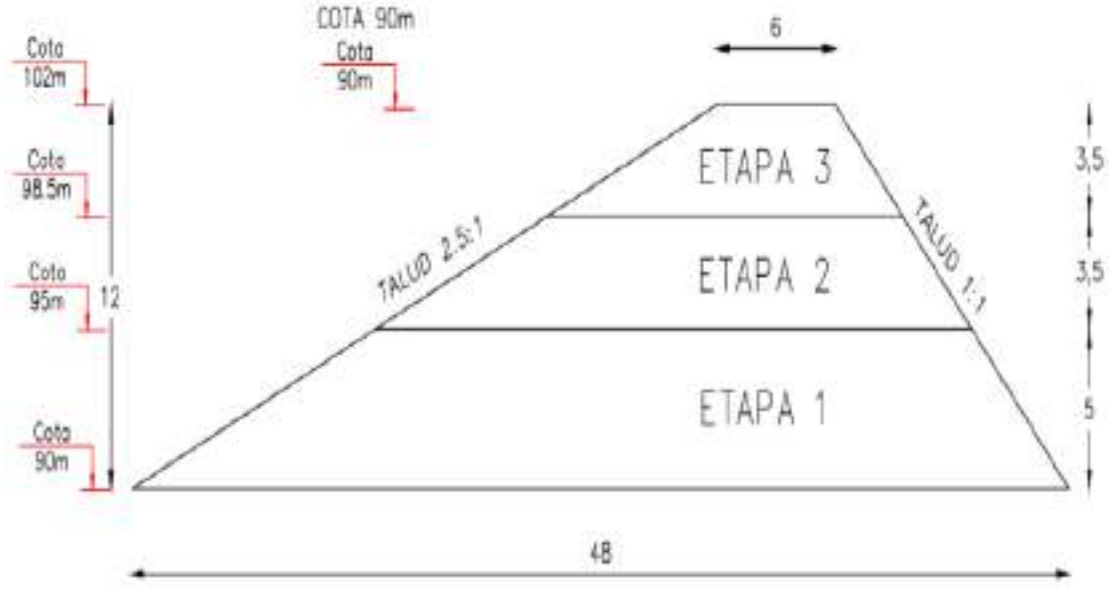


Figura 0.7 Perfil lateral del dique
Fuente: Cedeño, A., Loor. G., 2018

3.9.2 Construcción de las celadas de basura.

La celda diaria es un bloque lleno de los desechos sólidos producidos en un día, que quedarán confinados y cubiertos por una capa de suelo, con el fin de evitar la emanación de olores y abundancia de animales que sean atraídos.

Las dimensiones de las celdas varían de acuerdo con las condiciones del terreno y al espacio determinado para el vertido de los desechos sólidos, pero principalmente se la hace de forma de un paralelepípedo, facilitando el trabajo de los vehículos colectores al momento de descarga de la basura.

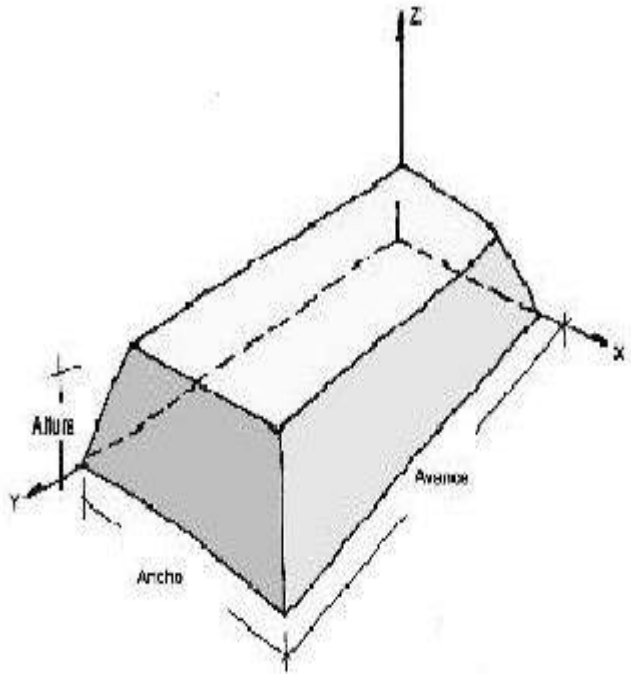


Figura 0.8 Esquema de una celda diaria típica
Fuente: Cedeño, A., Loor. G., 2018

La basura descargada por los vehículos colectores, después se esparce la basura sobre la superficie del terreno, en el caso de ser la primera celda también al pie del talud y en el caso de que sea una celda contigua pegado a la celda anterior ya cubierta con la capa de tierra, para esto antes de sellar la celda se compacta la basura con un rodillo en la parte superior y en la superficie laterales con pisones de mano hasta poder tener una superficie uniforme.

A continuación, se coloca la capa de suelo cobertor de 0,2 m de espesor, este material se esparce con la ayuda de palas y carretillas de mano y se compacta la parte superior con un rodillo y las superficies laterales con pisones de mano, efectuando el mismo procedimiento con la basura.

Esta cobertura es muy importante debido a que evita todo tipo de animales como: moscas, roedores y aves carroñeras. Dicho recubrimiento deberá hacerse al final de cada jornada.

Para la cubierta de las celdas no se debe ser muy exigente en cuanto a que material usar, preferiblemente usar el material del sitio, esto ahorraría mucho dinero en movimiento del sitio, el material de cobertura suele ser entre un 20% del volumen de los residuos sólidos compactados, será el producto extraído del corte de taludes.

Para la plataforma se usará tres tipos de celdas detalladas a continuación:

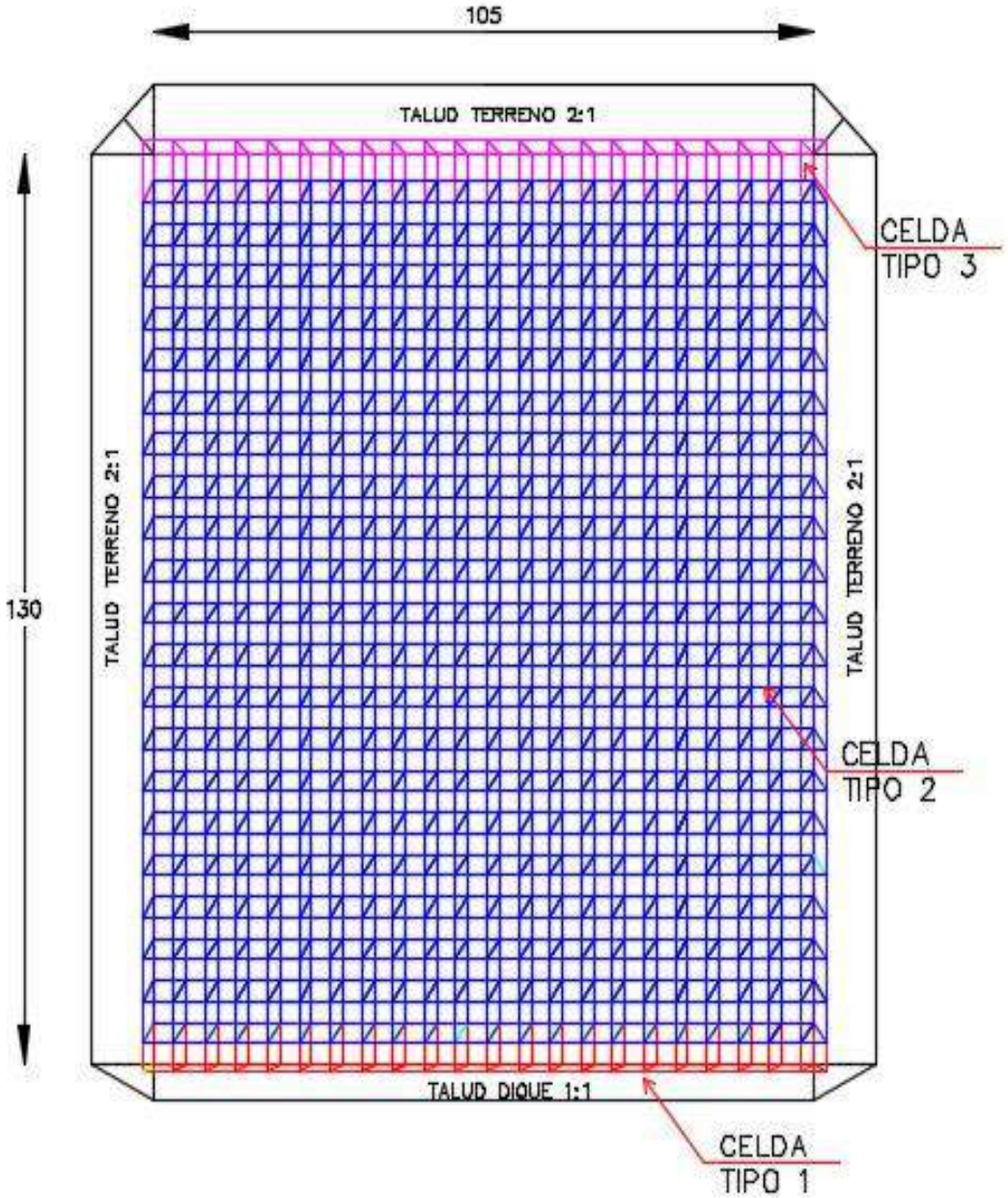


Figura 0.9 Implantación de celdas diarias
Fuente: Cedeño, A., Loor. G., 2018

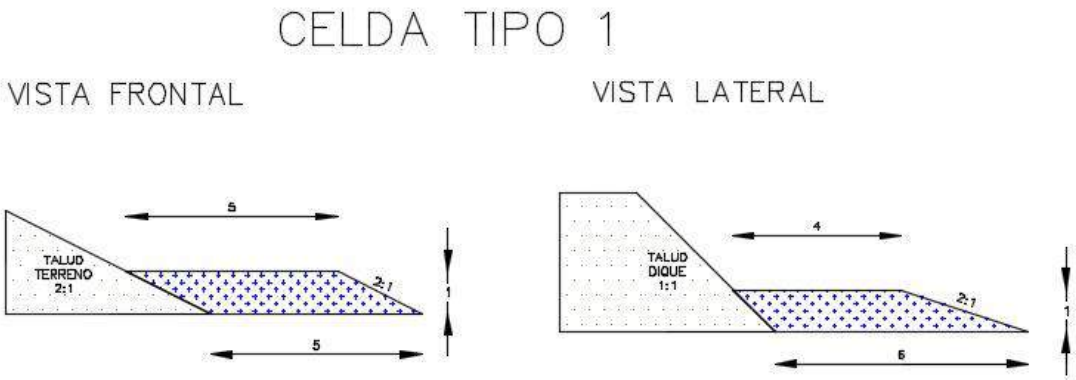


Figura 0.10 Detalle de la celda tipo 1
Fuente: Cedeño, A., Loor. G., 2018

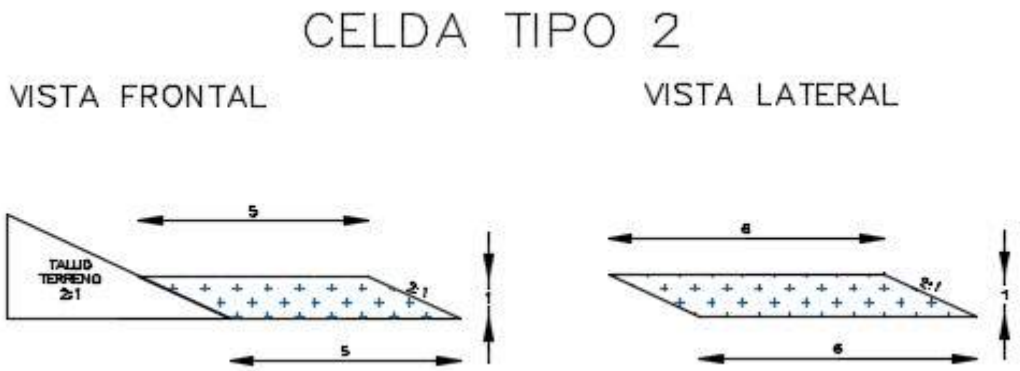


Figura 0.11 Detalle de la celda tipo 2
Fuente: Cedeño, A., Loor. G., 2018

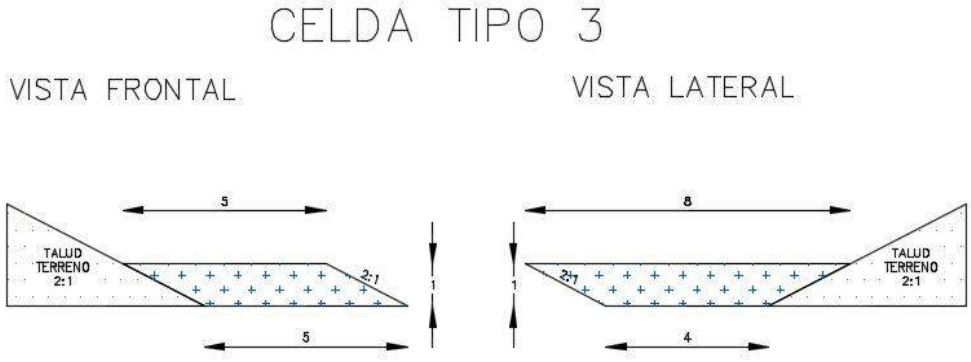


Figura 0.12 Detalle de celda tipo 3
Fuente: Cedeño, A., Loor. G., 2018

3.9.3 Construcción del sistema de drenaje.

El lixiviado es el líquido que se genera por la putrefacción de la basura más el agua que pueda ingresar al relleno sanitario.

