

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA



ESCUELA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**PROPUESTA DE UN PLAN DE CIERRE TÉCNICO PARA EL RELLENO
SANITARIO DEL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL
DE PASTAZA.**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERÍA AMBIENTAL**

AUTOR: EDY GAONA LUZURIAGA

DIRECTOR: ING. EDISON SAMANIEGO

Puyo, Julio del 2012

PRESENTACIÓN DEL TEMA:

“PROPUESTA DE UN PLAN DE CIERRE TÉCNICO PARA EL RELLENO SANITARIO
DEL GOBIERNO AUTÓNOMO DE DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE PASTAZA”

ING. HERNÁN UVIDIA
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

ING. WAGNER RUÍZ
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

ING. BILLY CORONEL
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

A mis padres y hermanos por forjarme y proponerme metas grandes en la vida.

A Dios por guiarme por el buen camino y ser un buen ejemplo para todas aquellas personas que me aprecian y esperan algo mejor de mí.

A la Universidad Estatal Amazónica por darme oportunidades para poder desenvolverme intelectualmente y fortalecer mis conocimientos con constancia y sacrificio.

A mis profesores que más de una clase de enseñanza y voluntad me llenaron de conocimientos para crecer como persona.

A todas aquellas personas que se ha cruzado en mi camino como amigos, familia, maestros y compañeros que me han enseñado a valorar la vida compartiendo momentos gratos de la vida.

DEDICATORIA

A la Universidad Estatal Amazónica

A mi madre Emiliana Luzuriaga

A mi padre Víctor Gaona

A mis hermanos Mateo, María, Mónica y Alba

A mi tía Elsa Gaona, Mercedes Castillo y Gloria Castillo

A mis primos (a) Ivonne Chango, Yesenia Álvarez y José Jaramillo

A mis amigos José, Rubén, Santiago, Mauricio, Milton, Lupe, Magdalena, Cristina, Andrea, Juan y Elizabeth.

RESPONSABILIDAD

En lo que corresponde a mi persona, yo Edy Nelson Gaona Luzuriaga acepto y garantizo que la investigación presente es merito de mi trabajo y servirá como instrumento para la obtención del Título de Ingeniería Ambiental, el cual en ninguno de los casos ha sido presentado anteriormente.

Edy Gaona
C.I. 160060719-4

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO	III
DEDICATORIA	IV
RESPONSABILIDAD.....	V
I INTRODUCCIÓN	8
1.1 OBJETIVOS.....	10
1.1.1 Objetivo General	10
1.1.2 Objetivo Específico.....	10
1.1.3 Hipótesis General.....	10
1.1.4 Hipótesis Específica	10
II REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	11
2.1 LEY DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL	11
2.2 PLAN DE CIERRE TÉCNICO EN UN RELLENO SANITARIO	12
2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL	16
2.4 APLICACIÓN DE UN CIERRE TÉCNICO DE ACUERDO AL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN AMBIENTAL (TULAS)	18
2.5 DEL MANEJO Y DISPOSICIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS, TULAS LIBRO VI, ANEXO 6	21
2.6 DE LA NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL DE DESCARGA DE EFLUENTES RECURSO AGUA, TULAS LIBRO VI, ANEXO 1	23
2.7 NORMAS DE DESCARGA DE EFLUENTES A UN CUERPO DE AGUA RECEPTOR	24
2.8 OPERACIONALIZACIÓN PARA LA EJECUCIÓN DE LA CLAUSURA	25
2.9 ANÁLISIS SECTORIAL DE RESIDUOS SÓLIDOS	26
2.9.1 Resumen Técnico de Pastaza.....	26
2.9.2 Descripción Física del Cantón Pastaza	28
2.9.3 Tasa de crecimiento poblacional	28
2.9.4 Factores Socio-Económicos	29
2.9.5 Características de los Factores Bióticos.....	29
2.10 CARACTERÍSTICAS DE LOS FACTORES ABIÓTICOS.....	34
2.10.1 Estratigrafía.....	34
2.10.2 Sismicidad.....	35
2.10.3 Geomorfología.....	36
2.11 ANÁLISIS SECTORIAL DE RESIDUOS SÓLIDOS EN PASTAZA.....	37
2.12 GENERACIÓN DE DESECHOS POR SU CLASIFICACIÓN.....	39

2.12.1 Desechos Hospitalarios:.....	39
2.12.2 Desechos Orgánicos	40
2.12.3 Residuos sólidos urbanos.....	40
III MATERIALES Y MÉTODOS.....	41
3.1 LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL LA INVESTIGACIÓN.....	41
3.1.1 Localización	41
3.1.2 Duración de la Investigación.....	42
3.2 CONDICIONES METEOROLÓGICAS	42
3.3 MATERIALES Y EQUIPOS	42
3.3.1 Materiales.....	42
3.3.2 Equipos	42
3.4 FACTORES DE ESTUDIO	43
3.4.1 Residuos Sólidos.....	43
3.4.2 Gases.....	43
3.5 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	43
3.6 MEDICIONES DE LA INVESTIGACIÓN	44
3.7 MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN:.....	44
3.7.1 Revisión Bibliográfica	45
3.7.2 Entrevista Administrador	45
3.7.3 Caracterización del Lugar.....	45
3.8 ANÁLISIS ECONÓMICO.....	54
IV RESULTADOS EXPERIMENTALES	55
4.1 GENERACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE DESECHOS.....	55
4.1.1 Generación de Desechos	55
4.1.2 Caracterización	55
4.2 GENERACIÓN DE LIXIVIADOS Y SU COMPOSICIÓN.....	57
4.2.1 Composición de Lixiviados:	57
4.2.2 Caudal en los Lixiviados producidos en el Relleno Sanitario de Puyo	57
4.3 GENERACIÓN VOLUMÉTRICA DE GASES.....	59
4.4 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS	60
4.4.1 Descripción de las afectaciones al medio ambiente	70
4.4.2 Afectaciones al Componente Abiótico	70
V DISCUSIÓN.....	75
5.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS EXPERIMENTALES DE LA INVESTIGACIÓN	75
5.1.1 Generación de Desechos en un Relleno	75

5.1.2 Caracterización de los Desechos	76
5.2 ANÁLISIS DE LOS LIXIVIADOS EN UN RELLENO	76
5.2.1 COMPOSICIÓN DE LOS LIXIVIADOS	76
5.2.2 RELACIÓN DBO/DQO	78
5.2.3 GENERACIÓN VOLUMÉTRICA DE LIXIVIADOS	78
5.3 ANÁLISIS DE LA GENERACIÓN VOLUMÉTRICA DE LOS GASES.....	79
5.4 ANÁLISIS DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS EN UN RELLENO SANITARIO ..	81
VI PROPUESTA	83
6.1 IDENTIFICACIÓN Y CATEGORIZACIÓN	83
6.2 PROCEDIMIENTO PARA EXTRACCIÓN DE DESECHOS ESTABILIZADOS.....	84
6.3 IMPLEMENTACIÓN NUEVA INFRAESTRUCTURA PARA ALMACENAMIENTO DE DESECHOS ESTABILIZADOS	85
Técnicas de Manejo	85
6.4 DISEÑO Y TRATAMIENTO DE GASES Y LIXIVIADOS.....	88
6.4.1 Tratamiento de lixiviados	88
6.4.2 Control y Manejo de Gases	96
6.4.3 Otros controles necesarios	97
6.4.4 Programa de Seguimiento y Monitoreo	102
6.4.5 Análisis Económico	103
VII CONCLUSIÓN.....	105
VIII RECOMENDACIONES.....	107
IX RESUMEN.....	108
X SUMMARY	109
XI BIBLIOGRAFÍA	110
LISTADO DE SIGLAS	112
XII ANEXOS.....	114
ANEXO 01: CARACTERIZACIÓN DE RSU	114
ANEXO 02: MEDICIÓN DEL ÁREA DIRECTA.....	114
ANEXO 03: PESAJE DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS	114
ANEXO 04: DE LOS DESECHOS PELIGROSOS.....	118
ANEXO 05: DE LOS DESECHOS ORGÁNICOS DE MERCADOS MUNICIPALES	119
ANEXO 06: MUESTREO DE DESECHOS (CARACTERIZACIÓN, COMPOSICIÓN Y PESAJE)	121

ANEXO 07: ESTIMACIÓN DE LA GENERACIÓN ANUAL DE DESECHOS EN EL CANTÓN PASTAZA	126
ANEXO 08: SISTEMA DE TRATAMIENTO PARA LIXIVIADOS.....	127
Anexo 8.1 Sedimentador	127
Anexo 8.2 Trampa de grasas	128
Anexo 8.3 Filtro Mixto.....	129
Anexo 8.4 Filtro Natural Alternativo	130
ANEXO 09: ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE ACUERDO AL GOBIERNO AUTÓNOMO MUNICIPAL DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN PASTAZA	131
Anexo 9.1	131
Anexo 9.2.....	132
Anexo 9.3.....	133
Anexo 9.4.....	134
Anexo 9.5.....	135
Anexo 9.6.....	136
Anexo 9.7.....	137
Anexo 9.8.....	138
ANEXO 10: RESPALDO DE ANÁLISIS DE LIXIVIADOS CESTTA	139
ANEXO 11: DE LA GENERACIÓN DE DESECHOS PARA LA PROPUESTA DEL PLAN DE CIERRA PARA LA ETAPA II	140

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1 Límites de Descarga a un Cuerpo de Agua Dulce	25
Tabla N° 2 Población de la Provincia de Pastaza	28
Tabla N° 3 Proyección y Distribución de la Población del Cantón Pastaza.....	29
Tabla N° 4 Especies identificadas en la zona	30
Tabla N° 5 Especies mamíferas registradas.....	31
Tabla N° 6 Listado de Especies de Aves Registradas	31
Tabla N° 7 Listado de Especies de Anfibios Registrados	32
Tabla N° 8 Listado de Especies de Reptiles Registrados	33
Tabla N° 9 Listado de Especies de Peces registrados	33
Tabla N° 10 Resultados de GPC y densidad de residuos domiciliarios	38
Tabla N° 11 Proyección de la Generación de Residuos en el Cantón Pastaza.....	38
Tabla N° 12 Parámetros meteorológicos registrados en el Cantón Puyo.....	42
Tabla N° 13 Recolectores del Municipio de Pastaza	48
Tabla N° 14 Rutas de Recolección de Desechos en el Cantón Puyo	48
Tabla N° 15 Criterios de puntuación de la importancia y valores asignados.....	50
Tabla N° 16 Adjunto del Peso y Composición de Desechos del Anexo 06	56
Tabla N° 17 Composición de los Lixiviados en el Relleno	57
Tabla N° 18 Aforo de Lixiviados del Relleno Sanitario.....	58
Tabla N° 19 Generación de desechos y gases por año en el Cantón Pastaza	59
Tabla N° 20 Acciones a considerar en Etapa antes del proyecto.....	60
Tabla N° 21 Acciones Consideradas durante la Etapa de Construcción.....	61
Tabla N° 22 Acciones consideradas durante la etapa después del proyecto.....	61
Tabla N° 23 Proyección de producción de residuos sólidos	76
Tabla N° 24 Composición de los Lixiviados en el Relleno y Límites Máximos Permisibles (Comparación Tabla N° 17 y N° 01)	77
Tabla N° 25 Generación de Lixiviados	78
Tabla N° 26 Producción del gas del relleno con basura clasificada y no clasificada en Loja	80
Tabla N° 27 Generación de desechos de Puyo y Loja (Tablas N° 19 y 26)	80
Tabla N° 28 Dimensiones Para el Sistema de Lixiviados	87
Tabla N° 29 Tipos de tratamiento posibles a aplicarse	88
Tabla N° 30 Dimensionamiento para trampas de grasas de acuerdo al caudal.....	92
Tabla N° 31 Período de Permanencia en la trampa de grasas	92
Tabla N° 32 Composición de Arenas para la Empaquetadura	93
Tabla N° 33 Tipos de Señalizaciones	102

Tabla N° 34 Análisis Económico para el Plan de Cierre Técnico 103

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1 Impactos Ambientales en un Relleno Sanitario	15
Gráfico N° 2 Mapa de Límites del Cantón Pastaza	27
Gráfico N° 3 Ave de Rapiña (<i>Coragypsatratus</i>)	32
Gráfico N° 4 Familia Lepidóptera.....	34
Gráfico N° 5 Estratos de Suelo.....	36
Gráfico N° 6 Generación per cápita de residuos sólidos en área urbana de Pastaza	39
Gráfico N° 7 Ubicación Geográfica del vertedero del Municipio de Pastaza	41
Gráfico N° 8 Manejo del Proyecto “Esquema del proceso metodológico”	45
Gráfico N° 9 Interpretación gráfica de Desechos.....	56
Gráfico N° 10 Precipitación Anual	58
Gráfico N° 11 Interpretación de impactos negativos en etapa antes del proyecto.....	70
Gráfico N° 12 Interpretación de impactos negativos en etapa de construcción.....	71
Gráfico N° 13 Interpretación de impactos negativos en etapa después del proyecto.....	72
Gráfico N° 14 Interpretación de impactos positivos en etapa antes del proyecto.....	72
Gráfico N° 15 Interpretación de impactos positivos en etapa de construcción	73
Gráfico N° 16 Interpretación de impactos positivos en etapa después del proyecto	74
Gráfico N° 17 Generación de desechos de Puyo y Loja	81
Gráfico N° 18 Drenaje de Lixiviados “Espina de Pescado”	86
Gráfico N° 19 Diseño para la Transporte y Almacenamiento de Lixiviados.....	86
Gráfico N° 20 Sistema de Filtro Natural.....	95
Gráfico N° 21 Infraestructura para Manejo de Gases “Chimenea”	96
Gráfico N° 22 Como apagar incendios “Métodos para aislar el incendio”	98
Gráfico N° 23 Medidas para estabilización de Taludes.....	100

I INTRODUCCIÓN

El aumento de generación de desechos en el mundo ha incrementado afectaciones al ambiente y cada vez más catastróficos y más difíciles de controlar, lo que obliga a la aplicación de tratamientos rápidos, seguros y eficientes de los mismos. Actividades como el comercio, turismo, procesos industriales, entre otros influyen en la generación de residuos sólidos que afectan a nivel mundial, nacional y local; dando como resultado la destrucción del planeta con el aumento de impactos ambientales.

A nivel nacional el tratamiento de los residuos sólidos no son eficientes; Ecuador no cuentan con un rellenos sanitarios adecuados, existen solamente botaderos a cielo abierto que no cumplen con las normas técnicas establecidos por el TULAS (Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria), convirtiéndose en un problema que afecta a la sociedad. Al depositarse a cielo abierto la basura, los microorganismos y partículas del aire originadas allí, son transportados por el viento, gran parte de los residuos sólidos no son biodegradables y se acumulan provocando pérdida en la calidad y productividad de los suelos y el agua, además se generan lixiviados que contienen altas concentraciones de contaminantes orgánicos, nitrógeno amoniacal y otros. Así mismo, se genera metano por la descomposición de los residuos orgánicos que afecta gravemente al medio ambiente.

Las operaciones técnicas ejecutadas por el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Pastaza (GADMPz), así como transporte y manejo de desechos, constituyen un peligro potencial al medio y la salud pública, considerando que el uso de la tierra en el futuro va ser compatible con el desarrollo.

Esta actividad la maneja el Departamento de Higiene y Salubridad del Municipio, ente que trata de mejorar, mitigar y controlar afecciones ambientales, durante todo el procedimiento, desde el lugar en donde se generan (Cantón Pastaza), hasta su disposición final (relleno sanitario), para disminuir impactos como la proliferación de insectos, malos olores, generación de vectores, roedores, aves de rapiña, impacto visual del sector, contaminación del suelo, aire y contaminación de las fuentes superficiales cercanas y aguas subterráneas.

