



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS

**“DISEÑO DE UNA CELDA DIARIA DE CONFINAMIENTO DE
RESIDUOS SÓLIDOS PARA EL ACTUAL RELLENO SANITARIO
DEL TENA”**

TRABAJO DE TITULACIÓN PARA OPTAR AL GRADO ACADÉMICO DE:

INGENIERO EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

AUTOR: JAIRO PATRICIO VITERI ROMERO

TUTOR: Ing. HANNÍBAL BRITO M. PhD.

Riobamba - Ecuador

2016

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS

El Tribunal del trabajo de titulación certifica que: El trabajo de investigación “DISEÑO DE UNA CELDA DIARIA DE CONFINAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA EL ACTUAL RELLENO SANITARIO DEL TENA” , de responsabilidad del Sr. Egresado Jairo Patricio Viteri Romero ha sido prolijamente revisado por los miembros del Tribunal de Tesis, quedando autorizada su presentación

FIRMA

FECHA

Ing. Hannibal Brito M. PhD

DIRECTOR TRABAJO DE TITUACIÓN

Dra. Magdy Echeverrya

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DECLARACION DE AUTENTICIDAD

Yo, Jairo Patricio Viteri Romero, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que el resultado de los mismos son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Riobamba, 18 de febrero de 2016

JAIRO PATRICIO VITERI ROMERO

0603377631

HOJA DE RESPONSABILIDAD

Yo, Jairo Patricio Viteri Romero, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta tesis; y el patrimonio intelectual del trabajo de titulación, pertenece a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.

JAIRO PATRICIO VITERI ROMERO

DEDICATORIA

A mis padres por su infinito amor y cariño, quienes siempre me brindaron todo su apoyo para llegar a conseguir una meta importante.

A mis hermanas por brindarme su amistad, confianza y apoyo incondicional para lograr cumplir este objetivo.

A mi familia por infundir valores morales y educativos en cada instante de mi vida para poder plasmar un sueño tan anhelado.

Jairo

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme las fuerzas y la vida para seguir luchando por alcanzar las metas trazadas, a mis padres por ser mi apoyo incondicional, en el camino de la búsqueda de mis sueños y por inculcar en mí los valores y regalarme su amor, siendo las pautas para llegar a culminar los estudios superiores.

A la prestigiosa ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO de la cual me siento muy orgulloso de formar parte, a los docentes de la ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS por la colaboración con sus conocimientos para culminar mis estudios universitarios.

Al Ing. Hannibal Brito M. PhD., por sus lecciones y gran aporte para el desarrollo de esta investigación.

A la Dra. Magdy Echeverría, por el apoyo y colaboración para la culminación de esta tesis.

De manera muy especial a mis amigos el Dr. Javier Osvaldo Curra, German Villacrés y demás, por formar parte importante de mi vida estudiantil y compañeros incondicionales en todos los tropiezos presentados para alcanzar este sueño mil gracias.

Jairo

TABLA DE CONTENIDOS

CONTENIDO	pp.
HOJA DE RESPONSABILIDAD _____	
DEDICATORIA _____	
AGRADECIMIENTO _____	
TABLA DE CONTENIDOS _____	
ÍNDICE DE ABREVIATURAS _____	
ÍNDICE DE FIGURAS _____	
ÍNDICE DE GRÁFICOS _____	
ÍNDICE DE TABLAS _____	
RESUMEN _____	
SUMMARY _____	
INTRODUCCIÓN _____	
JUSTIFICACIÓN _____	
OBJETIVOS _____	

CAPITULO I

1 MARCO TEÓRICO _____	- 4 -
1.1 RESIDUOS SÓLIDOS _____	- 4 -
1.1.1 ORIGEN DE LOS RESIDUOS _____	- 4 -
1.1.2 CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS _____	- 4 -
1.1.2.1 Residuos Sólidos Urbanos _____	- 5 -
1.1.3 COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS _____	- 5 -
1.1.3.1 Vidrio _____	- 7 -
1.1.3.2 Papel _____	- 7 -
1.1.3.3 Plásticos _____	- 7 -
1.1.3.4 Acero _____	- 9 -
1.1.3.5 Aluminio _____	- 10 -
1.1.3.6 <i>Tetra-Brink.</i> _____	- 10 -
1.1.3.7 <i>Materia Orgánica.</i> _____	- 11 -
1.1.3.8 <i>Otros Residuos.</i> _____	- 11 -
1.1.3.9 <i>Residuos especiales y peligrosos</i> _____	- 12 -
1.1.3.10 <i>Importancia de la contaminación con residuos.</i> _____	- 13 -

1.1.4	CONTROL DE RESIDUOS	- 13 -
1.1.4.1	El consumo	- 13 -
1.1.4.2	El Reciclaje	- 13 -
1.1.4.3	Recuperación Biológica	- 14 -
1.2	RELLENO SANITARIO	- 14 -
1.2.1	TIPOS DE RELLENO SANITARIO.	- 15 -
1.2.1.1	Relleno Sanitario Mecanizado.	- 15 -
1.2.1.2	Relleno Sanitario Semimecanizado.	- 15 -
1.2.1.3	Relleno Sanitario Manual	- 16 -
1.2.2	MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN DE UN RELLENO SANITARIO	- 16 -
1.2.2.1	Método de trinchera o Zanja	- 16 -
1.2.2.2	Método de Área	- 17 -
1.2.2.3	Dimensiones de la Zanja	- 19 -
1.2.2.4	El Largo	- 20 -
1.2.2.5	Volumen de la Zanja	- 20 -
1.2.3	CELDA DIARIA	- 20 -
1.2.3.1	Diseño de la Celda Diaria	- 21 -
1.2.3.1.1	Cálculo de la Celda	- 21 -
1.2.3.1.2	Cantidad de Desechos Sólidos a Disponer	- 22 -
1.2.3.1.3	Volumen de la Celda Diaria.	- 22 -
1.2.3.1.4	Dimensiones de la Celda.	- 23 -
2	MARCO METODOLÓGICO	- 27 -
2.1	MATERIALES Y EQUIPOS TOPOGRÁFICOS	- 27 -
2.2	MATERIALES PARA LA MEDICIÓN DE CAUDALES	- 27 -
2.3	MÉTODO PARA LA MEDICIÓN DE CAUDALES	- 27 -
2.4	MÉTODO PARA EL MUESTREO	- 27 -
2.5	MÉTODO PARA LA CARACTERIZACIÓN FÍSICO - QUÍMICO DE AGUAS RESIDUALES	- 28 -
2.6	METODOLOGÍA PARA EL DIMENSIONADO DE LA CELDA DIARIA	- 28 -
2.6.1	MÉTODO PARA LA PROYECCIÓN DEMOGRÁFICA	- 28 -
2.6.2	MÉTODO PARA LA ELABORACIÓN DE PLANOS	- 29 -
2.7	EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	- 29 -
2.7.1	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	- 29 -
2.7.1.1	Variables de Calificación de Impactos	- 29 -
2.7.1.2	Magnitud e Importancia	- 31 -

2.7.1.3	Valoración o Calificación de los Impactos _____	- 32 -
2.7.1.4	Nivel de Impacto ocasionado sobre los componentes Ambientales Severidad Matriz S-9	- 33 -
3	MARCO DE DISCUSION Y ANALISIS DE RESULTADOS _____	- 36 -
3.1	RESULTADOS TOPOGRÁFICOS _____	- 36 -
3.2	GENERACIÓN DE RGM _____	- 37 -
3.3	CÁLCULO DEL VOLUMEN NECESARIO PARA EL RELLENO SANITARIO __	- 39 -
3.3.1	VOLUMEN DE RESIDUOS SÓLIDOS _____	- 39 -
3.4	CALCULO DE LA CELDA DIARIA _____	- 40 -
3.4.1	CANTIDAD DE RSM QUE SE DEBE DISPONER _____	- 41 -
3.4.2	VOLUMEN DE LA CELDA DIARIA _____	- 42 -
3.4.2.1	Área de la celda diaria: _____	- 42 -
3.4.2.2	Área de la celda _____	- 42 -
3.4.2.3	Largo o avance de la celda _____	- 43 -
3.4.2.4	Celda diaria medida _____	- 43 -
3.4.2.5	Calculo de material de cobertura a utilizar por celda media diaria. _____	- 44 -
3.4.3	DISEÑO DE CANAL INTERCEPTOR DE AGUAS ESCORRENTINA. _____	- 45 -
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN _____	- 49 -
4.1	RESULTADOS _____	- 49 -
4.2	DISCUSIÓN _____	- 50 -
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES _____	- 51 -
5.1	CONCLUSIONES _____	- 51 -
5.2	RECOMENDACIONES _____	- 51 -
6	ANEXOS _____	55
	PLAN NACIONAL DEL BUEN VIVIR 2013 - 2017 (_____	70
	OBJETIVO _____	80

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

a:	Ancho (m)
A:	Área (m ²)
Ac:	Área de la celda (m ²)
APAHA/ EPA:	American Psychological Association (Siglas en Inglés)
CFC:	Clorofluorocarburos
CR:	Cauchos de cloropreno
D ha:	Días hábiles
Drsm:	Densidad de los desechos sólidos (Kg/m ³)
DSp:	Cantidad de desechos sólidos producido por día (Kg)
DSr:	Cantidad de desechos sólidos recolectados (Kg)
DSrs:	Cantidad media diaria desechos sólidos relleno sanitario (Kg)
EPM-EPDM:	Cauchos saturados de estireno-propileno
GPS:	Global Positioning System (Siglas en Inglés)
Hab:	Habitantes
hc:	Altura de la celda (m)
hz:	Profundidad (m)
K:	Coefficiente que depende del grado de compactación de la basura
k:	Coefficiente de precipitación
Kwh:	kilovatio-hora.
l:	Largo o longitud (m)
MC:	Material de cobertura (Kg)
n:	Periodo de diseño (años)
NR:	caucho natural
OCDE:	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
Pa:	Población Actual
PCBs:	Policlorobifenilos y los Policlorotrifenilos
PEAD:	Polietileno de alta densidad
PEBD:	Polietileno de baja densidad
PET:	Politereftalato de etileno
Pf:	Población futura
Pm:	Precipitación máxima (mmHg)
PP:	Polipropileno
PS:	Poliestireno
PVC:	Policloruro de vinilo
Qm:	Caudal medio de lixiviado (m ³ /d)

Qlm:	Caudal medio de lixiviado generado (m ³ /d)
r:	Tasa de crecimiento
RS:	Residuos Sólidos
RSU:	Residuos Sólidos Urbanos
SBR:	Caucho sintético de butadieno-estireno
t:	Tiempo (d)
Tn:	Toneladas
Vc:	Volumen de la celda diaria (m ³)
Vz:	Volumen de la zanja (m ³)

ÍNDICE DE FIGURAS

FIG. 1 COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS _____	- 6 -
FIG. 2 TRINCHERA _____	- 17 -
FIG. 3 ÁREA _____	- 18 -
FIG. 4 CONFORMACIÓN DE LA CELDA DESDE EL FONDO _____	- 19 -

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁF. 1 CELDA DIARIA MEDIA _____	- 44 -
GRÁF. 2 SECCIÓN DEL CANAL INTERCEPTOR DE AGUAS DE ESCORRENTÍA _	- 47 -

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 MAGNITUD E IMPORTANCIA _____	- 32 -
TABLA 2 ESCALAS Y VALORACIÓN DEL IMPACTO _____	- 33 -
TABLA 3 SEVERIDAD DEL IMPACTO _____	- 34 -
TABLA 4 NÚMERO TOTAL DE HABITANTES DEL GÉNERO MASCULINO Y FEMENINO _____	- 36 -
TABLA 5 PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN _____	- 37 -
TABLA 6 GENERACIÓN DIARIA DE RESIDUOS SÓLIDOS _____	- 39 -
TABLA 7 CANTIDAD DE RESIDUOS SÓLIDOS A DISPONER _____	- 41 -
TABLA 8 VOLUMEN DE LA CELDA DIARIA _____	- 42 -
TABLA 9 ÁREA DE LA CELDA DIARIA _____	- 43 -
TABLA 10 DATOS DE DISEÑO CELDA DIARIA _____	- 43 -
TABLA 11 ÁREA MATERIAL DE COBERTURA _____	- 44 -
TABLA 12 ÁREA DEL MATERIAL DE COBERTURA _____	- 45 -
TABLA 13 PRODUCCIÓN PÉR CÁPITA _____	- 49 -
TABLA 14 DATOS DE LA CELDA DIARIA _____	- 49 -
TABLA 15 DISEÑO CELDA DIARIA _____	- 49 -

RESUMEN

Se ha realizado el diseño de una celda diaria de confinamiento de residuos sólidos para el actual relleno sanitario de Tena capital de la provincia de Napo, para un período de 4 años, empezando con el diagnóstico de la situación actual del sitio de aplicación del esta investigación, con el uso de métodos analíticos, cualitativos y cuantitavos de análisis en las diferentes fases de campo como en los análisis de laboratorio; para ello se hizo uso de materiales para muestreo de lixiviados como baldes cronometro, etc., así también se realizaron revisiones bibliográficas como el PD y OT y otras fuentes, así también varias visitas de campo al relleno para la constatación visual del estado del relleno; mismo que permitieron entender a fondo la problemática del relleno sanitario el Chimbadero, así también se determinó la cantidad de desechos a ser confinados a traves de la ppc de 0,791 kg/hab/Día siendo en la celda diaria dato importante en el dimensionamiento con las respectivas proyecciones a futuro dando como resultado que para el año 2017 las dimensiones serán de largo 8 m, ancho 6m y alto 1,5 m evitando de esta forma que los líquidos lixiviados que se generan de la descomposición de los residuos causen contaminación y todos sean encausados hacia el sistema de tratamiento ya que según el resultado de los análisis de laboratorio la contaminación que causa los lixiviados al entrar en contacto con el suelo llegando a los acuíferos y contaminando agua del estero Kituyacu, es por la presencia de hierro y manganeso, afectando posiblemente a salud a la población del barrio AMADEN que se encuentra dentro del área de influencia indirecta del relleno sanitario. Se recomienda al Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Tena continuar con la implementación de la celda diaria para el manejo adecuado de los residuos sólidos, misma que garantizara que el tiempo de vida útil del relleno sanitario se extenderá por el lapso de 4 años hasta que se construya el nuevo relleno sanitario del cantón Tena.

PALABRAS CLAVE: <TENA [cantón]> < NAPO [provincia] > <LÍQUIDOS QUE SE FORMAN COMO RESULTADO DE PASAR O PERCOLARSE A TRAVÉS DE UN SÓLIDO [LIXIVIADO]> <DIMENSIONAMIENTO DE LA CELDA DIARIA> <RELLENO SANITARIO> <RESIDUOS SÓLIDOS> <IMPACTOS AMBIENTALES>

SUMMARY

It has developed a daily confinement cell of solid residues for the current landfill in Tena, Napo province, for a period of four years. It was started with the diagnosis of the current situation at the place of application of this research using analytical, qualitative, and quantitative methods of analysis in different field phases as in laboratory tests. To that end, leachate sample materials were applied as chronometer buckets and more. PD, OT and other literature reviews were also applied. Furthermore, several field visits were made for visual observation of the landfill; same which allowed to fully understand the problem of the Chimbadero landfill, as well as it was determined the amount of solid wastes to be confined through ppc of 0.791 kg/person/day being in the daily cell important data to the respective measures with the corresponding forward-looking statements obtaining as a result that in 2017 size will be 8m long, 6m wide and 1.5 m high avoiding that liquid leachate that are generated from the solid wastes cause pollution and all could be addressed to the treatment system and according to the results of laboratory analysis the pollution caused by leachate in contact with the ground reaching to aquifers contaminating the estuary Kituyacu water and it is because the presence of iron and manganese affecting possibly to population of AMADEN neighborhood located within the area of indirect influence of the landfill. It is recommended to Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal of Tena continuing with the implementation of the daily cell for proper management of solid residues same which will ensure the time of useful life of the landfill will be extended for four years until the new landfill could be built in Tena.

KEYWORDS: <TENA [canton] > <NAPO [province] > <LIQUIDS THAT FORMS AS A RESULT OF PASSING OR PERCOLATE THROUGH A SOLID [LEACHATE] > <DAILY CELL SIZE > <SOLID WASTE ENVIRONMENTAL IMPACTS >

INTRODUCCIÓN

Todas las actividades antropogénicas generan algún tipo de residuo, Debido al constante mundo de consumo como el actual, el volumen generado es cada vez mayor y el término “basura” para muchos municipios es un gran problema. En los sitios más grandes el problema es mayor, debido a la alta densidad poblacional. Se ha estimado que el promedio mundial de producción por persona se encuentra por encima de un kilogramo diario (Muñoz & Bedoya, 2009); todos estos desechos van a parar en rellenos sanitarios, botaderos de basura y quebradas o ríos

La celda diaria de confinamiento de residuos sólidos es la unidad funcional de los rellenos sanitarios misma que esta dimensionada dependiendo de la cantidad de desechos a ser confinados de forma diaria en el sitio de disposición final; los criterios de diseño son básicamente de dos tipos el método de área y el de trinchera y para el cálculo de la celda es necesario emplear varias ecuaciones que permitan realizar el dimensionamiento adecuado, tales como la generación diaria, volumen de los residuos compactados y sin compactar y la proyección para los años de vida útil que se quiera dar uso al sitio para la disposición, etc.

La incorrecta disposición de los residuos sólidos provoca alteraciones en las características físicas y químicas de los componentes ambientales tales como el agua, suelo y aire, y de esta forma a la fauna y flora que en ellos habita debido a que los residuos generan lixiviados los que tiene una carga contaminante muy elevada además de que los desechos al descomponerse generan gases de efecto invernadero como el metano que es 4 veces más fuerte en el efecto invernadero que el CO₂, en el caso de contaminación aguas superficiales la contaminación puede alcanzar al ser humano debido a que puede hacer uso del agua directamente o consumir alguna especie que ha estado en contacto con los elementos contaminante.

La celda diaria permite además que la vida del sitio de disposición final se alargue repercutiendo así en que la municipalidad no incurra en gastos para la búsqueda prematura de otro sitio de disposición final de los residuos sólidos, dado que en la actualidad la problemática actual del manejo adecuado de los residuos sólidos a nivel nacional y las nuevas exigencias por parte le Ministerio del Ambienten y el Programa Nacional De Gestión Integral De Los Residuos Sólidos (PNGIDS).

Por lo expuesto se ha realizado el diseño de la celda diaria para la disposición final de los residuos sólidos del cantón Tena, misma que prolongará el tiempo de vida útil del relleno sanitario, luego de lo cual, se buscará un nuevo espacio para la construcción de un relleno sanitario.

JUSTIFICACIÓN

Los problemas generados por la mala disposición de los residuos sólidos del cantón Tena, ha generado que el relleno sanitario esté a punto de llegar a su punto máximo ya que en la actualidad los desechos son dispuestos de una forma inadecuada, ocasionando que se emplee mayor cantidad de material de cobertura, insumos para el control de olores, tiempo de maquinaria, etc. Por ello la presente investigación se enfoca en el diseño de una celda diaria de confinamiento para los residuos sólidos; el mismo que, está encaminado a prolongar la vida útil del actual relleno sanitario de la ciudad del Tena y dichos residuos sean confinados de forma correcta, para así evitar todos los problemas ambientales generados, ya que la operación de la celda consta de varias etapas como son la descarga de los vehículos recolectores en el frente de trabajo, el empuje de los desechos, la compactación y conformación de la celda, la cobertura y sistemas de recolección de lixiviados y de gases los cuales van a ser tratados después de su generación, a esto se suma la fumigación constante de cocteles bacterianos para el control de olores así como para acelerar el proceso de degradación de la materia orgánica. Esta investigación es prioridad del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Del Tena por tener serios problemas en la disposición final de los residuos sólidos en el actual relleno sanitario.

OBJETIVOS

GENERAL

Diseñar una celda diaria de confinamiento de residuos sólidos para el actual relleno sanitario del Cantón Tena, provincia de Napo, República del Ecuador.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Realizar el levantamiento de la línea base de la situación actual del relleno sanitario del Tena.
- ✓ Obtener los datos en volumen sobre los residuos generados, para el diseño de la celda diaria de confinamiento de residuos sólidos.
- ✓ Elaborar el estudio de impacto ambiental expost causado por el actual relleno sanitario del Tena.
- ✓ Diseño de la celda diaria con los datos obtenidos.
- ✓ Diseñar un manual de operación, mantenimiento y puesta en marcha para el buen funcionamiento de la celda diaria, un cronograma de actividades, que refleje las diferentes etapas de su vida útil hasta su posterior cierre técnico.

CAPITULO I

1 MARCO TEÓRICO

1.1 RESIDUOS SÓLIDOS

En la naturaleza, los residuos se originan a partir de la actividad productiva, por los seres vivos (plantas y animales). En la sociedad, los residuos se originan en la mayor parte de las actividades humanas. (OPS, 2002, PP 85-89)

1.1.1 ORIGEN DE LOS RESIDUOS

En toda actividad humana se generan residuos. Por su importancia en el volumen total, se destacan los residuos agrícolas, después los producidos por las actividades mineras, los derivados de la industria, los residuos urbanos y en último lugar los derivados de la producción de energía.

Los residuos derivados de las actividades agropecuarias constituyen la fracción mayoritaria, pero son los producidos por la minería, la industria y la producción de energía, los que tienen un mayor impacto negativo ambiental.

En este contexto los residuos urbanos constituyen una fracción menor del total. En el ámbito de los países europeos de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y en el año 1990 se generaron 150 millones de toneladas de residuos urbanos, lo que supuso el 9,62 % del total mundial. (OPS, 2002, PP 85-89)

Las características de composición de los residuos dependen de los diferentes grados económicos de los países; pero en general, se observa una tendencia que hace corresponder a un mayor grado de desarrollo y a un mayor aumento en la suma de los residuos industriales y urbanos. (OPS, 2002, PP 85-89)

1.1.2 CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS

Los residuos se pueden clasificar en residuos sólidos urbanos, residuos especiales y peligrosos y, en residuos radiactivos. (Paniagua, 2011, pp 32)

1.1.2.1 Residuos Sólidos Urbanos

Los residuos sólidos urbanos (RSU), pueden definirse como los desechos generados en la comunidad urbana y rural, provenientes de los procesos de consumo y desarrollo de las actividades humanas y que normalmente están a temperatura ambiente.