Para eso se ha dispuesto colocar tres tipos de piscinas:

La primera y la segunda de dimensiones de 2m de largo,1 m de ancho y 1,5 m de profundidad dentro de la plataforma 1, que estará conectada por una tubería que llevará los líquidos a la segunda piscina en el exterior del relleno sanitario, ésta se conectará a una tercera piscina con mayores proporciones cuya función será la de evaporar los lixiviados recogidos por el vertedero.

A continuación, detallaremos cada piscina y su función en el relleno sanitario:

La piscina 1 la ubicada en el interior del relleno sanitario de dimensiones 2 x 1 x 1,5 m estará cubierto por geomembrana y constará con tres tipos de estratos de distintos tamaños, la capa del fondo con un material de grosor mayor, la segunda capa de un grosor de medio tamaño y la primera capa de un grosor fino. Los detalles de tamaño de partículas serán mostrados en la figura adjunta.

Todo esto con el fin de poder filtrar los lixiviados que serán conducidos por una tubería de hormigón cuyo diámetro es de 0,6 m, perforado por donde pasará dicho líquido y recorrerá por debajo. (Ver Figura 3.14)

La piscina 2 no contendrá ningún tipo de partículas que sirvan de filtración, porque servirá de almacenamiento para poder transportar a la tercera piscina, además se le construirá bancos de arcilla, para evitar el ingreso de agua desde el exterior, además inmovilizar la geomembrana con su propio peso. (Ver Figura 3.15)

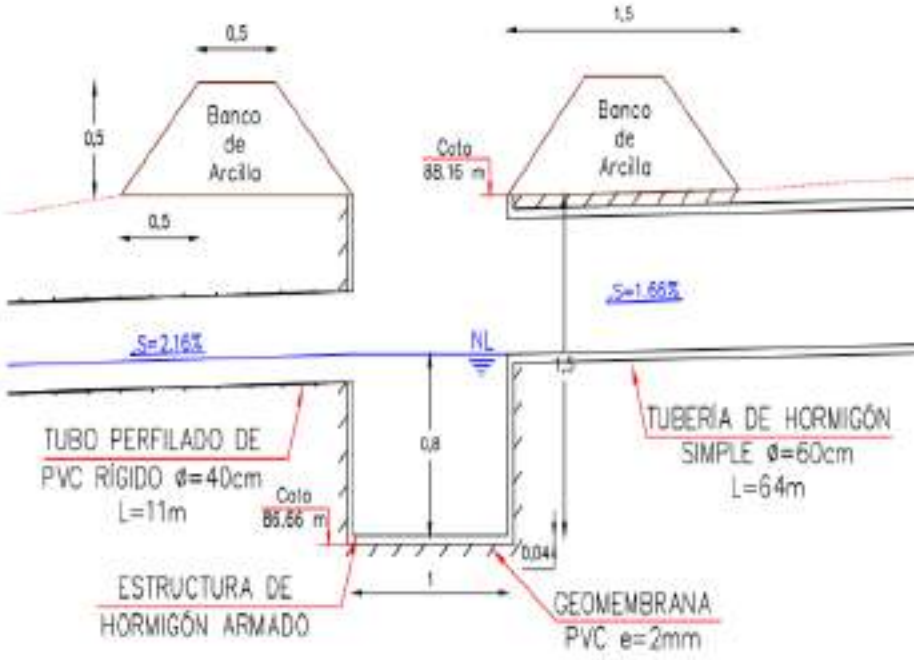


Figura 0.13 Perfil lateral de la piscina 2
Fuente: Cedeño, A., Loor. G., 2018

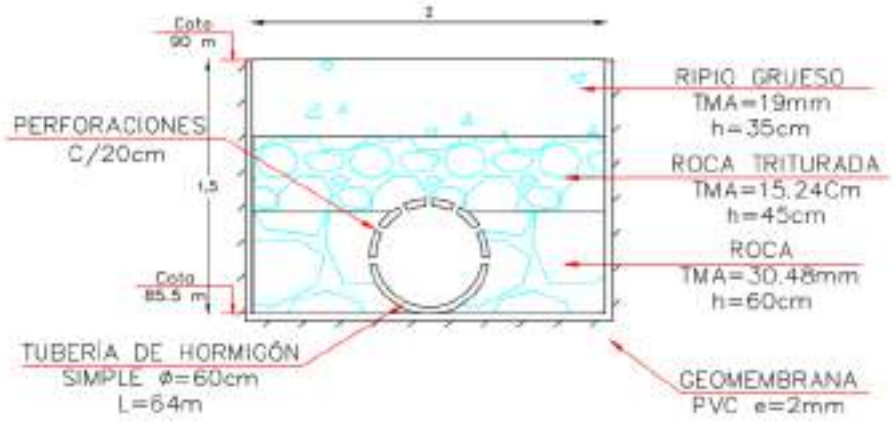


Figura 0.14 Perfil frontal de la piscina 1
Fuente: Cedeño, A., Loor. G., 2018

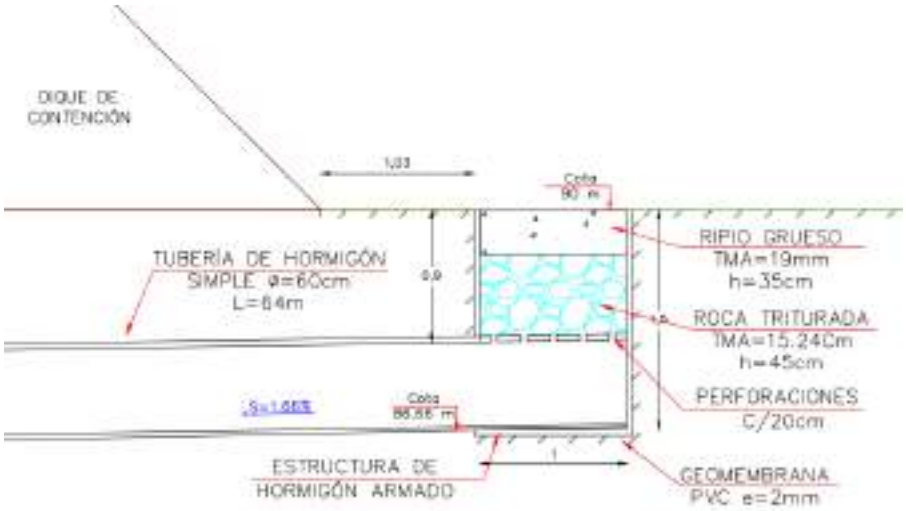


Figura 0.15 Perfil lateral de la piscina 1
Fuente: Cedeño, A., Loor. G., 2018

Esta última piscina se cubrirá su superficie con geomembrana, tendrá una cubierta cuya estructura será de caña guadua y su techo de plástico translúcido. Su función es elevar los lixiviados por medio de evaporación. Sus dimensiones son: 50 m de longitud, solera de 1 m, 3 m de ancho de coronación y 1m de tirante. Un dato importante

es la construcción de bancos de arcilla para prevenir posibles inundaciones que imposibiliten la evaporación de los lixiviados.

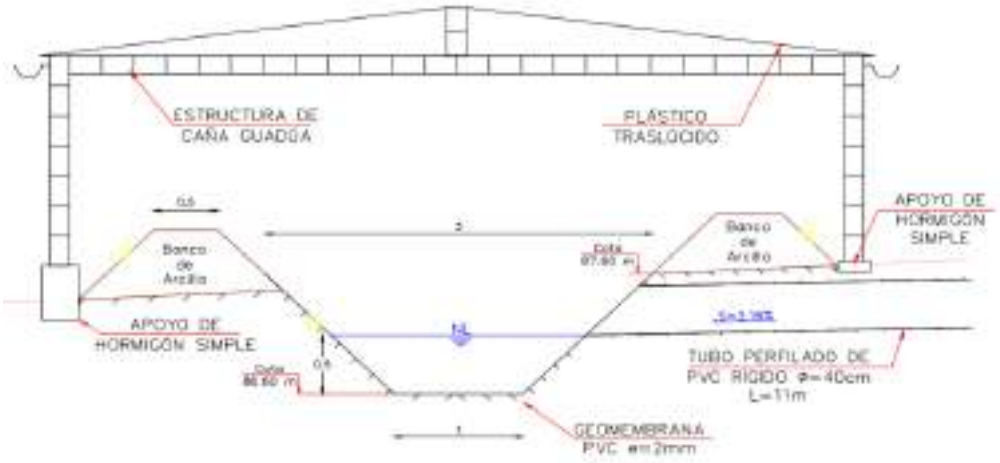


Figura 0.16 Perfil transversal de la piscina 3
Fuente: Cedeño, A., Loor. G., 2018

3.9.4 Construcción del sistema de manejo de gases.

Debido a la producción de gases de los desechos vertidos en el relleno sanitario.es necesario la implementación de un sistema de manejo de gases, que será conformado principalmente por chimeneas de ventilación, consisten en tuberías perforadas de hormigón simple de 1m de diámetro, cimentadas en la base del relleno y abarrotadas de piedras de diámetro entre 10 y 20 cm para provocar un efecto de absorción. Los detalles de la chimenea estarán dados en la Figura 3.17.

De acuerdo con las dimensiones de las 4 plataformas dichas para este proyecto se dirá el número de chimeneas y el espaciamiento de

estas, esto según los dimensionamientos de las distintas plataformas que serán detalladas a continuación:

En la primera plataforma se colocarán seis filas de cinco chimeneas, es decir 30 tubos en total. En la segunda plataforma se ubicarán tres filas de cinco chimeneas, la primera estará a 8m de distancia del talud y las demás se espaciarán 20m.En la plataforma tres se colocarán 2 filas de 5 chimeneas cada 20 m medidos desde el borde del talud. En la plataforma superior se colocarán dos filas de 5 chimeneas, la primera a 12m de distancia desde el borde del talud y la siguiente a 20 metros.

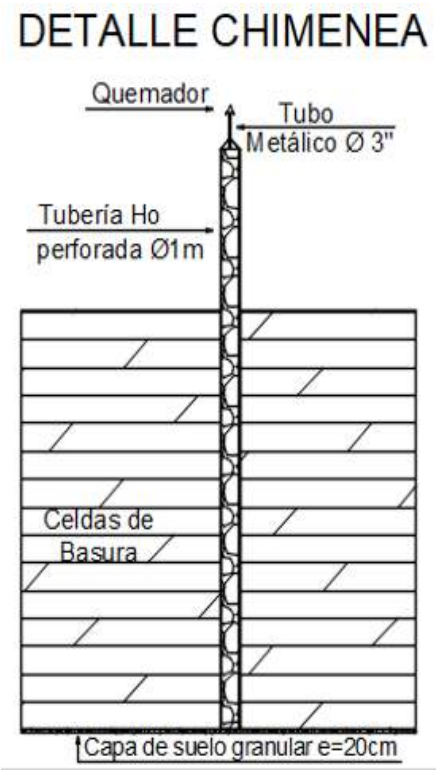


Figura 0.17 Detalle de chimenea
Fuente: Cedeño, A., Loor. G., 2018

CAPÍTULO 4

DISEÑO DEL RELLENO SANITARIO

4.1 Área de construcción.