Por ello el Ministerio del Ambiente (MAE) establece leyes ambientales que tienen que ser tomadas en cuenta por consejos, municipios e instituciones públicas y privadas a nivel nacional y local para realizar actividades con el menor impacto ambiental posibles. En un relleno sanitario se dan impactos ambientales, pero en la mayoría de los casos se puede disminuir y mitigar ciertos efectos, mejorando procesos, usando metodologías y tratamientos eficientes en un plan cierre técnico. Se toma en cuenta por lo tanto el cierre

técnico del relleno sanitario, aplicado a normativas ambientales y Planes de Manejo integral que serán investigadas y analizadas para que sean aplicadas en el tiempo.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo General

- a) Proponer un Plan de Cierre Técnico para el Relleno Sanitario del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Pastaza.

1.1.2 Objetivo Específico

- a) Determinar el Volumen de Residuos Sólidos ingresados al relleno sanitario de Puyo.
- b) Realizar el Diagnóstico Ambiental del Área de Influencia directa.
- c) Diseñar un plan de cierre técnico del Relleno Sanitario en el Cantón de Puyo.

1.1.3 Hipótesis General

- a) El Plan de Cierre Técnico del Relleno Sanitario Cantón de Pastaza, contendrá procesos, metodologías y herramientas adecuadas para controlar y mitigar los impactos ambientales que genera el relleno.

1.1.4 Hipótesis Específica

- a) El Volumen de los Residuos Sólidos facilitará un cálculo preciso para el desarrollo de un mejor plan de cierre.
- b) El Diagnóstico Ambiental permitirá conocer los factores bióticos y abióticos que están siendo afectados en el relleno sanitario.
- c) El Plan de Cierre dará como resultado la estabilización, disminución y control de los impactos ambientales generados al medio.

II REVISIÓN DE LA LITERATURA

Para la aplicación de procesos relacionados al manejo y control de residuos sólidos en Ecuador es importante el cumplimiento de normativas ambientales vigentes. Los residuos son factores considerados como fuentes contaminantes para el medio ambiente en especial cuando son arrojadas de manera directa en él, se sabe también que cuando se aplica procesos de control y/o mitigación (tratamientos) sobre estos residuos se descomponen más agentes contaminantes que también necesitarían de otros controles ambientales, por ellos es importante la ejecución de estos procesos junto con el cumplimiento de estas normativas ambientales.

En los rellenos sanitarios las leyes, normativas, etc., tiene que ser tomadas en cuenta en etapas de construcción, operación y/o abandono, dependiendo del avance de la funcionalidad de los procesos que se presenten en cada relleno en particular.

2.1 LEY DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

Capítulo I: De la prevención y control de la contaminación del aire

Art.1.- Queda prohibido expeler hacia la atmósfera o descargar en ella, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, contaminantes que, a juicio de los Ministerios de Salud y del Ambiente, en sus respectivas áreas de competencia, puedan perjudicar la salud y vida humana, la flora, la fauna y los recursos o bienes del estado o de particulares o constituir una molestia.

Art.3.- Se sujetarán al estudio y control de los organismos determinados en esta Ley y sus reglamentos, las emanaciones provenientes de fuentes artificiales, móviles o fijas, que produzcan contaminación atmosférica.

Capítulo II: De la Prevención y control de la contaminación de las aguas

Art.6.- Queda prohibido descargar, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, a las redes de alcantarillado, o en las quebradas, acequias, ríos, lagos naturales o artificiales, o en las aguas marítimas, así como infiltrar en terrenos, las aguas residuales que contengan contaminantes que sean nocivos a la salud humana, a la fauna, a la flora y a las propiedades.

Art.8.- Los Ministerios de Salud y del Ambiente, en sus respectivas áreas de competencia, fijarán el grado de tratamiento que deban tener los residuos líquidos a descargar en el cuerpo receptor, cualquiera sea su origen.

Capítulo III: De la prevención y control de la contaminación de los suelos

Art.10.- Queda prohibido descargar, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, cualquier tipo de contaminantes que puedan alterar la calidad del suelo y afectar a la salud humana, la flora, la fauna, los recursos naturales y otros bienes.

Art.14.- Las personas naturales o jurídicas que utilicen desechos sólidos o basuras, deberán hacerlo con sujeción a las regulaciones que al efecto se dictará.

Art.17.- Son supletorias de esta Ley, el Código de la Salud, la Ley de Gestión Ambiental, la Ley de Aguas, el Código de Policía Marítima y las demás leyes que rigen en materia de aire, agua, suelo, flora y fauna.

2.2 PLAN DE CIERRE TÉCNICO EN UN RELLENO SANITARIO

En el reglamento para la prevención y control de la contaminación por Desechos Peligrosos Capítulo I de las Disposiciones Generales en la Sección 1 del Título V, los artículos relacionados indican lo siguiente:

Art.151.- Sin perjuicio de las demás definiciones previstas en la Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y en el presente Texto Unificado de Legislación Secundaria Ambiental, para la cabal comprensión y aplicación de este instrumento, tómense en cuenta las siguientes definiciones:

Almacenamiento: Acción de guardar temporalmente desechos en tanto se procesan para su aprovechamiento, se entrega al servicio de recolección, o se disponen de ellos.

Confinamiento Controlado o Relleno de Seguridad: Obra de ingeniería para la disposición final de desechos peligrosos que garanticen su aislamiento definitivo y seguro. INICAM, (2002).

Generador: Se entiende toda persona natural o jurídica, cuya actividad produzca desechos peligrosos u otros desechos, si esa persona es desconocida, será aquella persona que éste en posesión de esos desechos y/o los controle. INICAM, (2002).

Generación de desechos: Cantidad de desechos originados por una determinada fuente en un intervalo de tiempo dado. INICAM, (2002).

Lugar o Instalación Aprobado: se entiende un lugar o una instalación destinado a la eliminación de desechos peligrosos o de otros desechos, que haya recibido una autorización o una licencia de funcionamiento para tal efecto de la Autoridad Ambiental competente. INICAM, (2002).

Manejo: Se entiende por manejo las operaciones de recolección, envasado, etiquetado, almacenamiento, re uso y/o reciclaje, transporte, tratamiento y disposición final de los desechos, incluida la vigilancia de los lugares de disposición final. INICAM (2002).

Manejo Ambientalmente Racional: Se entiende la adopción de todas las medidas posibles para garantizar que los desechos peligrosos y otros desechos se manejen de manera que queden protegidos el medio ambiente y la salud humana contra los efectos nocivos que pueden derivarse de tales desechos. INICAM, (2002).

Tratamiento: Acción de transformar los desechos por medio de la cual se cambian sus características. INICAM, (2002).

Desechos Sólidos.- Se considera al conjunto heterogéneos de todos los desechos sólidos y semisólidos provenientes de las actividades urbanas en general (desechos domésticos, comerciales, industriales, barrido de calles, establecimientos hospitalarios, mercados y otros). Y no tiene un valor económico. INICAM, (2002).

Lixiviado.- Es el líquido que percolado a través de los residuos sólidos, que acarrea materiales disueltos o suspendidos. La infiltración de una fracción de la precipitación fluvial es el principal generador de lixiviados en los rellenos sanitarios y en los botaderos. Otros contribuyentes son el contenido de humedad propia de los residuos sólidos y el agua de escorrentía que entra en contacto con los residuos sólidos. Ugarte A.*et al.*, (2002).

Métodos trincheras (Plataformas):Método que consiste en espaciar la basura en capas sucesivamente superpuestas de 20a 30 cm con las herramientas que se tuvieren disponibles, de manera que sea despedazada y compactada con relativa uniformidad, hasta alcanzar la altura prevista para la basura en la celda.

El esparcimiento y compactación son frecuentemente hechos en capas horizontales. En tanto, es recomendable colocar las capas en pendiente de hasta 1:3 (altura: avance), lo cual proporciona mayor compactación, mejor drenaje superficial, menor consumo de tierra, mejor contención y mayor estabilidad al relleno, no obstante aumente el consumo de horas/máquina. Mejor resultado se obtiene cuando la basura es empujada de abajo hacia arriba, debido a la suma de los efectos de la tracción y peso de la máquina, concentrados en la parte posterior de la misma, en la rampa. Garcés G., (2010).

Botadero a cielo abierto: Un botadero o vertedero a cielo abierto es un área de disposición final de residuos sólidos sin control, en la cual, dichos residuos se arrojan sobre el suelo o se entierran sin tomar en cuenta los procedimientos técnicos de un relleno sanitario. Los rellenos sanitarios indebidamente diseñados o mal operados pueden tener muchas de las características de un botadero. En cualquier caso, ocasionan impactos ambientales adversos especialmente sobre el suelo, el agua, el paisaje y la comunidad vecina. Salazar M., (2002).

Disposición final: Procesos u operaciones para tratar o disponer en un lugar los residuos sólidos, como última etapa de su manejo en forma permanente, sanitaria y ambientalmente segura. Constituye la última actividad del sistema de limpieza pública. CEPIS/OPS, (2004).

Relleno Sanitario: Lugar donde se efectúa la disposición final de los residuos sólidos en la superficie o bajo tierra, de acuerdo con técnicas de ingeniería para su adecuado confinamiento. Comprende la compactación, cobertura con tierra u otro material inerte por

lo menos diariamente, además del control de los gases y lixiviados con el fin de evitar la contaminación del ambiente y proteger la salud de la población COONAM, et al., (2004).

Biogás: El biogás es un gas producido por bacterias durante el proceso de biodegradación de material orgánico en condiciones anaeróbicas (sin oxígeno). La generación natural de biogás es una parte importante del ciclo bio geoquímico del carbono. El metano producido por bacterias es el último eslabón en una cadena de microorganismos que degradan material orgánico y devuelven los productos de la descomposición al medio ambiente. Este proceso que genera biogás es una fuente de energía renovable. Colmenares W., (2007).

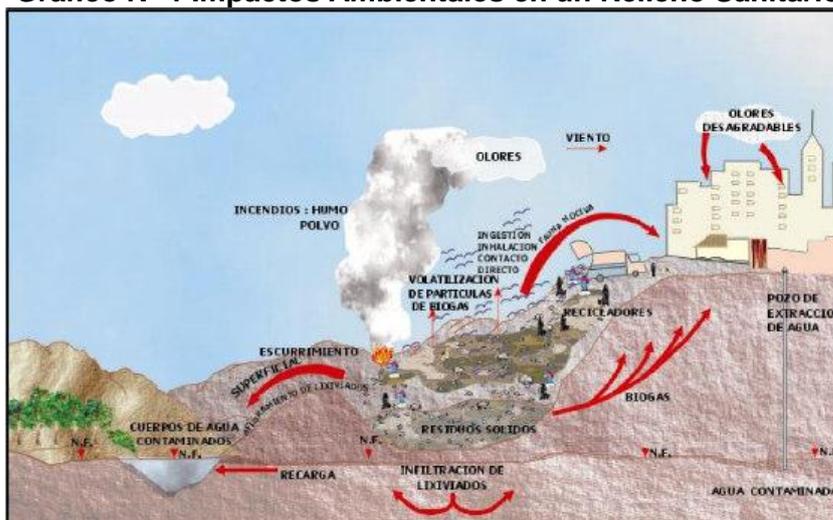
Botadero controlado: Lugar de disposición final de residuos sólidos que no cuenta con la infraestructura necesaria ni suficiente para ser considerado como un relleno sanitario. Puede ser usado de manera temporal debido a una situación de emergencia. En el botadero controlado se darán las condiciones mínimas de operación para que los residuos no se encuentren a cielo abierto; estos residuos deberán ser compactados en capas para reducir su volumen y serán confinados periódicamente con material de cobertura. Colmenares W., (2007).

Cierre técnico.- Es un estudio técnico mediante el cual, pasa un botadero de basura o un relleno sanitario después de que deje de recibir residuos, mediante el diseño y construcción de un sistema de cobertura final que minimice la infiltración de precipitación en los residuos. El sistema de cobertura final está construido para ofrecer niveles óptimos de infiltración, evapotranspiración, escorrentía que sostienen la vegetación y erosión, estos procesos no requieren de ningún mantenimiento o muy poco del mismo. Wyoming, (2000).

Saneamiento ambiental en clausura de botaderos.- Se pueden definir como los procedimientos de ingeniería para el diseño, construcción y operación de sistemas de control con el propósito de mitigar los impactos ambientales y de salud pública durante los procesos de estabilización de los residuos depositados en el sitio clausurado. COONAM, et al., (2004).

Impactos Ambientales de un Relleno Sanitario: Los impactos ambientales se dan como resultado de la disposición inadecuada de desechos sólidos municipales en botaderos, que ocasiona impactos negativos en la salud humana y en el ambiente.

Gráfico N° 1 Impactos Ambientales en un Relleno Sanitario



Fuente: CONAM / CEPIS / OPS, Guía Técnica para la clausura y conversión de botaderos de Residuos Sólidos.

Elaboración: Hernández Barrios, 2004.

Los factores que determinan la forma e intensidad del impacto están relacionados con el tipo predominante de residuo, distancia entre las zonas pobladas y los botaderos, profundidad de la napa freática, distancia y características de las fuentes de agua superficial que podrían verse afectados.

El manejo inadecuado de los residuos, especialmente la disposición final deficiente, conlleva a riesgos ambientales que se convierten en riesgos a la salud de corto y largo plazo. Pueden tener las siguientes causas:

- Alteración de la calidad del suelo debido a su contaminación con agentes patógenos procedentes de laboratorios clínicos, hospitales, centros de salud y clínicas particulares, que pueden sobrevivir o reproducirse en suelos ricos en materia orgánica.
- Transmisión de diferentes tipos de zoonosis por artrópodos y roedores que viven en los botaderos.
- Contaminación del suelo por excretas de roedores, perros, cerdos y aves.
- Transmisión de organismos patógenos de animales infectados al hombre, por contacto con el suelo, alimentos, agua y por la crianza de animales alimentados con residuos orgánicos contaminados.
- Contaminación del suelo con sustancias químicas o subproductos tóxicos de la materia orgánica que no puede ser absorbida por el medio debido a la cantidad exagerada y concentrada de sustancia orgánica.
- Contaminación del suelo por el vertido inadecuado de residuos especiales (químicos y bio contaminados) y peligrosos (metales pesados y otro tipo de residuos de la industria formal e informal).

- Aumento de vectores de enfermedades, tales como moscas, ratas, cucarachas, zancudos y mosquitos, tanto en las zonas aledañas al botadero como en el mismo.
- Producción de olores desagradables y ruidos.
- Contaminación del agua subterránea por percolación de lixiviados.
- Obstrucción de los drenajes abiertos de aguas superficiales.
- Contaminación directa de los cuerpos de agua y modificación de los sistemas naturales de drenaje por el vertido incontrolado de residuos en ellos.
- Contaminación atmosférica por acción de los gases que se producen en la quema de los residuos de los botaderos.
- Riesgos a la salud de los segregadores y trabajadores.
- Proliferación de aves y riesgos de accidentes de aviación en zonas aledañas a aeropuertos.

Tales problemas están directa o indirectamente vinculados a la calidad de la salud. La multicausalidad del origen de las enfermedades impide establecer una relación directa y cuantitativa entre el inadecuado manejo de residuos sólidos y la salud. Sin embargo, se reconoce que el manipuleo inadecuado de los residuos contribuye a la generación y propagación de numerosas enfermedades y problemas de salud. Guía Técnica para la Clausura y Conversión de Botaderos de Residuos Sólidos, (2004).

2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL

DE LA CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR:

Título I: Elementos constitutivos del Estado

CAPÍTULO I: Principios fundamentales.

Art.3.- Se menciona que es un deber primordial proteger el patrimonio natural y cultural del país.

Título II. De los derechos

CAPÍTULO 2: Del buen vivir. Sección II Ambiente Sano.

Art.14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

Art.15.- El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto.

La soberanía energética no se alcanzara en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectara el derecho al agua.

CAPITULO 9: Responsabilidades.

Art.83.- Literal 6 Respetar los derechos de la naturaleza, preservar un ambiente sano y utilizar los recursos naturales de modo racional, sustentable y sostenible.

Título V. Organización Territorial del Estado.

CAPITULO 3: Gobiernos autónomos descentralizados y regímenes especiales

Art. 253.- Cada cantón tendrá un concejo cantonal, que estará integrado por la alcaldesa o alcalde y las concejales y concejales elegidos por votación popular, entre quienes se elegirá una vicealcaldesa o vicealcalde.