Los producidos por los usos residenciales, comerciales e institucionales y por el aseo del espacio público, también se los toma como RSU los de origen industrial y establecimientos de salud, siempre que no tengan características tóxicas ni peligrosas, en cuyo caso constituyen residuos de otro tipo que deben ser manejados según lo establecen las normativas específicas evitando impactos a la salud del personal que realiza su disposición y al ambiente. (OPS, 2002, PP 85-89)

Si bien los RSU están constituidos por un conjunto heterogéneo de materiales, se dividen por su composición, en dos categorías básicas:

- ✓ **Orgánicos:** Restos de materiales resultantes de la elaboración de comidas, así como sus restos vegetales y animales (huesos, verduras, frutas, cáscaras). Se descomponen rápidamente, con fuertes olores y son fuente de proliferación bacteriana. Atraen a roedores, insectos y también a los animales domésticos (gatos, perros, etc.) que, además de romper los envases y fundas que los contienen se convierten en vectores de enfermedades.

- ✓ **Inorgánicos:** Restos de elementos que no son fruto directo de la naturaleza sino de la industrialización de recursos naturales (plástico, vidrio, papeles, latas, textiles). Proviene mayormente del desperdicio de envases y embalajes característicos de la presentación de productos comerciales.

Están comprendidos en los residuos urbanos:

- Basura doméstica.
- Residuos industriales.
- Escombros.

1.1.3 COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

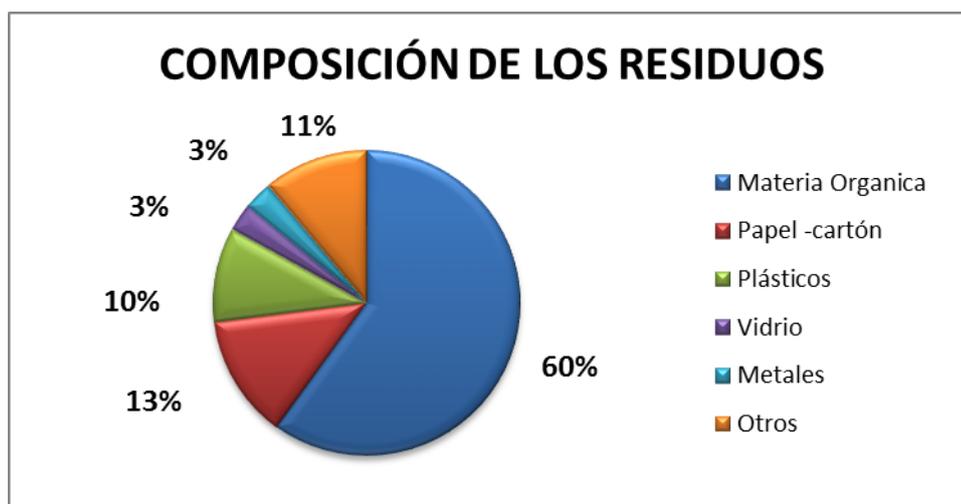
Los residuos sólidos urbanos están compuestos de los siguientes materiales:

- **Vidrio:** Envases de cristal, frascos, botellas, etc.

- Papel y cartón: Periódicos, revistas, cajas de cartón, envases de papel, etc.
- Restos orgánicos: Son los restos de comida, de jardinería, etc. En peso son la fracción mayoritaria en el conjunto de los residuos urbanos.
- Plásticos: En forma de envases y elementos de otra naturaleza.
- Textiles: Ropas, vestidos y elementos decorativos del hogar.
- Metales: Son latas, restos de herramientas, utensilios de cocina, mobiliario, etc.
- Madera: En forma de muebles mayoritariamente.
- Escombros: Procedentes de pequeñas obras o reparaciones domésticas. ((OPS, 2002, PP 85-89))

Se observan variaciones en las proporciones entre los distintos materiales según el nivel de industrialización y desarrollo.

- En la República del Ecuador podemos consultar el siguiente gráfico.



Realizado por: VITERI J., 2013.

Fig. 1 Composición de los Residuos

A todo esto hay que añadir la fracción de residuos producidos en los domicilios, pero que por su toxicidad tienen la consideración de residuos peligrosos y que se tratan aparte:

- Aceites minerales. Procedentes de los vehículos.
- Baterías de vehículos.
- Residuos de material electrónico. Teléfonos móviles, computadoras, etc.
- Electrodomésticos de línea blanca. Pueden contener CFC, perjudicial para la capa de ozono.

- Medicamentos.
- Pilas.
- Productos químicos en forma de barnices, disolventes, ceras, etc.
- Termómetros. por el mercurio
- Lámparas fluorescentes y bombillas de bajo consumo.

1.1.3.1 Vidrio

El vidrio ha sido utilizado por el hombre para fabricar envases con que conservar y transportar sus alimentos desde hace varios miles de años.

En el proceso de su fabricación se emplean como materias primas: arena (sílice), sosa (carbonato sódico) y caliza (carbonato cálcico). A esto se le añaden otras sustancias, como colorantes, etc.

Para el proceso de fabricación del vidrio se consumen grandes cantidades de energía, ya que el consumo de vidrio es elevado a nivel de países industrializados e inciden de manera importante en el volumen total de los RSU (Martinez, 2005, pp 13-17).

1.1.3.2 Papel

Su uso data hace dos mil años y hasta nuestros días ha sido uno de los principales medios de la transmisión de la cultura y el saber. El papel es una de las grandes aportaciones de la civilización china (Martinez, 2005, pp 13-17)..

Desde el siglo XIX en su fabricación se emplea madera y por un proceso químico que consume grandes cantidades de agua, energía y productos químicos, la materia prima, los árboles, son descortezados, troceados y en un proceso de digestión se obtiene la pasta, esta es lavada y blanqueada y posteriormente se procede a la fabricación de la hoja de papel o cartón.

Se utiliza en forma de papel-prensa, envases, embalajes, etc. Su participación en el conjunto de los residuos es elevada debido a su gran consumo por habitante.

1.1.3.3 Plásticos

Es uno de los materiales más recientes que se han incorporado a nuestra civilización en la última mitad del siglo XX. Se utilizan ampliamente en prácticamente todos los sectores industriales por su versatilidad, facilidad de fabricación, bajo coste, resistencia a los factores ambientales, transparencia, etc (Martinez, 2005, pp 13-17)..

El plástico se obtiene por la combinación de un polímero o varios, con aditivos y cargas, con el fin de obtener un material con unas propiedades determinadas.

Los polímeros son macromoléculas de origen sintético cuya unidad estructural es el monómero. Éste mediante una reacción de polimerización, se repite un número elevado de veces formando la macromolécula.

Son compuestos de naturaleza orgánica y en su composición intervienen fundamentalmente el Carbono y el Hidrógeno, además de otros elementos en menor proporción, como Oxígeno, Nitrógeno, Cloro, Azufre, Silicio, Fósforo.

Se pueden obtener a partir de recursos naturales, renovables o no, aunque hay que precisar que todos los polímeros comerciales se obtienen a partir del petróleo.

Esta última característica hace que la Naturaleza no pueda por sí misma, hacerlos desaparecer y permanecen en los vertederos por largos períodos.

Existen tres grandes familias de polímeros:

- ✓ Termoplásticos.
- ✓ Termofijos.
- ✓ Elastómeros.

Los polímeros termoplásticos tienen como característica esencial que se ablandan por acción del calor, llegando a fluir y cuando baja la temperatura vuelven a ser sólidos y rígidos. Por esta razón pueden ser moldeados un elevado número de veces, lo que favorece su reciclaje.

Deben esta propiedad a estar formados por cadenas macromoleculares que se encuentran desordenadas, enrolladas sobre sí mismas, pero independientes unas de otras, unidas sólo por débiles fuerzas de Van der Waals (OPS, 2002, PP 85-89).

Son los más usados en la industria del envase y el embalaje.

Entre los polímeros termoplásticos se encuentran:

Poliiolefinas. Divididas a su vez en:

- ✓ PEBD (polietileno de baja densidad).
- ✓ PEAD (polietileno de alta densidad).
- ✓ PP (polipropileno).
- ✓ PVC (policloruro de vinilo).
- ✓ PS (poliestireno).
- ✓ PET (politereftalato de etileno)

Los polímeros Termofijos no reblandecen ni fluyen por acción del calor, llegando a descomponer si la temperatura sigue subiendo. Por ello no se pueden moldear repetidas veces. Están formados por cadenas macromoleculares unidas entre sí por fuertes enlaces covalentes.

Entre los polímeros Termofijos encontramos:

- ✓ Resinas fenólicas.
- ✓ Amino-resinas.
- ✓ Resinas de poliéster.
- ✓ Resinas epoxi.
- ✓ Poliuretanos.

En último lugar se encuentran los polímeros elastómeros, que tienen sus cadenas enlazadas por fuertes enlaces covalentes.

Su estructura les da gran facilidad de deformación por acción de una fuerza externa, y de recuperar inmediatamente el tamaño original.

Entre ellos están:

- NR (caucho natural).
- SBR (caucho sintético de butadieno-estireno).
- EPM-EPDM (cauchos saturados de estireno-propileno).
- CR (cauchos de cloropreno).

Los plásticos contribuyen de forma reducida en el conjunto de los residuos, 7% en peso aunque llegan al 20% en volumen. La impresión errónea de ser muy abundantes se debe a su baja densidad, a ser muy resistentes e inalterables y que al estar moldeados en formas huecas, se desplazan con facilidad. Esto sumado a su gran vistosidad los hace omnipresentes.

Dentro de los plásticos son las poliolefinas con 75%, las de mayor consumo, distribuidas del siguiente modo: 31% de PEBD, 28% de PEAD, 15% del PP. El resto un 8% de PVC, 7% de PS y 7% de PET. El 2% corresponde a otros plásticos (4).

1.1.3.4 Acero

La hojalata es acero batido estañado por inmersión. Aparece en el siglo XIV pero fue a principios del XIX cuando se empieza a utilizar para fabricar envases. En la actualidad se emplea para embazar muchos productos por sus características. (OPS, 2002, PP 85-89):

- Fácil conformación.
- Ligereza.
- Condición magnética.
- Facilidad de reciclado.

La hojalata se obtiene del acero, producido en un alto horno a partir de los minerales de hierro y coke siderúrgico a altas temperaturas. Obteniéndose el arrabio, que tras un proceso de afinado da como resultado el acero, y como subproductos la escoria y el gas de alto horno.

Este acero de bajo carbono en bobinas laminadas sufre un proceso de decapado en baños de ácido caliente e intensos lavados con agua. Posteriormente tras laminarlo en frío y recocerlo se procede a su recubrimiento electrolítico con el fin de estañarlo. Por último se somete a un proceso de fusión de la película de estaño para mejorar la adherencia, brillo y resistencia a la corrosión.

Prácticamente la totalidad de la hojalata producida, se emplea en la fabricación de envases para el sector alimentario, el de las bebidas, el industrial y otros. Junto con los envases de aluminio supone un 10% de los RSU.

1.1.3.5 Aluminio

Se trata de un material del siglo XX. Entre sus propiedades:

- Ligereza.
- Alta conductividad.
- Gran maleabilidad.
- Resistencia a la corrosión.

Todo esto permite utilizarlo de múltiples formas en la industria del envase y del embalaje.

Se obtiene por un proceso electrolítico de la alúmina, obtenida previamente de la bauxita, mineral que constituye la materia prima del aluminio. Para la producción se invierten cantidades elevadas de energía, 13500 Kwh por tonelada de metal. (OPS, 2002, PP 85-89).

1.1.3.6 Tetra-Brink.

Son envases multi-materiales formados por una lámina de cartón, otra de aluminio y otra de plástico. Su comercialización se inicia en 1963.

La gran ventaja que ofrecen para la industria es su gran ligereza y la capacidad de conservación de los alimentos en condiciones óptimas que poseen.

Se fabrican a partir del papel-cartón sobre el que se imprime el diseño comercial del cliente. Posteriormente se laminan con papel de aluminio y por último film de polietileno. A partir de los rollos así obtenidos se procede en las plantas de envasado a fabricar los envases

1.1.3.7 Materia Orgánica.

La forman los restos de alimentos, cocinados o no, y en menor proporción los residuos de jardinería, etc.

Su composición química es bien conocida: grasas, hidratos de carbono, proteínas, etc

Su porcentaje de composición en el conjunto de los RSU presenta una gran variación entre los sectores urbanos y rurales, ya que en éstas últimas se suelen utilizar en la alimentación de algunos animales domésticos.

1.1.3.8 Otros Residuos.

Este grupo es de composición heterogénea y por la naturaleza de algunos de sus componentes se debe prestar una atención especial, ya que muchos deben estar bajo el rango de residuos peligrosos.

Los Policlorobifenilos y los Policlorotrifenilos (PCBs) se utilizan como fluidos térmicos o hidráulicos y están presentes en sistemas de refrigeración.

Las pilas son dispositivos electroquímicos capaces de convertir la energía química en eléctrica. Pueden contener materiales peligrosos como el mercurio, el cadmio, cinc, plomo, níquel y litio.

Existen varios tipos:

- ✓ Alcalinas.
- ✓ Carbono-zinc.
- ✓ Litio botón.
- ✓ Mercurio botón y cilíndricas.
- ✓ Cadmio-níquel.
- ✓ Plata botón.
- ✓ Zinc botón.

Una sola pila de óxido de mercurio es capaz de contaminar 2 millones de litros de agua en los niveles nocivos para la salud.

No todas las pilas poseen el mismo potencial de contaminar. Unas son reciclables como las botón de óxido de mercurio, óxido de plata y níquel-cadmio otras no, como las alcalinas y las de Zinc-plomo, debiendo ser llevadas a un depósito de seguridad.

Los tubos fluorescentes y las lámparas de bajo consumo contienen mercurio, por lo que no deben eliminarse con el resto de los RSU.

Los medicamentos, de composición heterogénea, al caducar suponen un peligro para el medio ambiente si se mezclan con el resto de los residuos.

Los aceites minerales contienen en su composición fenoles, compuestos clorados, PCBs. Son muy contaminantes si se vierten en las aguas, el suelo, o se tratan de forma incorrecta de modo que se produzcan emisiones contaminantes a la atmósfera.

Las pinturas, disolventes, barnices, productos de limpieza, líquidos de revelado, etc. son residuos peligrosos que una vez recogidos en los puntos limpios han de recibir un tratamiento específico.

Los aparatos electrónicos suponen un problema por el gran volumen en que se generan y se generarán en un futuro como residuos, por ser de larga duración y estar cada vez más extendidos.

Por último entre los residuos no peligrosos, los aceites vegetales de uso doméstico (oliva, girasol, maíz), cuando están degradados por su uso, principalmente para freír, se consideran residuos. Aunque no reciben la calificación de peligrosos, en ningún caso deben verterse por el desagüe dada su capacidad para formar películas sobre el agua que impiden su oxigenación y dificultan la correcta depuración de las aguas residuales.

Y para finalizar, los textiles, la madera y los muebles constituyen la última fracción de los RSU. No son peligrosos en sí mismos pero depositados sin control suponen un problema porque generan un gran impacto visual. Tal es el caso de colchones, muebles, escombros.

1.1.3.9 Residuos especiales y peligrosos

Los residuos especiales y peligrosos incluyen:

- ✓ Parte minoritaria de la basura doméstica, como micropilas, medicinas, tubos de rayos catódicos, acumuladores de vehículos, hidrocarburos.
- ✓ Residuos industriales como solventes, pinturas, adhesivos, corrosivos, residuos oleosos, residuos de tratamientos de metales, mercurio, fenoles.
- ✓ Residuos hospitalarios y de centros de investigación, como materiales que han estado en contacto con heridas y restos de origen animal y humano.

1.1.3.10 Importancia de la contaminación con residuos.

Respecto a los residuos, se puede decir que:

- ✓ Contaminan el suelo, el aire y el agua: por los gases; en caso de incineración que genera gran cantidad de hollín o por la generación de lixiviados, este último es un buen medio de cultivo que permite la proliferación de vectores, como moscas y roedores que transmiten las enfermedades a los seres humanos y tanto a animales de granja como domésticos.
- ✓ La parte paisajística se ve afectada cuando los RS son depositados en lugares no adecuados }

1.1.4 CONTROL DE RESIDUOS

Respecto a los problemas de manejo integrado de RSU, existen 2 etapas en las que se puede realizar su control: el consumo; la reutilización, recuperación o reciclado; la disposición final de los residuos no recuperados.

1.1.4.1 El consumo

Con el transcurso del tiempo se han incrementado de manera notable los residuos debido a la generación de nuevas necesidades y al mayor consumo causado por el desarrollo de las sociedades gracias a la aparición de nuevos productos, a las necesidades generadas por la publicidad y la moda, a la menor duración de las manufacturas por su menor calidad, al elevado costo de reparación de las mismas en relación a su costo nuevo y al abundante empaque descartable de los productos.

1.1.4.2 El Reciclaje

Se puede definir como la acción de recirculación de los materiales que ya fueron desechados, y que son aptos para elaborar a partir de estos otros productos.

Se pueden clasificar las diversas formas de aprovechamiento de residuos de acuerdo con la mayor o menor recuperación de cada proceso adoptado. Así, se tienen

- ✓ **Índice Máximo de Recuperación**

Se refiere al reusó o reutilización. Se incluyen los materiales que pueden ser reutilizados sin proceso industrializado, a no ser, lavado y esterilizado. Materiales como botellas de gaseosas o de cerveza en buen estado. En este caso no hay pérdida de ningún insumo energético aplicado

en las diversas etapas de la fabricación de aquel producto y además la energía gastada para utilizarlos nuevamente es mínima.

✓ **Índice Medio de Recuperación**

En esta categoría se encuentra el reciclaje; es decir la recuperación de ciertos materiales que necesitan de un proceso industrial que los transforme nuevamente en materia prima reutilizable. Como ejemplo, el papel, vidrio, plásticos y metales.

1.1.4.3 Recuperación Biológica

Este es el caso de la descomposición aeróbica con la producción de compost o abono orgánico estabilizado, que constituye una fuente energética importante para los cultivos agrícolas, a la vez que se puede obtener un combustible gaseoso durante el proceso (metano).

Sin embargo, considerando que la generación de residuos sólidos ha rebasado la capacidad administrativa y de manejo de los sistemas de manejo de RSU, es necesaria una gestión integral de los mismos, cuyo objetivo es el proteger la salud humana y el ambiente. Como segundos objetivos se encuentran: limitar costos de recolección y disposición final. (Capistrán, 1999).

1.2 RELLENO SANITARIO

El relleno sanitario es una técnica de disposición final de los residuos sólidos en el suelo que manejado de manera adecuada no provoca molestia ni peligro para la salud o la seguridad pública; reduciendo el impacto ambiental durante las fases de su operación ni después de su cierre técnico. Para su diseño utiliza principios de ingeniería para disponer los residuos en una área determinada lo más estrecha posible, cubriéndola con capas de tierra diariamente y compactándola para reducir su volumen. Los problemas que puedan causar los líquidos lixiviados y gases generados por el proceso de la descomposición de la materia orgánica.

Hace poco menos de un siglo, en Estados Unidos, surgió el relleno sanitario como resultado de las experiencias, de compactación y cobertura de los residuos con equipo pesado; desde entonces, se emplea este término para aludir al sitio en el cual los residuos son primero depositados y luego cubiertos al final de cada día de operación.

En la actualidad, el relleno sanitario moderno se refiere a una instalación diseñada y operada como una obra de saneamiento básico, que cuenta con elementos de control lo suficientemente seguros y cuyo éxito radica en la adecuada selección del sitio, en su diseño y, por supuesto, en su óptima operación y control (Erik, 2012, pp54-73).

1.2.1 Tipos de Relleno Sanitario.

En relación con la disposición final de residuos sólidos municipales, se podría proponer tres tipos de rellenos sanitarios, a saber:

1.2.1.1 Relleno Sanitario Mecanizado.

El relleno sanitario mecanizado es aquel diseñado para las grandes ciudades y poblaciones que generan más de 40 Tn / día. Debido a la magnitud de este tipo de proyectos es una aplicación bastante compleja de ingeniería, que va más allá de operar con equipo pesado. Este último proceso está relacionado con la cantidad y el tipo de residuos, la planificación, la selección del sitio, la extensión del terreno, el diseño y la ejecución del relleno, y la infraestructura requerida, tanto para recibir los residuos como para el control de las operaciones, el monto y manejo de las inversiones y los gastos de operación y mantenimiento.

Para operar este tipo de relleno sanitario se requiere del uso de un compactador de residuos sólidos, así como equipo especializado para el movimiento de tierra: tractor de oruga, retroexcavadora, cargador, volquete, etc (MMAA, 2010, pp13-46).

1.2.1.2 Relleno Sanitario Semimecanizado.

Cuando la generación sea entre 16 y 40 toneladas diarias de RSU en el relleno sanitario, es conveniente usar maquinaria pesada como apoyo al trabajo manual, a fin de hacer una buena compactación de la basura, estabilizar los terraplenes y dar mayor vida útil al relleno. Para este tipo de rellenos, el tractor agrícola adaptado con una hoja topadora o cuchilla y con un cucharón o rodillo para la compactación puede ser un equipo apropiado para operar este relleno al que podríamos llamar semimecanizado.

Los rellenos sanitarios con compactación mecanizada son la tecnología apropiada para municipalidades medianas y grandes que producen una cantidad diaria de basura que no sería factible manejar completamente a mano.

Los municipios deben disponer generalmente de fondos adecuados y también de personal técnico capacitado. En el relleno sanitario mecanizado trabajan generalmente un o dos tractores compactadores que realizan los trabajos de colocación, compactación y cubierta de los desechos; y las excavaciones y el transporte necesario para suministrar nuevo material de cobertura (MMAA, 2010, pp13-46).