El Relleno Sanitario Mancomunado estará ubicado en el Km 2+400 m de la vía Lodana – Beldaco, cantón Santa Ana, provincia de Manabí. Se dispone de 14.2 hectáreas para el emplazamiento del proyecto, de las cuales se tomará 5.6 hectáreas para la colocación de los desechos sólidos.

4.2 Diseño del dique

Dado que se cuenta con un terreno inclinado, con una pendiente aproximada de 15%, se optó por la implementación de un Dique con el fin de aumentar la capacidad volumétrica del reservorio, dando confinamiento a la primera plataforma y permitiendo su crecimiento hacia arriba. Esta obra tendrá 12 m de altura, ancho de corona de 6m, talud 1:1 en contacto con las celdas y talud 2.5:1 hacia afuera del relleno.

La construcción se dará en tres etapas; la primera de 5m de altura, la segunda y tercera de 3,5m cada una. Se usará material excavado del mismo terreno, el cual tiene un ángulo de ficción Φ=33°, Cohesión de 60 kPa y será compactado a un nivel de 1621 kg/m^3. El volumen total requerido para la construcción del Dique es de 39.358,89 m3. (Ver Figura 3.7)

4.3 Diseño de la celda diaria, parámetros geométricos.

La celda diaria es un bloque lleno de los desechos sólidos producidos en un día, que quedarán confinados y cubiertos por una capa de suelo, con el fin de evitar la emanación de olores y abundancia de animales carroñeros. Al siguiente día, este material será removido de una cara de la celda para proceder con la colocación de basura, de esta manera se logra el contacto directo. Los parámetros establecidos para la unidad son:

- Cantidad de desechos sólidos. - Es la porción de basura que llega a la disposición final en el lapso de un día, expresada en toneladas sobre día
- Volumen de celda diaria. – Es relación que existe entre la cantidad de desechos sólidos y la densidad compactada de la basura, expresado en metros cúbicos sobre día.
- Altura de la celda. – Dimensión que depende de la cantidad de basura depositada, el material de revestimiento y la estabilidad de los taludes de la celda.
- Ancho de la celda. - También denominado largo o avance de celda, es una dimensión dinámica que permite ser modificada cuando la situación lo requiera, es decir, si algún día la cantidad de basura excede lo calculado se puede aumentar el largo de la celda para dejar intacto el alto y la demanda sea abastecida. Se determina de

acuerdo con el frente de trabajo que los vehículos colectores necesitan para descargar y los tractores para maniobrar.

- Área de celda. - Es la relación que existe entre el volumen requerido de los desechos sólidos y la altura establecida.
- Taludes. - Es la inclinación que se le da a las paredes de las celdas para que los residuos encuentren apoyo y den estabilidad al sistema.

4.4 Diseño del canal de receptor de escorrentías.

Dadas las condiciones del terreno y la necesidad de implementar el Dique de contención, es necesaria la construcción de un canal que recepte el agua proveniente de las escorrentías de toda la cuenca del lugar, de esta manera se evita que se acumule gran cantidad de agua mezclada con lixiviados en la base del relleno, lo que puede provocar la inestabilidad y el colapso de la obra.

Para el diseño de este canal es necesario tomar en cuenta varios temas, como el caudal; el cual fue calculado usando el método racional, el área de la cuenca, la velocidad de flujo y las dimensiones de la cuneta. Si la velocidad del flujo es muy alta puede ocasionar erosión, lo que hace necesaria la colocación de una geomembrana que recubra en su totalidad la longitud del canal.

4.5 Diseño del sistema de drenaje.

Una vez que empieza la etapa de descomposición de los desechos sólidos, existe la producción de lixiviados y gases.

4.5.1 Manejo de lixiviados.

Los lixiviados son los líquidos que se forman a por la putrefacción de la basura más el agua que pueda ingresar en el relleno. Su volumen depende de diferentes factores:

- Precipitación de lluvia sobre el área del relleno.
- Escorrentía superficial.
- Infiltración subterránea.
- Evapotranspiración.
- Humedad de los desechos.
- Grado de compactación de la basura.
- Capacidad que tienen los suelos para absorber humedad.

Dados los agentes anteriores se puede asegurar que se va a obtener la mayor cantidad de lixiviados en las épocas del año donde se presenten fenómenos pluviales. Para ello se ha planteado la construcción de dos piscinas de iguales dimensiones, la primera que se encuentre dentro del relleno cuya función sea la de filtrar y captar el líquido, la siguiente para que almacene y conduzca los lixiviados a una tercera piscina de mayores dimensiones y poca

profundidad para que se logre la evaporación, tendrá una cubierta cuya estructura será de caña guadua y su techo de plástico, de esta manera se evita el ingreso de agua al sistema.

4.5.2 Manejo de gases.

La producción de gases es otro tema muy importante para la operación del relleno sanitario, puesto que la acumulación de estos elementos puede ocasionar una implosión.

Es necesario que los gases salgan a la atmósfera para que el depósito de basura se mantenga estable. Se instalarán chimeneas de ventilación, que consisten en tuberías perforadas de hormigón simple de 1m de diámetro, cimentadas en la base del relleno y abarrotadas de piedras de diámetro entre 10 y 20 cm para provocar un efecto de absorción. En la parte superior se conecta con un tubo metálico de 1m de longitud aproximadamente que finaliza en la parte más alta en un quemador para proceder con la combustión de los gases contaminantes y sean conducidos a la atmósfera.

4.6 Áreas de reciclaje y reciclaje.

El proceso de reciclaje consiste en la selección de materiales tales como papel, plástico, madera, latas; para encontrarle un nuevo uso y destinarlo a diferentes actividades. El compostaje por su parte es un

proceso que transforma la materia orgánica en materiales biológicamente estables, como abono para suelos.

Estas dos actividades son de vital importancia porque ayudan a reducir el impacto ambiental que provoca la producción de basura, disminuyendo a su vez la cantidad de desechos que puedan ingresar al relleno sanitario. Para esto se ha dispuesto de una plataforma de 1000m^2 en la cota 88m.

4.7 Diseño del sistema de impermeabilización.

El sistema de impermeabilización como su nombre lo indica, es aquel que se encarga de aislar la basura de la superficie natural, de tal manera que se guarde la integridad de todo el entorno subterráneo. La disposición de colocar o no un sistema impermeable depende del estudio geotécnico, es decir, si el suelo se caracteriza por ser un nulo absorbente de agua el sistema no es necesario. En este caso se decidió ir por la senda de la precaución, se colocará geomembrana en toda la superficie donde se pueda dar el contacto entre el suelo y los desechos. Además, se instalará este material en el canal de recolección de aguas lluvias, en las piscinas de lixiviados y en la superficie del dique de contención, así podemos asegurar que no se va a producir la erosión del suelo con el movimiento del agua.

4.8 Construcciones complementarias.

Se define construcciones complementarias a aquellas obras que ayudan al buen desempeño del relleno sanitario y sus operadores. Se caracterizan por ser de bajo costo y pequeñas dimensiones.

4.8.1 Cerramiento perimetral.

Se delimitará el terreno con un cerco de alambre de púas de cinco hiladas separadas cada 30cm, logrando así una altura de 1.5m. La construcción de este cerramiento se la realiza con el fin de evitar el paso de personas ajenas a la operación y animales de gran tamaño que circulen por la zona, además de dar un cierto nivel de seguridad a la obra.

4.8.2 Zona de protección.

Es el área entre el cerramiento perimetral y la zona de depósito de basura que se destina para la plantación de árboles que ayuden a mitigar los posibles daños al medio ambiente debido a la operación con los desechos. La zona de protección sirve también como una barrera natural para aislar y evitar que los vecinos y demás circulantes vean el trabajo que se realiza dentro del relleno, además, de mejorar la apariencia estética externa. Se recomienda sembrar plantas y arbustos endémicos, de esta manera se reduce

el mantenimiento y cuidado que pueda necesitar una especie que no sea del lugar.

4.8.3 Caseta de control.

Es el lugar destinado a los obreros, cuya función principal es ofrecer comodidad y refugio a los empleados.

Ellos podrán usar este espacio para bañarse, cambiarse de ropa, comer, realizar reuniones de trabajo, protegerse de las variaciones climáticas, almacenar herramientas, entre otras cosas.

La caseta será la adaptación de un contenedor, aprovechando el auge que han tenido después de terremoto del 2016 y que puede ser conseguido con facilidad.

Se estima que 20m^2 son suficientes para desarrollar las actividades antes mencionadas.

4.9 Análisis de estabilidad de taludes.

Los taludes se forman a partir de cortes que se realizan a los cerros. Pueden fallar por distintos factores como:

- Geometría del relleno sanitario.
- Condiciones climáticas.
- Movimientos sísmicos.
- Excavaciones al pie del talud.
- Condiciones abrasivas.

- Filtración de agua.
- Capacidad de soporte insuficiente.
- Presencia de superficies de falla.

4.9.1 Factor z para el diseño sísmico.

La Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), en la edición 2015 ha realizado la zonificación sísmica del territorio de nuestro país, la cual indica los niveles de peligro de un evento de esta naturaleza en las distintas regiones del Ecuador.

Se usa el valor de z, que representa la máxima aceleración que se puede dar en la roca esperada para el sismo de diseño, expresada como fracción de la aceleración de la gravedad.

En el mapa (Figura 4.1) se puede observar que la mayoría del perfil costanero presenta una gran amenaza sísmica, su extensión comprende desde la provincia esmeraldeña hasta la del Guayas, por ende, la provincia de Manabí también está en ese rango.

La región Sierra presenta menor riego, mientras que en la Amazonía se podría decir que no hay amenaza de un evento catastrófico.

La zona de estudio ubicada en Manabí es la que mayor riesgo sísmico presenta por lo que el siguiente estudio y comportamiento sísmico fue de suma importancia.

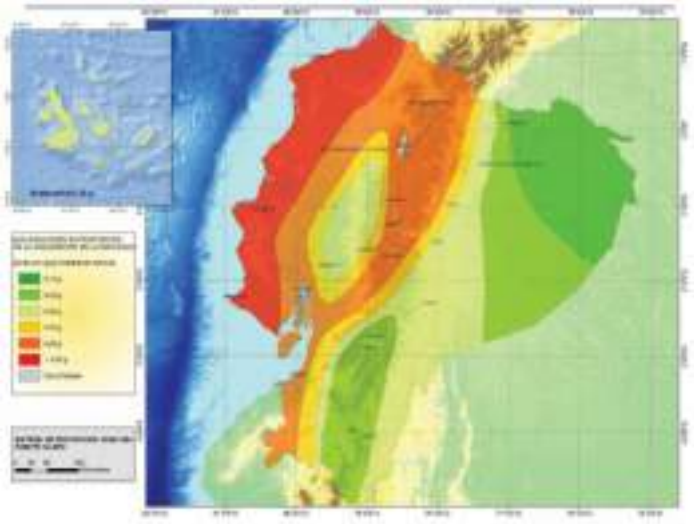


Figura 3.1 Zonas sísmicas en el Ecuador
Fuente: NEC, 2015

A continuación, se muestra los diferentes valores del factor z y la caracterización de la amenaza sísmica. Con relación al mapa (Figura 4.1) se presentan seis zonas, variando ascendentemente la amenaza y el factor.

Tabla XLIV. Valores del factor z en función de zona sísmica adoptada. NEC2015

Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥ 0.50
Caracterización del peligro sísmico	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy alta

Fuente: NEC, 2015

El análisis de estabilidad se lo hizo por medio del software Galena, el cual usa el método Sarma Non – Vertical Slice – Multiple para dar solución a problemas de alta complejidad. Se realizó tres corridas con

distintas aceleraciones sísmicas y un nivel freático correspondiente a un fenómeno del niño, es decir, donde las precipitaciones llegan a su máximo nivel. En todas las evaluaciones se obtuvo un factor de seguridad mayor a 1, lo que indica que el sistema es estable ante tales catástrofes ambientales.

Los datos iniciales de la corrida fueron:

- Talud exterior del dique: 2.5:1
- Talud interior del dique: 1:1
- Taludes del terreno natural, 2:1
- Taludes del relleno sanitario: 2.5:1
- Cota mínima: 90m
- Cota máxima: 132m

Tabla XLV. Características de los materiales del relleno sanitario

N°	Material	Phi (°)	Cohesión kPa	Peso volumétrico KN/m^3
1	Dique de contención	33	60	16.37
2	Cuerpo de celdas diarias	30	40	7
3	Terreno de cimentación	33	78	17

Fuente: Cedeño, A., Loor. G., 2018

4.9.2 Análisis 1.

Este análisis considera únicamente el peso propio de la estructura del relleno, es decir, sin presencia de sismos. Como es lógico, se obtiene un elevado factor de seguridad de 3.91 y todas las superficies de fallas posibles son estables.