La alcaldesa o alcalde será su máxima autoridad administrativa y lo presidirá con voto dirimente. En el concejo estará representada proporcionalmente a la población cantonal urbana y rural, en los términos que establezca la ley.

Título VII. Régimen del buen vivir.

CAPITULO 2: Biodiversidad y recursos naturales. Sección I. Naturaleza y Ambiente

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

1. El Estado garantizara un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.
2. Las políticas de gestión ambiental se aplicaran de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del Estado en todos sus niveles y por todas las personas naturales o jurídicas en el territorio nacional.
3. El Estado garantizara la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas, en la planificación, ejecución y control de toda actividad que genere impactos ambientales.
4. En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, estas se aplicaran en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza.

Art. 396.- El Estado adoptara las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño. En caso de duda sobre el impacto ambiental de alguna acción u omisión, aunque no exista evidencia científica del daño, el Estado adoptara medidas protectoras eficaces y oportunas. La responsabilidad por daños ambientales es objetiva. Todo daño al ambiente, además de las sanciones correspondientes, implicara también la obligación de restaurar integralmente los ecosistemas e indemnizar a las personas y comunidades afectadas.

2.4 APLICACIÓN DE UN CIERRE TÉCNICO DE ACUERDO AL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN AMBIENTAL (TULAS)

2.4.1 Normas generales para el saneamiento de los botaderos de desechos sólidos:

La Norma de Calidad Ambiental para el manejo y disposición final de desechos sólidos no peligrosos (Libro VI Anexo 6) de la Presidencia de la República del Ecuador, en su Art. 4.10, relativo a las normas generales para el saneamiento de los botaderos de desechos sólidos, hace referencia a los requisitos mínimos que ha de contener el Plan de Clausura o de Saneamiento de un botadero de desechos sólidos, entre los que figuran:

2.4.1.1 La siguiente información básica se deberá obtener como paso previo para sanear un botadero de desechos sólidos:

- Población que atiende el Botadero de desechos sólidos.
- Datos generales sobre las características de la Población que se atiende con el Botadero de desechos sólidos.
- Cantidad de desechos sólidos producidos por la población atendida.
- Producción futura de desechos sólidos.
- Cantidad de desechos sólidos recolectados.
- Cobertura del servicio.
- Composición física de los desechos sólidos.
- Producción de lixiviados y gases.
- Localización general del sitio, con relación a la población atendida.
- Geología de la zona.
- Topografía del área.
- Meteorología.
- Posibilidad de material de cobertura.

2.4.1.2 Para el saneamiento de un Botadero de Desechos Sólidos se deberá realizar el diseño respectivo que tendrá como mínimo los siguientes requisitos:

2.4.1.3 Información Previa

Comprende la información correspondiente a la comunidad, por intermedio de la prensa hablada y escrita, indicando cuando se inician las obras, en qué consisten, cual debe ser la participación de los usuarios y cuál será su uso futuro.

2.4.1.4 Servicio de Vigilancia

Se determinará el número de vigilantes para que realicen sin ser limitativas las siguientes actividades:

- Controlar y vigilar a las personas que llegan.
- Controlar y vigilar los vehículos que entran y salen.

- Facilitar las obras correspondientes al saneamiento.
- Proteger la maquinaria y sacar los animales.

2.4.1.5 Cerco y Puerta: Se deberá diseñar un encerramiento de la propiedad por medio de un cerco que indique los límites y controle la entrada de animales que puedan dañar los trabajos que realizarán en el sitio.

2.4.1.6 Caseta de Control: Se deberá diseñar una Caseta de Control, a la entrada del Botadero de Desechos Sólidos la cual tendrá como funciones principales resguardar de las inclemencias del clima a los vigilantes que controlan la entrada al sitio, tener un lugar donde guardar las hojas de control de entrada de personal; y camiones con desechos sólidos, guardar los elementos menores de trabajo y ser un lugar en donde puedan cambiarse y guardar la ropa los trabajadores. Además deberá tener espacio para un pequeño escritorio, casillas para la ropa de los trabajadores y un cuarto donde guardar las herramientas menores de trabajo, tales como palas, picas y carretas.

2.4.1.7 Recolección de Lixiviados: Se deberán localizar los sitios donde se ubicarán los filtros o canales para los lixiviados, además se diseñarán y construirán los mismos, para que los lixiviados por gravedad se dirijan hacia las partes bajas, y luego a su tratamiento como paso previo a su disposición final.

2.4.1.7.1 Medición del Caudal de Lixiviados y dimensionamiento del Tanque de Almacenamiento: Se deberá diseñar la medición del caudal de lixiviados y dimensionamiento del tanque de almacenamiento, en el sitio donde se concentren o donde lleguen los canales recolectores.

Se deberá diseñar un tanque de almacenamiento, con una capacidad de por lo menos tres días de producción en el mes más lluvioso.

El tanque de almacenamiento deberá tener su correspondiente diseño estructural.

2.4.1.8 Se deberá realizar como mínimo los siguientes análisis físico-químicos a los lixiviados captados como efluentes del Botadero de desechos sólidos:

Temperatura, pH, DBO₅, DQO, sólidos totales, nitrógeno total, fósforo total, dureza, alcalinidad, calcio, magnesio, cloruros, sulfatos, hierro, sodio, potasio, sólidos disueltos, plomo, mercurio, cadmio, cromo total, cianuros, fenoles y tenso activos.

Basándose en los resultados obtenidos inicialmente, se deberá decidir el listado de los parámetros a medir periódicamente.

2.4.1.9 Manejo de Gases: El manejo de gases deberá realizarse mediante el uso de chimeneas y su combustión se hará mediante un quemador o mechero encendido para quemar el gas que sale de las chimeneas.

2.4.1.10 Estabilidad de Taludes: Se deberá diseñar taludes estables, analizando la estabilidad estática y dinámica (sismos).

2.4.1.11 Control de Aguas Lluvias: El control de las aguas lluvias deberá realizarse por medio de canales interceptores, que no permitan que las aguas lluvias pasen sobre los desechos sólidos. Estos canales deberán diseñarse teniendo en cuenta la intensidad de las lluvias, el área drenante y el tipo de suelo.

2.4.1.12 Otros Controles: Se debe realizar el diseño, que como mínimo contendrá los siguientes controles:

- Control de Animales Grandes.
- Control de Insectos y Roedores.
- Control de Papeles y Plásticos.
- Control de Olores.
- Control de Recuperadores.
- Control de Incendios.
- Control de pequeños incendios.
- Control de grandes incendios.

2.4.1.13 Compactación y Cobertura: Se debe diseñar la compactación y cobertura de los desechos sólidos del Botadero en saneamiento.

La cobertura se la realizará usando un material impermeable que minimice la infiltración de aguas lluvias.

2.4.1.14 Diseño de la Celda Diaria: Mientras se cierra el botadero de desechos sólidos y se lleven los desechos sólidos a este sitio, se debe diseñar una Celda Diaria.

2.4.1.15 Recuperación Edáfica: Se deberá diseñar la recuperación edáfica la cual comprende básicamente el suavizar las pendientes, rellenar las oquedades, confinar y cubrir los desechos sólidos destapados. Se sembrará pasto o vegetación de raíz horizontal, para retener el suelo y protegerlo contra la erosión.

Se realizará un diseño paisajístico para entregar a la comunidad los terrenos ya recuperados y darle una utilización racional y acorde a las necesidades de la población.

2.4.1.16 Recursos Humanos y Equipos: Se determinará los recursos humanos y equipos que se necesitarán para sanear el Botadero de Desechos Sólidos.

2.4.1.17 Vías de Acceso: En el caso que un Botadero de Desechos Sólidos se quiera continuar utilizando como un Relleno Sanitario, se deberá diseñar un buen sistema de vías, que operen tanto en época seca como de lluvias.

2.4.1.18 Conversión a Relleno Sanitario: Después de saneado el Botadero de Desechos Sólidos y si se desea utilizarlo como Relleno Sanitario, deberá observarse lo estipulado en la presente norma sobre lo establecido para Rellenos Sanitarios.

2.4.1.19 Costos: Todos los diseños de las obras para el Saneamiento de un Botadero de Desechos Sólidos deberán incluir una evaluación económica la cual incluirá el análisis de precios unitarios.

2.4.1.20 Normas de Diseño: Para el saneamiento de un Botadero de Desechos Sólidos se deberá utilizar las Normas de Diseño vigentes y la Autoridad competente elaborará las Normas de Diseño pertinentes que hagan falta para viabilizar lo establecido en estas normas sobre Saneamiento de Botaderos de Desechos Sólidos.

2.4.1.21 De la realización del saneamiento de un Botadero de Desechos Sólidos.

Para el saneamiento de un Botadero de Desechos Sólidos se tendrá que ejecutar lo establecido en esta normativa.

2.5 DEL MANEJO Y DISPOSICIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS, TULAS LIBRO VI, ANEXO 6

2.5.1 De las responsabilidades en el manejo de los desechos sólidos

2.5.1.1 El Manejo de los desechos sólidos en todo el país será responsabilidad de las municipalidades, de acuerdo a la Ley de Régimen Municipal y el Código de Salud.

Las municipalidades o personas responsables del servicio de aseo, de conformidad con las normas administrativas correspondientes podrán contratar o conceder a otras entidades las actividades de servicio. La contratación o prestación del servicio a que hace referencia este artículo, no libera a las municipalidades de su responsabilidad y por lo mismo, deberán ejercer severo control de las actividades propias del citado manejo. Los desechos clasificados como especiales tendrán un sistema diferenciado de recolección y lo prestarán exclusivamente las municipalidades, por sus propios medios o a través de terceros, pero su costo será calculado en base a la cantidad y tipo de los desechos que se recojan y guardará relación con el personal y equipos que se empleen en estas labores.

2.5.1.2 Es de responsabilidad de los municipios la realización de trabajos de limpieza y mantenimiento de terrenos baldíos, en casos en que el propietario del terreno no realice la limpieza del mismo, con cargo de los gastos al propietario del terreno.

2.5.1.3 Previa a la celebración de fiestas tradicionales, ferias u otros eventos de carácter público, se requerirá la autorización de la entidad de aseo, la cual expedirá la reglamentación correspondiente.

2.5.1.4 Todas las actividades que puedan alterar la limpieza de los espacios públicos y cualquiera sea el lugar en donde se desarrollen y sin perjuicio de las autorizaciones que se hayan expedido, sus titulares y/o contratistas, que generen desechos sólidos son responsables de los municipios.

2.5.1.5 Los municipios sancionarán a quienes esparzan o lancen toda clase de octavillas (hojas volantes) o materiales similares. Los municipios en coordinación con la entidad recolectora de los desechos sólidos, procederán a limpiar los espacios públicos que hayan sido afectados por la distribución o dispersión de octavillas, imputando a los responsables el costo más un porcentaje de recargo por los servicios prestados.

2.5.1.6 Los municipios determinarán el área de influencia inmediata de toda actividad que genere desechos, siendo los generadores los responsables de mantener limpias dichas áreas.

2.5.1.7 Se podrá recibir en el relleno sanitario canes y felinos, que como medida de precaución han sido sacrificados en las campañas llevadas a efecto por las autoridades de salud, siguiendo los procedimientos indicados por la entidad ambiental de control. Por razones de seguridad ambiental y del personal, no se deberá recibir en ningún relleno sanitario, animales que hayan muerto por rabia u otras zoonosis, o animales provenientes de pruebas de laboratorio, bioensayos, etc., para estos animales se recomienda la incineración.

2.5.1.8 Es responsabilidad de las entidades de aseo recoger todos los desechos sólidos no peligrosos que presenten o entreguen los usuarios del servicio ordinario, de acuerdo con este tipo de servicio y con la forma de presentación que previamente hayan establecido dichas entidades para cada zona o sector.

2.5.1.9 La entidad de aseo deberá implantar sistemas de recogida selectiva de desechos sólidos urbanos, que posibiliten su reciclado u otras formas de valorización.

2.5.1.10 Los Ministerios, las Municipalidades y otras instituciones públicas o privadas, dentro de sus correspondientes ámbitos de competencia, deberán establecer planes, campañas y otras actividades tendientes a la educación y difusión sobre los medios para mejorar el manejo de los desechos sólidos no peligrosos.

2.5.2 De las prohibiciones en el manejo de desechos sólidos

2.5.2.1 Se prohíbe arrojar o depositar desechos sólidos fuera de los contenedores de almacenamiento.

2.5.2.2 Se prohíbe la colocación de animales muertos, cuyo peso sea mayor a 40 Kg y de desechos sólidos de carácter especial, en contenedores de almacenamiento de uso público o privado en el servicio ordinario.

2.5.2.3 Se prohíbe la quema de desechos sólidos en los contenedores de almacenamiento de desechos sólidos.

2.5.2.4 Se prohíbe quemar desechos sólidos a cielo abierto.

2.5.2.5 Se prohíbe la instalación de incineradores de desechos sólidos en edificios comunales o viviendas multifamiliares, los incineradores existentes a la fecha de

expedición de esta Norma deberán ser remplazados por otro sistema de eliminación autorizado por la entidad de aseo, previa aprobación de la Entidad Ambiental de Control.

2.5.2.6 Se prohíbe la disposición o abandono de desechos sólidos, cualquiera sea su procedencia, a cielo abierto, patios, predios, viviendas, en vías o áreas públicas y en los cuerpos de agua superficiales o subterráneos

2.5.2.7 Se prohíbe en el relleno sanitario y sus alrededores la quema de desechos sólidos.

2.5.2.8 Se prohíbe dentro del área del relleno sanitario la crianza de cualquier tipo de animal doméstico.

2.5.2.9 Se prohíbe la disposición de desechos sólidos peligrosos en el relleno sanitario de la ciudad, los cuales se encontrarán listados en la Normativa para Desechos Peligrosos, que emitirá el Ministerio del Ambiente.

2.5.2.10 Se prohíbe mezclar desechos sólidos peligrosos con desechos sólidos no peligrosos.

2.6 DE LA NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL DE DESCARGA DE EFLUENTES

RECURSO AGUA, TULAS LIBRO VI, ANEXO 1

Tratamiento convencional para potabilizar el agua: Son las siguientes operaciones y procesos: Coagulación, floculación, sedimentación, filtración y desinfección.

Tratamiento convencional para efluentes, previa a la descarga a un cuerpo receptor o al sistema de alcantarillado:

Es aquel que está conformado por tratamiento primario y secundario, incluye desinfección.

Tratamiento primario.- Contempla el uso de operaciones físicas tales como: Desarenado, mezclado, floculación, flotación, sedimentación, filtración y el desbaste (principalmente rejas, mallas, o cribas) para la eliminación de sólidos sedimentables y flotantes presentes en el agua residual.

Tratamiento secundario.- Contempla el empleo de procesos biológicos y químicos para remoción principalmente de compuestos orgánicos biodegradables y sólidos suspendidos.

El tratamiento secundario generalmente está precedido por procesos de depuración unitarios de tratamiento primario.

Tratamiento Avanzado para efluentes, previo descarga a un cuerpo receptor: agua dulce o agua marina

Es el tratamiento adicional necesario para remover sustancias suspendidas y disueltas que permanecen después del tratamiento convencional para efluentes.

2.7 NORMAS DE DESCARGA DE EFLUENTES A UN CUERPO DE AGUA RECEPTOR DE AGUA DULCE Y AGUA MARINA

- 1) Se prohíbe todo tipo de descarga en:
 - a) Las cabeceras de las fuentes de agua.
 - b) Aguas arriba de la captación para agua potable de empresas o juntas administradoras, en la extensión que determinará el CNRH, Consejo Provincial o Municipio Local y,
 - c) Todos aquellos cuerpos de agua que el Municipio Local, Ministerio del Ambiente, CNRH o Consejo Provincial declaren total o parcialmente protegidos.
- 2) Los regulados que exploren, exploten, refinen, transformen, procesen, transporten o almacenen hidrocarburos o sustancias peligrosas susceptibles de contaminar cuerpos de agua deberán contar y aplicar un plan de contingencia para la prevención y control de derrames, el cual deberá ser aprobado y verificado por la Entidad Ambiental de Control.
- 3) Las normas locales para descargas serán fijadas considerando los criterios de calidad establecidos para el uso o los usos asignados a las aguas. Las normas guardarán siempre concordancia con la norma técnica nacional vigente, pudiendo ser únicamente igual o más restrictiva y deberán contar con los estudios técnicos y económicos que lo justifiquen.