Los trabajos de mantenimiento se pueden hacer manualmente o con apoyo de maquinaria, dependiendo de la disponibilidad y necesidad de estas máquinas.

1.2.1.3 Relleno Sanitario Manual

Es una adaptación del concepto de relleno sanitario para las pequeñas poblaciones que por la cantidad y el tipo de residuos que producen menos de 15 Tn/día, además de sus condiciones económicas, no están en capacidad de adquirir el equipo pesado debido a sus altos costos de operación y mantenimiento.

El término manual se refiere a que la operación de compactación y confinamiento de los residuos puede ser ejecutado con el apoyo de una cuadrilla de hombres y el empleo de algunas herramientas.

1.2.2 MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN DE UN RELLENO SANITARIO

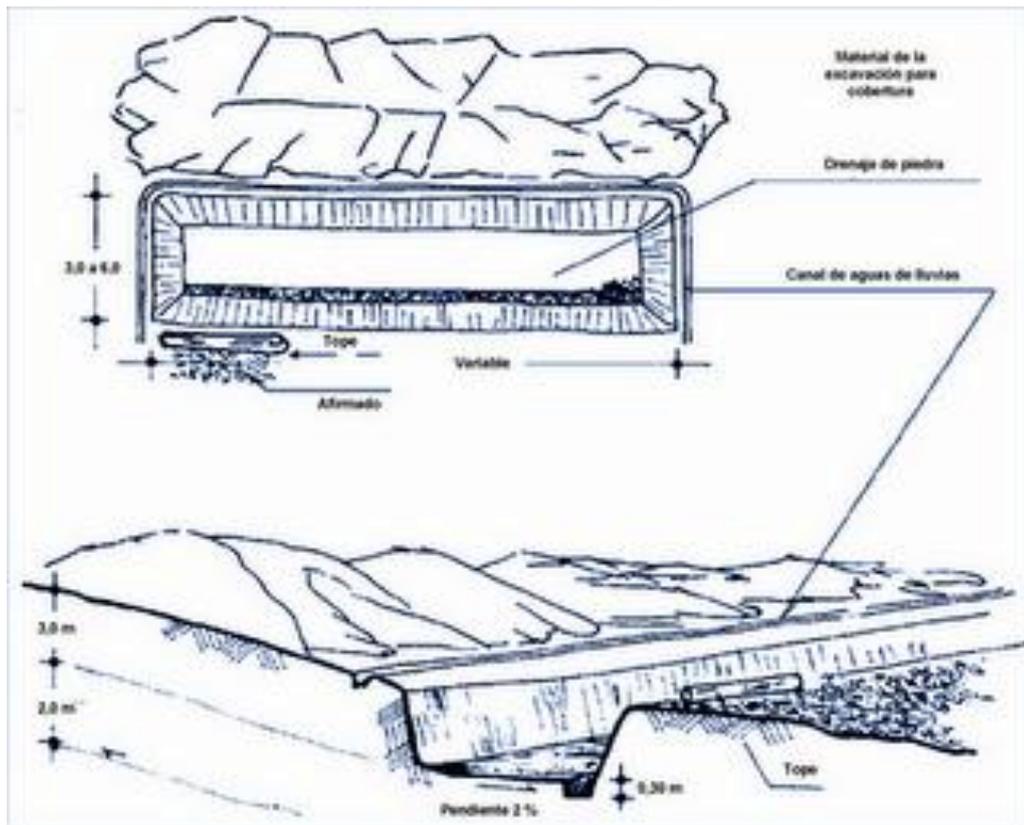
El método constructivo y la subsecuente operación de un relleno sanitario están determinados principalmente por la topografía del terreno, aunque dependen también del tipo de suelo y de la profundidad del nivel freático. Existen dos maneras básicas de construir un relleno sanitario.

1.2.2.1 Método de trinchera o Zanja

Este método se utiliza en regiones planas y consiste en excavar periódicamente zanjas de dos o tres metros de profundidad con una retroexcavadora o un tractor de orugas. Hay experiencias de excavación de trincheras de hasta de 7 metros de profundidad. Los RSU se depositan y acomodan dentro de la trinchera para luego compactarlos y cubrirlos con la tierra excavada.

Se debe tener especial cuidado en periodos de lluvias dado que las aguas pueden inundar las zanjas. De ahí que se deba construir canales perimétricos para captarlas y desviarlas e incluso proveer a las zanjas de drenajes internos. En casos extremos, se puede construir un techo sobre ellas o bien bombear el agua acumulada. Sus taludes o paredes deben estar cortados de acuerdo con el ángulo de reposo del suelo excavado. La excavación de zanjas exige condiciones favorables tanto en lo que respecta a la profundidad del nivel freático como al tipo de suelo. Los terrenos con nivel freático alto o muy próximo a la superficie no son apropiados por el riesgo de contaminar el acuífero. Los terrenos rocosos tampoco lo son debido a las dificultades de excavación.

Trinchera para disposición de residuos sólidos



Fuente: (Castelo, 2014)

Fig. 2 Trinchera

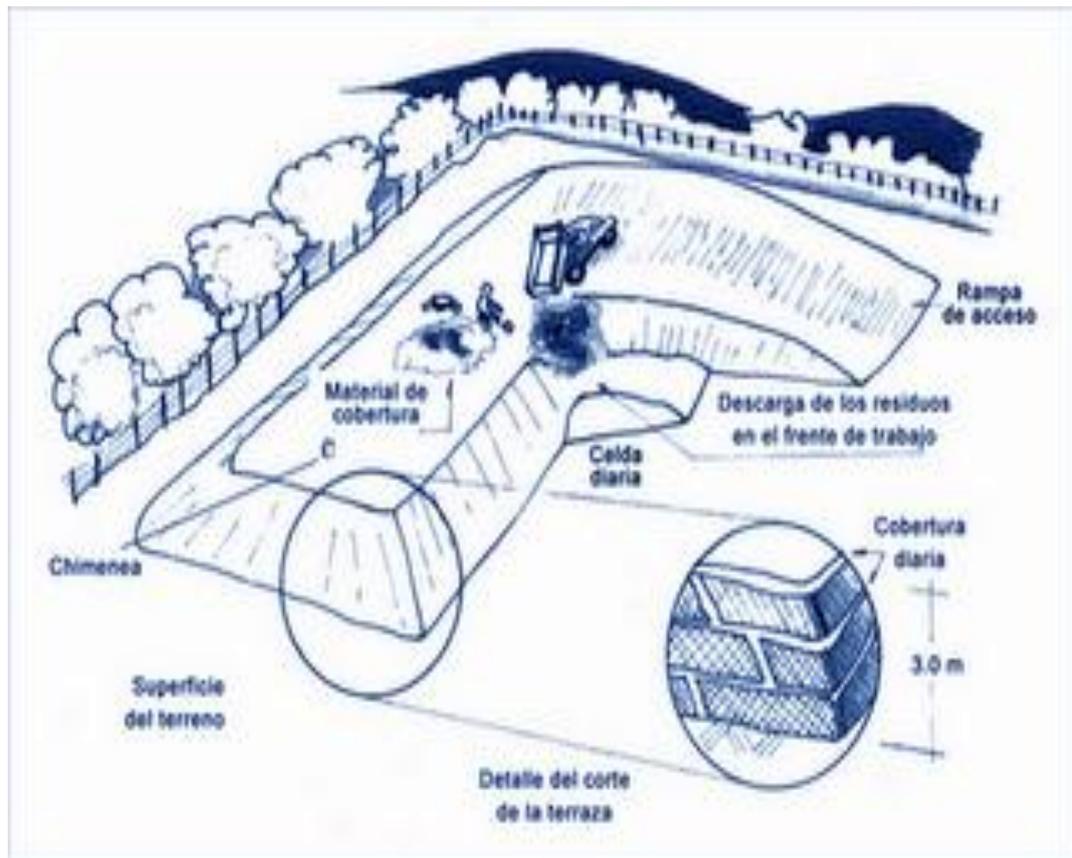
1.2.2.2 Método de Área

En áreas relativamente planas, donde no sea factible excavar fosas o trincheras para enterrar la basura, esta puede depositarse directamente sobre el suelo tomando las medidas de impermeabilización respectiva, el que debe elevarse algunos metros.

En estos casos, el material de cobertura deberá ser transportado desde otros sitios o, extraído de la capa superficial.

Las fosas se construyen con una pendiente suave en el talud para evitar deslizamientos y lograr una mayor estabilidad a medida que se eleva el relleno.

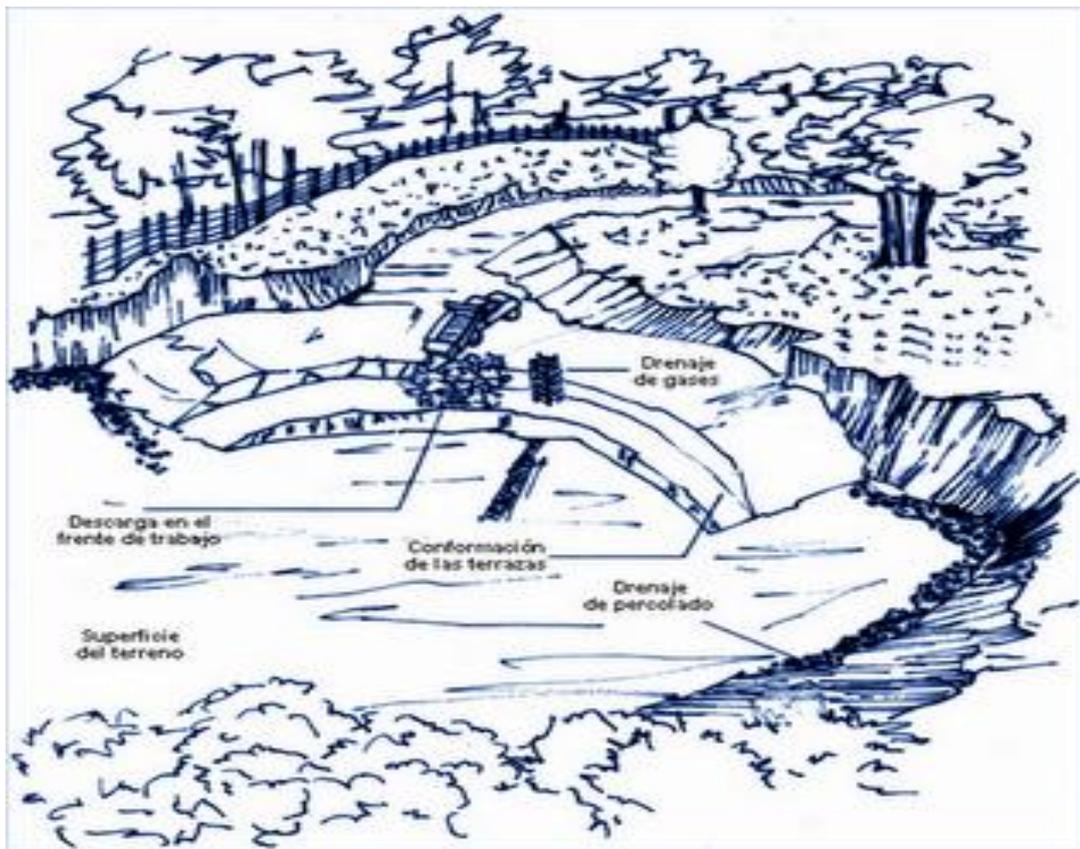
Conformación de celdas con el método de



Fuente: (Castelo, 2014)

Fig. 3 Área

Sirve también para rellenar depresiones naturales o canteras abandonadas de algunos metros de profundidad. El material de cobertura se excava de las laderas del terreno o, de un lugar cercano para evitar los costos de transporte. La operación de descarga y construcción de las celdas debe iniciarse desde el fondo hacia arriba.



Fuente: (Castelo, 2014)

Fig. 4 Conformación de la celda desde el fondo

El relleno se construye apoyando las celdas en la pendiente natural del terreno; es decir, la basura se descarga en la base del talud, se extiende y se compacta y se recubre diariamente con una capa de tierra. Se continúa la operación avanzando sobre el terreno, conservando una pendiente suave de unos 18,4 a 26,5 grados en el talud; es decir, la relación vertical/horizontal de 1:3 a 1:2, respectivamente, y de 1 a 2 grados en la superficie, o sea, de 2 a 3,5%.

1.2.2.3 Dimensiones de la Zanja

Para efectos de la operación manual, las dimensiones de la zanja estarán limitadas por: La profundidad de la zanja, de dos a tres metros de acuerdo con el nivel freático, tipo de suelo, tipo de equipo y costos de excavación. El ancho de la zanja entre 3 y 6 metros es conveniente para evitar el acarreo de larga distancia de la basura y material de cobertura, lo cual implica mejores rendimientos de trabajo, de tal manera que puede ser planeada la operación dejando un lado para acumular la tierra y el otro para la descarga de los desechos sólidos.

Dependiendo del grado de compactación y del clima, puede usarse la superficie de una zanja terminada para la descarga de los desechos.

1.2.2.4 El Largo

Está condicionado al tiempo de duración o vida útil de la zanja, entonces se tiene que:

$$l = V_z / (a \times h_z) \qquad \text{EC: 1}$$

Dónde:

l = Largo o longitud (m)

V_z = Volumen de la zanja (m³)

a = Ancho (m)

h_z = Profundidad (m)

1.2.2.5 Volumen de la Zanja

$$VZ = (t \times DSr \times MC) / Drsm \qquad \text{EC: 2}$$

Dónde:

VZ = Volumen de la zanja (m³)

t = tiempo de vida útil (días)

DSr = Cantidad de desechos sólidos recolectados (kg/día)

MC = Factor de material de cobertura de 1,2 a 1,25 (o sea 20 a 25%)

$Drsm$ = $Drsm$ (kg/m³) (6)

1.2.3 CELDA DIARIA

La celda diaria o conocida como celda tipo, es la unidad básica constructiva del relleno sanitario y en ella queda completamente confinados los residuos que llegan a diario. Cuatro valores permiten definir la celda tipo, estos son: el frente de trabajo, la altura de la celda, el espesor de recubrimiento y el avance diario. Para maximizar la eficiencia de la compactación la celda se construirá con un talud en el frente de trabajo de 1:3 (1m de altura por 3 m de base). El avance diario se calcula en función de las dimensiones anteriores y el volumen de residuos a disponer. El espesor de recubrimiento queda por especificación que indica que cobertura no debe ser inferior a 15 cm.

Para la construcción de las celdas diarias de residuos, si se utiliza método mecánico, se puede alcanzar una densidad del orden de 0.6 toneladas por metro cubico.

La forma como se aborde la construcción de la celda es importante, ya que de ello dependerá en gran medida el grado de consolidación y estabilidad estructural que alcanzara el relleno. La celda se construirá de la siguiente manera:

- a) Descargando desde la orilla, en el frente de trabajo directamente al pie del talud.
- b) Distribuyendo los residuos creando contra pendiente de aproximadamente 1m de altura por 3m de base.
- c) Compactando los residuos en capas de 40 cm aproximadamente, pasando el equipo de compactación de 3 a 4 veces sobre ellos.
- d) Repitiendo el ciclo

1.2.3.1 Diseño de la Celda Diaria

1.2.3.1.1 Cálculo de la Celda

Como se sabe, las celdas están conformadas básicamente por los desechos sólidos y el material de cobertura, y serán dimensionadas con el objeto de economizar tierra, sin perjuicio del recubrimiento, y con el fin de que proporcionen un frente de trabajo suficiente para la descarga y maniobra de los vehículos recolectores. Las dimensiones y el volumen de la celda diaria dependen de factores tales como (MMAA, 2010, pp13-46):

- ✓ La cantidad diaria de desechos sólidos a disponer.
- ✓ El grado de compactación.
- ✓ La altura de la celda más cómoda para el trabajo manual.

El frente de trabajo necesario que permita la descarga de los vehículos de recolección. Se recomienda mantener una altura de un metro con un máximo de metro y medio, para la celda diaria, debido a la baja compactación alcanzada por la operación manual, brindando así una mayor estabilidad mecánica a la construcción del relleno sanitario manual, y un frente de trabajo lo más estrecho posible, los cuales, junto con el avance, se calcularán dependiendo del volumen diario de desechos, así:

1.2.3.1.2 Cantidad de Desechos Sólidos a Disponer

Es la cantidad total de desechos dispuestos hasta el final de la vida útil de la celda:

$$DSrs = DS \times 7 / d_{hab} \quad EC: 3$$

Dónde:

DSrs = Cantidad media diaria de DS en el relleno sanitario (kg/día)

DSp = Cantidad de DS producido por día (kg/día)

D_{ha} = Días hábiles o laborales en una semana (normalmente d_{ha} = 5 ó 6 días, y aún menos en los municipios más pequeños) (7)

1.2.3.1.3 Volumen de la Celda Diaria.

Se refiere al volumen que ocuparan los desechos d

$$V_c = DSrs / Drsm \times FMC \quad EC: 4$$

Dónde:

V_c = Volumen de la celda diaria (m³)

Drsm = Densidad de los desechos sólidos recién compactados en el relleno sanitario manual, 400-500 kg/m³

FMC = Factor de material de cobertura (1.20-1.3) Debe notarse que la densidad usada para la basura recién compactada es menor que la densidad de la basura estabilizada que se usa para el cálculo del volumen.

1.2.3.1.4 Dimensiones de la Celda.

1.2.3.1.4.1 Área de la Celda

$$Ac = Vc/hc \quad EC: 5$$

Dónde:

Ac = Área de la celda (m²/día)

Hc = Altura de la celda (m) - límite 1,0 m a 1,5 m. para rellenos sanitarios mecánicos, Flintoff reporta alturas entre 1,5 y 2,0 m para rellenos sanitarios manuales con operación manual, con lo que se consigue una disminución del material de cobertura necesario (7).

1.2.3.1.4.2 Largo o avance de la Celda (M)

$l = Ac / aa$ = Ancho que se fija de acuerdo con el frente de trabajo necesario para la descarga de la basura por los vehículos recolectores (m).

Téngase en cuenta que en pequeñas comunidades serán uno o dos vehículos como máximo descargando a la vez, lo que determina el ancho entre 3 y 6 m.

Como los taludes (perímetro) también requieren cubrirse con tierra la relación del ancho al largo de la celda que menos material de cobertura requerirá sería la de un cuadrado. Esta medida se obtendría entonces como la raíz cuadrada del área de la celda, así:

$$A = \sqrt{Ac}$$

Cuando no se puede cumplir con esto por ser el ancho resultante muy estrecho para la descarga de los vehículos, entonces se fija el ancho y se calcula el avance (Erik, 2012, pp 54-73).

1.2.3.1.4.3 Cálculo de la generación de Lixiviado o Percolado.

El volumen de lixiviado o líquido percolado en un relleno sanitario depende de los siguientes factores:

- Precipitación pluvial en el área del relleno.
- Escorrentía superficial y/o infiltración subterránea.
- Evapotranspiración.
- Humedad natural de los RSM.

- Grado de compactación.
- Capacidad de campo (capacidad del suelo y de los RSM para retener humedad).

El volumen de lixiviado está fundamentalmente en función de la precipitación pluvial. No solo la esorrentía puede generarlo, también las lluvias que caen en el área del relleno hacen que su cantidad aumente, ya sea por la precipitación directa sobre los residuos depositados o por el aumento de infiltración a través de las grietas en el terreno. Debido a las diferentes condiciones de operación y localización de cada relleno, las tasas esperadas pueden variar; de ahí que deban ser calculadas para cada caso en particular.

Dado que resulta difícil obtener información local sobre los datos climatológicos, se suelen utilizar coeficientes que correlacionan los factores antes mencionados con el fin de precisar el volumen de lixiviado producido.

El método suizo, por ejemplo, permite estimar de manera rápida y sencilla, el caudal de lixiviado o líquido percolado mediante la ecuación (7):

$$Q = \frac{1}{T} P \times A \quad \text{EC: 6}$$

Dónde:

Qm = Caudal medio de lixiviado o líquido percolado (L/seg)

P = Precipitación media anual (mm/año)

A = Área superficial del relleno (m²)

t = Número de segundos en un año (31.536.000 seg/año)

K = Coeficiente que depende del grado de compactación de la basura, cuyos valores recomendados son los siguientes:

- ✓ Para rellenos débilmente compactados con peso específico de 0,4 a 0,7 t/m³, se estima una producción de lixiviado entre 25 y 50% (k = 0,25 a 0,50) de precipitación media anual correspondiente al área del relleno.
- ✓ Para rellenos fuertemente compactados con peso específico > 0,7 t/m³, se estima una generación de lixiviado entre 15 y 25% (k = 0,15 a 0,25) de la precipitación media anual correspondiente al área del relleno.

Sobre la base de las observaciones realizadas en varios rellenos pequeños, se puede afirmar que la generación de lixiviado se presenta fundamentalmente durante los periodos de lluvias y unos cuantos días después, y se interrumpe durante los periodos secos. Por tal razón, sería conveniente una adaptación de este método de cálculo para calcular la generación del lixiviado en función de la precipitación de los meses de lluvias y no de todo el año. Este criterio es importante a la hora de estimar la red de drenaje o almacenamiento de lixiviado para los rellenos sanitarios manuales.

Por lo tanto, se sugiere que partiendo de la ecuación 5, los registros de precipitación sean los del mes de máxima lluvia, expresados en mm/mes, con lo cual se consigue una buena aproximación al caudal generado:

$$Q_{lm} = P \times A \times K \quad \text{EC: 7}$$

Dónde:

Q_{lm} = Caudal medio de lixiviado generado (m³/mes)

P_m = Precipitación máxima mensual (mm/mes)

A = Área superficial del relleno (m²)

K = Coeficiente que depende del grado de compactación de la basura

1 m = 103 mm

1.2.3.1.4.4 Diseño Del Sistema de drenaje de Lixiviado

Dada la poca extensión superficial de los rellenos sanitarios, en primer lugar se recomienda minimizar el ingreso de las aguas de lluvia no solo controlando las aguas de escorrentía por medio de canales interceptores a nivel perimetral.