4.9.3 Análisis 2.

Con un sismo cuya aceleración fue de 0.3g se obtuvo un factor de seguridad de 1.52, lo que quiere decir que el cuerpo está estable. Se puede corroborar con las superficies de falla en color verde.

4.9.4 Análisis 3.

En la presente corrida se ejecutó un sismo con una aceleración mayor, de 0.4G. El factor de seguridad que se obtuvo fue de 1.30 en el cual se muestran superficies de falla de color amarillo que indican precaución.

4.9.5 Análisis 4.

En la última corrida se usó una aceleración sísmica de 0.5G, lo que asemeja a un evento catastrófico, aun así, el cuerpo sigue quedando estable. Se obtuvo un factor de seguridad de 1.15 y se puede observar las superficies de falla de color amarillo, lo cual indica precaución.

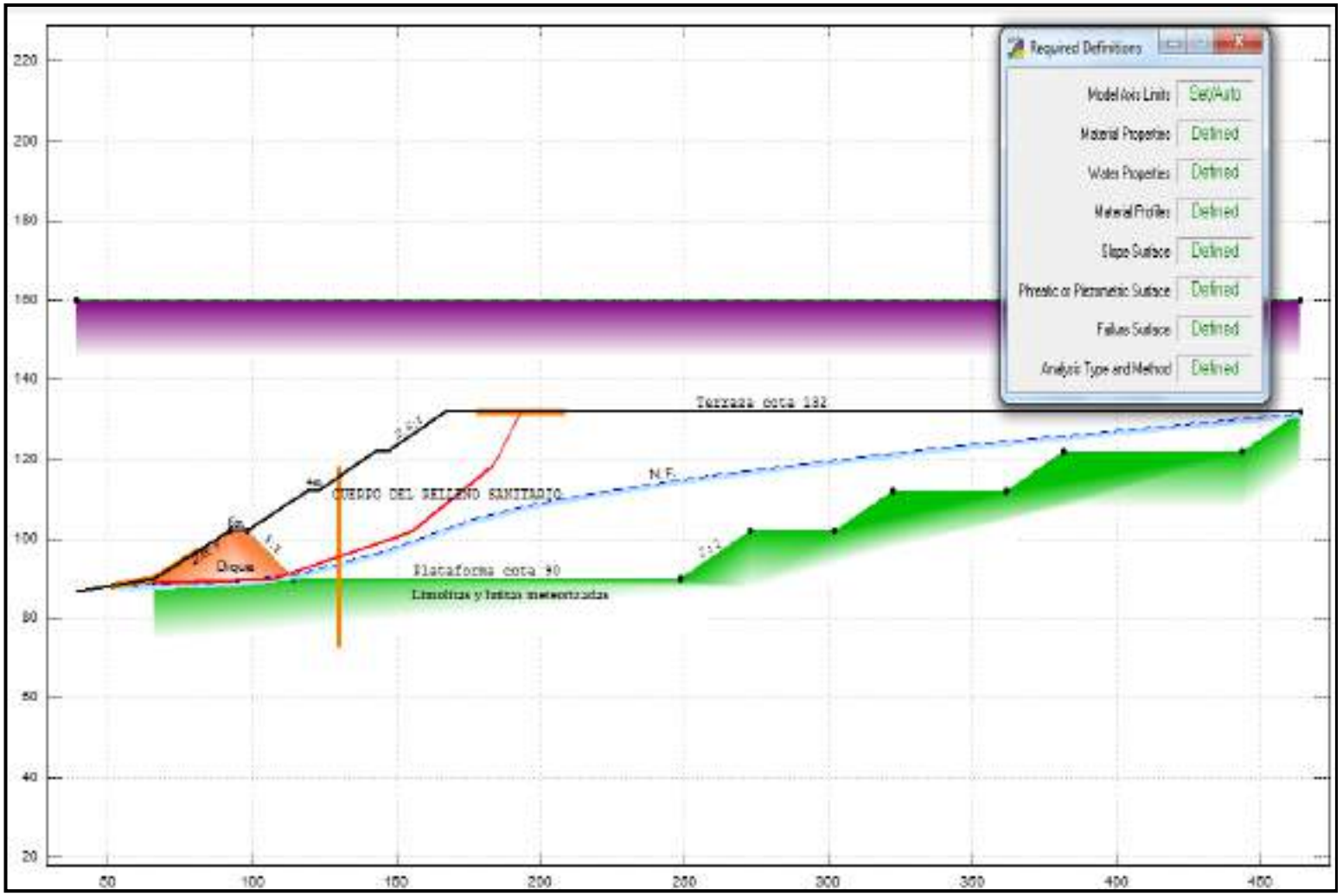


Figura 1.2 Esquema inicial de la corrida

Fuente: Cedeño, A., Loor. G., 2018

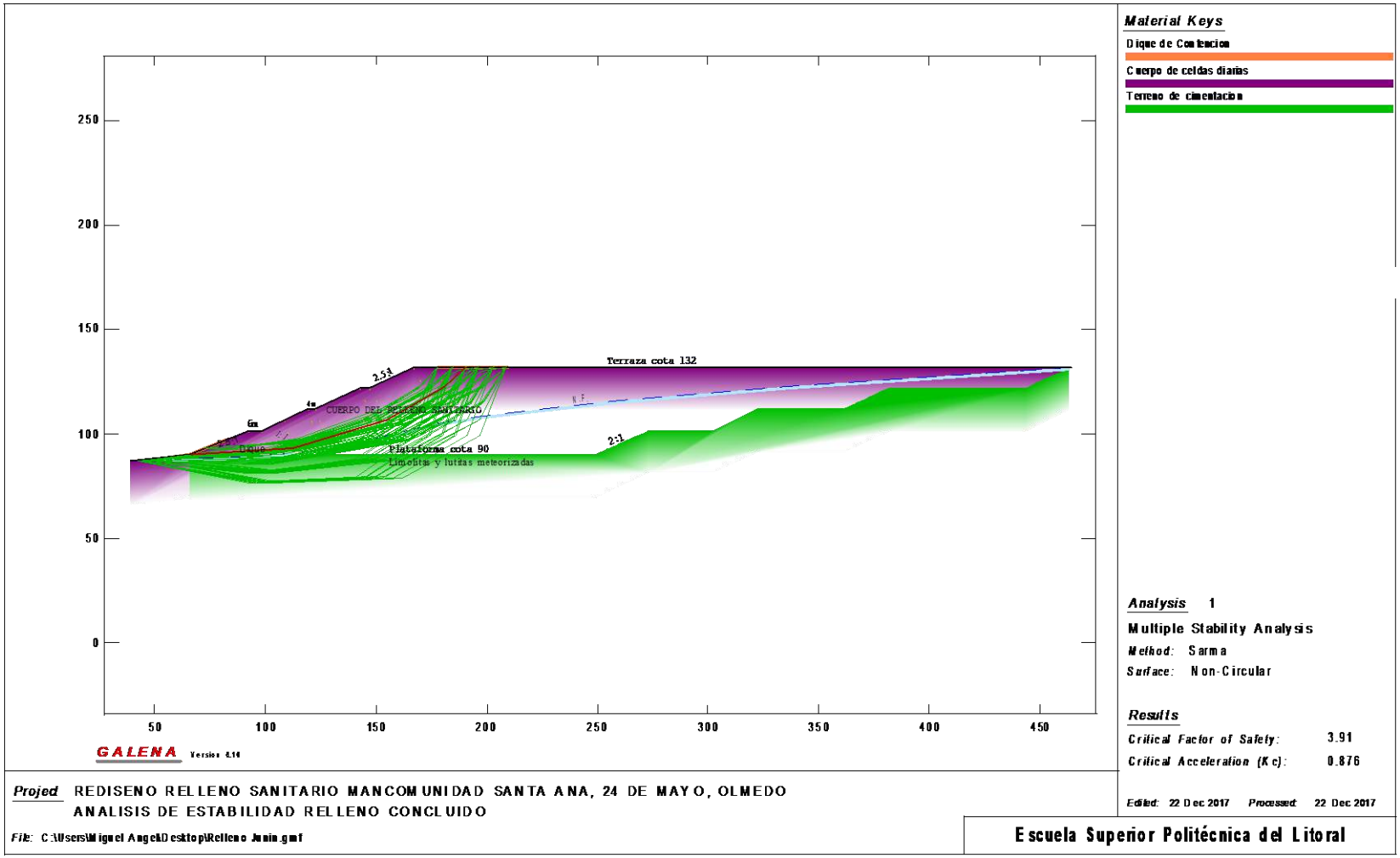


Figura 1.3 Ejecución de análisis 1, prueba sin sismo
Fuente: Cedeño, A., Loor. G., 2018

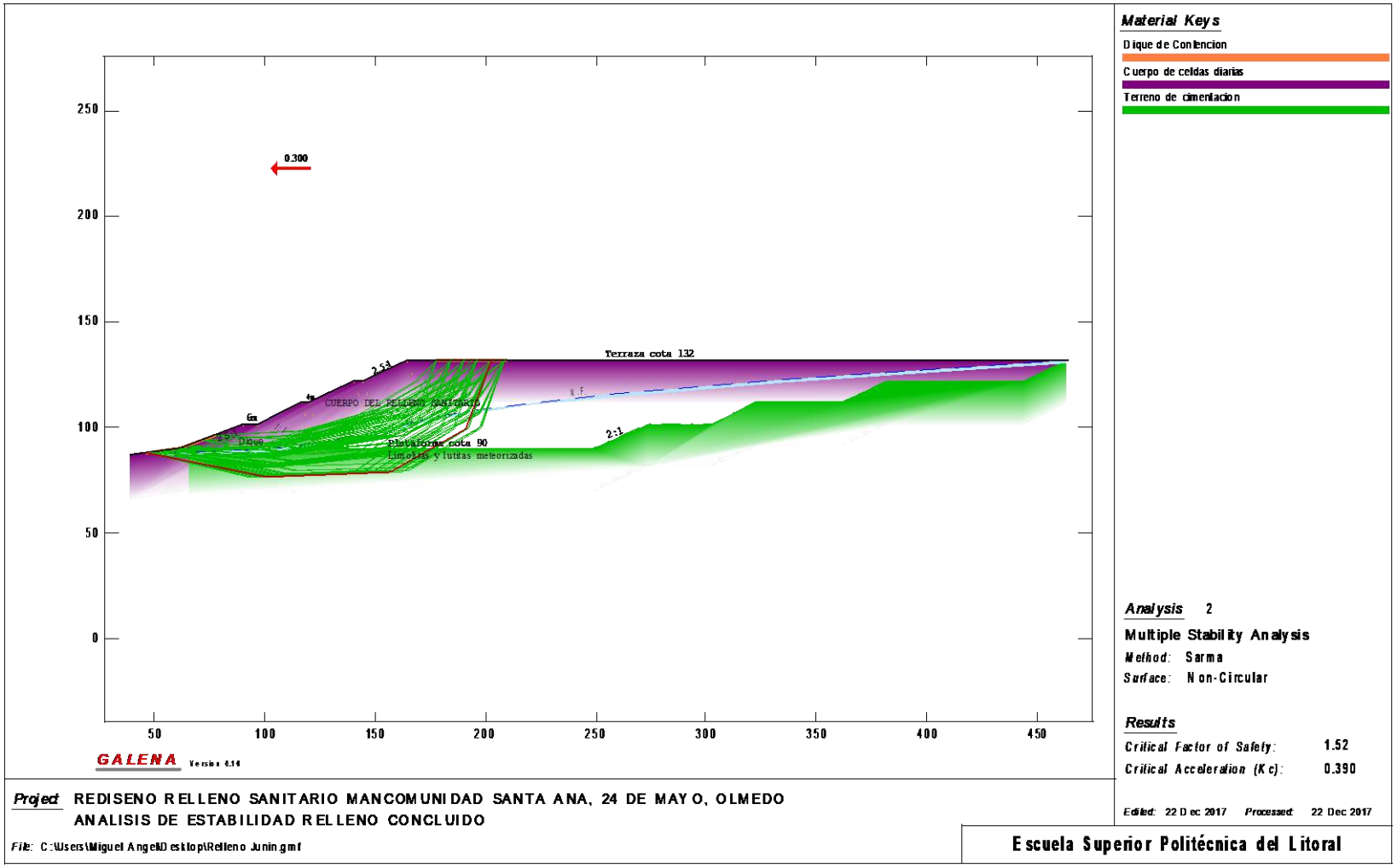


Figura 1.4 Análisis 2. Prueba con aceleración sísmica de 0.3G
Fuente: Cedeño, A., Loor. G., 2018