En los tramos del cuerpo de agua en donde se asignen usos múltiples, las normas para descargas se establecerán considerando los valores más restrictivos de cada uno de los parámetros fijados para cada uno.

- 4) Para el caso de industrias que capten y descarguen en el mismo cuerpo receptor, la descarga se hará aguas arriba de la captación.
- 5) Para efectos del control de la contaminación del agua por la aplicación de agroquímicos, se establece lo siguiente:
 - a) Se prohíbe la aplicación manual de agroquímicos dentro de una franja de cincuenta (50) metros, y la aplicación aérea de los mismos, dentro de una franja de cien (100) metros, medidas en ambos casos desde las orillas de todo cuerpo de agua,
 - b) La aplicación de agroquímicos en cultivos que requieran áreas anegadas artificialmente, requerirá el informe y autorización previa del Ministerio de Agricultura y Ganadería.
 - c) Además de las disposiciones contenidas en la presente Norma, se deberá cumplir las demás de carácter legal y reglamentario sobre el tema, así como los listados referenciales de la Organización para la Agricultura y Alimentos de Naciones Unidas (FAO).

6) Toda descarga a un cuerpo de agua dulce, deberá cumplir con los valores establecidos a continuación (Tabla N° 01).

Tabla N° 1 Límites de Descarga a un Cuerpo de Agua Dulce

PARÁMETROS	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Aceites y Grasas (Solubles en hexano)	mg/l	0,3
Aluminio (Al)	mg/l	5
Arsénico total (As)	mg/l	0,1
Cadmio(Cd)	mg/l	0,02
Cianuro total(CN ⁻)	mg/l	0,1
Cloruros (Cl ⁻)	mg/l	1 000
Cobre (Cu)	mg/l	1
Coliformes Fecales (Imp./100 ml)		Remoción >al 99,9 %
Color real	Uni. de color	* En dilución: 1/20
Demanda Bioquímica de Oxígeno (D.B.O ₅)	mg/l	100
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/l	250
Dicloroetileno	mg/l	1
Fósforo Total (P)	mg/l	10
Hierro total (Fe)	mg/l	10
Materia flotante		Ausencia
Mercurio total (Hg)	mg/l	0,005
Níquel (Ni)	mg/l	2
Nitratos + Nitritos (N)	mg/l	10
Potencial de Hidrógeno (pH)		5-7
Sólidos Suspendidos (SS)	ml/l	1
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/l	100
Sólidos Totales (ST)	mg/l	1 600
Sulfatos(SO ₄ ⁻)	mg/l	1000
Sulfitos (SO ₃)	mg/l	2
Sulfuros (S)	mg/l	0,5
Temperatura (°C)		< 35
Tensoactivos (Sus. Activas al azul de metileno)	mg/l	0,5
Vanadio (V)	mg/l	5
Zinc (Zn)	mg/l	5

Fuente: Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundario (TULAS), 2009.

2.8 OPERACIONALIZACIÓN PARA LA EJECUCIÓN DE LA CLAUSURA

Según Garcés G, (2000) las acciones claves son:

- Emitir una acción de personal para que un funcionario cumpla las actividades de clausura.
- Establecer los compromisos entre manejadores y emisores de desechos: la municipalidad y privados.

Las fases principales para la selección y realización de las acciones correctoras son:

Fase 1 Lo urgente: Saneamiento del área: retirar todos los desechos volátiles y los que pudieren ser arrastrados por los escurrimientos superficiales; recoger todos los desperdicios existentes en la vía de acceso.

Acciones inmediatas para neutralizar la propagación de vectores: colocar una capa de cobertura de 60 cm e iniciar un programa de desratización en todo el territorio, que incluye la ciudad.

Implementar el relleno sanitario manual para uso de las actividades domésticas de la zona.

Elaboración de un plan de seguridad e higiene: la vigilancia del botadero clausurado y la responsabilidad municipal sobre la disposición final futura.

Abrir un registro de denuncias sobre alteraciones del nuevo status.

Fase 2 El corto plazo:

Intervenir en botaderos alternos.

Estabilización de taludes, material de cobertura, cerramientos, uso futuro del sitio.

Determinar con la población los problemas de contaminación.

Eliminar los botaderos clandestinos, en terrenos aledaños a la Ciudad y promover el saneamiento general.

Fase 3 Las actividades de cierre:

Instalar una chimenea para ventilación de gases, en la parte central del botadero, donde la pendiente permite algún margen de maniobrabilidad.

Identificar los lixiviados expuestos a la sub superficie.

Aislar los desechos del ambiente, con materiales de permeabilidad baja. Se puede quemar plástico, papel o cartón.

Verificar la tolerancia vegetal a las condiciones finales previstas en el sistema de recubrimiento final.

El monitoreo a largo plazo no es difícil de ser implementado. Deben plantearse ciertos controles que permitan actuar durante la presentación de crisis.

2.9 ANÁLISIS SECTORIAL DE RESIDUOS SÓLIDOS

2.9.1 Resumen Técnico de Pastaza

El funcionamiento del Relleno Sanitario del Cantón Pastaza parte del año 1995, ubicado en la Vía a la Parroquia 10 de Agosto, al este de la ciudad de Puyo a una distancia aproximada de 6.5 km, con coordenadas: Longitud: 75° 35' - 78°5' 0. Latitud:1°20'-2°35'Sur (170735 E/983729 N). La recolección de desechos se aplica a las parroquias de Fátima, Vera Cruz, Simón Bolívar, 10 de Agosto y la misma Ciudad de Puyo, cuya disposición final se menciona anteriormente.

Los procesos de almacenamiento y tratamiento de desechos en este relleno son ineficientes en cuanto a su almacenamiento y a su tratamiento, actividades que han generando impactos de importancia a recursos como: suelo, aire y agua. También se han

creado hábitats de vectores, transmisores de enfermedades gastrointestinales y respiratorias, provocando efectos colaterales a personas que realizan actividades en este sitio en condiciones inhumanas, lo que representa un grave problema de salud pública y al medio ambiente.

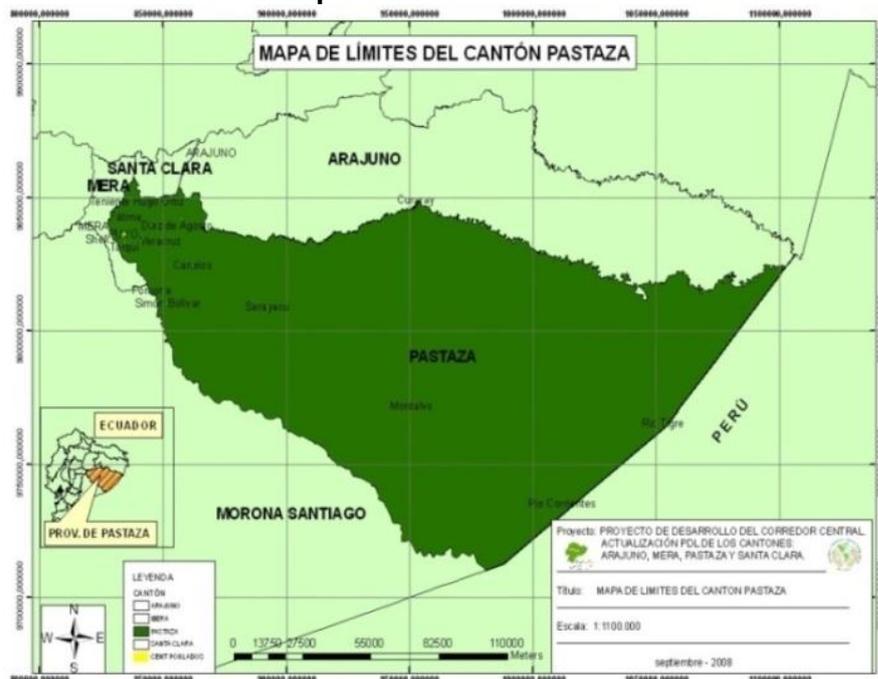
Ubicación Geográfica

De acuerdo al Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2010, el cantón Pastaza es considerado como el más grande de la provincia que lleva el mismo nombre. Puyo es la capital del cantón y de la Provincia de Pastaza, él Cantón se encuentra en las estribaciones de la cordillera oriental en la parte central de la Región Amazónica y corresponde a las siguientes coordenadas: **Longitud:** 75° 35' - 78°5' 0. **Latitud:** 1°20'-2°35' Sur y **Altitud:** 950 m.s.n.m. Su cabecera cantonal y provincial a la vez se halla localizada en los 78° de longitud oeste y 1° 30' de latitud sur.

Límites y Extensión

El cantón Pastaza limita al norte con el Cantón Arajuno, al sur con la Provincia de Morona Santiago (teniendo como límite natural el río Pastaza), al este con la república del Perú y al oeste el Cantón Mera.

Gráfico N° 2 Mapa de Límites del Cantón Pastaza



Fuente: Plan de Desarrollo de Ordenamiento Territorial del Cantón Pastaza, 2010.

Elaboración: SwissContac, 2011.

Extensión Territorial

19.452 Km²

Altitud

Las Parroquias ubicadas a lo largo de todo el cantón se encuentran entre altitudes de 200 a 1.800 m.s.n.m., su cabecera cantonal y capital de provincia es Puyo, está ubicada a 953 m.s.n.m.

2.9.2 Descripción Física del Cantón Pastaza

Debido al reducido número de estaciones meteorológicas las apreciaciones sobre las siguientes variables son bastante generales, estos datos se toman en cuenta también para el Relleno Sanitario del Cantón de Pastaza.

Clima: Posee un clima tropical húmedo, se encuentra a 953 msnm. SwissContac, 2011.

Temperatura: Las temperaturas máximas registradas alcanzan los 31.0 °C y las mínimas 8,6 °C, registrándose un promedio de 20,3 °C. La evapotranspiración potencial es menor que la precipitación por lo cual no existen meses secos, teniendo una humedad atmosférica promedio anual del 89%. Por las condiciones climáticas existe una gran presencia de nubes y por lo que la heliofonía se presenta un promedio de 23%. SwissContac, 2011.

Pluviosidad: Es una zona de gran precipitación pluvial y humedad presente a lo largo de todo el año, la precipitación varía entre los 2.000 mm al occidente, en la parte de las estribaciones de la cordillera oriental y, alrededor de los 4.700 mm en la llanura amazónica, con un promedio de 4.538 mm anuales. SwissContac, 2011.

Demografía: La población total del Cantón Pastaza según el censo realizado por el INEC en el 2010 es de 62016 habitantes, que según el sexo son:

Tabla N° 2 Población de la Provincia de Pastaza
DISTRIBUCIÓN POBLACIONAL DE ACUERDO AL SEXO

Población	Total Habitantes	Porcentaje
Mujeres	30.923	49,37%
Hombres	31.093	50,63%
Total	62.016	100,00%

Fuente: Censo INEC, 2010

Adaptación: Elaboración propia, 2011

Ni INEC, ni el Municipio de Pastaza dispone datos de información sobre población flotante como turistas o migración (fuera del cantón, hacia otras ciudades del país o al exterior).

2.9.3 Tasa de crecimiento poblacional

La tasa de crecimiento poblacional del Cantón Pastaza es de 3.86 % anual según el Censo INEC, 2010.

La población del cantón Pastaza proyectada por el método geométrico al año 2020 en base a la población determinada en el censo INEC, 2010 y la tasa de crecimiento poblacional del censo INEC, 2001 es de 90.571 habitantes, de los cuales 53.538 habitantes estarían en el Puyo y 37.032 habitantes en las parroquias; la proyección de crecimiento de la población por parroquias al año 2020 por método geométrico se indica en la siguiente tabla:

Tabla N° 3 Proyección y Distribución de la Población del Cantón Pastaza

CANTÓN PASTAZA											
ESTIMACIÓN POR AÑO	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Nª HABITANTES	62.016	64.410	66.896	69.478	72.160	74.945	77.838	80.843	83.963	87.204	90.571

Fuente: Censo INEC, 2010

Adaptación: Elaboración propia.

2.9.4 Factores Socio-Económicos

De acuerdo a los datos elaborados por el INEC se muestra lo siguiente:

Población.- De 15 a 64 años de edad representa el 60.10%, de 0 a 14 años de edad alcanza el 32.47% y el 7.43% pertenece a personas de 65 años más. INEC, (2010).

Educación.- El 66.76% de habitantes se encuentran en establecimientos educativos actualmente. INEC, (2010).

Tipo de vivienda.- El 65.09% cuenta con viviendas tipos casa/villa, el 19.42% son de rancho, las mediaguas representan un 8.4% y viviendas tipo covacha, choza, hotel/pensión/residencial, cuartel militar y otros tipos de viviendas no superan el 5.25%. INEC, (2010).

Suministro de luz eléctrica.- La población que si dispone del servicio de luz eléctrica alcanza el 83.67%, la que no la tiene representa el 13,78%, el 1.53% cuenta con paneles solares y los que no tienen servicio de luz eléctrica se identifican con un 1.02%.

Servicio de red pública de agua.- El servicio Red Pública de agua alcanza el 61.22%, de río/vertiente/acequia el 35.20% y otro procedencia de agua no supera el 3.57%.

Telefonía convencional.- Las personas que cuenta con Servicio de Telefonía Convencional alcanza apenas el 22.22%. INEC (2010).

2.9.5 Características de los Factores Bióticos

Para diagnóstico de la fauna se toma como modelo global de referencia al Estudio de Impacto Ambiental realizado en el Cantón Puyo realizado por Bonilla J., *et al.*, (2009):

Los recorridos por toda la zona de estudio demuestran una mediana riqueza en términos botánicos de especies nativas, pues la tala de la vegetación se da por áreas destinadas a infraestructuras, campamentos, vías y áreas de disposición final.

1.- Flora: La vegetación de esta zona de vida se conforma por muchas epífitas, musgos y líquenes, las especies de árboles más comunes de la zona son guarumo, balsa, guabos, sandy, chonta, y palmas arbóreas como ungurahua, pambil y entre otros; Entre las

especies vegetales de bosques secundarios se destacan las formaciones pioneras como pigüe, balsa, guarumos, y colcas entre otros. A continuación se presentan una lista más detallada en relación a la clasificación + k de géneros y especies mencionadas anteriormente:

Tabla N° 4 Especies identificadas en la zona

N°	CLASIFICACIÓN			
	FAMILIA	GENERO Y ESPECIE	ALTURA PROMEDIO (m)	UICN
1	Caesalpinaceae	Bauhiniatarapotensis	2	
2	Caesalpinaceae	Browneagrandiceps	14	
3	Rubiaceae	Calycophylumspruceanum	20	
4	Cecropiaceae	Cecropiaherthae	9	
5	Clusiaceae	Chrysoclamystenuifolia	13	
6	Rubiaceae	Cinchonapubscens	21,5	
7	Theophrastaceae	Clavija eggersiana	9	
8	Lecythidaceae	Eschweilera gigantea	16	
9	Arecaceae	Euterpe precatória	13	
10	Arecaceae	Geonomamacrostachys	-	
11	Lecythidaceae	Griasneuberthii	8	
12	Meliaceae	Guarea kunthiana	9	VU
13	Sterculiaceae	Herraniacuatreacasana	8	
14	Euphorbiaceae	Hyeronimamacrocarpa	10,5	
15	Mimosaceae	Inga cinnamomea	3,5	
16	Arecaceae	Iriarteadeltoidea	25	
17	Caricaceae	Jacaratiaspinosa	16	
18	Chrysobalanaceae	Licaniaharlinguuii	16	
19	Bombacaceae	Matisiamalacocalyx	8	
20	Bignoniaceae	Memora cladotricha	5,5	
21	Melastomataceae	Miconiascendens	9	VU
22	Melastomataceae	Miconia aurea	10	VU
23	Melastomataceae	Miconiatheazens	12,5	
24	Lauraceae	Nectandragracilis	12	
25	Myristicaceae	Obotagordoniifolia	25	
26	Bombacaceae	Ochromapyramidale	6,5	
27	Arecaceae	Oenocarpusbataua	16	
28	Moraceae	Perebeatessmannii	14	
29	Piperaceae	Piperobliquum	1,5	
30	Cecropiaceae	Pourouma bicolor	9	
31	Sapotaceae	Pouteria multiflora	8	
32	Burseraceae	Protiumaracouchinii	8,5	
33	Bombacaceae	Quararibeamalacocalyx	7,5	
34	Violaceae	Rinorealindeniana	6	
35	Annonaceae	Xilopiasericea	3	
36	Rutaceae	Zanthoxylumsprucei	5,5	
NÚMERO DE ESPECIES				36

Fuente: Bonilla J., *et al.*, (2009)

Adaptación: Elaboración propia 2011.