De esta manera, la cantidad de lixiviado tiende a ser nula, con lo que se evita uno de los mayores problemas de este tipo de obras, sobre todo en las zonas lluviosas. En segundo lugar, es conveniente construir un sistema de almacenamiento del lixiviado en forma de espina de pescado al interior del relleno, en concreto en la base que servirá de soporte de cada plataforma. El sistema puede estar conectado (Erik, 2012, pp 54-73).

1.2.3.1.4.5 Volumen de Lixiviado.

Si lo anterior no es suficiente, la mayor cantidad posible del lixiviado generado se almacenará en zanjas en el interior del relleno sanitario, a manera de falso fondo, y el resto se guardará en otras fuera del relleno para que se evapore.

Progresivamente se construirán más zanjas según las necesidades locales. El volumen de lixiviado se estima con la siguiente ecuación (Erik, 2012, pp 54-73):

$$V = Q \times t \quad \text{EC: 8}$$

Dónde:

V = Volumen de lixiviado que será almacenado (m³)

Q = Caudal medio de lixiviado o líquido percolado (m³/mes)

t = número máximo de meses con lluvias consecutivas (mes)

1.2.3.1.4.6 Longitud del Sistema de Zanjas para el Lixiviado.

Con el caudal obtenido se pueden calcular las dimensiones del sistema de zanjas para el almacenamiento de lixiviado, tal como se indica en la siguiente ecuación. Las zanjas deberán tener por lo menos un ancho de 0,6 metros por un metro de profundidad, siempre que el nivel freático esté un metro más abajo y el suelo tenga las condiciones de impermeabilidad recomendadas anteriormente (Erik, 2012, pp 54-73).

$$l = V/a \quad \text{EC: 9}$$

Dónde:

l = Longitud de las zanjas de almacenamiento (m)

V = Volumen de lixiviado que será almacenado durante los periodos de lluvia (m³)

a = Área superficial de la zanja (m²).

CAPITULO II

2 MARCO METODOLÓGICO

2.1 MATERIALES Y EQUIPOS TOPOGRÁFICOS

- Cinta métrica.
- Estación completa
- Flexómetro
- Estacas de madera
- GPS

2.2 MATERIALES PARA LA MEDICIÓN DE CAUDALES

- Cronómetro
- Balde de 4 l
- Madera triple
- Escuadra de 35 cm
- Piola
- Libreta de apuntes
- Graduador.

2.3 MÉTODO PARA LA MEDICIÓN DE CAUDALES

Debido a que el sistema de drenaje de lixiviada cuenta con un colector común para realizar las descargas en la planta de tratamiento, se midió el caudal con un método de aforo de canales.

En la descarga 1 y 2 se realizó mediante el método volumétrico, que consiste en medir el tiempo que tarda en llenar un balde de 4 litros, en tanto que se aplica el método de un vertedero triangular con escotadura en V de 90° (AGACE, 2004, pp 1-21).

2.4 MÉTODO PARA EL MUESTREO

Para el muestreo del lixiviado se realizó un muestreo compuesto ya que la entrada a la planta de tratamiento se la realiza por dos puntos, para ello se colocó 10 sub muestras siendo 5 del dren 1

y 5 del dren numero 2 dando un total de 20 litros de estos 20 litros se homogenizo la muestra y se tomó 2 litros de muestra los cuales fueron al laboratorio para sus respectivos análisis.

En el caso de las aguas del estero Kituyacu se tomaron muestras puntuales de un litro cada una dando un total de 2 litros por punto 100 metros aguas arriba del punto de descarga y 100 metros aguas abajo del punto de descara de la planta de tratamiento de lixiviados(AGACE, 2004, pp 1-21).

2.5 MÉTODO PARA LA CARACTERIZACIÓN FÍSICO - QUÍMICO DE AGUAS RESIDUALES

Para realizar la caracterización cuantitativa y cualitativa de las aguas residuales se utilizan métodos analíticos.

En la presente investigación el análisis de las aguas residuales se basa en los métodos empleados por el Laboratorio LABCESTTA, ya que las muestras fueron enviadas a dicho laboratorio para su análisis; el mismo que se basa en el método cuantitativo fisicoquímico, establecido en la norma, APAHA/ EPA.

2.6 METODOLOGÍA PARA EL DIMENSIONADO DE LA CELDA DIARIA

La metodología para el dimensionamiento de la celda se utilizara la guía para el diseño de rellenos sanitarios del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.

2.6.1 MÉTODO PARA LA PROYECCIÓN DEMOGRÁFICA

En este caso se ha proyectado a partir de la población actual proporcionada por la unidad de ordenamiento territorial utilizando el método geométrico con la siguiente expresión:

$$Pf = Pa(1 + r)^n \quad \text{Ec 10}$$

Dónde:

- Pf = Población futura
- Pa = Población Actual
- R = tasa de crecimiento
- N = Período de diseño

2.6.2 MÉTODO PARA LA ELABORACIÓN DE PLANOS

Para la realización de planos se ha recurrido al programa de AutoCAD, la planimetría del diseño se realiza a una escala de 1:1000

La vista planta y cortes de cada unidad que compone la planta de tratamiento se traza a diferentes escalas.

2.7 EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Esta evaluación consiste en un análisis de los impactos ambientales negativos y positivos de determinadas acciones humanas, permitiendo seleccionar las alternativas que maximicen los beneficios y disminuyan los impactos no deseados.

Constituye una de las herramientas de protección ambiental que fortalece la toma de decisiones a nivel de políticas, planes, programas y proyectos, ya que incorpora variables que tradicionalmente no han sido consideradas durante la planificación o ejecución de actividades productivas en la Plantación.

Para la evaluación de los impactos ambientales identificados a través del Diagnóstico Ambiental Inicial se emplean las herramientas descritas en los siguientes puntos (Conesa, 1997, pp 143-326).

2.7.1 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

Utilizando una metodología adecuada y aplicable a la zona de Estudio se puede cuantificar y determinar cuáles de los impactos que se producirán en el desarrollo de las actividades, los que tienen más importancia ya sea positivo o negativo.

Se tomó como base para la cuantificación de los impactos a la matriz diseñada por Leopold en 1970.

2.7.1.1 Variables de Calificación de Impactos

Para obtener el grado de calificación de cada impacto se relacionó las columnas y las filas de la matriz, lo que nos permitió determinar el grado magnitud e importancia que poseen los impactos ambientales identificados a nivel el componente ambiental afectado como a la actividad generadora del impacto. Para obtener los datos se tomaron en cuenta las siguientes variables (Torres, 2013, pp 29-34):

a. Características del impacto (Matriz IM - 1)

Está dado por la característica en si del impacto, es decir si es positivo o negativo el impacto producido por la actividad generadora del impacto.

- ❖ **Positivo (+)**: es cuando el componente realiza una mejora al ambiente con respecto a su Estado previo a la ejecución de las actividades de la Plantación.
- ❖ **Negativo (-)**: cuando componente deteriora o daña al ambiente con respecto a su estado de acuerdo a la ejecución de las actividades de la Plantación.

b. Intensidad del Impacto (Matriz B - 2)

Determina el grado con que el impacto transformará al ambiente y se lo ha clasificado de la siguiente manera variables (Torres, 2013, pp 29-34):

- ❖ **Alta**: Alteración muy notoria y extensiva, que puede recuperarse a corto o mediano plazo, siempre y cuando exista una intervención oportuna y profunda del hombre, que puede significar costos elevados
- ❖ **Moderada**: Alteración notoria, producida por la acción de una actividad determinada, donde el impacto es reducido y puede ser recuperado con una mitigación sencilla y poco costosa
- ❖ **Baja**: Impactos que con recuperación natural o con una ligera ayuda por parte del hombre, es posible su recuperación.

c. Extensión o dimensión del impacto (Matriz C - 3)

Está determinado por la dimensión o extensión territorial o espacial que produzcan los impactos ambientales generados por las actividades se los ha subclasificado de la siguiente manera variables (Torres, 2013, pp 29-34):

- ❖ **Regional**: es cuando el impacto afecta la región geográfica donde se encuentra el proyecto
- ❖ **Local**: cuando el impacto afecta hasta a los tres kilómetros a la redonda del lugar donde se produce el impacto

- ❖ **Puntual:** afecta al medio ambiente de manera puntual, es decir en el área de influencia directa del proyecto.

d. Duración del Impacto (Matriz D- 4)

Está determinado por el tiempo que durará la acción del impacto ambiental a producirse.

Permanente: Cuando la permanencia del efecto continúa aun cuando se haya finalizado la actividad.

Temporal: Si se presenta mientras se ejecuta la actividad y finaliza al terminar la misma.

Periódica: Si se presenta en forma intermitente mientras dure la actividad que los provoca.

e. Reversibilidad del impacto: (Matriz E - 5)

Está dado por el grado o capacidad de recuperación que posee el medio ambiente respecto al impacto ambiental producido, se han establecido de manera general tres grados de reversibilidad variables (Torres, 2013, pp 29-34).

- ❖ **Irrecuperable:** Si el elemento ambiental afectado no puede ser recuperado.
- ❖ **Poco recuperable:** Señala un estado intermedio donde la recuperación será dirigida y con ayuda humana.
- ❖ **Recuperable:** Si el elemento ambiental afectado puede volver a un estado similar al inicial en forma natural.

f. Riesgo o probabilidad del impacto: (Matriz F- 6)

Determina la probabilidad de que ocurra o no el impacto, existen tres tipos de probabilidades:

- ❖ **Alto:** Existe la certeza de que el impacto se produzca en forma real.
- ❖ **Medio:** La condición intermedia de duda de que se produzca o no el impacto.
- ❖ **Bajo:** No existe la certeza de que el impacto se produzca, es una probabilidad.

2.7.1.2 Magnitud e Importancia

Para determinar la magnitud e importancia de los impactos que se generaran en la Plantación se

utiliza la siguiente tabla de valores para las variables descritas anteriormente variables (Torres, 2013, pp 29-34):

Tabla 1 Magnitud e importancia

Variable Para la Magnitud:	Símbolo M	Carácter	Valor
Intensidad	I	Alta	3
		Moderada	2
		Baja	1
Extensión	E	Regional	3
		Local	2
		Puntual	1
Duración	D	Permanente	3
		Temporal	2
		Periódica	1
Reversibilidad	R	Irrecuperable	3
		Poco recuperable	2
		Recuperable	1
Riesgo	S	Alto	3
		Medio	2
		Bajo	1

Realizado por: VITERI J., 2015

2.7.1.3 Valoración o Calificación de los Impactos

Valiéndonos de la matriz de identificación de los impactos, asignamos los valores a cada impacto tomado en cuenta todas las variables anotadas anteriormente variables (Torres, 2013, pp 29-34).

Calculo de la magnitud e importancia de los impactos:

(Matriz M - 7 y Matriz I – 8)

Ambientalmente la magnitud de los impactos a producirse está dada por la sumatoria de los valores asignados a las variables intensidad, extensión y duración, además para efectos del cálculo matemático se deben asumir los valores de los pesos de los parámetros que se relacionan directamente con la magnitud, los cuales detallo a continuación:

Peso del parámetro de intensidad 0,40

Peso del parámetro de extensión 0,40

Peso del parámetro de duración 0,20

Para el cálculo de la magnitud de los impactos ambientales a producirse se ha adoptado la siguiente fórmula:

$$M = (i * 0,4) + (e * 0,4) + (d * 0,2)$$

La importancia de los impactos ambientales dependen directamente de la extensión, reversibilidad y riesgo que posee los impactos a producirse, por lo que para su valoración o calificación se suman los valores adoptados para estos parámetros multiplicados por los pesos o índice ponderal asumidos.

Peso del parámetro de extensión = 0,30

Peso del parámetro de reversibilidad = 0,20

Peso del parámetro de riesgo = 0,50

La fórmula adoptada para el cálculo de la calificación de la importancia es la siguiente:

$$I = (t * 0,30) + (r * 0,20) + (s * 0,50)$$

La interpretación de los resultados obtenidos de la magnitud e importancia del impacto se deberán valorar de acuerdo a la tabla de Escala de Valoración de la Magnitud e importancia del impacto:

Tabla 2 Escalas y valoración del impacto

ESCALA VALORES ESTIMADOS	VALORACIÓN DEL IMPACTO
0,1 -1,6	Bajo
1,7 – 2,3	Medio
2,4 – 3,0	Alto

Realizado por: VITERI J., 2015

2.7.1.4 Nivel de Impacto ocasionado sobre los componentes Ambientales Severidad Matriz S-9

Para finalizar se deberá definir la severidad de los impactos como el nivel de impacto ocasionado sobre el componente ambiental. Dicho valor se obtendrá multiplicando la magnitud por la importancia como la siguiente relación matemática:

$$S = M * I$$

El resultado se deberá comparar con la escala de valores asignados para el efecto que se presenta en la tabla 8.3, Escala de valoración de la Severidad del Impacto:

Tabla 3 Severidad del impacto

Escala valores	Valoración de la severidad del impacto
1.0 - 1.9	Leve
2.0 - 2.9	Moderado
3.0 - 3.9	Critico
4.0 – 6.0	Severo

Realizado por: VITERI J., 2015

La categorización proporcionada a los impactos ambientales, se lo puede definir de la manera siguiente:

- a. **Leve:** Corresponden a todos los aquellos impactos de carácter negativo, con Valor del Impacto menor a 1,9 y mayor a 1,0 pertenecen a estos los de fácil corrección y poca repercusión.
- b. **Impactos Moderados:** Son aquellos de carácter negativo, cuyo Valor del Impacto es menor a 2,9 pero mayor o igual a 2,0, cuyas características son: factibles de corrección, de extensión local y duración temporal.
- c. **Impactos Severos:** Corresponden a todos los aquellos impactos de carácter negativo, con Valor del Impacto menor a 3,9. y mayores a 3,0 Pertenecen a esta categoría los impactos capaces plenamente de corrección y por ende compensados durante la ejecución del Plan de Manejo Ambiental, son reversibles, de duración esporádica y con influencia puntual.
- d. **Impactos Críticos:** Son aquellos de carácter negativo, cuyo Valor del Impacto es mayor o igual a 4,0 y corresponden a las afecciones de elevada incidencia sobre el factor ambiental, difícil de corregir, de extensión generalizada, con afección de tipo irreversible y de duración permanente.
- e. **Impactos Benéficos:** Aquellos de carácter positivo que son benéficos para el proyecto.

CAPITULO III

3 MARCO DE DISCUSION Y ANALISIS DE RESULTADOS

3.1 RESULTADOS TOPOGRÁFICOS

El plano topográfico del área de proyecto, que corresponde a la parte rural de la ciudad de Tena, fue realizado en el año 2013, para lo cual, se ha realizado en el mismo relleno sanitario para ello se solicitó a la dirección de planificación para que envíen al equipo topográfico a realizar los trabajos en el área destinada para la celda diaria.

Para el estudio demográfico del Cantón Tena, se utilizó información del INEC 2010.

TABLA 4 Número Total de habitantes del Género Masculino y Femenino

No.	Nombre de parroquia	Población	Superficie de la parroquia (km ²)	Densidad Poblacional
1	TENA	33934	261,84	129,60
2	AHUANO	5579	417,76	13,35
3	CHONTAPUNTA	6687	975,03	6,86
4	PANO	1392	786,86	1,77
5	PUERTO MISAHUALLI	5127	349,20	14,68
6	PUERTO NAPO	5393	215,47	25,03
7	TALAG	2768	915,60	3,02

**Fuente: INEC Resultados definitivos del VI Censo de Población 2010
Elaborado por: VITERI, Jairo (2014)**

Es importante realizar una proyección entre 2 a 4 años, con este antecedente encontramos la cantidad de residuos sólidos municipales (RSM) que se deberá disponer diariamente en la celda diaria en el transcurso su vida útil.

Utilizando la siguiente expresión:

$$P_f = P_o (1+r)^n \quad (\text{EC 6.6.3.1}) \text{ JARAMILLO J. (2002, p.82)}$$

Dónde:

Pf =Población Futura.

Po =Población Inicial.

r = Tasa de crecimiento de la población

n =Intervalo de tiempo, to (Tiempo inicial)-tf(tiempo final)

t = Variable tiempo en años

Reemplazando la ecuación:

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

TABLA 5 Proyección de la población

PARROQUIA	POBLACIÓN CENSO 2010	2015	2016	2017
Tena	33.934	41962	43782	45.682
Pano	1.392	1750	1832	1.918
Muyuna	1.335	1555	1603	1.653
Misahualli	5.127	5599	5699	5.800
Napo	5.393	6039	6177	6.319
Talag	2.768	3065	3128	3.192
TOTAL	49.949	61985	64238	66.581

Elaborado por: VITERI, Jairo (2014)

3.2 GENERACIÓN DE RGM

“De la generación y composición de los desechos que serán manejados en las pequeñas comunidades, podemos decir que para el cálculo de producción el sector urbano es predominante, siendo las demás actividades tan incipientes que su consideración no alcanza a afectar de manera apreciable la cantidad total de RSM, salvo los provenientes de los mercados y de los visitantes, cuando existen atractivos turísticos”. JARAMILLO J. (2002, p.82)

Es necesario estimar las cantidades de residuos producidos en la población para realizar un sistema de disposición final, en el Cantón Tena el GAD- Municipal de Tena ha determinado la producción diaria de desechos siendo un valor promedio de 47.3 ton/día

“La producción anual de RSM debe ser estimada con base en las proyecciones de la población

y la producción per cápita, se puede calcular la proyección de la población mediante métodos matemáticos, pero en lo que se refiere al crecimiento de la ppc difícilmente se encuentran cifras que den idea de cómo puede variar anualmente. No obstante, para obviar este punto y sabiendo que con el desarrollo y el crecimiento urbano y comercial de la población los índices de producción aumentan, se recomienda calcular la producción per cápita total para cada año, con un incremento de entre 0.5 y 1% anual". JARAMILLO J. (2002, p.84)

En el Cantón tena se toma un incremento anual de 1% de producción per cápita total debido a que en los últimos 10 años se ha observado un crecimiento bastante elevado en su población.

“La producción de RSM está dada por la relación:

$$DSd = Pob \times ppc$$

Dónde:

DSd = Cantidad de residuos sólidos municipales producidos por día (kg/día) Pob = Población total (habitantes)

ppc = Producción per cápita (kg/hab-día)". JARAMILLO J. (2002, p.84)

Por lo tanto

$$DSd_{2014} = 47300 \text{ kg/día } Pob_{2012}$$

$$= 59820 \text{ habitantes}$$

$$ppc_{2012} = ?$$

Remplazando datos en la ecuación tenemos:

$$DSd_{2014} = Pob \times ppc$$

$$ppc_{2014} =$$

$$ppc_{2014} = 0,791 \text{ kg/hab/día}$$

GENERACION DIARIA DE RSM PARA 3 AÑOS DEL CANTÓN ARCHIDONA, PARTIR DEL AÑO 2014.

TABLA 6 Generación diaria de residuossólidos

Año	Población (hab)	PPC	DSd
		(kg/hab/día)	(kg/día)
2014	59820	0,791	47317,32
2015	61985	0,799	49520,59
2016	64238	0,807	51833,32
2017	66.581	0,815	54261,15

Elaborado por: VITERI, Jairo (2014)

3.3 CÁLCULO DEL VOLUMEN NECESARIO PARA EL RELLENO SANITARIO

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

- ✓ La producción total de RSM.
- ✓ La cobertura de recolección (la condición crítica de diseño es recibir el 97% de los residuos generados).
- ✓ La densidad de los RSM estabilizados en el relleno sanitario mecanizado.
- ✓ La cantidad del material de cobertura del volumen compactado de RSM” JARAMILLO J. (2002, p.92)

3.3.1 VOLUMEN DE RESIDUOS SÓLIDOS

Con los dos primeros parámetros se tiene el volumen diario y anual de RSM compactados y estabilizados que se requiere disponer, por lo tanto:

$$V_{\text{diario}} = \text{DSd}/\text{Drsm}$$

$$V_{\text{anual compactado}} = V_{\text{diario}} \times 365$$

$$V_{\text{diario}} = \text{Volumen de RSM por disponer en un día (m}^3/\text{día)} \quad V_{\text{anual}} =$$

$$\text{Volumen de RSM en un año (m}^3/\text{año)}$$

$$\text{DSd} = \text{Cantidad de RSM producidos (kg/día)} \quad 365 =$$

$$\text{Equivalente a un año (días)}$$

$$\text{Drsm} = \text{Densidad de los RSM recién compactados (400-500 kg/m}^3\text{) y del relleno estabilizado}$$

(500-600 kg/m³)”. JARAMILLO J. (2002, p.93)

3.4 CALCULO DE LA CELDA DIARIA

“Como se sabe, la celda diaria está conformada básicamente por los RSM y el material de cobertura y será dimensionada con el objeto de economizar material de cobertura, sin perjuicio del recubrimiento y con el fin de que proporcione un frente de trabajo suficiente para la descarga y maniobra de los vehículos recolectores.

Las dimensiones y el volumen de la celda diaria dependen de factores tales como los siguientes:

- ✓ La cantidad diaria de RSM que se debe disponer.
- ✓ El grado de compactación.
- ✓ La altura de la celda más cómoda para el trabajo.
- ✓ El frente de trabajo necesario que permita la descarga de los vehículos de recolección.