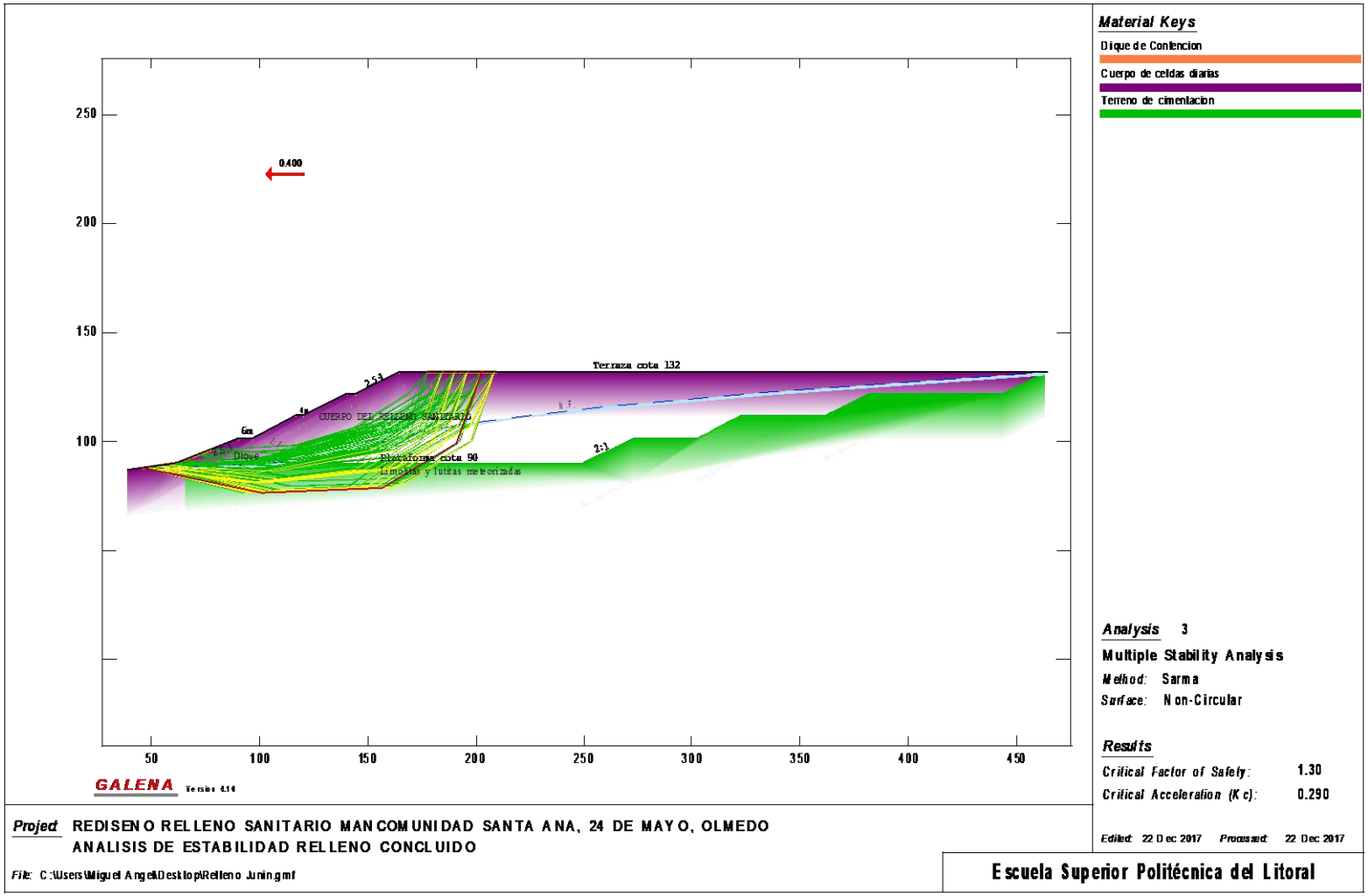


Figura 1.5 Análisis 3. Corrida con aceleración sísmica de 0.4G
Fuente: Cedeño, A., Loor. G., 2018

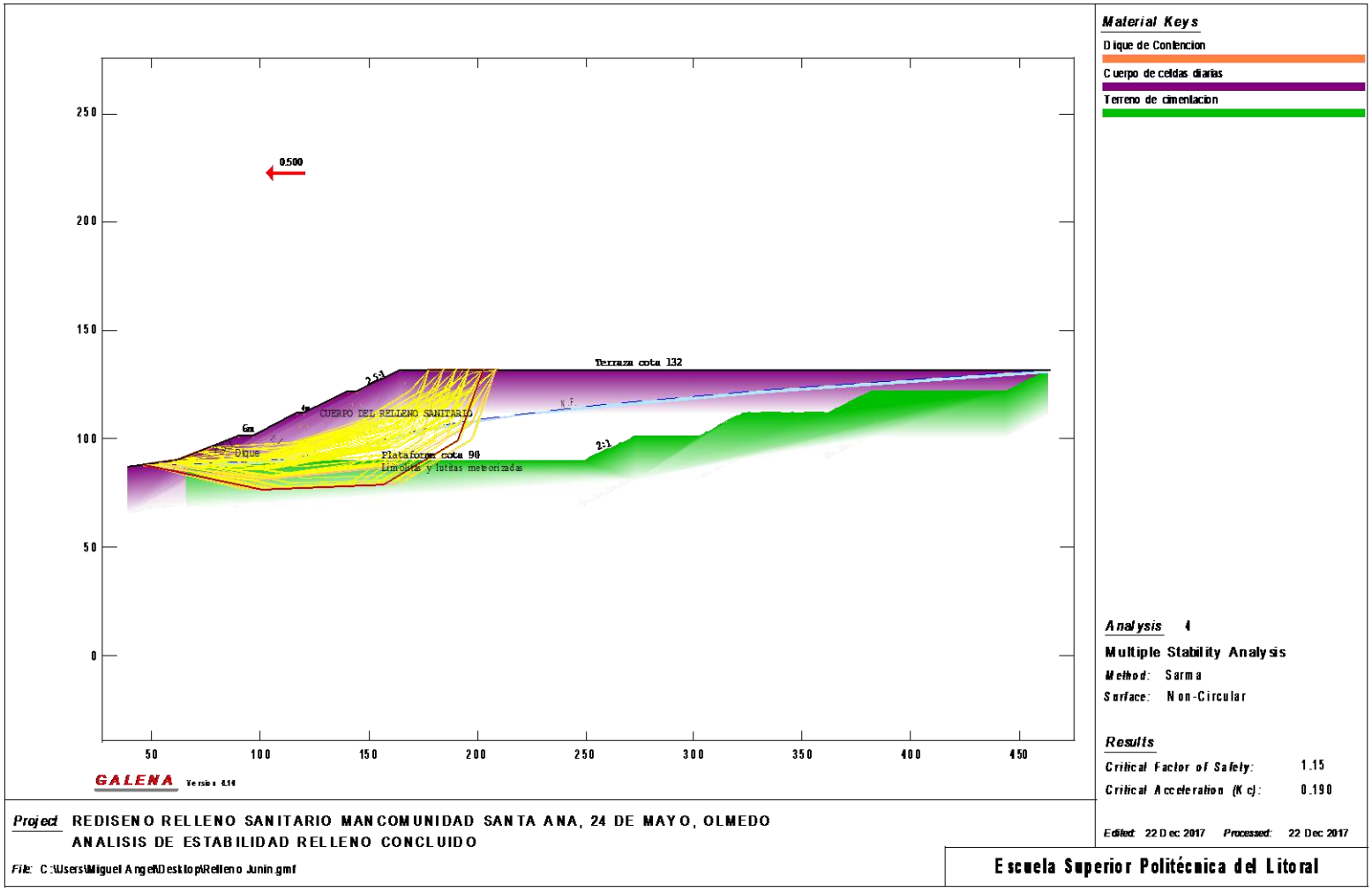


Figura 1.6 Análisis 4. Prueba de estabilidad con aceleración sísmica de 0.5G
Fuente: Cedeño, A., Loor. G., 2018

CAPITULO 5

RESULTADOS

5.1 Volumen necesario para el relleno sanitario.

El volumen que se requiere depende de los siguientes factores:

- La producción total de basura.
- Que todo lo que se recoja llegue al relleno.
- Densidad de los residuos
- La cantidad de material que se use para cubrir las celdas.

5.2 Capacidad volumétrica disponible para la colocación de basura.

Se ha planteado que el relleno sanitario se desarrolle en cuatro etapas. Los volúmenes fueron calculados a partir del método de las áreas extremas que consiste en tomar dos secciones transversales consecutivas, sacar el promedio y multiplicar por la distancia, para el uso de este método se recomienda que la longitud de separación no sea mayor que 20 metros, se basa también en el fundamento de que el terreno debe estar nivelado. Las áreas en cuestión fueron obtenidas mediante perfiles en el software AutoCAD Civil 3D. Cabe recalcar que cada plataforma tiene al frente talud 2.5:1 y en la parte posterior talud 2:1. El volumen esta dado por:

$$V = \frac{(A1 + A2)}{2} * d$$

Donde:

A1 y A2 = Áreas de las secciones transversales (m2)

d = Distancia entre las secciones A1 y A2

Tabla XLVI. Volumen disponible de basura para el relleno sanitario, etapa 1

VOLUMEN DISPONIBLE DE BASURA PARA EL RELLENO SANITARIO			
Etapa		1	
Estación inicial		0+000.00	
Estación final		0+160.00	
Distancia entre estaciones		20m	
Estación	Área m^2	Volumen m^3	Volumen acumulado m^3
0+000.00	0	0	0
0+020.00	0	0	0
0+040.00	1585.934	36644.22	36644.22
0+060.00	2078.488	39797.82	76442.04
0+080.00	1901.294	34204.72	110646.76
0+100.00	1519.718	28357.88	139004.64
0+120.00	1316.61	25900.71	164905.35
0+140.00	1273.461	1705.22	166610.57
0+160.00	437.059		

Fuente: Cedeño, A., Loor. G., 2018

Tabla XLVII. Volumen disponible de basura para el relleno sanitario, etapa 2

VOLUMEN DISPONIBLE DE BASURA PARA EL RELLENO SANITARIO			
Etapa		2	
Estación inicial		0+000.00	
Estación final		0+160.00	
Distancia entre estaciones		20m	
Estación	Área m^2	Volumen m^3	Volumen acumulado m^3
0+000.00	0.000	0.00	0.00
0+020.00	0.000	0.00	0.00
0+040.00	2302.526	46347.34	46347.34
0+060.00	2332.210	43649.32	89996.66
0+080.00	2032.724	38542.92	128539.58
0+100.00	1821.568	33686.34	162225.92
0+120.00	1547.066	29615.54	191841.46
0+140.00	1414.488	26913.85	218755.31
0+160.00	1276.897		

Fuente: Cedeño, A., Loor. G., 2018

Tabla XLVIII. Volumen disponible de basura para el relleno sanitario, etapa 3

VOLUMEN DISPONIBLE DE BASURA PARA EL RELLENO SANITARIO			
Etapa		3	
Estación inicial		0+000.00	
Estación final		0+160.00	
Distancia entre estaciones		20m	
Estación	Área m2	Volumen m3	Volumen acumulado m3
0+000.00	1587.423	31748.72	31748.72
0+020.00	1587.449	44513.05	76261.77
0+040.00	2863.856	56538.50	132800.27
0+060.00	2789.994	51271.36	184071.63
0+080.00	2337.142	42964.97	227036.60
0+100.00	1959.355	36920.52	263957.12
0+120.00	1732.697	32566.11	296523.23
0+140.00	1523.914	29387.72	325910.95
0+160.00	1414.858		

Fuente: Cedeño, A., Loor. G., 2018

Tabla XLIX. Volumen disponible de basura para el relleno sanitario, etapa 4.