Estado de conservación: De acuerdo a Ron *et al.*, 2011 no existen especies que se encuentren en alguna categoría de amenaza por el impacto que puedan ocasionar actividades del relleno. Según la UICN las especies *kunthiana*, *miconiascendens* y *miconiaaurea* se encuentran en la categoría de vulnerabilidad (VU).

2.- Fauna.- La búsqueda e identificación de huellas (pisadas, comederos, dormideros, caminos, fecas) permite determinar de ciertas especies sin necesidad de que estas sean vistas de forma directa. También fue importante la identificación de sonidos y vocalizaciones, para el caso de las aves.

2.1.-Masto fauna: Durante el área se reconoció un total de 9 especies, agrupadas en cuatro órdenes, seis familia y nueve géneros (Tabla N° 05).

Tabla N° 5 Especies mamíferas registradas

N°	CLASIFICACIÓN				
	Orden	Familia	Especie	Nombre común	UICN
1	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus lituratus</i>	murciélago frutero mayor	
2	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	murciélago frutero común	
3	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Desmodus rotundus</i>	Vampiro	
4	Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Marmosa murina</i>	raposa chica	
5	Edentata	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Armadillo	
6	Rodentia	Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	Guanta	
7	Rodentia	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta fuliginosa</i>	Guatuza	
8	Rodentia	Muridae	<i>Oryzomys perenensis</i>	ratón arrozalero	
9	Rodentia	Muridae	<i>Scolomys melanops</i>	Ratón espinoso gris	EN
NÚMERO DE ESPECIES					9

Fuente: Bonilla J., et al., (2009)

Adaptación: Elaboración propia, 2011.

Estado de conservación: De acuerdo al Libro Rojo de los Mamíferos del Ecuador (Tirira, et al., 2001) no existen especies que se encuentren en alguna categoría de amenaza por el impacto que puedan ocasionar actividades del relleno. Según la UICN (2000) el ratón espinoso gris se encuentra como una especie en peligro (EN).

2.2.- Avifauna: Dentro del área de estudio se identificaron un total de 11 especies de aves que representan el 0,74% de las especies que habitan en el Ecuador y el 1,82% de las especies que habitan en la Amazonía. Estas 11 especies se encuentran distribuidas en 10 Familias, la familia de mayor especie fue Hirundinidae y el resto de las familias están representados con una especie.

Tabla N° 6 Listado de Especies de Aves Registradas

N°	CLASIFICACIÓN			
	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	UICN
1	Icteridae	<i>Cacicus cela</i>	Cacique lomiamarillo	
2	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo negro	
3	Cuculidae	<i>Crotophaga major</i>	Garrapatero mayor	
4	Corvidae	<i>Cyanocorax violaceus</i>	Urraca violácea	
5	Dendrocolaptidae	<i>Glaucis hirsuta</i>	Ermitaño pechicanelo	
6	Tyrannidae	<i>Megarynchus pitangua</i>	Mosqueropico	
7	Pipridae	<i>Pitangus lictor</i>	Mosquero menor	
8	Hirundinidae	<i>Progne chalybea</i>	Martín pechigris	
		<i>Psaracolius decumanus</i>	Oropéndola crestada	
9	Trochilidae	<i>Threnetes leucurus</i>	Picaflor	
10	Turdidae	<i>Turdus ignobilis</i>	Mirlo piquinegro	
NÚMERO DE ESPECIES				10

Fuente: Bonilla J., et al., (2009)

Adaptación: Elaboración propia.

Gráfico N° 3 Ave de Rapiña (*Coragypsatratus*)



Fuente: Elaboración propia, 2011

Estado de Conservación: Ninguna de las especies de aves registradas durante el estudio, están incluida dentro de categorías de amenaza propuesta por la UICN o bien son tan poco conocidos que su estado de conservación no puede ser determinado.

2.3.- Herpetofauna: En el caso de los anfibios se registraron 10 especies que representan el 2,32% de las especies presentes en todo el Ecuador, se encuentran distribuidas dentro de 4 familias y 8 géneros. La familia más abundante es la *Leptodactylidae* con un total de 6 especies que representa el 60 % del total de las registradas en el área de estudio. Todas las especies registradas son generalistas, es decir que pueden ser encontradas en diferentes tipos e ecosistemas, ya sean intervenidos como primarios.

Tabla N° 7 Listado de Especies de Anfibios Registrados

N°	CLASIFICACIÓN			
	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	UICN
1	Dendrobatidae	<i>Epipedobatesbilingüis</i>	Rana venenosa	
2	Bufo	<i>Bufo margaritifer</i>	Sapo	
3	Leptodactylidae	<i>Adenomeraandreae</i>	Sapo	
4	Leptodactylidae	<i>Eleutherodactylusconspicillatus</i>	Sapo	
5	Leptodactylidae	<i>Eleutherodactylussockendeni</i>	Sapo	
6	Leptodactylidae	<i>Leptodactyluspentadactylus</i>	Rana gualaj	
7	Leptodactylidae	<i>Ischnocnemaquixensis</i>	Sapo	
8	Leptodactylidae	<i>Scinax rubra</i>	Sapo	
9	Hylidae	<i>Hyla granosa</i>	Rana arborícola	
		<i>Hylaboans</i>	Rana arborícola	
NÚMERO DE ESPECIES				9

Fuente: Bonilla J., et al., (2009)

Adaptación: Elaboración propia.

Estado de Conservación: Según Ron et al., 2011 en los estudios realizados en la UICN estima que el 60 % de los anfibios están amenazados o bien son tan poco conocidos que su estado de conservación no puede ser determinado.

En cuanto a reptiles, se logró identificar un total de siete especies que representan el 1,77% de las que habitan en el Ecuador. Las siete especies se distribuyen dentro de seis familias y siete géneros. Únicamente la familia *Viperidae*, correspondiente a las culebras venenosas, presenta dos especies, el resto de las familias registró una sola. Las dos especies de la familia *Viperidae* se incluyen en el listado gracias a la información

proporcionada por los moradores del sitio en información bibliográfica. La presencia de culebras venenosas como la Equis y la Verrugosa eran de esperarse, pues estas generalmente se encuentran en zonas húmedas y pastizales del área de estudio.

Tabla N° 8 Listado de Especies de Reptiles Registrados

Nº	CLASIFICACIÓN			
	Familia	Especie	Nombre común	UICN
1	Gymnophthalmidae	<i>Alopoglossustriventris</i>	Lagartija	
2	Gekkonidae	<i>Gonatodeshumeralis</i>	Geko	
3	Teiidae	<i>Kentropyxpelviceps</i>	Lagartija	
4	Viperidae	<i>Bothropsatrox</i>	Equis	
5	Viperidae	<i>Lachesis muta</i>	Verugosa	
6	Elapidae	<i>Micrurus spp.</i>	Coral	
7	Boidae	<i>Boa constrictor</i>	Matacaballo	DD
NÚMERO DE ESPECIES				7

Fuente: Bonilla J., et al., (2009)

Adaptación: Elaboración propia.

Estado de Conservación: En base al listado de especies por Ron et al., 2011 ninguna de las especies de reptiles registrados en este estudio está incluida en las categorías de amenaza. A excepción de la Familia Boidae, identificada con categoría DD (Datos insuficientes).

2.4.- Ictiofauna: Se registraron tres especies de peces distribuidas en tres familias. Estas tres especies representan el 0.64% de las reportadas para todo el Ecuador continental y el 1,85% de las reportadas para la Amazonía.

Tabla N° 9 Listado de Especies de Peces registrados

Nº	CLASIFICACIÓN			
	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	UICN
1	Cichlidae	<i>Aequidnesvittatus</i>	Vieja	
2	Characidae	<i>Characidiumfasciatum</i>	Sardina	
3	Pimelodidae	<i>Pimelodusclarias</i>	Barbudo	
NÚMERO DE ESPECIES				3

Fuente: Bonilla J., et al., (2009)

Adaptación: Elaboración propia.

2.5.- Entomofauna: Aunque la densidad de los insectos según los datos obtenidos de los muestreos en el área es baja, cabe mencionar la importancia de los órdenes y familia capturadas, así por ejemplo tenemos que se registraron cinco órdenes *Coleoptera*, *Lepidoptera*, *Orthoptera*, *Hemiptera* y *Heteroptera*, los mismos que son considerados de alto valor como bioindicadores, pues su presencia abundante o su ausencia denotan problemas en la constitución de las relaciones de interacción entre las plantas y las distintas especies del reino animal. El orden con mayor presencia dentro de la zona de estudio, resultó ser *Coleoptera*, con tres familias (*Scarabeidae*, *Coccinelidae* y *Passalidae*). Otro orden considerado de importancia y que fue registrado es

Orthoptera abundancia fue notoria, sobre todo en la zona de pastizales ubicada en los alrededores del área de influencia.

Estado de Conservación: En base al listado de especies por Ron et al., 2011 ninguna de las especies de reptiles registrados en este estudio está incluida en las categorías de amenaza. A excepción de la Familia Boidae, identificada con categoría DD (Datos insuficientes).

Gráfico Nº 4 Familia Lepidóptera



Fuente: Elaboración propia, 2011.

2.10 CARACTERÍSTICAS DE LOS FACTORES ABIÓTICOS

La caracterización del suelo en el sitio, se divide en tres puntos principales; estratigrafía, sismicidad y geomorfología:

2.10.1 Estratigrafía

El área de influencia directa e indirecta del relleno sanitario actual y proyectado se localiza en una Cuenca de Transarco con sedimentos continentales, aquí aflora la formación Mesa datada en el Plio Pleistoceno, ésta comprende una serie de terrazas disectadas compuestas de depósitos derivados de la continua erosión de la Sierra, su espesor alcanza los 100 metros, las terrazas muestran evidencias de callamiento y levantamiento y están parcialmente cubiertas por depósitos cuaternarios posteriores.

Debajo del manto de cenizas, el depósito detrítico constituido por guijarros andesíticos sobre un espesor de por lo menos unos cien metros; este depósito ha sido profundamente meteorizado y sus capas superiores se han transformado en suelos rojos. Afloramiento de la formación mesa, litológicamente representada por arcillas halloysíticas blancas con estratos centimétricos de arena. GADMPz, (2010).

Metodología de análisis de riesgos naturales:

El Riesgo según la UNESCO, 2010 “Representa la posibilidad de una pérdida que puede afectar a la vida humana, las propiedades o la capacidad productiva”; para el presente análisis se ha considerado la probabilidad o peligrosidad de que el fenómeno ocurra, y, las consecuencias del fenómeno (valor, vulnerabilidad y capacidad de respuesta), para lo cual se utiliza la *Matriz de Riesgos Físicos* elaborada para el Estudio de Impacto Ambiental del OCP (esta matriz se adaptó de la evaluación de riesgos para el manejo de

Productos Químicos Industriales y Desechos Especiales en el Ecuador Fundación Natura 1996).A continuación se presenta la matriz de riesgo:

Probabilidad		A	B	C	D	E
5	Muy probable, más de una vez por año					
4	Probable, una vez cada 10 años					
3	Poco probable, una vez cada 10 a 100 años					
2	Improbable, Una vez cada 100 a 1000 años					
1	Muy improbable, menos de una vez cada 1000 años					
Consecuencias		No importante	Limitada	Serias	Muy serias	Catastróficas

2.10.2 Sismicidad

El proceso de subducción de la placa oceánica de Nazca bajo la placa continental de Sudamérica, origina sismos superficiales en la plataforma submarina y en la costa continental, la profundidad de los sismos aumenta conforme se adentran en el continente de acuerdo al ángulo de la subducción. La costa occidental de Sudamérica está considerada como un borde típico de placas tectónicas en convergencia, caracterizado por zonas de Benioff, que definen a lo largo del continente cinco segmentos de subducción de la placa oceánica, donde se aprecia el desarrollo de una fosa oceánica profunda y en tres de ellos, la presencia en la parte continental de un arco volcánico andesítico activo paralelo a la fosa; lo que sugiere que todo el margen a lo largo de la zona de subducción comprendida entre la latitud 4°N y la latitud 3°S corresponde a una zona sísmicamente activa capaz de producir grandes terremotos. En el siguiente mapa del Ecuador se pueden identificar los terremotos de intensidad VI y VII desde el año 1941 hasta 1990, la ubicación nos indica una orientación N – S y un claro aumentos en la intensidad y cantidad hacia la cordillera, por lo que se puede decir que son terremotos producidos por subducción.

Según el Mapa Sismo Tectónico de la República del Ecuador (Dirección General de Defensa Civil y Escuela Politécnica del Ejército, 1992) el área de estudio se localiza en los denominados Nidos Sísmicos y corresponde a la Zona F catalogada como de Muy Alta Sismicidad.

De acuerdo al mapa de Zonificación Sísmica del Ecuador, del Código Ecuatoriano de la Construcción CEC-2000, el proyecto se localiza en la Zona Sísmica III, el valor máximo de la aceleración de la gravedad del terreno (Z) tiene un valor de 0.30g, considerando una vida útil de la estructura de 50 años y con una probabilidad de excedencia del 10%.

Riesgo Sísmico: Para el análisis se considera una probabilidad tipo 3 y consecuencias limitadas de grado B, estimado el Riesgo Sísmico 3B y corresponde a un Riesgo Moderado.

Volcanismo: En el Ecuador continental existen 11 volcanes activos, con relación a la extensión territorial y la porción efectivamente habitada la densidad de los volcanes activos del Ecuador es una de las más altas del mundo. Se tiene la influencia directa en el área de estudio (Relleno Sanitario de la Ciudad de Puyo) del volcán Tungurahua en la Cordillera Real y del volcán Sangay en la Cordillera Oriental. Simkin, (1981).

2.10.3 Geomorfología

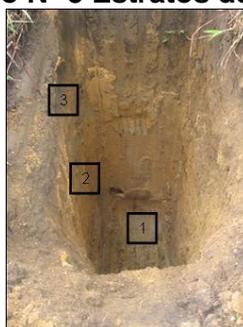
La zona de estudio corresponde a la denominada Amazonía Periandinal. El relleno sanitario se localiza en la unidad geomorfológica denominada Piedemontes próximos con cobertura de cenizas volcánicas, se presenta como pequeñas colinas convexas o en ondulaciones suaves según la profundidad de la meteorización; las zonas menos disectadas sufren de un drenaje insuficiente. Para la clasificación de los suelos de la zona de estudio se utilizó el Sistema Norteamericano SOLITAXONOMY (USDA, 1975). Este sistema se basa primordialmente en la morfología de los suelos, descrita en términos de sus horizontes. Winckell Alain, Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional, 2010.

El sistema indicado utiliza categorías, cada una de ella tiene sus propias características diferenciadoras, que permite agrupar los suelos de acuerdo a los procesos pedológicos de formación y por la presencia o ausencia de horizontes diagnóstico su disposición, temperatura y humedad del suelo; presencia o ausencia de capas diagnósticas. Los suelos desarrollados sobre meteorizadas son andosales hidratados profundos.

Mecánica de los Suelos-Perfil:

- **Altitud:** 1.000m.s.n.m. aproximadamente
- **Topografía:** Clima de Colores
- **Cobertura final:** Pasto.
- **Coordenadas:** Longitud: 75° 35' - 78°5' 0. Latitud: 1°20'-2°35'Sur.