Para la celda diaria se recomienda una altura que fluctúe entre 1 y 1,5 metros, esto debido a la baja compactación alcanzada por la operación mecanizada y a fin de brindar una mayor estabilidad mecánica a la construcción de los terraplenes del relleno sanitario. A partir del volumen diario de desechos compactados y teniendo en cuenta las limitaciones de altura, se calculará el avance y el ancho de la celda, procurando mantener un frente de trabajo lo más estrecho posible, con base en las ecuaciones que se proponen más adelante”. JARAMILLO J. (2002, p.119)

“Cantidad de RSM que se debe disponer: La cantidad de basura para diseñar la celda diaria se puede a partir de la cantidad de basura producida diariamente, es decir

$$DSrs = DSd \times (7/dhab)$$

Dónde:

DSrs = Cantidad media diaria de RSM en el relleno sanitario (kg/día)

DSd = Cantidad de RSM producidos por día (kg/día)

dhab = Días hábiles o laborables en una semana”. JARAMILLO J. (2002, p.120)

por lo tanto:

$$DSrs = ?$$

$$DSd = 47317,32$$

$$dhab = 6$$

Reemplazando datos en la ecuación tenemos:

$$DSrs = DSd \times (7/dhab)$$

$$DSrs = 47317,32 \times (7/6)$$

$$DSrs = 63304,68$$

3.4.1 CANTIDAD DE RSM QUE SE DEBE DISPONER

Tabla 7 Cantidad de residuos sólidos a disponer

Año	DSd (kg/día)	DSrs
2014	47317,32	55203,54
2015	49520,59	57774,02
2016	51833,32	60472,21
2017	54261,15	63304,68

Elaborado por: VITERI, Jairo (2014)

Volumen de la celda diaria:

$$V_c = \frac{DSrs}{Drsm}$$

Dónde:

V_c = Volumen de la celda diaria (m³/día)

$DSrs$ = Cantidad media diaria de RSM en el relleno sanitario (kg/día)

$Drsm$ = Densidad de los RSM recién compactados en el relleno sanitario manual, 400-500 kg/m³

Reemplazando en la ecuación

$$V_c = \frac{63304,68}{500}$$

$$V_c = 126,61 \text{ m}^3$$

3.4.2 VOLUMEN DE LA CELDA DIARIA

Tabla 8 Volumen de la celda diaria

Año	DSrs	Vc
2014	55203,54	110,41
2015	57774,02	115,55
2016	60472,21	120,94
2017	63304,68	126,61

Elaborado por: VITERI, Jairo (2014)

3.4.2.1 Área de la celda diaria:

$$A = \frac{Vc}{hc}$$

Ec: 11

$$A = \frac{Vc}{hc}$$

Dónde:

Ac = Área de la celda (m²/día)

Vc = Volumen de la celda diaria (m³/día)

hc = Altura de la celda (m) altura JARAMILLO J. (2002, p.122) Reemplazando datos en la ecuación 7:

$$Ac = \frac{110,41}{1,5}$$

$$Ac = 73,60m^2$$

3.4.2.2 Área de la celda

Tabla 9 Área de la celda diaria

Año	Vc	Ac
2014	110,41	73,60
2015	115,55	77,03
2016	120,94	80,63
2017	126,61	84,41

Elaborado por: VITERI, Jairo (2014)

3.4.2.3 Largo o avance de la celda

$$l = \frac{Ac}{a}$$

Dónde:

l = Largo o avance de la celda (m)

Ac = Área de la celda (m²/día)

a = Ancho que se fija de acuerdo con el frente de trabajo necesario para la descarga de la basura por los vehículos recolectores (m)

$$a = 6 \text{ m}$$

Ancho que se fija de acuerdo con el frente de trabajo necesario para la descarga de la basura por los vehículos recolectores

Por lo tanto, reemplazando valores en la ecuación del largo.

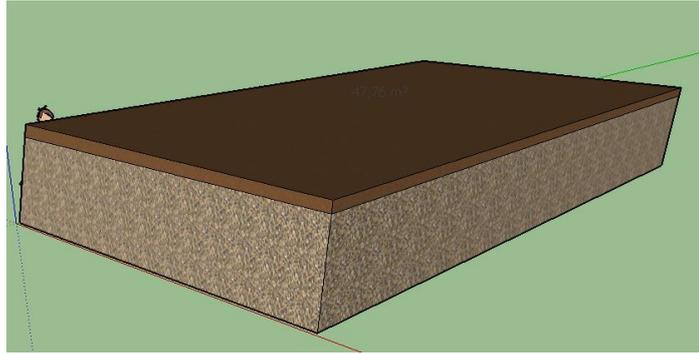
$$L = 8,58 \text{ m}$$

Tabla 10 Datos de diseño celda diaria

Año	Ac	a	h	l
2014	73,60	6	1,5	8,58
2015	77,03	6	1,5	8,78
2016	80,63	6	1,5	8,98
2017	84,41	6	1,5	9,19

Elaborado por: VITERI, Jairo (2014)

3.4.2.4 Celda diaria medida



Elaborado por: VITERI, Jairo (2014)

Gráf. 1 Celda diaria media

3.4.2.5 Cálculo de material de cobertura a utilizar por celda media diaria.

$$V_{mc} = A_{mc} \times a$$

Dónde:

V_{mc} = Volumen de material de cobertura (m³)

A_{mc} = Área de material de cobertura (m²)

a = Ancho de la celda (m)

Por lo tanto

tenemos:

$$A_{mc} = 0,2m \times 9,19m \quad A_{mc} = 1,84 \text{ m}^2$$

Área de material de cobertura

Tabla 11 Área material de cobertura

Año	a	A_{mc}
2014	8,58	1,72
2015	8,78	1,76
2016	8,98	1,80
2017	9,19	1,84

Elaborado por: VITERI, Jairo (2014)

Reemplazando en la ecuación 7:

$$V_{cm} = 1,84m^2 * 9,19m \quad V_{cm} = 16,91m^3$$

El material de cobertura a utilizar, es el suelo que se encuentra en sitio producto de la excavación de la línea cero, se aconseja la siembra de maní forrajero que es una planta nativa de rápido crecimiento como proceso final en el relleno con material de cobertura.

Tabla 12 Área del material de cobertura

Año	Amc	a	Vcm
2014	1,72	8,58	14,72
2015	1,76	8,78	15,41
2016	1,80	8,98	16,13
2017	1,84	9,19	16,88

Elaborado por: VITERI, Jairo (2014)

3.4.3 Diseño de canal interceptor de aguas esorrentina.

“Es importante estudiar la precipitación pluvial del lugar, con el fin de establecer las características de los drenajes perimetrales. Así se minimizará la producción del líquido lixiviado y se evitará la contaminación por parte de las mismas. Interceptar y desviar el escurrimiento de aguas de lluvia por medio de un canal perimetral fuera del relleno sanitario es, pues, un elemento fundamental de su infraestructura, que contribuirá a reducir el volumen del líquido percolado y mejorar las condiciones de operación.”. JARAMILLO J. (2002, p.112)

Se aconseja la realización de cunetas perimetrales alrededor de las plataformas para interceptar las aguas lluvias, y así evitar que estas ingresen al relleno sanitario, con este método se controla el caudal de lixiviados que puede ser afectado producto de las aguas de esorrentía.

Por las características del lugar se requiere mayor precisión, se puede calcular el caudal que aporta la cuenca mediante el método racional y las dimensiones del canal según la siguiente fórmula.

$$Q_p = \frac{Q \cdot i \cdot A_d}{K \cdot i}$$

Dónde:

Q_p = Caudal que ingresa o máximo escurrimiento (m^3/s)

K = Coeficiente de escurrimiento

i = Intensidad de lluvia para una duración igual (mm/ hora)

A_d = Área de la cuenca (m^2)". JARAMILLO J. (2002, p.113)

Por lo tanto:

$K = 0,30$ para suelo fino limo arcilloso $i = 75,3$ mm/hora (GADMT)

$A_d = 8200$ m^2 (área de terreno)

Reemplazando en la ecuación

$$Q_p = \frac{K \cdot i \cdot A_d}{3.6 \times 10^6}$$

$$Q_p = \frac{0.3 \cdot 75.3 \cdot 8200}{3.6 \times 10^6}$$

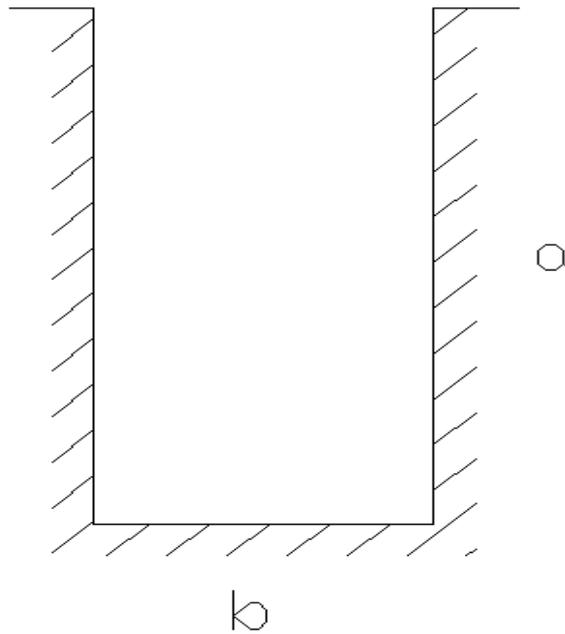
$$Q_p = 0.0515 m^3/s$$

“El canal deberá garantizar una velocidad máxima promedio de 0,5 metros por segundo, que no provoque erosión excesiva; el tamaño de la sección del canal se podrá calcular usando la siguiente ecuación:

$$A = \frac{Q_p}{V}$$

$$A = \frac{0.0515}{0.5}$$

$$A = 0,103 m^2$$



Elaborado por: VITERI, Jairo (2014)

Gráf. 2 Sección del canal interceptor de aguas de escorrentía

Hallada el área de la sección, calculamos las dimensiones del canal interceptor, para este caso se toma sección rectangular basada en la siguiente expresión:

$$a = 2b$$

Por lo tanto:

$$A = a \cdot b$$

$$A = 2b \cdot b$$

$$A = 2b^2 \text{ (Ec. 6.6.8.9)}$$

$$b = (A/2)^{1/2}$$

$$b = (0,103/2)^{1/2}$$

$$b = 0,227\text{m}$$

Entero superior.

Reemplazando en la ecuación tenemos:

$$a = 2b$$

$$a = 0,227 * 2$$

$$a = 0,454m$$

Reemplazando en la ecuación anterior se tiene:

$$A = 2(a)^2$$

$$A = 2(0,454)^2$$

$$A = 0,412$$

$$0,412m^2 > 0,24 m^2 \text{ *cumple* }$$

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 RESULTADOS

El dimensionamiento de la celda diaria se ha realizado para un período de tiempo de 4 años de acuerdo a los datos de la siguiente tabla:

TABLA 13 Producción Pér Cápita

Año	Población (hab)	PPC	DSd
		(kg/hab/día)	(kg/día)
2014	59820	0,791	47317,32
2015	61985	0,799	49520,59
2016	64238	0,807	51833,32
2017	66.581	0,815	54261,15

FUENTE: VITERI J., 2014

TABLA 14 Datos de la celda diaria

Año	DSd (kg/día)	DSrs (kg/día)	Vc (m3)	Ac (m2)	Amc (m2)
2014	47317,32	55203,54	110,41	73,60	1,72
2015	49520,59	57774,02	115,55	77,03	1,76
2016	51833,32	60472,21	120,94	80,63	1,80
2017	54261,15	63304,68	126,61	84,41	1,84

FUENTE: VITERI J., 2014

TABLA 15 Diseño celda diaria

DIMENSIONES DE LA CELDA

AÑO	LARGO	ANCHO	ALTO
2014	8,58	6	1,5
2015	8,78	6	1,5
2016	8,98	6	1,5
2017	9,19	6	1,5

FUENTE: VITERI J., 2014

Canal perimetral

$$A = 0,454 \text{ m}$$

$$B = 0,227 \text{ m}$$

4.2 DISCUSIÓN

La implementación de la celda diaria de confinamiento de residuos sólidos para el actual relleno sanitario de Tena, debe ser de inmediato, debido a que, el tiempo de vida útil del relleno se extenderá, y de tal manera será un beneficio social, económico y ambiental.

El cantón Tena genera diariamente 47,3 toneladas. Debido a que, la PPC es de 0,791 Kg/hab/d.

Los lixiviados generados por los residuos sólidos, generan gran impacto al ambiente, debido a que, por sus características corrosivas, biopeligrosas pueden contaminar los componentes ambientes como agua, suelo y aire.

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- ✓ Se determinó un manejo y disposición final inadecuada de residuos sólidos en el cantón Tena.
- ✓ Se determinó que el cantón Tena de la Provincia de Napo genera diariamente 47,3 toneladas.
- ✓ La PPC es de 0,791 Kg/hab/d.
- ✓ El impacto ambiental generado por la disposición final de los residuos sólidos en la celda diaria es la generación de lixiviados.
- ✓ El resultado del dimensionamiento de la celda diaria es: largo 8 m, ancho 6m y alto 1,5 m.
- ✓ Se diseñó el manual de operación de la celda diaria.

5.2 RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda la implementación de la celda diaria de confinamiento de residuos sólidos para el actual relleno sanitario de Tena, ya que con esto el tiempo de vida útil del relleno se extenderá y será un beneficio para la institución en el aspecto económico y ambiental.
- ✓ Se recomienda capacitar al personal obrero como operario de la municipalidad en el tema referente a la forma adecuada de operación y conformación de la celda diaria.
- ✓ Se recomienda instalar la señalética respectiva en las diferentes áreas del relleno para garantizar la correcta operación del relleno sanitario.
- ✓ Retomar el programa de clasificación en la fuente de generación de los residuos y así elaborar compost para reducir el volumen de los residuos a ser dispuestos en la celda diaria.

BIBLIOGRAFÍA

- 1. COSTA RICA. ACREDITACION Y GESTION AMBIENTAL EN AMERICA CENTRAL.** Manual para el muestreo de agua. San Jose-Costa Rica. 2004. pp 1-21.
http://www.cegesti.org/agace/presentaciones/08_manual_aguas_muestreo_de_aguas.pdf
..
2014-03-21
- 2. COLOMBIA. AREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRA.** Manual para el manejo integral de los residuos en el valle de Aburra. Bogota-Colombia. 2012.
pp 4-8.
http://www.metropol.gov.co/Residuos/Documents/Legislacion%20No%20peligrosos/M anual_Residuos_Solidos.pdf.
2014-05-03
- 3. BANAR, M., Zkan, A.O. and Kurkcuoglu, M.** *Characterization of the leachate in an urban landfill by physicochemical analysis and solid phase microextraction-GC/MS, Environmental Monitoring and Assessment.* 1a edicion. Berlin-Alemania. Editorial Springer. 2006. pp 50-100.
- 4. BUSTOS F.** *Manual de Gestión y Control Ambiental,*. 3a ed. Quito-Ecuador. Editorial Industria grafica, 2010. Pp 259-269.
- 5. MEXICO. CENTRO DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN AMBIENTAL.** Generacion de residuos sólidos no peligros. Mexico DF-Mexico. 2012, pp 1- 58,
<http://www.ciceana.org.mx/recursos/Generacion%20de%20residuos%20solidos%20no%20peligrosos.pdf>.
2014-05-28
- 6. CEVALLOS, Rodrigo.** Diseño del relleno sanitario de la ciudad de crucita. Crucita-Ecuador. pp 28-32.
<http://simce.ambiente.gob.ec/sites/default/files/documentos/belen/Informe%20Final%20Relleno%20sanitario%20Crucita.pdf>.
2014-04-21
- 7. CONESA, V.** *Guía metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental.* Tercera edicion. Madrid-España : Editorial Mundi Prensa, 1997. págs. Pp. 143-326.
- 8. CORDERO MARTÍNEZ, Yadira Veronica.** Estudio de factibilidad para a implementación de manejo de residuos sólidos en una obra civil campamento Atahualpa

(TESIS). Escuela Superior Politecnica del Litoral. Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra. Guayaquil-Ecuador. 1999, pp 32-42.

<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/3396/1/5919.pdf>.

2014-08-22

9. MEXICO. ESTUDIOS Y TECNICAS ESPECIALIZADAS EN INGENIERIA.

Diseño Del Relleno Sanitario. Mexico DF-Mexico. 2002, pp7-14,
[http://virtual.cocef.org/Estudios_Mexico/MXest42/SLRC_Version_Final/Proyecto%20Ejecutivo/Informe/CAPITULO_VII_DISENO\(Sin%20Geom.\).pdf](http://virtual.cocef.org/Estudios_Mexico/MXest42/SLRC_Version_Final/Proyecto%20Ejecutivo/Informe/CAPITULO_VII_DISENO(Sin%20Geom.).pdf).

2014-04-21

10. HIDALGO ULLOA , Erik Marcelo. Disposición final de los desechos sólidos

producidos en el cantón Archidona y su incidencia para mejorar la calidad de vida de sus habitantes durante el año 2012 (TESIS). Universidad Tecnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica. Carrera de Ingeniería Civil. Ambato-Ecuador. 2012. pp 54-73

<http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/3751/1/PROYECTO%20DE%20TESIS%20ERIK%20MARCELO%20HIDALGO%20ULLOA.pdf>.

2015-03-06.

11. MATINEZ, Javier. 2005. Guía para la gestión integral de residuos peligrosos. ,pp 13-17.

http://www.ccbasilea-crestocolmo.org.uy/wp-content/uploads/2010/11/gestion_r01_fundamentos.pdf.

2014-05-28

12. COLOMBIA. MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y AGUA. Guía para la Implementación, Operación y Cierre de Rellenos Sanitarios – 1era Versión. Bogotá-Colombia 2010, pp 13-46.

<http://www.anesapa.org/wp-content/uploads/2014/12/GuiaRellenosSanitarios.pdf>.

2014-07-04

13. ECUADOR. MINISTERIO DEL AMBIENTE. *Acuerdo Ministerial 061, Reforma del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, Libro VI, Título I del Sistema Único de Manejo Ambiental SUMA.* Quito-Ecuador. 2015. Pp 80.

<http://suia.ambiente.gob.ec/documents/10179/185880/ACUERDO+061+REFORMA+LIBRO+VI+TULSMA+++R.O.316+04+DE+MAYO+2015.pdf/3c02e9cb-0074-4fb0-afbe-0626370fa108>.

2015-03-06

- 14. PANIAGUA GRANADA, Natalia Maria.** (2011). Manual para el manejo de los residuos sólidos. Pp 32
<http://www.envigado.gov.co/Secretarias/SecretariadeMedioAmbienteyDesar>.
2014-04-21
- 15. PAZMIÑO OQUENDO , Luis Fernando.** Relleno Sanitario de la isla San Cristóbal, provincia de Galápagos: Diseño e impermeabilización (**TESIS**). Universidad San Francisco de Quito. Quito-Ecuador. 2010, pp 1-32.
<<http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/1004/1/96382.pdf>.
2014-04-10.
- 16. DISEÑO DE RELLENO SANITARIO.** pp 5-13.
<http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/1515/Capitulo4.pdf>.
2014-04-07.
- 17. ECUADOR. ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD & ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD.** Análisis sectorial de residuos sólidos ecuador. Quito-Ecuador. 2002. pp. 85-92.
<http://www.bvsde.paho.org/bvsars/e/fulltext/analisis/ecuador.pdf>
2014-08-22.
- 18. TINIZARAY LEÓN , Andrea Alexandra.** Plan de manejo ambiental para la disposición final de los residuos sólidos en el relleno sanitario “Chimbadero” de la ciudad de tena (**TESIS**). Universidad internacional SEK. Facultad de Ciencias Ambientales. Quito-Ecuador. 2008. pp15-18.
<http://repositorio.uisek.edu.ec/jspui/handle/123456789/45/browse?type=author&order=ASC&rpp=20&value=Tinizaray+Le%C3%B3n%2C+Andrea+Alexandra>.
2014-06-18.
- 19. TORRES ASQUI, TANIA GABRIELA.** Estudio de impacto ambiental por la plantación de palma aceitera santa clara y santa anita de la parroquia la unión-cantón quinindé, primer semestre del año 2013 (**TESIS**). Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias. Escuela de Ciencias Químicas. Riobamba-Ecuador. 2014. Pp29-34.
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3103/1/236T0083.pdf>.
2014-04-17

6 ANEXOS

ANEXO 1

INFORME DE SITUACIÓN ACTUAL DEL RELLENO SANITARIO EL “CHIMBADERO”

ANTECEDENTES

El GAD - Municipal de Tena a través de su Dirección de Servicios Públicos y la Unidad de Manejo Integrado de Desechos Sólidos, programó Planes emergentes para el relleno sanitario de la ciudad, dentro de los cuales consta la construcción de drenes, piscina para el tratamiento de lixiviados, cierre y apertura de celdas para desechos hospitalarios, entre otras actividades con las que se espera precautelar los impactos ambientales negativos que pueden generarse por el confinamiento de desechos sólidos comunes y hospitalarios, garantizando de esta forma la salud pública y ambiental de la ciudadanía en general.

OBJETIVO

Informar las actividades ejecutadas en el relleno sanitario de la ciudad, conforme a los planes presentados a la Dirección provincial del Ministerio del Ambiente de Napo, para su futura verificación.

PLANES EJECUTADOS

- Construcción y adecuación de drenes para lixiviados.
- Diseño y construcción de piscina de lodos activos para el tratamiento de lixiviados
- Cierre y construcción de celdas para desechos hospitalarios
- Señalización para el relleno sanitario

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

1. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Para la ejecución de los diferentes planes es necesario el levantamiento topográfico del relleno sanitario en general, y, colocación de los puntos guía, esta actividad se desarrolló en coordinación con la Dirección de Planificación de la Municipalidad.



2. CONSTRUCCIÓN Y ADECUACIÓN DE DRENES

Para la construcción y adecuación de drenes en el contorno del Relleno Sanitario, se estableció el plano a seguir, cálculo del volumen de piedra bola a emplear, maquinaria y tiempo requerido, y, considerando que la característica de nuestra zona es la alta pluviometría, se diseñó el dren con una profundidad de 0.60m, 0,80m de ancho y una altura sobre el suelo de 1.2m de la piedra bola, para garantizar que los lixiviados y percolados no se distribuyan hacia diferentes lugares que no sean las piscinas de tratamiento.

PARÁMETRO	UNIDAD
Longitud	443m
Tierra removida	723.99m ³
Piedra bola colocada	563.31m ³

Plano de trabajos



Fase de construcción



Trabajo final



3. CONSTRUCCIÓN DE LA PISCINA DE LODOS ACTIVOS Y COLOCACIÓN DE GEO MEMBRANA

PARÁMETRO	UNIDAD
volumen	600m ³

Esta piscina permitirá garantizar el tratamiento efectivo de los lixiviados a través de una metodología de biorremediación, los cuales son transportados por los diferentes drenes hasta la planta de tratamiento, el sistema de lodos activos será un tratamiento de tipo terciario que se le dará antes de que los lixiviados sean descargados.