VOLUMEN DISPONIBLE DE BASURA PARA EL RELLENO SANITARIO			
Etapa		4	
Estación inicial		0+000.00	
Estación final		0+160.00	
Distancia entre estaciones		20m	
Estación	Área m2	Volumen m3	Volumen acumulado m3
0+000.00	1497.322	29945.86	29945.86
0+020.00	1497.264	43027.56	72973.42
0+040.00	2805.492	56730.78	129704.20
0+060.00	2867.586	57342.25	187046.45
0+080.00	2866.639	53058.25	240104.70
0+100.00	2439.186	44316.78	284421.48
0+120.00	1992.492	36038.70	320460.18
0+140.00	1611.378	0.00	320460.18
0+160.00	0.000		

Fuente: Cedeño, A., Loor. G., 2018

Tabla L. Capacidad total del relleno sanitario

CAPACIDAD TOTAL DEL RELLENO SANITARIO		
Etapa	Volumen parcial m^3	Volumen total m^3
1	166610.57	1’031737.01
2	218755.31	
3	325910.95	
4	320460.18	

Fuente: Cedeño, A., Loor. G., 2018

5.3 Volumen de corte del relleno sanitario.

El volumen de corte fue calculado de la misma manera que la capacidad volumétrica disponible.

Mediante el método de las áreas extremas y con los datos de los perfiles de AutoCAD Civil 3D, teniendo en cuenta que los taludes de corte son 2:1, de tal manera que se obtuvo los distintos volúmenes de acuerdo para cada etapa propuesta en este proyecto que son los siguientes resultados:

Tabla LI. Volumen de corte, etapa 1

VOLUMEN DE CORTE ETAPA 1			
Estación inicial		0+000.00	
Estación final		0+160.00	
Distancia entre estaciones		20m	
Método de áreas extremas		V= (A1 + A2) *Distancia/2	
Estación	Área m2	Volumen m3	Volumen acumulado m3
0+000.00	0	0	0
0+020.00	0	0	0
0+040.00	846.628	17768.47	17768.47
0+060.00	930.219	16611.03	34379.5
0+080.00	730.884	12040.84	46420.34
0+100.00	473.2	9866.19	56286.53
0+120.00	513.419	14604.38	70890.91
0+140.00	947.019	12389.32	83280.23
0+160.00	291.913		

Fuente: Cedeño, A., Loor. G., 2018

Tabla LII. Volumen de corte, etapa 2

VOLUMEN DE CORTE ETAPA 2			
Estación inicial		0+000.00	
Estación final		0+160.00	
Distancia entre estaciones		20m	
Método de áreas extremas		V= (A1 + A2) *Distancia/2	
Estación	Área m2	Volumen m3	Volumen acumulado m3
0+000.00	0.000	0.00	0.00
0+020.00	0.000	0.00	0.00
0+040.00	518.912	6816.06	6816.06
0+060.00	162.694	2268.97	9085.03
0+080.00	64.203	2504.92	11589.95
0+100.00	186.289	3760.2	15350.15
0+120.00	189.731	2958.85	18309.00
0+140.00	106.154	2965.23	21274.23
0+160.00	190.369		

Fuente: Cedeño, A., Loor. G., 2018

Tabla LI. Volumen de corte, etapa 3

VOLUMEN DE CORTE ETAPA 3			
Estación inicial		0+000.00	
Estación final		0+160.00	
Distancia entre estaciones		20m	
Método de áreas extremas		V= (A1 + A2) *Distancia/2	
Estación	Área m2	Volumen m3	Volumen acumulado m3
0+000.00	951.814	17337.21	17337.21
0+020.00	781.907	8727.87	26065.08
0+040.00	90.880	4280.75	30345.83
0+060.00	337.195	5805.89	36151.72
0+080.00	243.394	3637.4	39789.12
0+100.00	120.346	2319.11	42108.23
0+120.00	111.565	1746.54	43854.77
0+140.00	63.089	3534.58	47389.35
0+160.00	290.369		

Fuente: Cedeño, A., Loor. G., 2018

Tabla LIV. Volumen de corte, etapa 4

VOLUMEN DE CORTE ETAPA 4			
Estación inicial		0+000.00	
Estación final		0+160.00	
Distancia entre estaciones		20m	
Método de áreas extremas		V= (A1 + A2) *Distancia/2	
Estación	Área m2	Volumen m3	Volumen acumulado m3
0+000.00	106.302	4803.45	4803.45
0+020.00	374.043	162070.43	166873.88
0+040.00	15833.000	158712.77	325586.65
0+060.00	38.277	3597.09	329183.74
0+080.00	321.432	6211.06	335394.80
0+100.00	299.674	3854.72	339249.52
0+120.00	85.798	1864.16	341113.68
0+140.00	100.618		
0+160.00	0.000		

Fuente: Cedeño, A., Loor. G., 2018

5.4 Volumen de suelo granular.

Para mejorar el drenaje de los lixiviados y obtener una mejor nivelación de la superficie del terreno se ha dispuesto colocar una capa de suelo granular de 20 cm de espesor en cada plataforma. El cálculo del volumen se realizó mediante el método de áreas extremas, al igual que los otros cálculos. El volumen necesario para la implementación de esta esta capa se detalla en la siguiente tabla:

Tabla LV. Volumen de suelo granular

VOLUMEN DE SUELO GRANULAR	
e= 0.20 m	Requerimiento (m3)
Plataforma 1	2640.84
Plataforma 2	1126.68
Plataforma 3	1918.68
Plataforma 4	956.6
TOTAL	6642.62

Fuente: Cedeño, A., Loor. G., 2018

Como se puede observar los volúmenes decrecen a medida que se asciende en las cotas, esto es porque la capa se ubica solo en los lugares donde existe el contacto entre el terreno natural y la geomembrana, exceptuando obviamente los taludes. Esta distribución se puede observar en el siguiente esquema:

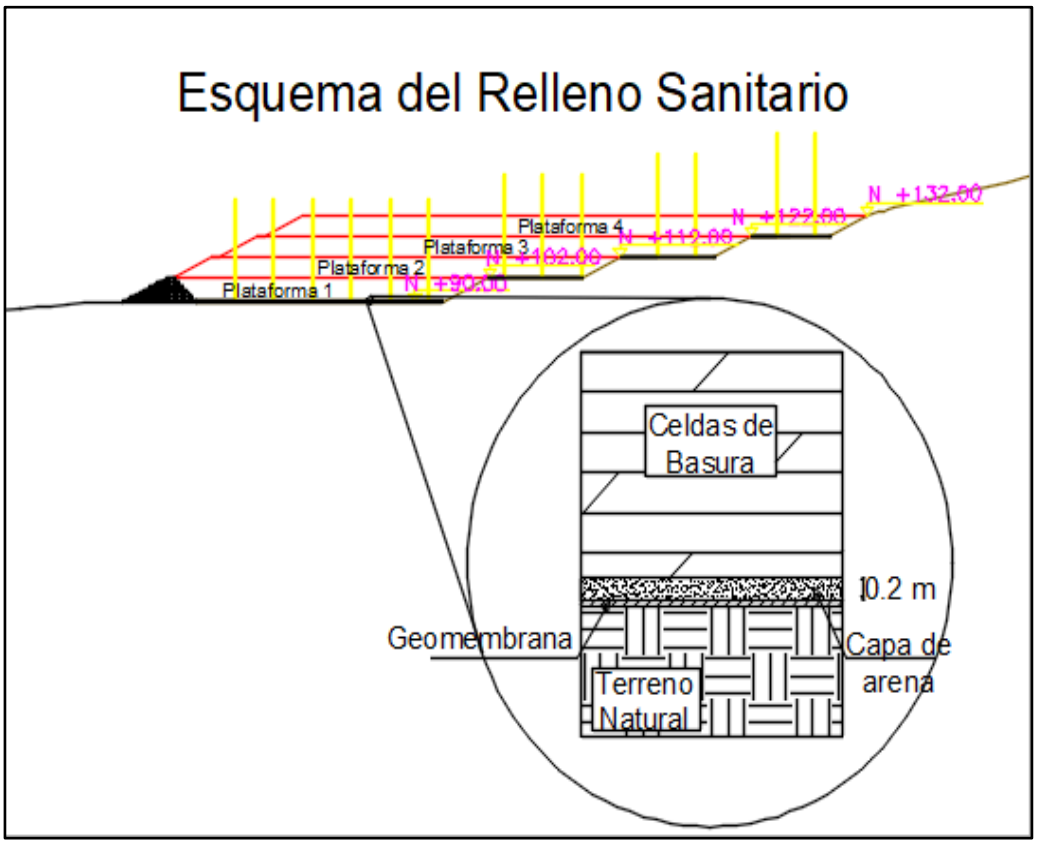


Figura 0.1 Detalle de la implementación de la capa de arena
Fuente: Cedeño, A., Loor. G., 2018

5.5 Zona de reciclaje y compostaje

Se designó un área de 1000 m2 para las actividades de reciclaje y compostaje. Para lo cual se realizó una plataforma en la cota 88m con taludes de corte y relleno de 1:1. Estos volúmenes fueron calculados mediante comparación de superficies con la ayuda del software AutoCAD Civil 3D. se obtuvo los siguientes resultados:

- Volumen de corte: 6157.11 m^3
- Volumen de relleno: 27.18 m^3

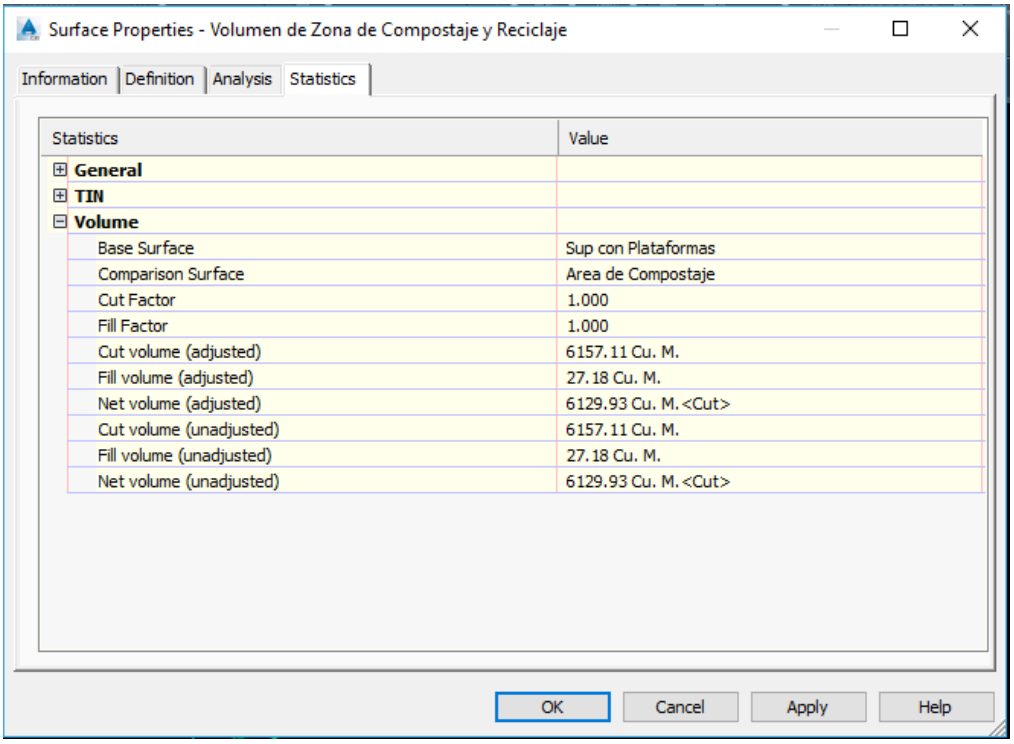


Figura 0.2 Captura de pantalla del software AutoCAD Civil 3D con los datos de volúmenes de corte y relleno.
Fuente: Cedeño, A., Loor. G., 2018

5.6 Tratamiento de lixiviados.

5.6.1 Piscina 1.

Contiene un filtro de grava en su interior y se encarga de hacer la primera colección de lixiviados que es conducido por una tubería de hormigón de 63 metros de longitud hacia la piscina 2. Su estructura consta de una malla electrosoldada de acero de refuerzo de 8mm de diámetro y 15cm de separación, sobre la cual se funde el

hormigón. Su ubicación será la cota 90 m, según la producción de percolado se estimó las dimensiones siguientes:

- Estrato 1: Ripio grueso, tamaño máximo de agregado ¾'' (19mm), altura del estrato 0.5m.
- Estrato 2: Roca triturada de tamaño no menor a 6'' (15.24cm), altura del estrato 0.5m
- Estrato 3: Roca triturada de tamaño no menor a 12'' (30.48cm), altura del estrato 0.5m