Gráfico Nº 5 Estratos de Suelo



Fuente: Estudio de Manejo Integral de Desechos Sólidos, 2009
Elaboración: Departamento de Higiene y Salubridad, 2009.

Tipos de Suelos:

- 1.- Limos, color blanco muy húmedo (5yR8/2)
- 2.- Limos, color amarillo (2.5 Y 7/8)
- 3.- Limos, color gris muy oscuro (10 Y R3/1), abundante raíces

Para la clasificación de los suelos de la zona de estudio se utilizó el Sistema Norteamericano SOILTAXONOMY (USDA, 1975). Este sistema se basa primordialmente en la morfología de los suelos, descrita en términos de sus horizontes (HORIZONTES DIAGNÓSTICOS).

El sistema indicado utiliza categorías, cada una de las cuales tiene sus propias características diferenciadoras, que permite agrupar los suelos de acuerdo a los procesos pedológicos de formación y por la presencia o ausencia de horizontes diagnóstico a su disposición, temperatura y humedad del suelo; presencia o ausencia de capas diagnósticas. Las temperaturas medias anuales son alrededor de 20°C, con precipitaciones alrededor de 4.507 mm. Los suelos desarrollados sobre cenizas meteorizadas son andosoles hidratados profundos. En zonas en donde los colonos han ocupado las partes bajas y planas y han cambiado el uso del suelo de bosque a pastoral casi ha desaparecido el horizonte orgánico y sus potencialidades de intercambio indispensables en la reconversión de los nutrientes. GADMPz, (2010).

2.11 ANÁLISIS SECTORIAL DE RESIDUOS SÓLIDOS EN PASTAZA

En el Cantón Pastaza desde el año 1995 se inicia con el manejo de los residuos sólidos, lugar ubicado en la vía a la Parroquia 10 de Agosto al este de la ciudad a una distancia de aproximada 6,5 km del centro de la ciudad, esta actividad se la empezó como un botadero cielo abierto, lo que generaba gran cantidad de problemas o afectaciones al medioambiente y a moradores del sector, a partir del año 2000 se cambia la forma de manejar los residuos sin embargo persiste los inconvenientes por la falta de recursos económicos para la construcción de un nuevo relleno sanitario, a partir del año 2009 se ha venido trabajando bajo los lineamientos que nos están permitiendo transformar el botadero a cielo abierto, a un relleno sanitario semicontrolado y finalmente un verdadero relleno sanitario que opere bajo la normativa técnico legal que minimice los impactos generados por el manejo de los residuos sólidos del Cantón Pastaza, desde Septiembre del 2011 se maneja los residuos en una plataforma de disposición final que cuenta con Tipos de Procesamientos ambientalmente limpios en el manejo, tratamiento y disposición final de los desechos. GADMPz, (2011).

Para determinar la composición de los residuos sólidos se planteó un programa de monitoreo como señala las regulaciones internacionales, se procedió a recoger en forma aleatorias muestras en el sector urbano de la ciudad del Puyo, este procedimiento se

realizó en diferentes días y en la noche con la finalidad de tener información referente a los desechos que generan los comercios y las residencias. La generación per cápita (GPC) de residuos en kg/hab/día se determina en función de los residuos generados por un domicilio en un día y dividiendo para el número de personas que residen en ese domicilio. En el cantón Pastaza la generación alcanza a 0,68 Kg/hab/día en el año 2011.

Tabla N° 10 Resultados de GPC y densidad de residuos domiciliarios

VARIABLE	UNIDADES	VALOR
GPC	Kg/hab/día	0,68
Densidad promedio	Kg/m ³	217,93

Fuente: Diagnóstico de la Gestión de los Residuos en el Gobierno Municipal Descentralizado del Cantón Pastaza, 2011.

Elaboración: SwissContac, 2011.

En la proyección de la generación de residuos sólidos en el área urbana del Cantón Pastaza se ha identificado a la generación per cápita en la investigación de campo con un incremento de un punto porcentual por año (1%) y la proyección de crecimiento población que tendrá el Cantón. Los resultados muestran que al año 2020, la generación per cápita estará en un nivel de 0,77 Kg/hab-día y la generación total de residuos en el cantón estará en 41,22 ton/día.

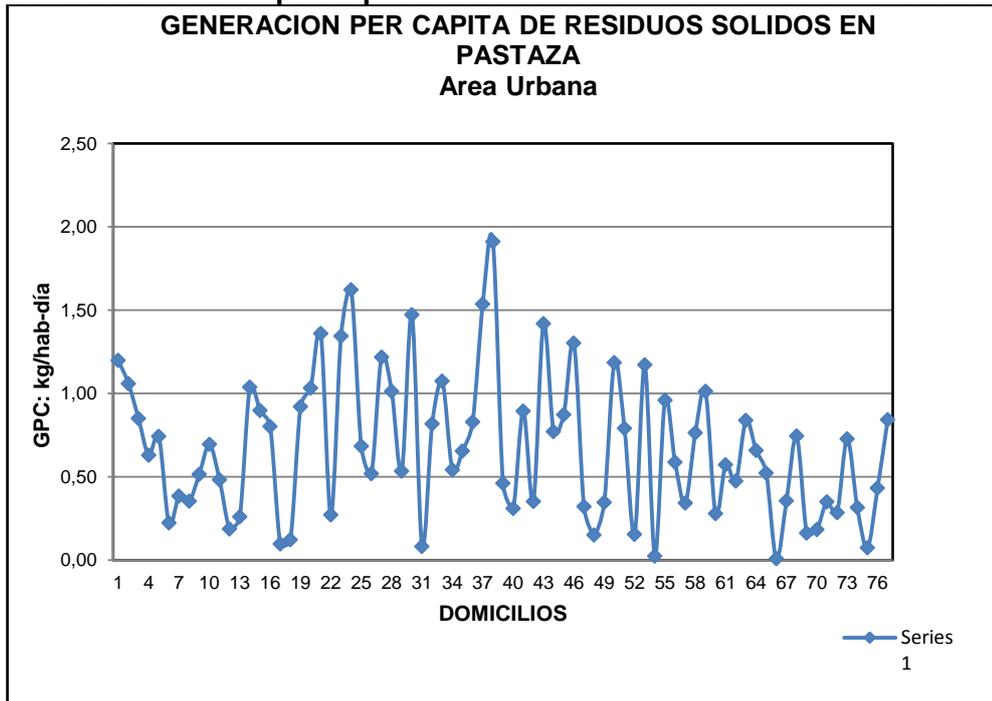
Tabla N° 11 Proyección de la Generación de Residuos en el Cantón Pastaza

GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS				
AÑO	Población	GPC	CANTIDAD DE RESIDUOS	
	hab	kg/hab*día	kg/día	ton/día
2010*	62.016	0,67	41550,72	41,55072
2.011	64.410	0,68	43798,8	43,7988
2.012	66.896	0,69	46158,24	46,15824
2.013	69.478	0,7	48634,6	48,6346
2.014	72.160	0,71	51233,6	51,2336
2.015	74.945	0,72	53960,4	53,9604
2.016	77.838	0,73	56821,74	56,82174
2.017	80.843	0,74	59823,82	59,82382
2.018	83.963	0,75	62972,25	62,97225
2.019	87.204	0,76	66275,04	66,27504
2.020	90.571	0,77	69739,67	69,73967

Fuente: Diagnóstico de la Gestión de los Residuos en el Gobierno Municipal Descentralizado del Cantón Pastaza, 2011.

Adaptación: Elaboración propia, 2012.

Gráfico N° 6 Generación per cápita de residuos sólidos en área urbana de Pastaza



Fuente: Diagnóstico de la Gestión de los Residuos en el Gobierno Municipal Descentralizado del Cantón Pastaza, 2011.

Elaboración: SwissContac, 2011.

Para la recolección de desechos es fundamental el tipo de desecho (orgánico, peligroso y no peligroso) y dependiendo de esto el sistema de recolección es diferente para cada uno.

2.12 GENERACIÓN DE DESECHOS POR SU CLASIFICACIÓN

2.12.1 Desechos Hospitalarios:

Para determinar la generación de desechos hospitalarios, se realizó el muestreo de los hospitales y subcentros de salud y se obtuvo la generación por cama/día, con lo que se proyectara la generación en todos los centros de salud a futuro, se realizó un muestreo de una semana en la cual se obtuvo 3 muestras de 3 días ya que la recolección de los desechos hospitalarios peligrosos en los centros de salud se lo realiza pasando un día. Se estimará la cantidad de residuos de tipo común (no peligroso) que generan los servicios de salud y los resultados se concentran en cantidades de 631,351 kg/semanal (Descripción detallada en el Anexo N° 04). Del muestreo se desprende que promedio de desechos hospitalarios peligrosos producido por los hospitales de 0,436 kg/cama, siendo los más considerables el material contaminado y los corto punzantes. Existen dos sub centros de salud y un patronato que presta sus servicios y los datos recolectados se encuentran en el Anexo N° 04, en la tabla de muestreo de subcentro de salud en la Ciudad de Puyo. Sólo se los recoge una vez por semana por los resultados corresponden

a 7 días, el resultado promedio es de 0,964 kg/día, estos subcentros solo tienen medicina externa, por lo que no se los puede expresar por cama.

2.12.2 Desechos Orgánicos

Para la identificación de desechos orgánicos se desarrolló y aplicó un plan de monitoreo, metodología basada en la normativa vigente del país para identificación de desechos urbanos. De este modo se realizó un muestreo directo en los centros de producción y como elemento representativo el estudio de generación se efectuó el análisis en los mercados que se indican a continuación:

- Mercado Central Municipal
- Mercado el Dorado
- Mercado Mariscal
- Centro Agrícola de Plátanos

Se realizó una encuesta a estos grandes productores (Anexo N° 05 encuesta mercados) y los valores obtenidos del se tabulan con un resultado de 168.110 kg/semanal.

El valor resultante y que se utilizará en la proyección es de 1648 kg/día. Para todos los mercados y 412 kg/día*mercado si dividimos para el área promedio de los mercados tenemos 0,165 kg/día*m². GADMPz, 2010.

2.12.3 Residuos sólidos urbanos

En la identificación de residuos sólidos urbanos se aplicó un plan de monitoreo, metodología basada en la normativa vigente del país, aplicada por municipios determinando así generaciones y composiciones de residuos sólidos, en donde se realiza muestreos directamente en el sitio estableciendo las generaciones y composiciones de los residuos que es lo esperado. Los resultados de residuos sólidos urbanos se muestran en el capítulo IV, subcapítulo 4.1 de la generación y caracterización de desechos.

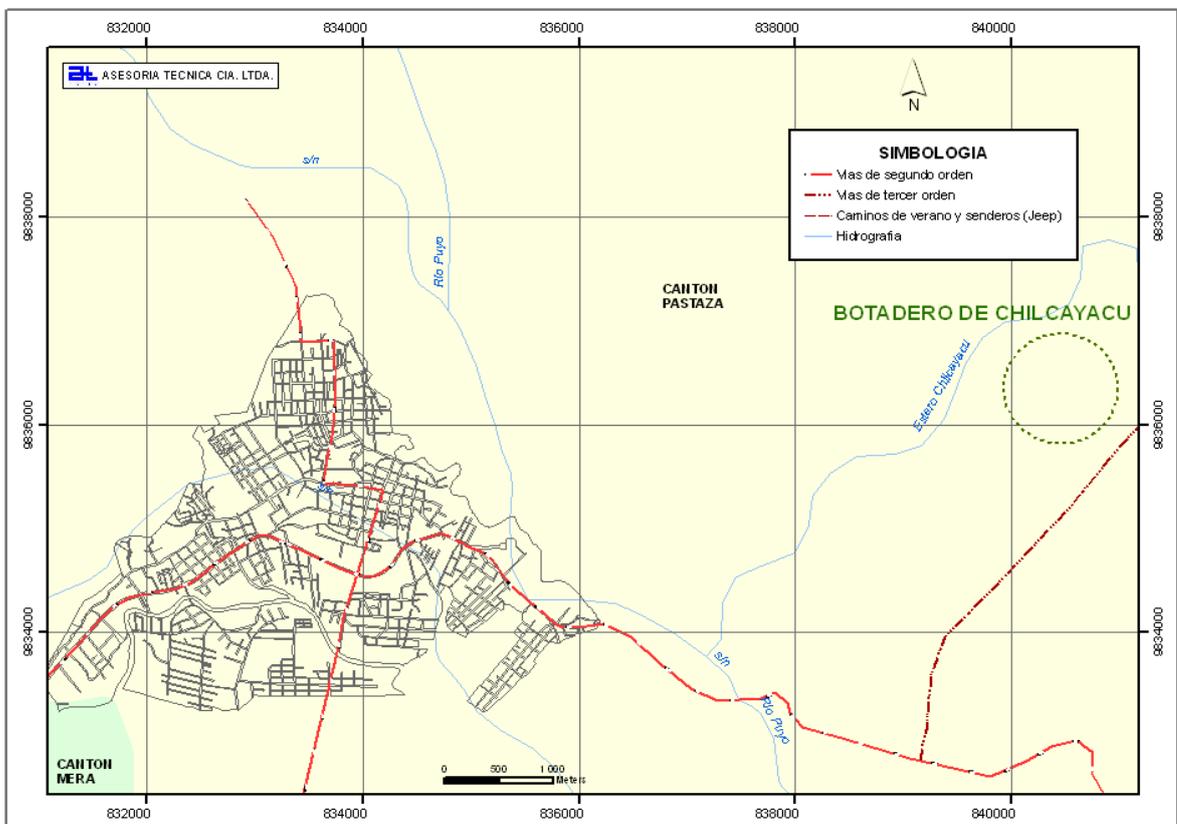
III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL LA INVESTIGACIÓN

3.1.1 Localización

En el Cantón Pastaza desde el año 1995 se inicia con el manejo de los residuos sólidos, concentrando en un solo lugar los residuos recolectados. Este sitio está ubicado en la vía Parroquia 10 de Agosto al este de la ciudad a una distancia de aproximada 6,5 km del centro de la ciudad con coordenadas: 170735 E/983729 N. Esta actividad se la empezó como un botadero cielo abierto, lo que generaba gran cantidad de problemas o afectaciones al medioambiente y a los pocos moradores del sector, a partir del año 2000 se cambia la forma de manejar los residuos sin embargo persiste los inconvenientes por la falta de recursos económicos para la construcción de un nuevo relleno sanitario, a partir del año 2009 se ha venido trabajando bajo los lineamientos que nos están permitiendo transformar el botadero a cielo abierto a un relleno sanitario semicontrolado y finalmente un verdadero a relleno sanitario que opere bajo la normativa técnico legal que minimice los impactos generados por el manejo de los residuos sólidos del Cantón Pastaza. En la actualidad, es decir a partir del 2011 se maneja los residuos de acuerdo a la normativa vigente y se toma en cuenta las características técnicas y tecnologías adecuadas para un correcto manejo y tratamiento de los residuos sólidos.

Gráfico N° 7 Ubicación Geográfica del vertedero del Municipio de Pastaza



Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial, 2010.

Elaboración: Astec, 2011.

3.1.2 Duración de la Investigación

El tiempo determinado concluye en un lapso de 4 meses aproximadamente, donde se desarrollan cálculos específicos de factores de estudio para el desarrollo de la investigación.

3.2 Condiciones Meteorológicas

Para el análisis climático se ha utilizado la media de los datos INAMHI, 2011 recopilados por la Estación Meteorológica de la Ciudad del Puyo, por ser la más cercana al área de estudio, durante el período 2005 a 2011.