Fase de construcción



Colocación de la geo membrana

Con la impermeabilización garantizamos que los lixiviados no se infiltren y contaminen el suelo y niveles freáticos.



4. CONSTRUCCIÓN Y CIERRE DE CELDAS DE DESECHOS HOSPITALARIOS

PARÁMETRO	Unidad
Cantidad promedio diaria dispuesta	450 Kg
Volumen ocupado por celda	45m ³
Cobertura diaria con arena	2.57m ³
Capacidad de nuevas celdas	500m ³

Cobertura diaria

La cobertura diaria de los desechos se la realiza manualmente, además se estabilizan con cal para garantizar la no emisión de gases desagradables y que la disposición de los residuos sea la adecuada, evitando de esta manera la proliferación de agentes patógenos en el sitio de disposición.



Cierre de las celdas

Posterior a que la celda cumpla su vida útil, llenándose en la totalidad se realiza el cierre colocando arena y una capa de arcilla garantizando que el agua lluvia no se infiltre, causando contaminación al entrar en contacto por este tipo de desechos.



Construcción de celdas nuevas

Las celdas serán utilizadas a partir del año 2014, para la disposición de los desechos hospitalarios, garantizando el servicio a las distintas instituciones atendidas con la recolección de este tipo de desechos.



5. CONSTRUCCIÓN DE CHIMENEAS

Dentro del proceso de descomposición de la materia orgánica (en procesos anaerobios) se generan gases y al no tener un sistema de desfogue pueden generar bolsas internas de gas en la plataforma de descarga causando explosiones o hundimientos por ello se han colocado chimeneas para que los gases generados sean encausados hacia un punto común de descarga evitando los problemas ya mencionados.



6. UBICACIÓN DE SEÑALÉTICA PARA EL RELLENO SANITARIO

Al finalizar los trabajos de ejecución de los planes emergentes se procedió a la colocación de la señalética en puntos determinados como estratégicos del relleno sanitario, con mensajes de instrucciones obligatorias, prohibiciones e informativas.

Esto garantizará el normal desarrollo de las actividades dentro de las instalaciones del relleno sanitario con la prevención de accidentes laborales y posibles enfermedades profesionales.





7. ESTABILIZACIÓN DE TALUDES

La estabilización de los taludes se lo realiza para garantizar que los residuos no sean arrastrados hacia los alrededores de la plataforma de descarga, con el agua lluvia, además que mejoramos la imagen del relleno sanitario en general.

Se estabilizaron 379 m lineales de taludes



8. UBICACIÓN DE BARRERA DE MALLA

La barrera de malla nos sirve como limite la plataforma y a la vez actúa como protector para los residuos que son arrastrados por el viento sean atrapados al interior de esta y no causen el impacto visual de desechos esparcidos por toda la superficie además que impide que los drenajes se taponen por los mismos.



Fase de construcción



Conclusiones

El grado de cumplimiento de los planes emergentes han sido de un 90 % satisfactoriamente, el 10 % que no se cumplió respecto a las actividades presentadas en los planes emergentes han sido por diferentes cambios presentados en el transcurso de la construcción de los distintos trabajos:

- Entre ellos el principal es la no construcción de los resaltos hidráulicos ya que en la totalidad de los drenes colectores se colocó piedra bola con una altura de 1.2 metros sobre el nivel del piso.

Recomendaciones

- Mantener los trabajos de fumigación para control de olores y insectos
- Mantener los controles de ingreso de vehículos recolectores y particulares

Próximas compras y actividades a ejecutar

- Adquisición de una bomba de aireación para la piscina de lodos activos
- Colocación de piezómetros en los drenes para el monitoreo de lixiviados

ANEXO 2

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL BOTADERO DE DESECHOS SÓLIDOS

INFORMACIÓN GENERAL DEL PROPONENTE (MUNICIPIO TENA)

Fecha	20/05/2014
Nombre o razón social	Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Tena
Ruc o Nro. Cédula	156000270001
Teléfono Convencional	1800 468 468
Teléfono móvil	
E-mail	info@tena.gob.ec

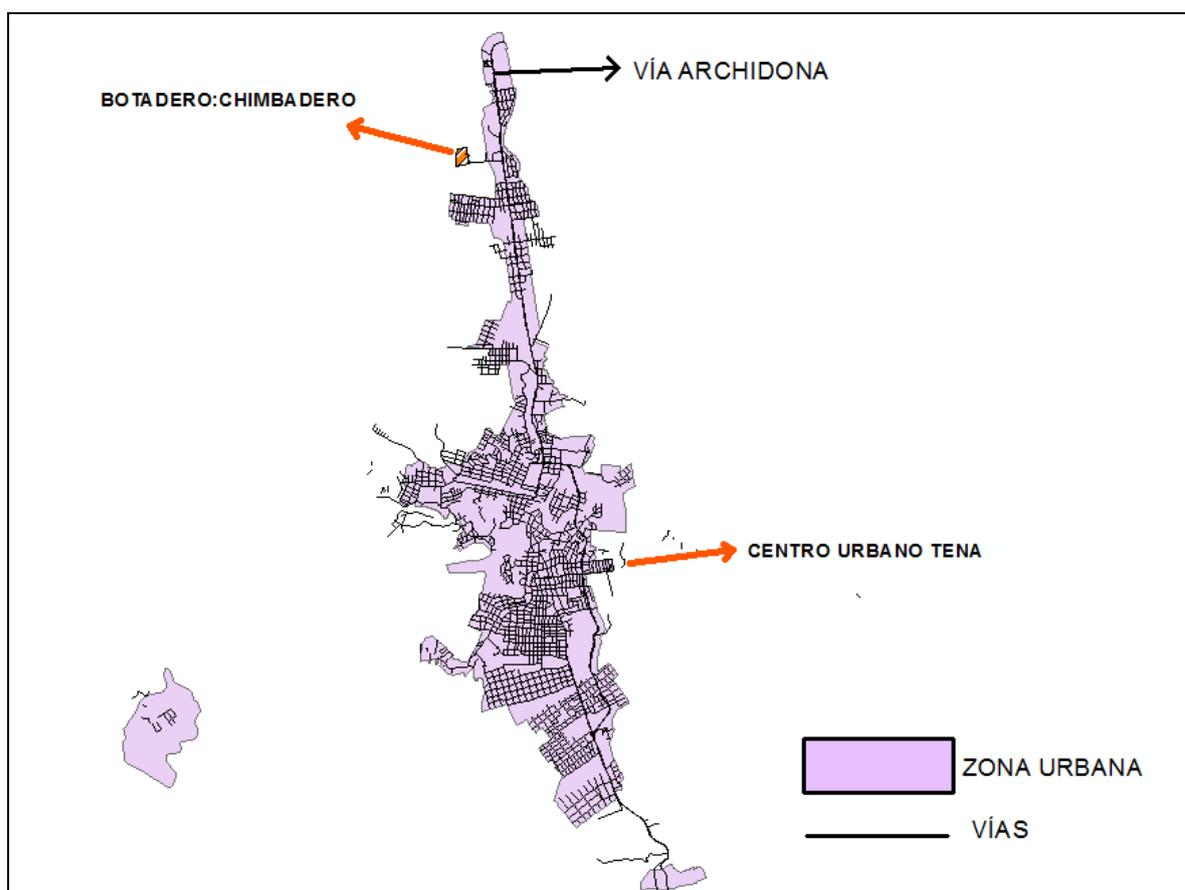
IDENTIFICACIÓN Y LOCALIZACIÓN

Nombre del Botadero	Chimbadero
Recinto o población más cercana	Barrio 21 de Enero
Parroquia	Tena
Cantón	Tena
Provincia	Napo
Dirección	Ingreso vía lastrada (1,4 km) desde la vía Tena – Archidona a 6,5 km del centro de gravedad de la ciudad.
PUNTOS DE REFERENCIA: Ingreso por el Camal del Tena	
Vía principal de	a: km: 6,5
Vía secundaria de	a: km: 1,4

COORDENADAS UTM (WGS84)		
PUNTO	X	Y
1	853468	9895788
2	853457	9895960
3	853493	9896068

4	853629	9896076
5	853625	9896020
6	853678	9895834
7	853468	9895788

CROQUIS



MARCO LEGAL

Marco Legal	Artículo
Constitución de la República del Ecuador (R.O. No. 449, 2008/10/20)	1; 3 Numeral 4, 5, 7 y 8; 10; 14; 15; 30; 31; 32; 66; 71; 72; 73; 74; 83; 263; 264 Numeral 1, 2, 3, 4; 275; 277 Numeral 1; 278 Numeral 2; 395 Numeral 1, 2, 3; 396; 397 Numeral 1, 2, 3, 4, 5, 6; 398; 399; 408; 409; 411; 413; 414 y 415
Plan Nacional del Buen Vivir 2013 - 2017 (R. No. CNP-002-2013, 2013/06/24)	Numeral 6. Objetivos nacionales para el buen vivir; Objetivos: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11
Políticas Nacionales de Residuos Sólidos	32; 33
Ley Orgánica de Salud (Ley 67, Suplemento R.O. 423, 2006/12/22)	1; 3; 6; 11; 95; 96; 97; 98; 100; 104; 117; 118
Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental (R.O. Suplemento 418, 2004/09/10)	1; 6; 10; 11; 13; 14; 15 y 92
Ley de Gestión Ambiental (R.O. Suplemento 418, 2004/09/10)	1; 2; 5; 7; 8; 13; 14; 15; 16; 17; 18; 19; 20; 21; 22; 23 Literal a, b, c; 24; 25; 26; 27; 28; 29; 30; 31; 32; 33; 34; 35; 36; 37; 38; 39; 40; 41; 42; 43; 44; 45; 46

	Literal a, b
Ley de Patrimonio Cultural (R.O. 465, 2004/11/19)	9; 15; 16; 17; 18; 19; 20 ; 21; 22; 23; 24; 25; 26; 27; 28; 29; 30
Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua (R.O. 305, 2014/08/06)	1; 2; 3; 4; 12; 13; 14; 21; 22; 23; 24; 27; 32; 36; 37; 38; 39; 57; 58; 59; 60; 61; 64; 65; 66; 67; 68; 69; 71 Literal a, b, c, d, e, f, g, h, i; 74; 79 Literal a, b, c, d, e, f, g; 80; 81; 84 Literal a, b, c, d, e, f, g, h, i; 86 Literal a, b, c, d; 94; 96; 135; 136; 137; 139; 140; 142; 145; 148; 149; 150; 151 Literal a, b, c; 152; 153; 154; 155; 156; 157; 158; 159;
Ley Reformatoria al Código Penal (2011/03/18)	437 Literal a, b, c, d, e; 607 Literal a, b, c
Ley Orgánica del Servicio Público (2010/10/06)	4
Ley Orgánica de Salud (Ley N°64, R.O.S. 423, 2006/12/22)	1; 3; 6; 11; 95; 96; 97; 98; 100; 104; 117; 118
Ley de Empresas Públicas (Ley s/n, R.O.S. 48, 2009/10/16)	4; 17; 225
Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre Codificación 2004-017 R.O. No. 418; septiembre 10 de 2004	1; 2; 3; 4; 5 Literal a, b, c, d, e, f, g, h, i, j; 6 Literal a, b, c, d, e, f, g ; 7; 8; 9; 10;12;13;16;23; 24; 29 Literal a, b, c, d, e, f, g, h, i, j; 50; 51 Literal a, b, c, d, e, f; 52; 54; 55;56;57;58; 59; 60; 61; 62; 64; 71; 72; 75;80;89
Ley del Régimen Municipal	3; 5; 12
Ley de Defensa Contra Incendios R.O 815; del 19 abril 1979 actual	1; 2; 3; 4;5; 6; 7 Literal a, b, c ; 8; 11; 20;22; 27; 50; 51; 54; 55; 64; 68; 71
Codificación de la Ley de Aguas, No. 16 (R.O. 339, 2004/05/20)	1; 20; 22
COOTAD (R.O. 2010/10/15)	7; 54 Literal k; 55; 57 literal a; 87 literal a; 84 literal k; 116; 136; 137; 263 Competencia 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8; 264 Competencia 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14; 267 Competencia 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8; 277
TULSMA, Libro VI , (E.E. No. 316, AM 061 2015/05/04)	1; 2; 6; 7; 8; 12; 13; 14; 15;16;18 Literal a, b ; 23; 24 Numeral 1,2 ; 28 Literal a, b, c; 30; 31; 32 Literal a, b, c, d, e, f, g, h, i; 33; 34; 35; 36 Literal a, b, c, d; 43; 44; 45; 46; 49 Literal a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k; 50; 51; 53 Literal a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m, n, o, p, q, r, s, t, u, v; 57 Literal a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l; 59; 60 Literal a, b, c, d, e, f, g, h, i; 62; 73 Literal a, b, c, d, e, f, g; 74; 75; 98; 125; 210 Literal a, b, c, d; 213; 214; 222; 223; 231; 249 Literal a, b, c, d, e, f, g, h
Acuerdo Ministerial No. 052 reforma al Acuerdo No. 031 de 17 de mayo de 2013. Acuerdo Ministerial No. 031 R.O.705 de 17 mayo 2012.	5; 6; 7
Acuerdo Ministerial 142 (R.O. 856, 2012/12/21)	1; 2 y 3
Acuerdo Ministerial 026 (R.O. Suplemento 334, 2008/05/12)	1; 2; 3; 4; 92

Reglamento de Aplicación a la Ley de Aguas (R.O. EE-1, 2003/03/20)	89; 90; 91
Acuerdo Ministerial 066 Instructivo al Reglamento de Aplicación de los Mecanismos de Participación Social (R.O. 36, 2013/07/15)	1; 2; 3; 4 Numeral 1, 2, 3; 5; 6; 7; 8; 9 Numeral 1, 2, 3, 4, 5; 10; 11; 12; 13; 14; 15; 16; 17; 18; 19; 20; 21; 22; 23; 24; 25; 26; 27; 28; 29; 30
Reglamento de Aplicación de los mecanismos de participación social establecidos en la Ley de gestión ambiental (D.E. 1040, 2008/04/22)	6; 7; 8 Literal a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k; 10; 16 Literal a, b, c
Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo (RSST), Decreto 2393	46; 48; 175
Reglamento del Sistema Único de Manejo Ambiental (SUMA) de 3516 Ambiente R.O. No. 725 diciembre 16 de 2002 rectificación suplemento R.O. de 31 de marzo del 2003	1; 3; 20; 32; 35; 37
Reglamento de Aplicación a la Ley de Aguas (R.O. EE-1, 2003/03/20)	89; 90; 91
Reglamento General de la Ley de Patrimonio Cultural, Reglamento de Seguridad Salud para la Construcción y Obras Públicas	26;27; 30; 39
Ordenanza Municipal para el Manejo Integral de Desechos Sólidos en el Cantón Cayambe - 2006	5; 18; 23; 24; 25
Código del Trabajo (Reforma 2012/09/26)	1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 347; 348; 349; 350; 351; 359; 410; 412 Numeral 3, 6, 7; 430
Código penal del Ecuador	437 Literal A, B, C D, E, K
Código Civil (Codificación 010, Registro Oficial Suplemento 46 de 24 de Junio del 2005).	1; 2; 3; 7; 8
Código de la Salud ley No. 67	1; 2;3;11;15
Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental Ley 67 R.O. Suplemento 423 de 22 de diciembre de 2006	12 Literal a, b, c; 41
Norma INEN 2841: 2014, Gestión Ambiental. Estandarización de colores para Recipientes de Depósito y Almacenamiento Temporal de Residuos Sólidos. Requisitos	Esta norma establece los colores para los recipientes de depósito y almacenamiento temporal de residuos sólidos con el fin de fomentar la separación en la fuente de generación y la recolección selectiva. <ol style="list-style-type: none"> 1. Objeto 2. Campo de Aplicación 3. Referencias Normativas 4. Términos y Definiciones

	5. Requisitos 6. Código de Colores
Norma INEN 3864 (2013/09/27) Señalética	ÍTEM 1; 2; 3; 4; 5; 6
Norma INEN 2266: 2010 (Primera Revisión): Transporte, almacenamiento y manejo de materiales peligrosos	ÍTEM 1; 2; 3; 4; 5; 6
Norma INEN 2288 Productos Químicos Industriales Peligrosos. Etiquetado de Precaución. Requisitos, 2000/07/11	ÍTEM 1; 2; 3; 4; 5; 6

FUENTE: BRITO H., LEGISLACIÓN AMBIENTAL DEL ECUADOR, 2014.

CARACTERÍSTICAS GENERALES

Área utilizada para el Botadero	0.9 Ha.
Área neta del Botadero	5,1 Has.
Número de personas que trabajan en el Botadero	28 recicladores, 2 operarios
Horario de permanencia de los trabajadores	8:00-14:00

Infraestructura del Botadero	Superficie (Ha)
Galpón	0,3
Bodega	0,0025
Puertas de acceso	0,0012
TOTAL	0,3037

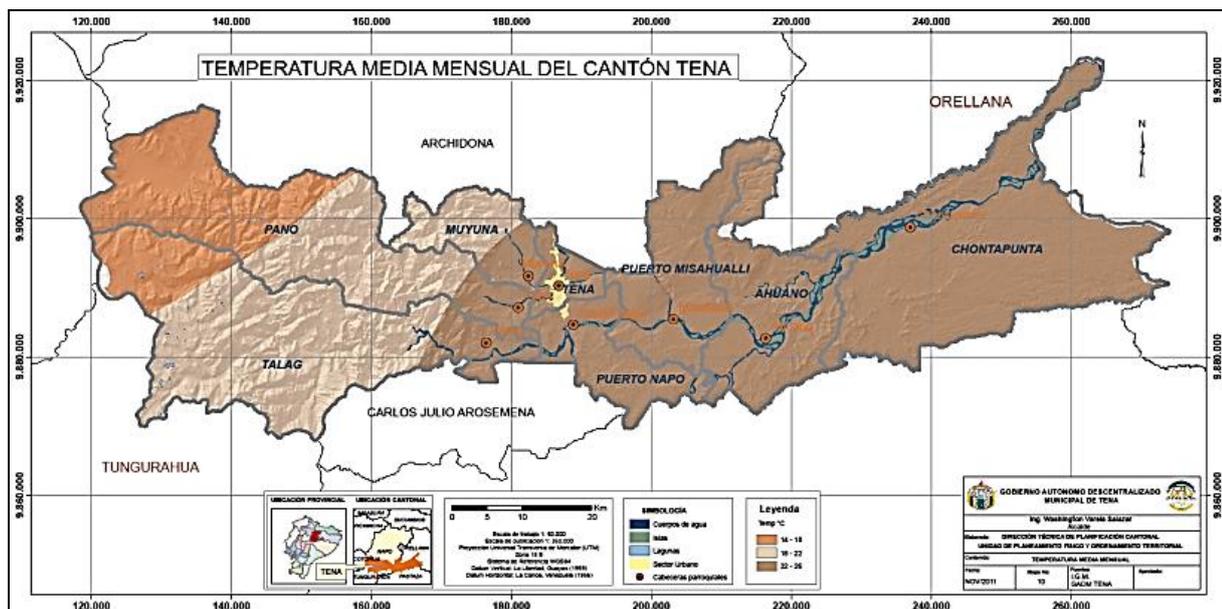
Maquinaria del Botadero	Número	Estado	Observaciones
Bulldozer	1	Medio Bueno	Municipal
Excavadora	1	Bueno	Contratada

BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

En el PDOT, se menciona respecto a este aspecto lo siguiente: “El clima del cantón se divide en tres tipos, del este al oeste: Húmedo tropical, muy húmedo sub-tropical y muy húmedo templado-frío. Los dos primeros tipos de clima favorecen el cultivo de la mayoría de los productos agrícolas”

En el PDOT, respecto a este factor climático se menciona: “Según los datos del INAMHI del año 2008 para el cantón Tena, la temperatura media mensual tiene un valor anual de 23,6 °C. Esta temperatura media mensual varía poco durante el año, con menos de un grado Celsius. La temperatura absoluta mínima que se midió en el 2008 fue de 15,4 °C y la temperatura absoluta máxima fue de 32,6 °C. Las temperaturas más altas se alcanzan en el este del cantón en las partes bajas y las temperaturas más bajas en el oeste del cantón hacia la cordillera”.

Gráfico No. 1. Temperatura Media Mensual Cantón Tena



Fuente: Programa de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Tena 2011

Respecto al factor climático precipitación, donde se puede indicar que la media anual de precipitación (período 2008 a 2011) es de 5324 mm, con un promedio mensual de lluvia en ese período de 409,6 mm.

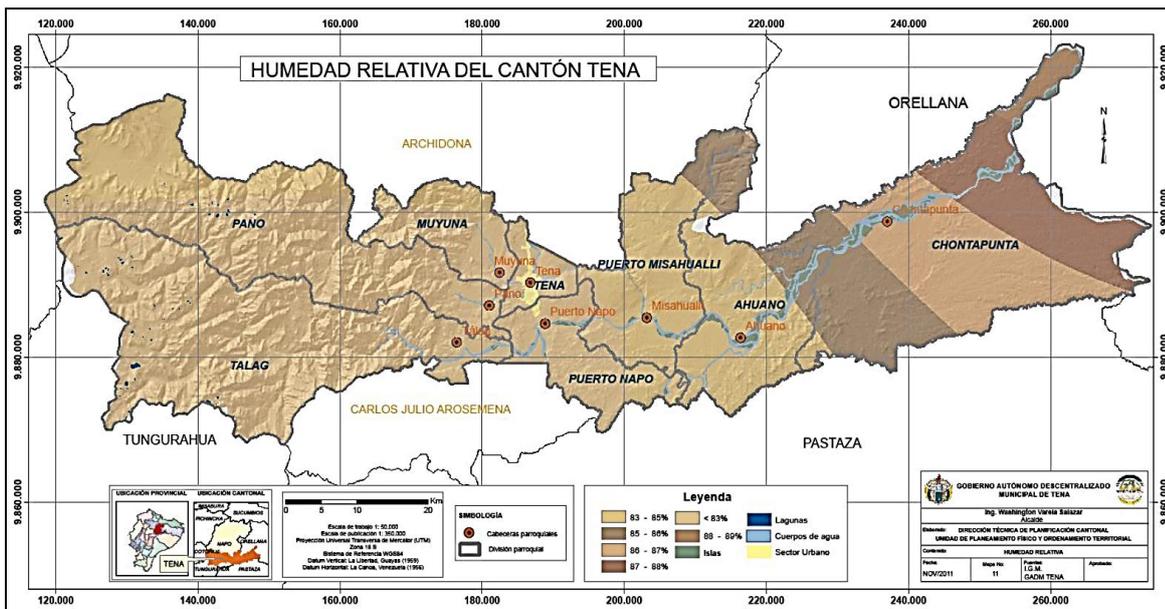
El PDOT, al respecto concluye: “Más de 4000 mm. anuales cae sobre el 52,8% del territorio del cantón Tena, en el sector occidental del cantón. El restante 47,2% del territorio, compuestas por las parroquias de Muyuna, Tálaga, Puerto Napo, Tena, Puerto Misahuallí, Ahuano y Chontapunta reciben precipitaciones entre 1600 – 4000 mm anuales. La precipitación disminuye conforme el cantón se aproxima hacia el oriente.