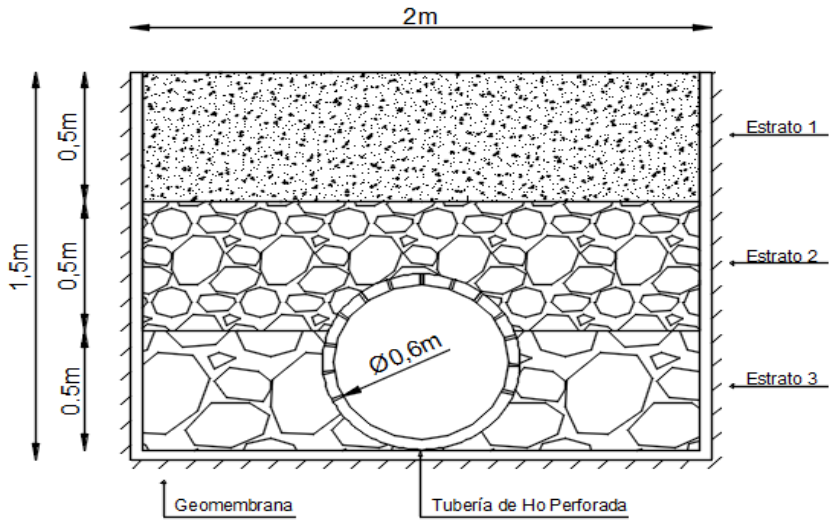


Figura 0.3 Vista frontal de la piscina 1
Fuente: Cedeño, A., Loor. G., 2018

5.6.2 Piscina 2.

Será de igual dimensiones que la piscina 1, con la diferencia que no contendrá partículas pétreas en su interior, servirá para almacenar el lixiviado, el cual accede al tanque por la tubería de conexión 1 (TC1) de diámetro 60 cm, a una altura de 1.40m y saldrá a la piscina

de evaporación por medio de la tubería de conexión 2 (TC2) de diámetro 50cm, a una altura de 1m. la piscina estará rodeada por un banco perimetral de arcilla, cuya función es evitar que pueda ingresar agua que provenga por escorrentía al interior del tanque, este banco será del material que se encuentra en el sitio. En épocas de invierno se puede colocar una tapa provisional para evitar que la lluvia llene la piscina, cuando el evento finalice se la quita para que los rayos del sol penetren. La piscina será construida desde la cota 88.2 m. (Ver Figura 3.15)

5.6.3 Piscina 3.

Recibe el lixiviado de la piscina 2 por medio de la tubería de conexión 2 (TC 2) para ser almacenado durante el tiempo de evaporación natural por efecto de los rayos del sol. Será de sección trapezoidal revestido de geomembrana, con dimensiones de: 50 m de longitud, solera de 1 m, 3 m de ancho de coronación y 1m de tirante. Con capacidad de almacenamiento de 90 m^3 de percolado. El sistema constará de una estructura de caña guadua de 1.7m de alto cuyo techo será plástico traslucido, con el fin de intensificar los rayos del sol y provocar más calor para acelerar el proceso de evaporación. De igual manera que la piscina 2, ésta será rodeada por el banco de arcilla para evitar el ingreso de agua. Estará ubicada en la cota 87.5 m. (Ver Figura 3.16)

5.7 Evacuación de gases

De acuerdo con las dimensiones de las plataformas de relleno se ha planteado la implementación de una malla de chimeneas separadas cada 20 m. Para abarcar toda el área se necesitan 55 unidades, las cuales se distribuyen de la siguiente manera: en la primera plataforma 1 se colocarán seis filas de cinco chimeneas, es decir 30 tubos en total; en la segunda plataforma se ubicarán tres filas de cinco chimeneas, la primera estará a 8m de distancia del talud y las demás se espaciarán 20m, en total habrá 15 chimeneas; en la plataforma tres se colocarán 2 filas de 5 chimeneas cada 20 m medidos desde el borde del talud. Por último, en la plataforma superior se colocarán dos filas de 5 chimeneas, la primera a 12m de distancia desde el borde del talud y la siguiente a 20 metros. (Ver Figura 3.17)

5.8 Presupuesto de obra.

Para el cálculo del presupuesto referencial de la obra, se estableció cuatro etapas constructivas debido a que la vida útil del proyecto es muy extensa, de esta manera se puede realizar inversiones relativamente menores a largos tiempos. En la Tabla LVII se detallan los rubros y actividades de cada etapa, la dimensión en la cual están expresadas, el precio por unidad y el precio total. De tal manera q el costo global de la obra sería de 4’ 305,981.74 USD repartidos de la siguiente manera:

Tabla XLIV. Costo de construcción de cada etapa del relleno sanitario

ETAPA	PRESUPUESTO
Primera	2’428,374.67
Segunda	519,931.82
Tercera	448,538.47
Cuarta	447,781.59
12% IVA	461,355.19
Total	4’305,981.74

Fuente: Cedeño, A., Loor. G., 2018

Como se puede observar la primera etapa de construcción es la más costosa, corresponde al 56.4% del presupuesto referencial total de la obra, debido a que en este período se ejecuta la mayoría de las obras del Relleno sanitario, como la construcción del dique, áreas de compostaje, sistemas de drenaje etc.

La segunda etapa representa el 12%, la tercera el 10.4% y la cuarta 10.3% del precio global, el porcentaje restante lo aporta el impuesto al valor agregado. Los rubros de las tres últimas etapas corresponden a la construcción de cada plataforma para el depósito de los desechos sólidos, su variación depende las dimensiones de cada una por lo cual los costos son similares, esto se puede apreciar claramente en la tercera y cuarta etapa.

Tabla XLV. Presupuesto referencial de la obra.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA
INGENIERIA CIVIL

PRESUPUESTO REFERENCIAL

OBRA: REDISEÑO DEL RELLENO SANITARIO MANCOMUNADO PARA LOS MUNICIPIOS DE SANTA ANA, 24 DE MAYO Y OLMEDO
UBICACIÓN: KM 2.4 VIA LODANA- BELDACO. CANTON SANTA ANA
FECHA: ENERO DEL 2018

No.	DESCRIPCIÓN	UNI.	CANTID.	P. UNIT.	P. TOTAL
	PRIMERA ETAPA				
	PRELIMINARES				
1	LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO	Ha	14.22	130.00	1,848.60
2	REPLANTEO Y NIVELACIÓN	M2	56,141.54	0.59	32,842.80
3	DESBROCE Y LIMPIEZA PARA REPLANTEO DE CELDAS	Ha	5.61	209.66	1,177.05
	MOVIMIENTO DE TIERRA			0.00	
4	EXCAVACIÓN A MAQUINA CIELO ABIERTO (EN TIERRA)	M3	83,287.45	7.22	600,918.95
5	VOLUMEN DE CORTE PARA DIQUE	M3	86.52	7.22	624.24
6	VOLUMEN DE RELLENO PARA DIQUE	M3	39,358.89	25.03	984,956.22
7	RELLENO ZONA DE COMPOSTAJE	M3	27.18	7.22	196.10
8	EXCAVACION A MAQUINA ZONA DE COMPOSTAJE	M3	6,157.11	7.22	44,423.55
	IMPERMEABILIZACIÓN			0.00	
9	IMPERMEABILIZACIÓN CON GEOMENBRANA PVC e=2,00 mm.	M2	20,442.00	14.85	303,481.93
	DRENAJE PERIMETRAL DE AGUAS LLUVIAS			0.00	
10	EXCAVACIÓN CANAL A MAQUINA (EN TIERRA)	M3	25,266.57	7.22	182,298.30
11	RECUBRIMIENTO CON GEOMEMBRANA CANAL RECOLECTOR AALL	M2	2,035.25	14.85	30,215.32
	DRENAJE INTERIOR PRINCIPAL Y SECUNDARIO PARA LIXIVIADOS				
12	EXCAVACION PISCINAS 1 Y 2 A MANO CIELO ABIERTO (EN TIERRA)	M3	6.00	14.18	85.10
13	EXCAVACION PISCINAS 3 A MAQUINA CIELO ABIERTO (EN TIERRA)	M3	100.00	7.22	721.50
14	DREN CON MATERIAL GRANULAR PISCINA 1	M3	6.00	33.89	203.35
15	CAPA DE MATERIAL GRANULAR e=20cm	m3	2,730.00	33.89	92,522.43
16	TUBERIA DE 60 cm HORMIGON SIMPLE	ML	113.00	32.27	3,646.06
17	RECUBRIMIENTO CON GEOMEMBRANA EN DRENES PRICIPALES Y SECUNDARIOS	M2	357.50	4.38	1,566.21
	CONSTRUCCIÓN DE CHIMENEAS			0.00	
18	PIEDRA BOLA PARA CHIMENEA	M3	1,551.16	42.11	65,314.69
19	TUBERIA PERFORADA DE HORMIGÓN 1M (VENTILACIÓN)	ML	1,181.25	41.00	48,433.61
	OBRAS COMPLEMENTARIAS.			0.00	
20	CERRAMIENTO PERIMETRAL	ML	1,662.91	18.66	31,021.59
21	ADQUISICIÓN DE TANQUE RESERVORIO DE AGUA DE POLIETILENO CAPACIDAD 5000 LTS.	UND	1.00	1,877.07	1,877.07
	SUB - TOTAL RELLENO SANITARIO PRIMERA ETAPA M				**2,428,374.67**
	SEGUNDA ETAPA				
	PRELIMINARES				
1	REPLANTEO Y NIVELACIÓN	M2	56,141.54	0.59	33,123.51
2	DESBROCE Y LIMPIEZA PARA REPLANTEO DE CELDAS	Ha	1.12	209.66	235.41
	MOVIMIENTO DE TIERRA				
3	EXCAVACIÓN A MAQUINA CIELO ABIERTO (EN TIERRA)	M3	23,550.98	7.22	169,920.32
	IMPERMEABILIZACIÓN				
4	IMPERMEABILIZACIÓN CON GEOMENBRANA PVC e=2,00 mm.	M2	8,050.00	14.85	119,510.30
	DRENAJE PERIMETRAL DE AGUAS LLUVIAS			0.00	
5	EXCAVACIÓN CANAL A MAQUINA (EN TIERRA)	M3	15,678.50	7.22	113,120.38
6	RECUBRIMIENTO CON GEOMEMBRANA CANAL RECOLECTOR AALL	M2	1,261.86	14.85	9,104.28
	DRENAJE INTERIOR PRINCIPAL Y SECUNDARIO PARA LIXIVIADOS				
7	CAPA DE MATERIAL GRANULAR e=20cm	m3	1,050.00	33.89	35,585.55
	CONSTRUCCIÓN DE CHIMENEAS			0.00	
8	PIEDRA BOLA PARA CHIMENEA	M3	465.35	42.11	19,594.41
9	TUBERIA PERFORADA DE HORMIGÓN 1M (VENTILACIÓN)	ML	468.75	41.00	19,737.66
	SUB - TOTAL RELLENO SANITARIO SEGUNDA ETAPA N				**519,931.82**
	TERCERA ETAPA				
	PRELIMINARES				
1	REPLANTEO Y NIVELACIÓN	M2	56,141.54	0.59	33,123.51
2	DESBROCE Y LIMPIEZA PARA REPLANTEO DE CELDAS	Ha	1.12	209.66	235.41
	MOVIMIENTO DE TIERRA				
3	EXCAVACIÓN A MAQUINA CIELO ABIERTO (EN TIERRA)	M3	29,853.70	7.22	215,394.45
	IMPERMEABILIZACIÓN				
4	IMPERMEABILIZACIÓN CON GEOMENBRANA PVC e=2,00 mm.	M2	8,050.00	14.85	119,542.50
	DRENAJE PERIMETRAL DE AGUAS LLUVIAS				
5	EXCAVACIÓN CANAL A MAQUINA (EN TIERRA)	M3	3,896.60	7.22	28,133.45
6	RECUBRIMIENTO CON GEOMEMBRANA CANAL RECOLECTOR AALL	M2	1,119.39	14.85	8,081.98
	DRENAJE INTERIOR PRINCIPAL Y SECUNDARIO PARA LIXIVIADOS				
7	CAPA DE MATERIAL GRANULAR e=20cm	m3	1,050.00	14.85	15,588.30
	CONSTRUCCIÓN DE CHIMENEAS			14.85	
8	PIEDRA BOLA PARA CHIMENEA	M3	310.23	42.11	13,063.87
9	TUBERIA PERFORADA DE HORMIGÓN 1M (VENTILACIÓN)	ML	375.00	41.00	15,375.00
	SUB - TOTAL RELLENO SANITARIO TERCERA ETAPA O				**448,538.47**
	CUARTA ETAPA				
	PRELIMINARES				
1	REPLANTEO Y NIVELACIÓN	M2	56,141.54	0.59	33,123.51
2	DESBROCE Y LIMPIEZA PARA REPLANTEO DE CELDAS	Ha	1.12	209.66	235.41
	MOVIMIENTO DE TIERRA				
3	EXCAVACIÓN A MAQUINA CIELO ABIERTO (EN TIERRA)	M3	27,550.82	7.22	198,779.17
	IMPERMEABILIZACIÓN				
4	IMPERMEABILIZACIÓN CON GEOMENBRANA PVC e=2,00 mm.	M2	5,910.95	14.85	87,777.61
	DRENAJE PERIMETRAL DE AGUAS LLUVIAS				
5	EXCAVACIÓN CANAL A MAQUINA (EN TIERRA)	M3	11,369.96	7.22	82,091.09
6	RECUBRIMIENTO CON GEOMEMBRANA CANAL RECOLECTOR AALL	M2	1,119.39	14.85	8,081.98
	DRENAJE INTERIOR PRINCIPAL Y SECUNDARIO PARA LIXIVIADOS				
7	CAPA DE MATERIAL GRANULAR e=20cm	m3	882.00	14.85	13,097.70
	CONSTRUCCIÓN DE CHIMENEAS				
8	PIEDRA BOLA PARA CHIMENEA	M3	310.23	42.11	13,063.87
9	TUBERIA PERFORADA DE HORMIGÓN 1M (VENTILACIÓN)	ML	281.25	41.00	11,531.25
	SUB - TOTAL RELLENO SANITARIO CUARTA ETAPA P				**447,781.59**
	SUB-TOTAL RELLENO SANITARIO M+N+O+P				**3,844,626.55**
	12 % IVA				**461,355.19**
	VALOR TOTAL DEL RELLENO SANITARIO				**4,305,981.74**