Tabla N° 12 Parámetros meteorológicos registrados en el Cantón Puyo

AÑO	T Media °C	Humedad Relativa %	Precipitación mm	Evaporación mm	Insolación horas
2005	21,5	87,8	433,8	76,8	97,8
2006	21,2	88,4	399,4	70,4	92,4
2007	21,3	88	406,9	72,6	91,8
2008	21,1	88	375,2	71	90,2
2009	21,4	88	399,6	69,4	94,6
2010	21,8	87	385	75	93,2
2011	21,3	88,3	492,8	62,9	90,8

Fuente: INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología estación Puyo), 2010

Adaptación: Elaboración propia, 2011

El sector del relleno se caracteriza por poseer un clima cálido húmedo, con una altitud de 927 m.s.n.m., una temperatura que fluctúa entre los 23 y 30 °C, la pluviometría es de 4.507 mm anuales en la actualidad.

3.3 MATERIALES Y EQUIPOS

3.3.1 Materiales

- **Insumos de Oficina:** Tales como esfero y cuaderno, que servirá para tomar apuntes y datos para el desarrollo de la investigación.
- **Botas de Caucho:** Para trasladarse por todo el terreno son ningún tipo dificultad.
- **Mochila:** Para llevar todos los materiales y equipos al campo.
- **Flexómetro:** Servirá para mediciones de área de influencia directa en la investigación.
- **Casco:** Material tomado en cuenta como medida de seguridad durante recorridos en el área de la investigación.

3.3.2 Equipos

- **Laptop:** Servirá como fuente de almacenamiento de información, de investigación y desarrollo digital del proyecto del tema de tesis.
- **Cámara:** Usada en el trabajo de campo, como respaldo de ello y reconocimiento visual de áreas de influencia.

- **Vehículo:** Medio de transporte usado para traslado del personal y materiales de equipo a trabajar en todos los sitios intervenidos para el desarrollo de tesis.

3.4 FACTORES DE ESTUDIO

Para la propuesta del Plan de Cierre Técnico se considerarán principalmente a los siguientes factores:

3.4.1 Residuos Sólidos

Del correspondiente análisis de los residuos se investigarán dos puntos que son:

- **Caracterización de Residuos sólidos urbanos (RSU):** El objetivo de este punto es establecer el tipo de composición de los residuos sólidos urbanos en la Ciudad de Puyo y en sus respectivas parroquias. Estas cantidades se estimarán por medio de porcentajes en todas las muestras que han sido tomadas en cuenta, estableciendo un promedio general de acuerdo a cada componente, que servirá como modelo para aquellos desechos que han sido compactados.
- **Pesaje de Desechos:** Se pesará exclusivamente todos los residuos sólidos urbanos diariamente, determinando la generación de desechos en el Cantón de Pastaza.

3.4.2 Gases

- **Generación volumétrica de gases:** Se estimará la Generación de Gases a través del Modelo ecuatoriano de Biogás (Ecuador LFG Model) identificando así la generación de gases por año.

3.5 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El trabajo de tesis comprenderá:

a) Investigación de tipo descriptiva y no experimental y

b) La formulación de una propuesta técnica de un Plan de Cierre Técnico para el relleno.

Investigación descriptiva: Abarcará la caracterización de los factores considerados en el estudio, tanto los inherentes al proceso como los ambientales.

La características de los factores de proceso contemplará el monitoreo de las cantidades generadas de los mismos y de la descripción de sus propiedades, lo cual se detalla en el capítulo siguiente.

La información sistematizada a partir de la caracterización de los factores permitirá el direccionamiento en la elaboración del Plan de Cierre.

La formulación de la propuesta: Se elaborará un plan de cierre para aquellas celdas del relleno, cuya capacidad haya sido abastecida tomando en cuenta los resultados de la investigación señalados en el Capítulo IV.

3.5.3 Análisis Estadístico: Se aplicará estadística descriptiva para la valoración de las variables de proceso, materiales y metodologías, comparación de los mismos con los valores establecidos en la legislación vigente y análisis de los datos en el tiempo.

3.6 MEDICIONES DE LA INVESTIGACIÓN

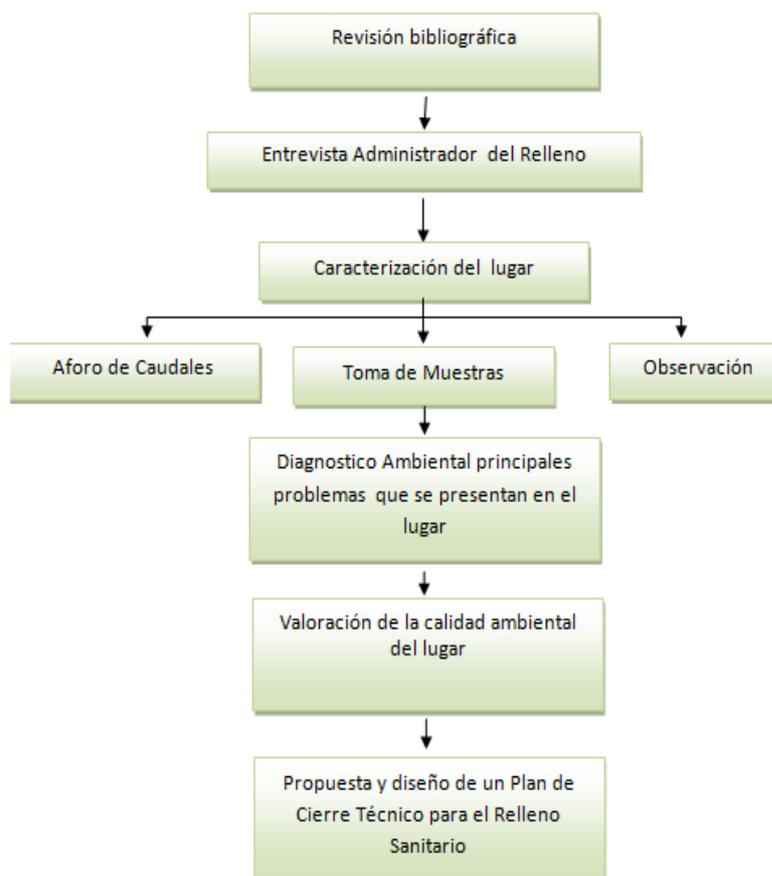
Las variables que se cuantificarán son las siguientes:

- **Residuos Sólidos Urbanos (RSU):** Las mediciones en lo que se refiere a RSU, se divide en:
 - a) Caracterización de RSU (%):** El porcentaje de desechos orgánicos e inorgánicos se analiza de acuerdo a la cantidad del componente encontrado la muestra de desechos. Los componentes a considerarse son: papel, plásticos, caucho, compostables (orgánicos), metálicos, inorgánicos, textiles y celulósicos, madera, residuos, especiales y materia residual. Componentes que son pesados individualmente con una balanza de colgar (Imágenes en el Anexo N° 01) y se calculó el porcentaje ocupado en el total de la muestra.
 - b) Generación Volumétrica de RSU(kg):** Se procedió a calcular el peso neto de los RSU (kg), determinando la cantidad recogida de residuos sólidos urbanos (Ciudad Puyo, Parroquia Fátima, 10 de Agosto, Vera Cruz y El Triunfo). Los Recolectores de desechos son: Hino Gh Día, Hino Gh Noche, Nissan TK20, Volvo, Volquete KY, Volquete 02, como se establece en la Tabla N° 13 y con esta obtención de datos se determinó el resultado general de la cantidad de desechos generados.
- **Generación de Gases (m³/tiempo):** La estimación en la generación de gases se da en m³/año y/o mm BTU/año, resultados influenciados por la cantidad de desechos y precipitación de la zona, valores fundamentales para el proceso del Modelo ecuatoriano de Biogás (Ecuador LOG Model), metodología a aplicarse en esta investigación. Se estudiará cantidades de volúmenes generados por año, información básica para el diseño de chimeneas, actividad incluida en la propuesta del plan de cierre técnico.

3.7 MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN:

El esquema siguiente representa el diseño metodológico de la investigación, el cómo se lleva a cabo la recopilación y el procesamiento de la información en forma ordenada.

Gráfico N° 8 Manejo del Proyecto “Esquema del proceso metodológico”



Fuente: Elaboración propia, 2011.

3.7.1 Revisión Bibliográfica

Se toma en cuenta a antecedentes, registros analizados, investigados, aprobados y evaluados con métodos científicos aplicados por el ente municipal.

La importancia está dirigida a Estudios de Impacto del Relleno e Información en particular, como: Estudio Definitivo de Manejo Integral de Desechos Sólidos Cantón Pastaza por Romero P., TULAS Libro V Anexo 1, Libro VI Anexo 2, Libro VI Anexo 4, Libro VI Anexo 6, Libro IV De la Calidad Ambiental y EcuSuelos, además de Citas Bibliográficas descritas en su respectivo capítulo.

3.7.2 Entrevista Administrador

Se establecerá una entrevista con el director del Departamento de Higiene y Salubridad del GADMPz, determinando actividades que se desarrollarán, así como la toma de datos, muestreo de residuos sólidos, su pesaje y volumen, y mediciones de plataformas sometidas a la investigación para proponer alternativas como soluciones.

3.7.3 Caracterización del Lugar

La caracterización parte de los estudios del Municipio, sobresale en aspectos como la determinación de caudales, análisis de lixiviados, diagnósticos ambientales del Relleno,

estudios de suelos, estudio de flora y fauna, meteorología y climatología del cantón y del sitio de estudio. Además se realiza visitas al relleno identificando áreas para dar posibles soluciones técnicas incluidas en la propuesta de la tesis.

3.7.3.1 Aforo de Caudales: Determinación de Caudales y Composición

El aforo de caudales en sí, hace referencia al caudal producidos por diferentes procesos de descomposición de la basura compactada, infiltración de lixiviados y líquidos percolados y la composición en sí está relacionada con los agentes contaminantes presentes en el líquido:

- **Generación de Lixiviados:** La generación de caudal para los lixiviados y su composición se basan en Romero P., 2010, en donde este autor hace uso del método Suizo que relaciona la precipitación media anual con el área superficial del relleno (Tabla N° 18 que describe la generación de lixiviados de acuerdo un área determinada) y considera como elemento importante coeficiente que depende del grado de compactación de los desechos sólidos.

Para la determinación del caudal de lixiviados se debe primeramente establecer a través de datos históricos el nivel de precipitación que existe en la zona. Por último se determina el área superficial del relleno, de acuerdo a la información proporcionada correspondiente a 45 hectáreas. Con esta información se procede a modelizar el caudal de lixiviados para el área de estudio para la ejecución del proyecto.

- **Composición de Lixiviados:** De acuerdo a Romero P., 2010, los métodos a utilizarse para estimar concentraciones de agentes contaminantes presentes en los líquidos se aplica Método de Combustión Infrarrojo y Analizadores de Carbonos total.

3.7.3.2 Toma de Muestras de Residuo

a) Muestreo para la Caracterización de Residuos Sólidos Urbanos

El objetivo del muestreo es recolectar muestras representativas del medio donde se está investigando, de tal modo que se adquiera información para poder determinar condiciones claras y reales del medio donde se esté desarrollando la investigación. EL muestreo aleatorio a aplicarse es el estratificado dividiéndose en subgrupos o estrato que tienen cierta homogeneidad en el terreno y en cada estrato se realiza un muestreo aleatorio simple. En el Diseño de la Muestra se escoge el método aleatorio simple, que se basa en escoger de las unidades muestréales un total de N viviendas, de modo que cada una tenga la misma probabilidad de ser escogida. Para ello se realiza una tabla de

números aleatorios, numeradas desde 1 hasta N, mezclándolos y tomándolo al azar n de ellos. Valencia y Hernández, 2002.

$$n = \frac{N\sigma^2 Z^2 \frac{\alpha}{2}}{\tau^2(N-1) + Z^2 \frac{\alpha}{2} \sigma^2}$$

Donde:

N = Tamaño de la muestra

σ = Desviación estándar aproximada de la población

$Z_{\frac{\alpha}{2}}$ = Valor Z establecido en tablas estadísticas para un nivel de confianza

τ = Error instrumental

N = Tamaño de la población. Para el caso de cantón Pastaza. La Población según censo INEC 2010 y Tasa de crecimiento poblacional (3,86%) según censo INEC 2001.

Para el Manejo de Muestreo se recolectaran muestras de Residuos Urbanos en 90 casas (Descripción de muestreo de desechos en el Anexo N° 06) durante un periodo establecido. Los lugares están ubicados en diferentes rutas de recolección alrededor de toda la ciudad de Puyo, luego de la recolección con tres camionetas particulares contratadas por el municipio, se define un lugar (afueras del Hugo Georgis) para proceder a clasificar diariamente (Martes a Viernes) los diferentes tipos de desechos recogidos, identificando datos de pesaje y volumen de RSU.

El estudio adopto un nivel de confianza de 95.45%. Este valor permite usar como coeficiente de $Z \rightarrow$ confianza²⁶ =2.

Mediante las formulas de desviación estándar y especificaciones se determinó el tamaño de la muestra a ser recolectada en campo, proceso que genera un resultado de 0,62 de Desviación Estándar y con 69 como Tamaño de la Muestra, es decir que un muestreo de 90 es bastante confiable.

El volumen se calcula en un recipiente cilíndrico con un volumen máximo de 23 litros (Imágenes en el Anexo 01), se hace en cada muestra recolectada, para luego promediar y establecer un resultado global (datos elaborados en el Anexo 06) del componente que se encuentra en las muestras recolectadas. El pesaje se realizará con una balanza (kg) pesando para cada tipo de componente del residuo, como plástico, orgánico, textil, etc., contenida en cada muestra.

b) Pesaje de Desechos: Para determinar este parámetro se ha desarrollado un plan de monitoreo, el procedimiento utilizado para identificar el peso de RSU a nivel del Cantón, que se basa en una metodología recomendada por la bibliografía ambiental y la normativa vigente en el país. Se procede de la siguiente manera:

1.- La recolección de Desechos se realiza en la ciudad de Puyo (Día Lunes a Domingo) y Parroquias como Simón Bolívar (Día Miércoles), 10 de Agosto (Día Jueves) y Vera Cruz y el Triunfo (Día Viernes). Antes de la Recolección se los pesa con una mega balanza a los recolectores que son:

Tabla N° 13 Recolectores del Municipio de Pastaza

TIPOS DE RECOLECTORES	
VEHÍCULO	PESO VACÍO (kg)
HINOGRDÍA	10630
HINOGR NOCHE	10630
NISSAN TK20	12030
VOLVO	9875
VOLQUETE KY	9120
VOLQUETE 02	8025

Elaboración: Elaboración propia, 2011

2.- Una vez iniciado el recorrido y alcanzado el límite máximo de volumen del recolector, se los pesa nuevamente las veces que se consideren necesarias durante el día. Con la diferencia de estos pesos se calcula el peso neto de desechos transportados por un recolector, se suma las veces que se ha pesado el recolector y con la suma de todos los recolectores se obtiene la cantidad de desechos generados total por día. Para la obtención de mejores resultados es importante establecer tiempo y movimientos con rutas establecidas para los recolectores (Anexos 03, Tabla E-I). La recolección se desarrolla con la colaboración de la institución pública y pasante obteniendo la Cantidad de Desechos generados en Cantón Pastaza (Anexo 03, Tabla A-D).

Tabla N° 14 Rutas de Recolección de Desechos en el Cantón Puyo

N° de Ruta	Ciudad Puyo
	Barrio
1	Cumandá
2	Obrero
3	Vía Tarqui
4	La Merced-El Chofer
5	El Dorado
6	Casco Central

Elaboración: Elaboración propia, 2011

3.- Estimación de la Generación de Gases: El Modelo ecuatoriano de Biogás (Ecuador LFG Model), 2003 provee una herramienta automática para estimar la generación en sitios de disposición final en Ecuador. El propósito es brindar a usuarios/operadores una herramienta para evaluar la factibilidad y beneficios potenciales para identificar el biogás generado. Este modelo proporciona estimados en generación de gases por año, de acuerdo a caracteres exclusivos del sitio, que son procesados por tablas EXEL para sus posteriores resultados.