Los meses con menor precipitación son diciembre, enero y febrero (entre 200 y 240 mm). Los meses con mayor precipitación son abril, mayo y junio (alrededor de 400 mm). En Chaupi Shungo caen 3891mm. de lluvia por año. Las estaciones pluviométricas no son muy articuladas.

En cuanto se refiere a la humedad relativa, de acuerdo al anuario del INAMHI del 2008, se tiene una humedad relativa del 85%. El PDOT respecto a este factor climático concluye lo siguiente: “El 48,5 % de la superficie del cantón Tena presenta anualmente una humedad de <83%, que se distribuye en las parroquias de Tálaga, Puerto Napo, Tena y la mayor parte de Pano y Muyuna. El restante 51,5% de la superficie del cantón Tena se ubica en las parroquias de Puerto Misahuallí, Ahuano y Chontapunta, aquí se encuentran los mayores porcentajes de humedad, que oscila entre el 83 - 89%. Estas parroquias se sitúan en el sector más oriental del cantón”.

En el gráfico siguiente se muestra el mapa temático de la humedad relativa del cantón, tomado del PDOT.

Gráfico No. 2 Humedad relativa del Cantón Tena



Fuente: Programa de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Tena 2011

En cuanto a la nubosidad el PDOT reporta valores de la Estación meteorológica Chaupi Shungo. Mencionando que “La nubosidad media mensual es alta durante todo el año, 5 y 6 octavos. La nubosidad en las montañas sobre de los 600 metros de altura, es continua.”

En lo referente al viento en la estación Tena, el PDOT, concluye: “No soplan vientos fuertes en el cantón. Los más fuertes en el año 2008 alcanzaron una velocidad de 4 metros por segundo (14,4 km/hora)”. Los registros para el año 2008, se muestran en el cuadro a continuación.

Cuadro No. 1 Velocidad Media y Frecuencias de Viento. Estación Tena. 2008.

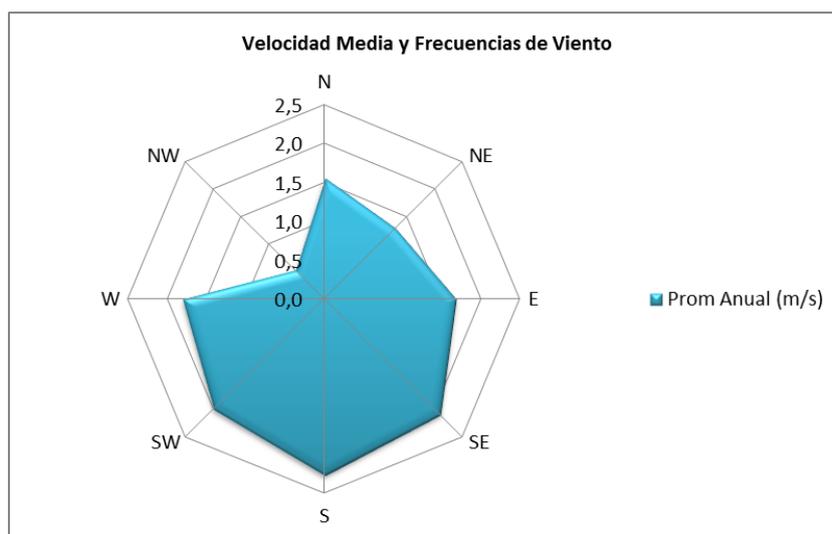
Estación Tena: M070

MES	N		NE		E		SE		S		SW		W		NW		CAL MA	OB S.	VEL. MAYOR OBSERVADA	
	(m/ s)	%	(m/ s)	%	(m/ s)	%	(m/ s)	%	%	No.	(m/s)	DIR.								
Enero	1,5	2	2	1	2	5	2	5	2,3	1 2	2	1	2,4	5	2	1	67	93	4	S
Febrero	2,5	5	2	2	2,5	5	2	3	3,3	9	2	5	2	3	2,7	3	64	87	4	S
Marzo	2	1	2	2	2	2	2	1	2,2	1 9	2	1	2	1	0	0	72	93	4	S
Abril	2	1	0	0	2	1	2	4	2,1	1 2	2	2	4	1	0	0	78	90	4	S
Mayo	0	0	0	0	2	2	2	2	2,4	5	2	2	1,5	2	0	0	86	93	4	S
Junio	2	2	2	1	2	1	2	1	2	3	2	2	2	4	0	0	84	90	2	W
Julio	0	0	0	0	2	1	2	2	2	5	2	2	0	0	0	0	89	93	2	SE
Agosto	2	1	0	0	2	2	2	7	2	1 1	2	1	0	0	0	0	79	93	2	N
Septiembre	3	2	0	0	2	4	2	3	2,5	4	2	1	0	0	0	0	84	90	4	N
Octubre																				
Noviembre	0	0	2	2	0	0	3	2	2,4	6	2	2	4	2	0	0	86	90	4	W
Diciembre	2	1	4	1	0	0	2	1	2	1 3	2	1	2	1	1	1	81	93	4	NE
Promedio	1,5		1,3		1,7		2,1		2,3		2,0		1,8		0,5					

Fuente: INAMHI 2008.

Sobre la base del cuadro anterior, se ha elaborado el gráfico siguiente, para determinar la dirección predominante del viento. Como se observa se tienen vientos predominantes en dirección sur con valores cercanos a 2,5 m/s. La dirección menos influyente es el noroeste con velocidades menores a 0,5 m/s.

Gráfico No. 3 Velocidad media y frecuencias de viento



Fuente: INAMHI 2008

Elaboración: GAD-MT

MEDIO BIÓTICO

FLORA Y FAUNA

El cantón Tena tiene forma alargada en sentido este-oeste, lo cual lo hace rico en una privilegiada distribución de ecosistemas. El PDOT menciona además: *“La región del Sumaco contiene más de 6000 especies de plantas vasculares identificados en los diferentes pisos altitudinales, desde la zona cálida tropical húmeda hasta el páramo subandino”*. *“La mayor diversidad de especies arbóreas se encuentra bajo la cota de los 800 ms.n.m. en el bosque primario sobre colinas, con más de 250 especies de árboles por hectárea”* *“El área tiene una enorme riqueza florística que ha sido utilizada tradicionalmente por las comunidades Quichuas en medicina, alimentación humana y animal, construcción de viviendas, vestimenta, construcción de canoas y artesanía”*

Respecto a la fauna silvestre el PDOT dice: “Según el INEFAN, 1993, en la parte norte de la región Sumaco, se han registrado 81 especies de mamíferos.” “En la zona sur, en la carretera Hollín-Loreto, se registraron un número equivalente a 101 especies de mamíferos”. (Ver también numeral 5.14. Caracterización del medio biótico).

Fuentes de información
Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología – INAMHI
Programa de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Tena 2011
Fuentes Bibliográficas

SITUACIÓN DEL BOTADERO

El Botadero de Tena recibe 47 toneladas aproximadamente de basura diarias, que son depositadas en el sector Chimbadero, colindando con el Barrio 21 de Enero; se ingresa al botadero desde la vía Tena – Archidona, mediante una vía lastrada de 1.4 kilómetros, a 6.5 kilómetros del centro de la ciudad de Tena.

Es un relleno sanitario semicontrolado, se construyó en un principio su infraestructura para que el sitio funcione como un relleno sanitario, manejado técnicamente. Pero en la práctica no se ejecutaron las actividades previstas. La basura se cubre diariamente con lastre. Los gases no se recuperan y los lixiviados se tratan en la planta de tratamiento, los olores son esporádicos que se generan en el frente de trabajo para ello se fumiga un coctel bacteriano el cual funciona muy bien más sin embargo la incidencia de gallinazos y plaga de moscas está presente. Existen chamberos (recicladores) cuyo ambiente de trabajo no es completamente salubre lo cual podría comprometer la salud de estas personas.

IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

- **Movimiento de tierras**

Las diferentes actividades inherentes al movimiento de tierras generarán un incremento en el nivel sonoro de las áreas aledañas a los sitios de trabajo. Igualmente se generarán vibraciones. El efecto será directo y periódico, estando limitado a los sitios de trabajo. El riesgo de que el impacto se materialice es alto.

Las precipitaciones en la zona del proyecto harán que el agua lluvia escurra libremente por el suelo desprovisto de vegetación, arrastrando material particulado. El efecto será indirecto y periódico, estando limitado a los sitios de trabajo. El riesgo de que el impacto se materialice es muy alto.

La remoción de suelo hasta alcanzar los niveles previstos en los diseños, provocarán en este factor ambiental un impacto negativo en virtud de que el mismo quedará expuesto a agentes externos que alterarán sus características iniciales. El efecto será directo y permanente, estando limitado a los sitios de trabajo. El riesgo de que el impacto se materialice es muy alto.

- **Acumulación de material**

Los vientos que podrían presentarse en las inmediaciones a los sitios de bote pueden suspender el material acumulado, generando polvo. Su efecto será indirecto y tendrá una duración periódica, supeditada a la presencia de los vientos. Estará limitado al área ocupada por los materiales dispuestos, en tanto que el riesgo de que el impacto se materialice es alto.

Si la acumulación del material removido se lo hace en zonas con cobertura vegetal, alterará a dicho factor ambiental. Estará limitado al área ocupada por el material dispuesto, en tanto que el riesgo de que el impacto se materialice es alto.

- **Mantenimiento de equipos**

El mantenimiento de los equipos y maquinaria utilizados durante el proyecto podría constituirse en una fuente de contaminación al interior del mismo debido a los aceites, grasas, combustibles y demás materiales tóxicos que se emplearán para el efecto.

Dichos elementos contaminantes si no cuentan con un sistema de gestión adecuado, afectarán a la calidad del suelo y de los cursos de agua. El efecto será indirecto y periódico, estando limitado a las áreas intervenidas. El riesgo de que el impacto se materialice es muy alto.

Los derrames de aceites, grasas y principalmente combustibles o solventes incidirán en la calidad del aire de las zonas afectadas por esta situación. El efecto será indirecto y periódico, estando limitado a las áreas intervenidas. El riesgo de que el impacto se materialice es medio.

PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL

Introducción:

El Programa de Manejo Ambiental es un instrumento de gestión destinado a proveer de una guía de programas, procedimientos, medidas, prácticas y acciones, orientados a prevenir, eliminar, minimizar o controlar aquellos impactos ambientales o sociales negativos determinados como significativos. De igual forma, el Programa de Manejo Ambiental busca maximizar aquellos aspectos identificados como positivos durante la evaluación del proyecto.

El Programa de Manejo Ambiental para el diseño de una celda diaria para el confinamiento de los desechos sólidos del cantón Tena, deberá ser entendido como una herramienta dinámica, y por lo tanto variable en el tiempo, la cual deberá ser actualizada y mejorada en la medida en que la operación del relleno sanitario lo amerite. Esto implica que el promotor del proyecto, primero durante la construcción y posteriormente en la operación del proyecto, deberá mantener un compromiso hacia el mejoramiento continuo de los aspectos socio-ambientales y sus impactos, que fueron identificados en el capítulo correspondiente a la Identificación de impactos potenciales del proyecto.

El Programa de Manejo Ambiental describe las acciones a tomar en cuenta para minimizar los impactos de las actividades y contempla los siguientes programas:

- ✓ Programa de prevención de impactos
- ✓ Programa de manejo de desechos
- ✓ Programa de gestión de escombros
- ✓ Programa de capacitación
- ✓ Programa de monitoreo
- ✓ Programa de contingencias
- ✓ Programa de rehabilitación de áreas afectadas

Las prioridades de este programa están orientadas hacia aquellas acciones que por su propia naturaleza provocan impactos ambientales definidos, los cuales han sido identificados y evaluados y por lo tanto requieren reducirse o mitigarse.

Objetivo

El Programa de Manejo incluye un conjunto de principios, valores y normas ambientales que permitirán que las actividades de la Celda diaria, se realicen en un marco de respeto y armonía entre los diferentes factores ambientales, sin cuyo equilibrio no es posible emprender la difícil tarea del desarrollo sustentable y concretamente, para los siguientes objetivos específicos:

- Crear una guía para la operación adecuada de la celda tanto en funcionamiento como en el aspecto de cuidado del ambiente.
- Optimizar los procesos de operación, a fin de reducir o eliminar los potenciales procesos de generación de contaminación de los recursos ambientales aire, agua y el suelo.
- Monitorear y controlar de manera sistemática los parámetros de calidad ambiental de emisiones y descargas, para que éstos se enmarquen en los límites permisibles establecidos en las normas ambientales nacionales y locales.
- Aportar con la conservación y preservación de un ambiente natural sano y libre de contaminación.

PROGRAMA DE MINIMIZACIÓN DE IMPACTOS

Programa de: Mitigación de Impactos Objetivos: Evitar la afectación y atenuar la incidencia de las diferentes actividades de los proyectos sobre el ambiente. Lugar de aplicación: Responsable: MUNICIPALIDAD					PMI-01
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZOS (meses)
Calidad de aire y emisiones de fuentes móviles	Contaminación del aire por emisiones de fuentes móviles	Control, calibración y revisión de los sistemas de escape de las máquinas	Existencia de gases en la atmosfera	Registro de chequeo mecánico	Semestral
	Daños causados al personal de trabajo por partículas de polvo levantadas y contaminación del aire	Proporcionar al personal el equipo de protección personal adecuado para realizar las actividades dentro del sitio	Número de personas trabajando en el sitio de disposición final	Registro de compra de equipo de protección personal Fotografías de personal utilizando el equipo de protección personal	Mensual
Nivel Sonoro	Afectación a la comunidad y a la fauna del predio por contaminación auditiva	Medición de equipos a una distancia de 50 m y verificar que los niveles de ruido se hallen bajo los 75 dB. En caso de superar los 75 DB, deberán ser movilizadas a los talleres	Niveles de ruido superiores a los 75 DB	Registro de monitoreo de ruido mediante la utilización de sonómetro. Fotografías	Mensual
Calidad del suelo	Contaminación, erosión y compactación del suelo	Prevenir y evitar derrames de hidrocarburos, aceites, grasas, y otras sustancias contaminantes, construyendo cubetos de contención alrededor de los depósitos	Verificación del estado de los cubetos construidos	Registro de mantenimiento y revisión de cubetos. Fotografías	Mensual
		A todo el suelo que no esté siendo utilizado por la infraestructura, colocar cobertura vegetal	% de hectáreas no utilizadas para disposición final que han sido cubiertas con vegetación	Registro de flora comprada para sembrar. Fotografías	Semestral

Calidad de agua	Contaminación de fuentes hídricas	Evitar derrames accidentales de lixiviados	% de derrames o accidentes que han ocurrido	Registro de resultados del laboratorio que realizó el monitoreo de agua, verificando el cumplimiento de la norma ambiental vigente	Semestral
Paisaje	Contaminación visual	Prohibir que los desechos sean colocados fuera del frente de trabajo	Número de letreros/ señalización colocada	Registro de compra de elementos de señalización. Fotografías	Semestral
Funcionamiento de Campamento y Bodegas	Derrames de combustibles e insumos para la operación del relleno sanitario	Colocar cubetos para material que deba ser guardado y proporcionar extintores en todas las bodegas	Unidades instaladas/previstas	Registro de compra de extintores. Fotografías	Semestral

PROGRAMA MANEJO DE DESECHOS

Programa de: Manejo de Desechos Objetivos: Establecer directrices para el manejo adecuado de residuos generados por actividades ejecutadas durante la etapa de operación del proyecto. Mitigar los impactos relacionados con los desechos generados a causa del desarrollo de las actividades del proyecto Lugar de aplicación: Responsable: MUNICIPALIDAD					PMD-01
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZOS
Manejo de desechos sólidos	Contaminación de aire, suelo, agua, contaminación visual, afectación a la población, trabajadores, flora y fauna del área del proyecto por mal manejo de desechos	Contar con basureros dentro de las instalaciones del relleno sanitario	Unidades colocadas en el área del proyecto. % de desechos sólidos generados. % de desechos sólidos entregados a gestores calificados en caso de ser necesario	Registro de compra de basureros / contenedores u otros recipientes para colocar los desechos sólidos producidos. Fotografías. Registro de pesaje de desechos sólidos. Registro de entrega de desechos a gestores calificados.	Mensual
Manejo de desechos líquidos		Implementar programa de tratamiento junto con medición periódica de efluentes	% de concentración de los parámetros ambientales medidos en las descargas líquidas	Registro de laboratorio con cumplimiento de parámetros dentro de la norma vigente	Mensual
		Utilización de letrinas por parte del personal trabajando en el proyecto	Número de unidades (letrinas) proporcionadas	Registro de compra de letrinas. Fotografías	Diaria
Desechos con hidrocarburos		Identificar y destinar sitios para el almacenamiento temporal de desechos con hidrocarburos	Unidades colocadas para el almacenamiento	Registro de compra. Fotografías	Semestral
		Concientización al personal sobre la disposición correcta de desechos contaminados con hidrocarburos	Número de personas capacitadas	Registro de asistencia. Fotografías	Semestral

PROGRAMA MONITOREO Y SEGUIMIENTO

Programa de: Monitoreo y seguimiento Objetivo: Prevenir impactos ambientales generadas por las actividades del proyecto mediante el seguimiento de las mismas y el monitoreo periódico para evaluar los impactos que están siendo producido. Lugar de Aplicación: Responsable: MUNICIPALIDAD					PMS-01
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZOS (meses)
Calidad del aire y de emisiones de fuentes móviles	Contaminación atmosférica por material particulado.	Monitoreo de material particulado	Porcentaje de material particulado en el aire	Reportes de Monitoreo Ambiental emitidos al MAE. Resultados de Laboratorio de descargas líquidas, emisiones gaseosas y ruido ambiente.	Semestral
	Contaminación atmosférica por emisión de gases producidos en el botadero y por la maquinaria pesada.	Monitoreo de Gases	Parámetros de calidad de aire dentro de los límites permisibles		Semestral
	Contaminación del aire por olores desagradables producidos por los desechos en descomposición.	Monitoreo y Control de Olores	Parámetros de olores dentro de los límites máximos permisibles.		ANUAL
Nivel Sonoro	Afección a la flora, fauna y poblaciones cercanas al botadero por contaminación auditiva.	Monitoreo de Ruido	Niveles de ruido superiores a los 75 DB	Reportes de Monitoreo Ambiental emitidos al MAE. Resultados de ruido tomado mediante un sonómetro.	Mensual
Calidad de fuentes de agua.	Afección a la calidad del agua superficial y subterránea por actividades de cierre y generación de lixiviados.	Monitoreo de estado de la maquinaria utilizada.	Toda la maquinaria utilizada se encuentra en buen estado.	Reportes realizados por un mecánico autorizado.	Mensual
		Monitoreo de Lixiviados	Parámetros que cumplen con los límites permisibles	Reportes de Monitoreo Ambiental emitidos al MAE. Resultados de Laboratorio de descargas líquidas, emisiones gaseosas y ruido ambiente.	Mensual
Calidad, estabilidad, compactación del suelo	Asentamiento del terreno, compactación	Muestreo de suelo.	Parámetros de contaminación y erosión del suelo a causa de tránsito de maquinaria pesada.	Resultados de laboratorio.	Semestral
Plagas y Roedores.	Presencia de roedores y plagas en la zona del proyecto.	Monitoreo de presencia de plagas y roedores.	Presencia de plagas y roedores en la zona	Registro de plagas y roedores	Mensual

PROGRAMA DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

Programa de: Seguridad y Salud en el trabajo

Objetivo: Reducir en lo posible el número de accidentes y enfermedades de trabajadores para aumentar la productividad y la eficiencia del trabajo, además mantener bienestar y seguridad para el personal.

Lugar de Aplicación:

Responsable: MUNICIPALIDAD

PSS-01

ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZOS (meses)
Salud Ocupacional	Manifestación de enfermedades relacionadas con la operación del RS.	Exámenes médicos para constatar su óptimo estado de salud.	% de trabajadores sin cuadros médicos desfavorables.	Registros Médicos	Semestral
Seguridad del Personal	Manifestación de eventos de emergencia por uso inadecuado de equipos de seguridad, irresponsabilidad del personal o falta de equipos en caso de una emergencia.	Dotación de seguridad industrial, implementos o sistemas apropiados para que el personal que esté laborando pueda cumplir de forma segura y eficientemente sus tareas.	% de trabajadores que cuentan con el equipo seguridad.	Registro de equipos de seguridad.	Semestral
		Taller de capacitación en temas de seguridad laboral a fin de evitar accidentes, lesiones o enfermedades del personal contratado y cumplir con las normativas vigentes	% del personal capacitado en seguridad laboral	Registros de las capacitaciones. Fotografías.	Mensual
		Colocación de un botiquín de primeros auxilios e implementos básicos para cubrir atenciones emergentes	Número de botiquines existentes.	Inventario de Botiquines	Mensual
		Instalación y ubicación de extintores en sitios de fácil acceso, con su respectiva rotulación e instrucciones rápidas de uso.	Número de extintores existentes.	Inventario de extintores.	Mensual

PROGRAMA DE CONTINGENCIAS

Programa de: Contingencias

Objetivo: Establecer medidas de emergencia para obtener una respuesta rápida y eficaz por parte del personal, ya sean obreros, técnicos y/o administrativos ante eventos que generen riesgos a la salud humana, instalaciones físicas, maquinaria y equipos y al ambiente.