Fuente: Cedeño, A., Loor. G., 2018

CAPITULO 6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones.

Se estudió las condiciones topográficas, geológicas e hidrológicas del terreno, las cuales ofrecen escenarios favorables para el desarrollo del proyecto.

Se proyectó la obra para 30 años de vida útil, pero dadas la configuración del terreno podría superar fácilmente los 50 años, además de vender el servicio a otras ciudades cercanas.

Se determinó que la estructura del relleno sanitario tiene un diseño sismo resistente, es decir, supera sin problemas un terremoto y un invierno en su máxima potencia.

Se optimizó el uso del terreno para lograr mayor capacidad de captación de desechos sólidos.

Se diseñó la celda diaria de residuos, de forma trapezoidal con frente de trabajo constante y largo variable para poder colocar los excedentes de basura que se puedan presentar en un día.

Se desarrolló toda la infraestructura y equipamiento básico de un relleno sanitario, sus diferentes aspectos: control de contaminación de agua, manejo de gases, reducción del impacto paisajístico, seguridad e higiene laboral.

Recomendaciones.

Dada la magnitud del dique, es recomendable construirlo en tres etapas, la primera de 5 metros de altura y otras dos etapas de 3.5 metros cada una, de tal manera que sea fácil la evacuación de algún tipo de material que dificulte la operación y ahorrar dinero a lo largo del tiempo.

Se recomienda adquirir los terrenos del lado derecho del relleno sanitario para la construcción de la vía de acceso y alguna otra obra complementaria.

En épocas lluviosas se recomienda tapar las piscinas de lixiviados para evitar el ingreso de agua y no dificultar la evaporación de los líquidos.

Es recomendable pavimentar la vía Lodana – Beldaco para conservar los camiones recolectores de basura.

Se recomienda sembrar la mayor cantidad de árboles endémicos posibles, con el fin de mejorar las condiciones ambientales y mitigar el impacto del tratamiento de los desechos

Se sugiere colocar una capa de suelo protector sobre las celdas, una vez que termina el día, así se bloquea la emanación de olores.

Dada la capacidad real del relleno se recomienda vender el servicio a las ciudades como Portoviejo para aprovechar la vida útil del proyecto.

ANEXOS

ANEXO A. Ubicación geográfica

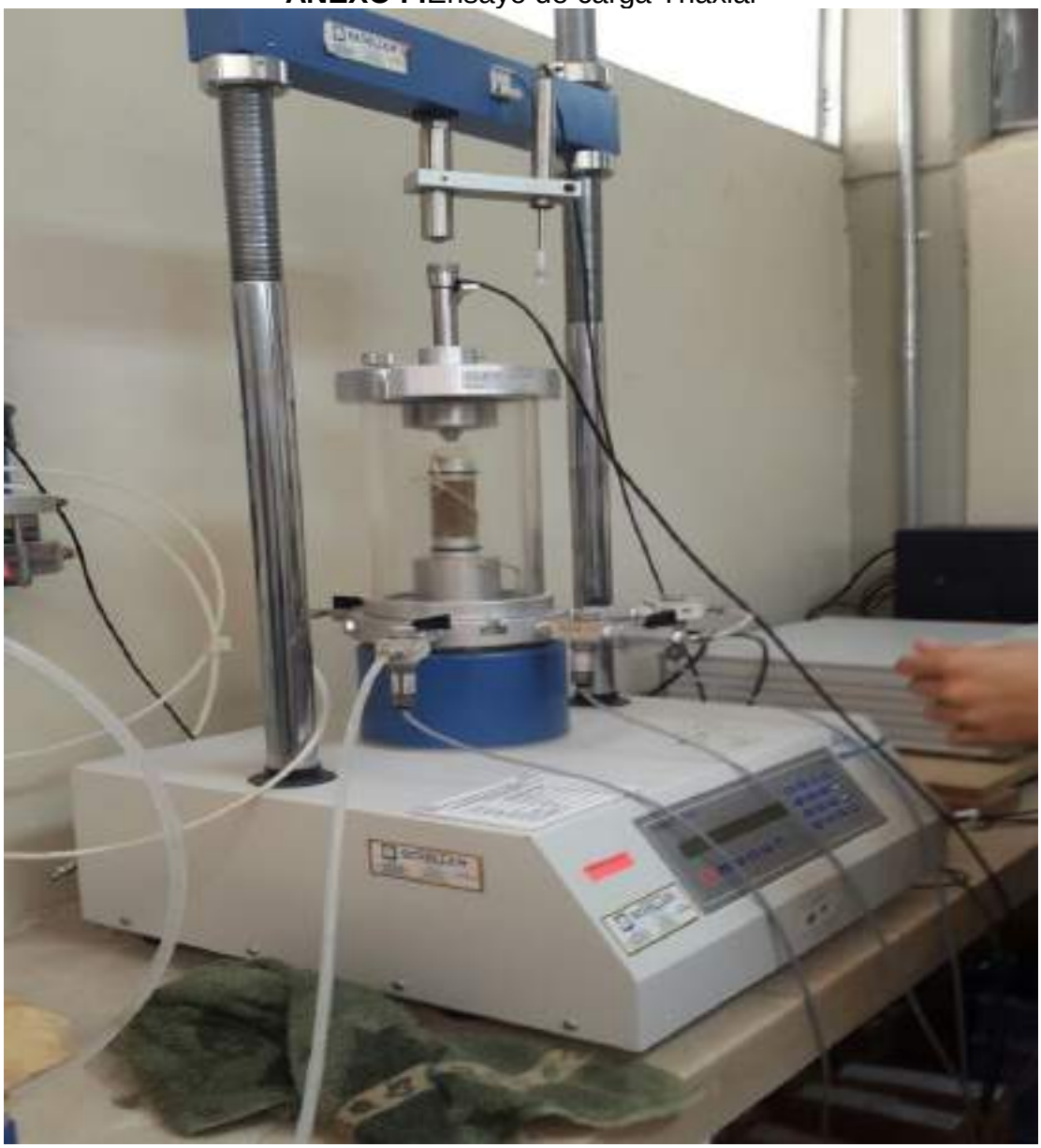
ANEXO B. Línea Base

ANEXO C. Estudio de Suelos

ANEXO D. Estudio de Suelos

ANEXO E. Área dispuesta para el relleno sanitario

ANEXO F. Ensayo de carga Triaxial



BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

7911, F. B. (2013,Mayo). *PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA CELDA Nº 1 DE VERTIDO DEL VERTEDERO DE RESIDUOS NO PELIGROSOS DEL COMPLEJO AMBIENTAL DE ZONZAMAS.* Lanzarote: MANEJO IV PRODUCCIÓN DE LIXIVIADOS .

Berent, M. R.-V. (2005). *Tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos un Ciudades Intermedias del NEA,.* Chaco, Argentina: C o m u n i c a c i o n e s C i e n t í f i c a s y T e c n o l ó g i c a s.

Cataluña, U. P. (2005). *Caracterización de la Respuesta Sísmica de los Suelos.* Cataluña.

CONGRESO NACIONAL . (2012,Enero). *LEY ORGANICA DE SALUD.* Quito.

CONSTITUCION DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR . (2015, Diciembre). *Decreto Legislativo .* Quito.

G., A. S. (2014,Diciembre). *Manejo de residuos sólidos en América Latinay el Caribe.* Universidad del Zulia.

Gobierno Provincial de Manabí. (2017). *Condiciones climáticas del canton Santa ana.* Santa Ana.

Hernández, A. R. (2009). *Gestión Integral de los Residuos Sólidos.* Ciudad de México.

INAMHI, Ministerio de Defensa Nacional, SENPLADES,MAGAP. (2012). *GENERACIÓN DE GEOINFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DEL TERRITORIO A NIVEL NACIONAL ESCALA 1:25.000.* Santa Ana: CLIMA E HIDROLOGÍA .

Inec, C. d. (2010). *FICHA DE CIFRAS GENERALES DEL CANTÓN SANTA ANA.* Santa Ana.

INEC, U. F. (2011, Noviembre). *DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN DEL CANTÓN SANTA ANA.* Santa Ana.

INSTITUTO NACIONAL DE METEREOLOGÍA E HIDROLOGÍA. (2914). *Anuario Metereológico.* Quito: No 51-2011.

Jaramillo, J. (2002). *GUÍA PARA EL DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE RELLENOS SANITARIOS MANUALES.* Antioquia: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente División de Salud y Ambiente Organización Panamericana de la Salud Oficina Sanitaria Panamericana, Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud.

Maza, C. L. (2007). *MANEJO Y CONSERVACIÓN DE RECURSOS FORESTALES .* Estocolmo: Editorial Universitaria pp. 579-609.

Ministerio del Ambiente. (2015). *REFORMA DEL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA (TULSMA).* Quito: CORPORACIÓN DE ESTUDIOS Y PUBLICACIONES.

Molina, R. A. (2017). *DISEÑO DEL RELLENO SANITARIO DE LAS MANCOMUNIDADES, MONTAÑITA, OLÓN, CURIA Y LAS NUÑEZ.* Guayaquil.

Ortiz, I. W. (2014). *Determinación de Caudales en cuencas con poco información Hidrológica.* Revista Ciencia UNEMI .

Oviedo, J. A. (2016). *DISEÑO DEL NUEVO RELLENO SANITARIO DE BABAHOYO, VINCULADO AL CONTROL DE INUNDACIONES.* Guayaquil.

paz, A. u. (2016). *PLAN DE MANEJO AMBIENTAL .* LA PAZ.

Públicas, C. (2018,Enero). *Sistema Oficial de Contratación Pública .* Quito.

Rosario Bravo, N. G. (2012, Mayo). *Análisis granulométrico .* Ciudad de México.

Sakurai, D. K. (2000). *METODO SENCILLO DEL ANÁLISIS DE RESIDUOS SÓLIDOS.*

Sólidos, D. K. (2000,Diciembre). *METODO SENCILLO DEL ANALISIS DE RESIDUOS SOLIDOS .* CEPIS/OPS .

Subsecretaría de Calidad Ambiental – MAE . (2012,Mayo). *Sistema Único de Información Ambiental (SUIA).* Quito: CII-01 .

UNIVERSIDAD CATOLICA DE VALPARAISO . (2011). *DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD.* Chile.

UNIVERSIDAD CATOLICA DE VALPARAISO. (2011). *DETERMINACION DE LOS LIMITES DE CONSISTENCIA.* CHILE.

Viteri, J. (2016). *“DISEÑO DE UNA CELDA DIARIA DE CONFINAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA EL ACTUAL RELLENO SANITARIO DEL TENA.* Riobamba.