PDC-01

Lugar de Aplicación:

Responsable: CONTRATISTA

ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZOS (meses)
Riesgos Naturales y Antropogénicos	Pérdidas materiales y humanas por falta de programas de emergencia ante riesgos naturales y antropogénicos que puedan presentarse en la zona de trabajo.	Identificación del escenario de riesgos.	Documentación dentro de cada etapa del programa % de riesgos identificados % de personas capacitadas % de personal socializados	Registro señalado los posibles escenarios de riesgo.	Semestral
		Preparación del sistema de alerta y difusión		Fotografías de la señalización instalada en el área de trabajo.	Mensual
		Educación, capacitación y socialización del programa de contingencia a todos los trabajadores sobre los procedimientos frente a una emergencia, números de contacto, simulacros de incendios, localización de salidas de emergencia y rutas de escape.		Registro de charlas y capacitaciones. Fotografías.	Mensual
		Establecimiento de un grupo operativo de emergencia.		Registro de grupos operativos definidos.	Semestral
	Heridos a causa de falta de equipos necesarios durante una emergencia.	Control y evaluación permanente de los equipos de seguridad y los implementos de protección personal.	% de equipos de seguridad y protección personal	Inventario de equipos de seguridad. Fotografías del personal haciendo uso del equipo de seguridad.	Mensual

PROGRAMA DE REHABILITACIÓN DE ÁREAS AFECTADAS

Programa de: Rehabilitación de Áreas afectadas Objetivo: Lugar de Aplicación: Responsable: Contratista					PDC-01
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZOS (meses)
Recuperación de la vegetación de la zona.	Desforestación a causa del botadero	Desarrollar campañas anuales de reforestación en las áreas de mayor afectación.	Nº de especies sembradas	Registro de campañas de reforestación Fotografías	Anuales
		Realizar actividades mensuales de riego y cuidado de las especies sembradas.	Nº de especies regadas	Registro de las actividades de riego. Fotografías	Mensual
		Realizar un mantenimiento y control de las especies sembradas.	Nº de especies en control	Registro de las actividades de control de las especies sembradas Fotografías	Semestral
Recursos Naturales	Contaminación de recursos agua y suelo.	Aislar las áreas en las cuales exista presencia de combustible y/o químicos derramados, con cintas o estacas y colocar letreros de seguridad.	Áreas aisladas o específicas para maquinaria que use gasolina o químicos	Registro de áreas Específicas. Fotografías.	Semestral
	Contaminación ambiental	Realizar el almacenamiento temporal de residuos de acuerdo a lo estipulado en el Programa de manejo de Desechos.	Área para el almacenamiento temporal.	Registro de área. Fotografías	Semestral

ANÁLISIS DE SUELOS

UBICACIÓN DE SONDEOS		
DESCRIPCIÓN	ESTE	NORTE
 S-1 PER-1	185669.361	9895950.508
 S-2 PER-2	185779.459	9896018.092

FUENTE: GADMTENA

MODELACIÓN GEOTÉCNICA

Para efectos de análisis de los taludes generados, se han considerado parámetros muy importantes e indispensables, tales como la geometría de los taludes, las características de resistencia al corte de los suelos y el factor de zona sísmica.

Con el fin de crear un modelo geotécnico y que incluya todas las características de los taludes, se utilizó el “Método de los Elementos Finitos”, aplicados a través de un programa computacional. El mismo genera un modelo discretizado de elementos finitos suficientes, y les aplica un factor de reducción de las características de los suelos hasta llevarlos a la falla.

CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS

Con la ayuda de los ensayos de laboratorio y en base a un retroanálisis geotécnico, se determinaron parámetros físicos y de resistencia al corte de los suelos. Estos valores fueron utilizados en la modelación geotécnica de los taludes.

ACELERACIÓN SÍSMICA

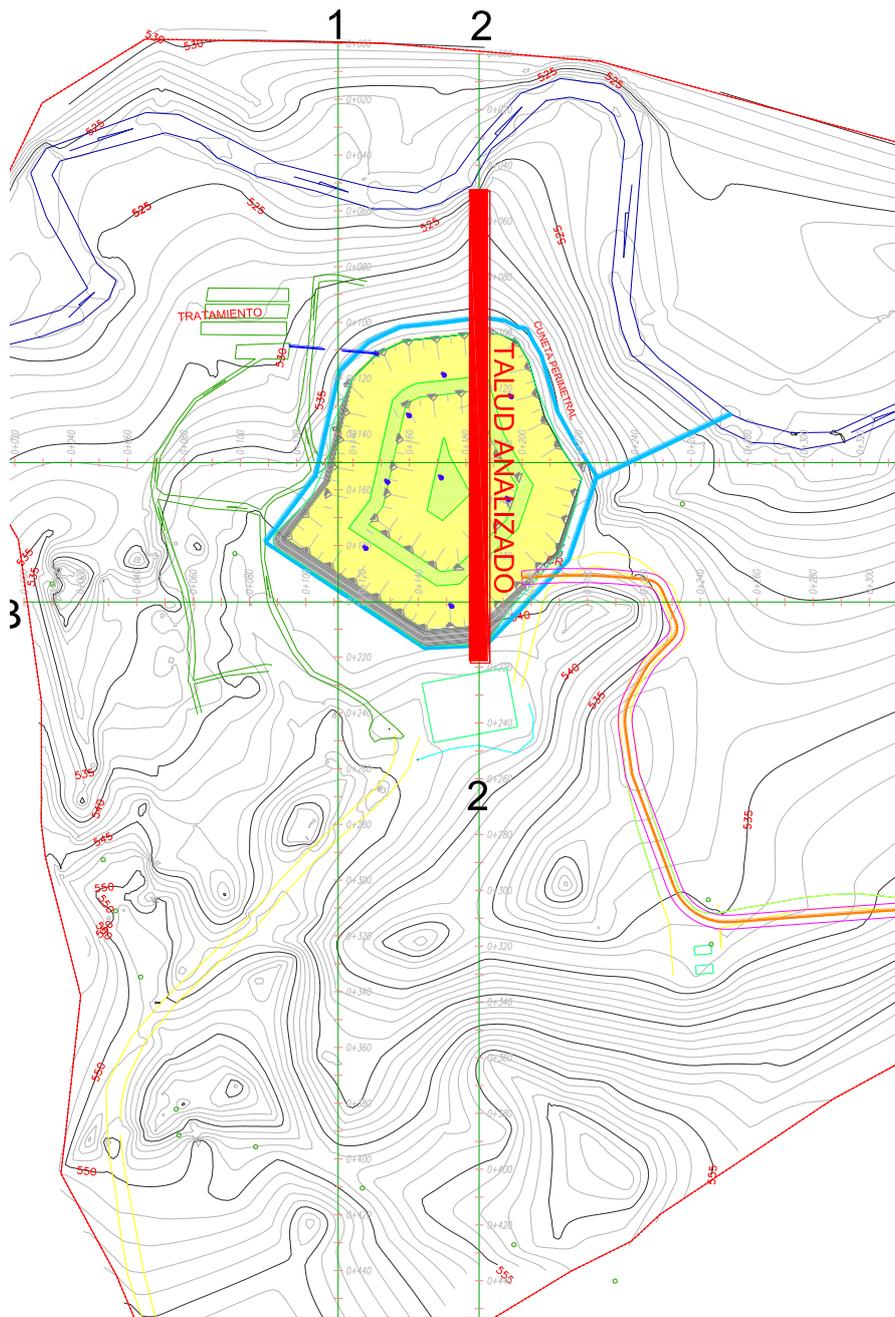
De acuerdo a la Norma Ecuatoriana de la Construcción, que establece la zona de proyecto como zona IV, caracterizada por un valor de la aceleración máxima efectiva en roca, esperada para el sismo de diseño, expresada como fracción de la aceleración de la gravedad de 0.35 g; para fines de análisis se ha adoptado un coeficiente de aceleración horizontal de 0.175 g y de 0.0875 g como coeficiente para la aceleración vertical.

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL TALUD

Para el presente análisis se ha considerado uno de los taludes más críticos, según la información topográfica recibida, para el efecto se ha analizado el talud 2-2.

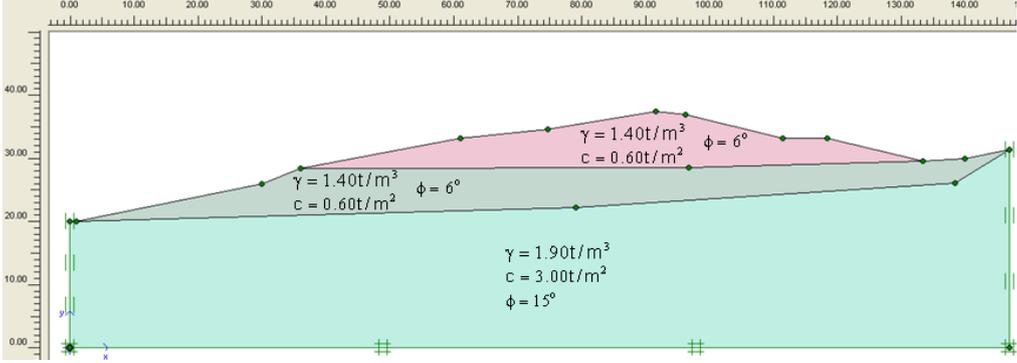
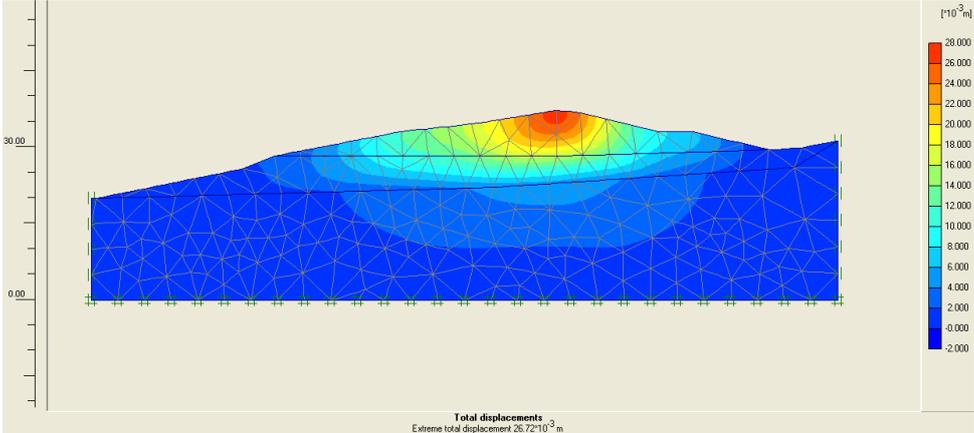
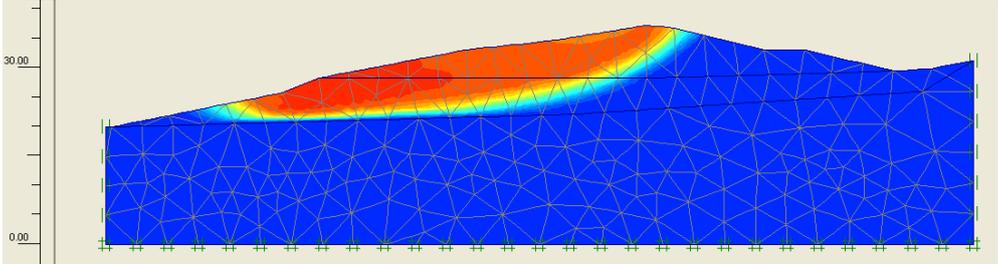
Del análisis realizado se tienen los siguientes resultados:

Ubicación talud analizado



Fuente: GAD. TENA

Análisis de estabilidad de talud

Talud	Esquemas	
	<p>Talud analizado</p>  <ul style="list-style-type: none"> • El color rosado corresponde al nuevo relleno de basura (nuevo relleno proyectado) 	
2-2	<p>Análisis estático de talud</p> 	
	<p>Análisis sísmico de talud</p> 	
<p>FACTOR DE SEGURIDAD ESTÁTICO</p> <p>Fs(e) = 1,68</p>	<p>FACTOR DE SEGURIDAD SÍSMICO</p> <p>Fs(s) = 1,03</p>	

Fuente: GAD TENA

Un factor de seguridad mayor a uno (1) demuestra teóricamente la estabilidad del talud, como se da en el presente caso tanto para análisis estático como sísmico.

Sin embargo se recomienda cubrir los taludes más grandes con geomalla biaxial claveteada.

Como resultado de este análisis, se determina que el Factor de seguridad es: $F = 1.68$, que determina que es muy estable el relleno de la celda emergente, considerando que los taludes que conforman las plataformas tienen una pendiente 1V:3H.

En cuanto a lixiviados cabe señalar que en la fase de campo no se evidenció salida de lixiviados en el botadero por lo cual no se pudo muestrear dicha descarga.

PRESUPUESTO REFERENCIAL DE LAS MEDIDAS AMBIENTALES				
PROYECTO: CELDA DIARIA DE CONFINAMIENTO DE DESECHOS SÓLIDOS				
COSTOS DE LAS MEDIDAS AMBIENTALES – PMA				
				Cierre Botadero
N o.	PROGR AMA		DESCRIPCIÓN	PRECIO
1	Prevención y control de la contaminación	Construcción	Prevención y control de la contaminación del suelo	2.520,00
			Prevención y control de la contaminación del agua	2.520,00
			Prevención y control de la contaminación del aire	2.520,00
			Mantenimiento y control de maquinaria	2.000,00
			Señalización ambiental	1.000,00
			SUB TOTAL	10.560,00
2	Contingencias	Construcción / Operación	Identificación del escenario de riesgos	0,00
			Preparación del sistema de alerta y difusión	0,00
			Educación, capacitación e información, socialización del programa de contingencia	2.500,00
			Control y evaluación permanente de los equipos de seguridad y los implementos de protección personal.	0,00
			SUB TOTAL	2.500,00
3	Comunicación, capacitación y educación	Construcción / Operación	Charlas de concienciación, dirigidas a los habitantes de las zonas aledañas al proyecto.	2.500,00
			Charlas de educación ambiental al personal del constructor.	0,00
			SUB TOTAL	2.500,00
4	Seguridad industrial y salud ocupacional	Construcción	Exámenes médicos para constatar su óptimo estado de salud.	2.300,00
			Dotación de seguridad industrial apropiada consistente en botas, casco, overol, guantes, tapa oído, gafas y botiquín	1.200,00
			Taller de capacitación en temas de seguridad laboral a fin de evitar accidentes, lesiones o enfermedades del personal contratado y cumplir con las normativas vigentes	1.000,00
			SUB TOTAL	4.500,00
5	Desechos sólidos	Construcción / Operación	Manejo de desechos sólidos	0,00
			Transporte de los residuos sólidos	0,00
			Disposición del material, escombros señalética	500,00
			SUB TOTAL	500,00
6	Relaciones	Operación	Talleres y cursos, finalidad de beneficios del proyecto	2.500,00
			Informar sobre el proyecto, con participación ciudadana	0,00

	comunitarias		SUB TOTAL	2.500,00
7	Reforestación de áreas afectadas	Construcción	Desarrollar campañas reforestación en las áreas de mayor afectación	10.660,00
			Realizar actividades mensuales de riego y cuidado de las especies sembradas	0,00
			Realizar un mantenimiento y control de las especies sembradas	0,00
			SUB TOTAL	10.660,00
8	Cierre y abandono	Finalización	Retiro y limpieza de las áreas de acopio de materiales de construcción	2.000,00
			Iniciar programa de revegetación	0,00
			SUB TOTAL	2.000,00
9	Monitoreo ambiental	Operación	Verificar recuperación del suelo	2.000,00
			Monitoreo de presencia de plagas y roedores	100,00
			Verificar registros de monitoreo de aguas	4.000,00
			Verificar registros de monitoreo de polvo y emisiones	4.000,00
			Verificar registros de monitoreo de ruido	2.000,00
			Monitoreo de lixiviados	4.000,00
			SUB TOTAL	16.100,00
			TOTAL (PMA)	51.820,00

ANEXO 3

MANUAL DE OPERACIÓN DE LA CELDA DIARIA

1. OBJETIVO

Plantear los procedimientos para la operación de la celda de confinamiento de desechos comunes, generados en el cantón Tena.

2. METODOLOGIA

2.1. RECOLECCIÓN DE DESECHOS

Para ejecutar la recolección de manera adecuada será necesario:

- ✓ Vehículos de carga convencional de 8.5 Tn de capacidad con carpa instalada, cajón impermeabilizado y en caso de existir vehículos compactadores con estribo; el cual deberá ser desinfectado al terminar su jornada de recolección.
- ✓ El personal que realiza la recolección deberá contar con guantes de nitrilo, gafas protectoras, botas de caucho, chaleco refractario, camisa manga larga y pantalón de jean u overoles refractivos.
- ✓ Las bolsas se las tomará única y exclusivamente de su moño, no del cuerpo de la bolsa y un máximo de una bolsa por mano.
- ✓ En el caso de cajas y cartones estos se los deberá recoger uno a la vez.

2.2. OPERACIÓN DE LA CELDA

2.2.1. Funciones fuera del área de descarga

Los horarios de recolección permiten llevar el control y reporte de los desechos que se están disponiendo en la celda.

Al ingresar a la celda emergente se llenará un registro con la información del vehículo de transporte de los desechos generados en el cantón.

2.2.2. Procedimiento técnico de operación en la celda

La operación de la celda emergente será de la siguiente manera:

- a) Señalización del área de la celda: Se determinara dentro de plataforma de descarga el frente de trabajo y la ubicación de la celda diaria.
- b) Dimensión de la celda:

DIMENSIONES DE LA CELDA			
AÑO	LARGO	ANCHO	ALTO
2014	8,58	6,1	1,5
2015	8,78	6	1,5
2016	8,98	6	1,5
2017	9,19	6	1,5

- c) Empuje de los desechos, esta actividad se la realiza posterior a la clasificación de los desechos en el frente de trabajo, para ello se empleara un tractor buldócer con orugas o una excavadora
- d) Los desechos deberán ser ubicados en capas de 0.60 m y estos deben ser compactados hasta reducir su volumen en un 80% esta operación se deberá repetir hasta alcanzar una altura de 1 m en el área designada de la celda diaria.
- e) Posterior a la compactación y conformación de la celda se colocara el material de cobertura (material pétreo) con un espesor de 0.15 m con un volumen diario de 16 m³
- f) Descarga de los desechos en el frente de trabajo.
- g) Durante todos los pasos anteriores personal estará fumigando constantemente el coctel bacteriano para mitigar la generación de olores.

2.3. SUPERVISION

La supervisión será durante toda la operación diaria para verificar el correcto trabajo de forma semanal, desde la recolección hasta la disposición final.

2.4. CAPACITACIÓN Y MEDIDAS DE SEGURIDAD

El personal que este en contacto con los residuos desde el traslado externo y en la operación de las celdas debe estar capacitado tanto en aspectos de manejo adecuado de los residuos como en bioseguridad.

Todo el personal que maneje los residuos peligrosos debe contar con su examen físico pre-ocupacional.

El personal debe cumplir con las medidas siguientes de seguridad e higiene:

- a. Deben de ser vacunados contra la Hepatitis A, B, C y tétanos.
- b. Usar pantalón y chaqueta de manga larga de algodón, guantes anti corte de nitrilo, protector ocular, botas y mascarilla de filtros para gases orgánicos y micro organismos.
- c. Desechar los guantes si estos se han perforado. En esta situación se deben lavar las manos y colocarse otro nuevo.
- d. No tocarse los ojos, nariz, mucosas, ni la piel en caso de estar usando los guantes.
- e. Lavarse las manos hasta los codos con agua y jabón en las duchas del relleno sanitario después de realizar su trabajo.
- f. No vaciar ningún recipiente que contenga residuos peligrosos para hacer búsqueda de materiales reciclables o reutilizables.

2.5. ESPECIFICACIONES DE CLAUSURA DE LA CELDA

La clausura de una celda se efectúa cuando no es posible depositar más desechos.

Cuando ya se llenó la trinchera:

- ✓ Se colocará el material de cobertura perfectamente compactado sobre toda la superficie con una capa de arcilla compactada de 0.60 m la cual se colocará en capas de 0.20 m de espesor, hasta alcanzar la altura final. Se debe permanecer con este espesor durante un lapso de 8 a 15 días, procurando una pendiente de 2% para mantener el buen drenaje del agua de las lluvias en la superficie.
- ✓ Se medirán los niveles del suelo para verificar en el futuro los posibles asentamientos.
- ✓ Se dará mantenimiento a los drenajes del agua lluvia para evitar la acumulación de agua.

- ✓ Sembrar maní forrajero con el propósito de darle una mejor apariencia al sitio y disminuir la formación de lixiviados y evitar la erosión.
- ✓ Se realizar el mantenimiento periódico de las áreas verdes.

3. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS:

3.1. LIBROS:

- ✓ Secretaria de salud. 2008. Reglamento para el manejo de los residuos peligrosos generado en los establecimientos de salud.
- ✓ Secretaria de salud, OPS - OMS, Secretaria de recursos naturales y ambiente. Análisis sectorial de residuos sólidos
- ✓ CONIECO. El reglamento de los residuos generados por los servicios de salud.
- ✓ OPS – OMS. 1991. Consideraciones sobre el manejo de residuos de hospitales en América Latina.

3.2. INTERNET

- ✓ MANEJO DE RESIDUOS HOSPITALARIOS:http://www.mdgfund.org/sites/default/files/EDG_GUIA_%20Honduras_%20Manual%20de%20Operaciones%20celda%20de%20seguridad%20de%20desechos%20hospitalarios.pdf