3.1.- Generación Anual de Desechos: El cálculo se realizó en Exel 2010 donde se considera un modelo de generación de desechos en base al número de habitantes por año relacionada con su producción per cápita. Según estudios INEN, 2000 el incremento

poblacional de 0,32 desde el 1990 hasta el 2000 y de 0,365 desde el 2001 hasta el 2010, así como la GPC es de 0,52 kg/hab/día en el año 1995 y de 0,68 en el 2011, con un aumento del 10% por año (0,01). En los rellenos la densidad de los residuos sin compactados es de 217,93 kg/m³ y de los estabilizados de un 650 kg/m³. Para el año 2011, se determinó una generación de desechos de 27.044 kg/semanal (27 ton/semanal) a nivel del Cantón de Pastaza (Población = 62016 ha). En el Anexo N° 07 se obtiene los resultados de la generación de desecho por año y con estos la generación de biogás/año de acuerdo a lo descrito en el Punto 3: de la estimación de generación de gases.

3.7.3.3 Observación

Se entiende por observación a la captura sistemática de información sobre acciones y reacciones conductuales mediante el uso de instrumentos específicos o impresiones profesionales.

Se procederá a la visita del sitio para observar las plataformas a cerrarse, funcionamiento del relleno, estados actuales de flora y fauna y puntos de Impactos Ambientales sobresalientes, las ventajas de este método son:

- Se captura la experiencia directa
- No se requiere la cooperación activa del actor observado
- Se obtiene información detallada

3.7.3.4 Diagnóstico Ambiental e Identificación de Impactos

El Diagnóstico Ambiental está constituido por un conjunto de estudios, análisis y propuestas de actuación y seguimiento que abarcan el estado ambiental en el sitio y la identificación de impactos a generarse antes, durante y después que se ejecute el proyecto. Para la Identificación de Impactos se aplica la Matriz de Leopold, donde se dará a conocer las actividades a seguir y su influencia en el sitio, así como los factores afectados por este tipo de actividades.

Predicción de Impactos: Calificación y cuantificación de los Impactos Ambientales

La predicción de impactos ambientales, se la ejecutó valorando la importancia y magnitud de cada impacto previamente identificado.

La importancia del impacto de una acción sobre un factor se refiere a la trascendencia de dicha relación, al grado de influencia que de ella se deriva en términos del cómputo de la calidad ambiental, para lo cual se ha utilizado la información desarrollada en la caracterización ambiental, aplicando una metodología basada en evaluar las características de extensión, duración y reversibilidad de cada interacción, e introducir factores de ponderación de acuerdo a la importancia relativa de cada característica. La calificación de cada una de estas características se muestra en las matrices 2, 3 y 4.

Las características consideradas para la valoración de la importancia, se las define de la manera siguiente:

- a) **Extensión:** Se refiere al área de influencia del impacto ambiental en relación con el entorno del proyecto
- b) **Duración:** Se refiere al tiempo que dura la afectación y que puede ser temporal, permanente o periódica, considerando, además las implicaciones futuras o indirectas.
- c) **Reversibilidad:** Representa la posibilidad de reconstruir las condiciones iniciales una vez producido el impacto ambiental.

El cálculo del valor de Importancia de cada impacto, se ha realizado utilizando la ecuación:

$$Imp = We \times E + Wd \times D + Wr \times R$$

Donde:

- Imp = Valor calculado de la Importancia del impacto ambiental
- E = Valor del criterio de Extensión
- We = Peso del criterio de Extensión
- D = Valor del criterio de Duración
- Wd = Peso del criterio de Duración
- R = Valor del criterio de Reversibilidad
- Wr = Peso del criterio de Reversibilidad

Se debe cumplir que:

$$We + Wd + Wr = 1$$

Para el presente caso se ha definido los siguientes valores para los pesos o factores de ponderación:

- Peso del criterio de Extensión = We = 0.25
- Peso del criterio de Duración = Wd = 0.45
- Peso del criterio de Reversibilidad = Wr = 0.35

La valoración de las características de cada interacción según Leopold, 1971 se ha realizado en un rango de 1 a 10, pero sólo evaluando con los siguientes valores y en consideración con los criterios expuestos en la Tabla N° 15.

Tabla N° 15 Criterios de puntuación de la importancia y valores asignados

Características de la Importancia del Impacto Ambiental	PUNTUACIÓN DE ACUERDO A LA MAGNITUD DE LACARACTERÍSTICA				
	1.0	2.5	5.0	7.5	10.0
EXTENSIÓN	Puntual	Particular	Local	Generalizada	Regional
DURACIÓN	Esporádica	Temporal	Periódica	Recurrente	Permanente
REVERSIBILIDAD	Completamente Reversible	Medianamente Reversible	Parcialmente Irreversible	Medianamente Irreversible	Completamente Irreversible

Se puede entonces deducir que el valor de la Importancia de un impacto, fluctúa entre un máximo de 10 y un mínimo de 1. Se considera a un impacto que ha recibido la calificación de 10, como un impacto de total trascendencia y directa influencia en el entorno del proyecto. Los valores de importancia que sean similares al valor de 1, denotan poca trascendencia y casi ninguna influencia sobre el entorno.

La magnitud del impacto se refiere al grado de incidencia sobre el factor ambiental en el ámbito específico en que actúa, para lo cual se ha puntuado directamente en base al juicio técnico del grupo evaluador, manteniendo la escala de puntuación de 1 a 10 pero sólo con los valores de 1.0, 2.5, 5.0, 7.5 y 10.0.

Un impacto que se califique con magnitud 10, denota una altísima incidencia de esa acción sobre la calidad ambiental del factor con el que interacciona. Los valores de magnitud de 1 y 2.5, son correspondientes a interacciones de poca incidencia sobre la calidad ambiental del factor. Un impacto ambiental se categoriza de acuerdo con sus niveles de importancia y magnitud, sea positivo o negativo. Para globalizar estos criterios, se ha decidido realizar la media geométrica de la multiplicación de los valores de importancia y magnitud, respetando el signo de su carácter. El resultado de esta operación se lo denomina valor del impacto y responde a la ecuación:

$$\text{Valor del Impacto} = \pm (\text{Imp} \times \text{Mag})^{0.5}$$

En virtud a la metodología utilizada, un impacto ambiental puede alcanzar un valor del impacto máximo de 10 y mínimo de 1. Los valores cercanos a 1, denotan impactos intrascendentes y de poca influencia en el entorno, por el contrario los valores mayores a 6.5 corresponden a impactos de elevada incidencia en el medio, sea estos de carácter positivo o negativo.

El cálculo de la importancia, magnitud y el respectivo valor del impacto para cada interacción identificada, se halla en las matrices 6, 5 y 7, respectivamente.

Finalmente, con la magnitud del Valor del Impacto, se ha construido la Matriz causa - efecto de Resultados del Valor del Impacto, correspondiente a la Matriz 7. En esta matriz se puede apreciar los niveles de impactos por factores ambientales y por acciones consideradas.

Categorización de Impactos Ambientales

De acuerdo a la metodología de Leopold en la identificación y caracterización de impactos, la categorización de los impactos ambientales identificados y evaluados, se lo ha realizado en base al Valor del Impacto, determinado en el proceso de predicción. Se han conformado 4 categorías de impactos, a saber:

- Altamente Significativos;
- Significativos;

- Despreciables; y
- Benéficos.

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

- **Impactos Altamente Significativos**: Son aquellos de carácter negativo, cuyo Valor del Impacto es mayor o igual a 6.5 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.
- **Impactos Significativos**: Son aquellos de carácter negativo, cuyo Valor del Impacto es menor a 6.5 pero mayor o igual a 4.5, cuyas características son: factibles de corrección, de extensión local y duración temporal.
- **Despreciables**: Corresponden a todos los aquellos impactos de carácter negativo, con Valor del Impacto menor a 4.5. 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.
- **Benéficos**: Aquellos de carácter positivo que son benéficos para el proyecto.

Para que el Diagnostico Ambiental no se reduzca a un número inventario de datos sin valor operativo, se entiende que el proceso debe incluir un sistema de parámetros que permitan su medición, control y seguimiento.

La realización de un Diagnostico Ambiental ofrece:

- El conocimiento del estado ambiental de territorio municipal a partir del cual podemos definir una correcta política ambiental que haga posible el desarrollo sostenible de los recursos.
- La identificación de aquellas incidencias ambientales que afectan a la zona de estudio, con el objetivo de subsanarlas.
- Conocer el cumplimiento de la legislación ambiental aplicable.

El desarrollo del diagnostico concluirá lo siguiente:

- Alteración de la calidad del suelo debido a su contaminación con agentes patógenos procedentes de laboratorios clínicos, hospitales, centros de salud y clínicas particulares, que pueden sobrevivir o reproducirse en suelos ricos en materia orgánica.
- Transmisión de diferentes tipos de zoonosis por artrópodos y roedores que viven en los botaderos.
- Contaminación del suelo por excretas de roedores, perros, cerdos y aves.

- Transmisión de organismos patógenos de animales infectados al hombre, por contacto con el suelo, alimentos, agua y por la crianza de animales alimentados con residuos orgánicos contaminados.
- Contaminación del suelo con sustancias químicas o subproductos tóxicos de la materia orgánica que no puede ser absorbida por el medio debido a la cantidad exagerada y concentrada de sustancia orgánica.
- Contaminación del suelo por el vertido inadecuado de residuos especiales (químicos y bio contaminados) y peligrosos (metales pesados y otro tipo de residuos de la industria formal e informal).
- Aumento de vectores de enfermedades, tales como moscas, ratas, cucarachas, zancudos y mosquitos, tanto en las zonas aledañas al botadero como en el mismo.
- Producción de olores desagradables y ruidos.
- Contaminación del agua subterránea por percolación de lixiviados.
- Obstrucción de los drenajes abiertos de aguas superficiales.
- Contaminación directa de los cuerpos de agua y modificación de los sistemas naturales de drenaje por el vertido incontrolado de residuos en ellos.
- Contaminación atmosférica por acción de los gases que se producen en la quema de los residuos de los botaderos.
- Riesgos a la salud de los segregadores y trabajadores.
- Proliferación de aves y riesgos de accidentes de aviación en zonas aledañas a aeropuertos.

3.7.3.5 Valoración de la Calidad Ambiental del Lugar:

Trata de estimar el valor del bien ambiental de forma indirecta a partir del excedente total de los consumidores de dicho bien, midiendo para ello los costes de los agentes asociados al desplazamiento hasta dicho bien o servicio. La metodología que se utiliza es para determinar los costes del proyecto, la propensión a pagar por dichos servicios y su valoración como bien y comportamiento ante el precio.

Ejemplo: Proyecto de Post-Construcción de un Parque Natural en un Relleno Sanitario una vez aplicado un Plan de Cierre Técnico, después de un determinado tiempo.

3.7.3.6 Propuesta y Diseño de un Plan de Cierre Técnico para el Relleno Sanitario

La propuesta de Cierre Técnico es resultado final de toda la investigación, su procedimiento a concluido en un numero X de actividades que han dado lugar a acciones a desarrollar basadas en la Legislación Ambiental vigente correspondiente, las cuales serán ejecutadas según el criterio del Departamento de Higiene y Salubridad del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Pastaza.

3.8 ANÁLISIS ECONÓMICO

Para el análisis económico se toma en cuenta a las proforma detalladas en el Anexo 09, donde se determinó un valor en particular por determinada área, material o proceso a implementarse, este patrón sirvió como modelo para estimar valores económicos para un área de mayor magnitud, correspondiente al área de estudio. De este modo se cuantificaron los valores totales para la ejecución del Plan de Cierre Técnico en el Relleno Sanitario del Cantón de Pastaza en un determinado tiempo.

IV RESULTADOS EXPERIMENTALES

4.1 GENERACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE DESECHOS

En la propuesta del Plan de Cierre se toma en cuenta los desechos compactados en el relleno que ya no se encuentran operando. Este sitio considerado como un área directa de estudio del proyecto, cuenta con desechos que han sido sometidos a procesos de compactación y biodegradación desde sus inicios, es decir desde el año 1995 hasta Noviembre del 2011. La Propuesta del Plan de Cierre abastece un tiempo de 16 años para desechos, cuyos procesos no contaron con tecnologías e infraestructuras adecuadas para el correcto funcionamiento de los procesos de un relleno como lo demanda las normativas ambientales ecuatorianas (TULAS).

4.1.1 Generación de Desechos

La generación de desechos se basa en el número de habitantes relacionada con su generación per-cápita, para estimar la generación de desechos/año. Según estudios INEC, 2000 el incremento poblacional de 0,32 desde el 1990 hasta el 2000 y de 0,365 desde el 2001 hasta el 2010. La GPC es de 0,52 kg/hab/día en el año 1995 y de 0,68 en el 2011, esto se debe a que hay un incremento del 10%(0,1) por año de generación per-cápita, obteniendo una cantidad de 271.900,178 m³ total de desechos estabilizados en un lapso de 16 años; si el relleno se trabaja con una profundidad promedio de 3,5 m en las plataformas, entonces el área ocupada por estos residuos son de 7,76 hectáreas. En el relleno la densidad de los residuos recién compactados es de 217,93 kg/m³ y de los estabilizados de un 650 kg/m³(Período de la generación de desechos 1995-2011 descritos en el Anexo N° 07). En el año 2011 se generó una cantidad de 27.044 kg/semanal equivalente a 27.00 ton/semanal en el Cantón Pastaza de acuerdo a las tablas A; B; C; D., elaboradas en el Anexo N° 03.

4.1.2 Caracterización

En base a las muestras tomadas del Anexo 06 se adjunta la siguiente tabla:

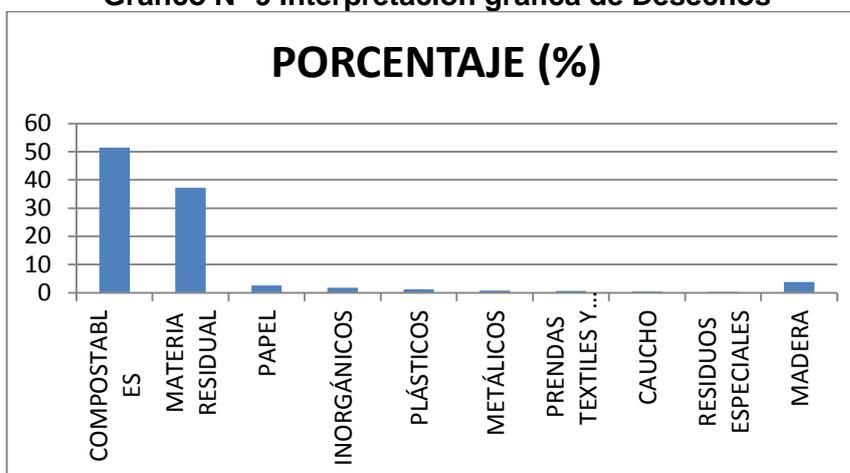
Tabla N° 16 Adjunto del Peso y Composición de Desechos del Anexo 06

COMPONENTES DE LA MUESTRA:	PESO-COMPONENTE	PORCENTAJE (%)
COMPOSTABLES: Verduras, frutas, cortezas, cárnicos, Materia vegetal (cortes de césped o poda de jardín), otros....	13922,11	51,48
MATERIA RESIDUAL: Tierra, ceniza, huesos, cortezas duras, poli laminados (tretrapak, tetrabrik, etc.),	10048,68	37,16
PAPEL: Periódico, Papel blanco, Cartón, Otros	688,34	2,55
INORGÁNICOS: Artículo de vidrio transparente, artículos de vidrio obscuro, otros...	475,93	1,76
PLÁSTICOS: Fundas, Botellas de: gaseosa, de agua, etc., otros.	322,49	1,19
METÁLICOS: Artículos de aluminio, artículos de hierro, acero, cobre, etc.	205,96	0,76
PRENDAS TEXTILES Y CELULÓSICOS: Textiles, Pieles (cuero), otros...	158,82	0,59
CAUCHO: Botas, accesorios de caucho y similares.	116,53	0,43
RESIDUOS ESPECIALES: Pilas y/o baterías, Corto-punzantes, medicamentos, cosméticos	65,04	0,24
MADERA: Artículos de madera, otros...	1040,6	3,85
TOTAL:	27044,5	100,00

Fuente: Elaboración propia, 2011.

La composición de acuerdo a la clasificación de la Tabla N° 16 concluye que: el 51,48% de los residuos son orgánicos/comportables, así como el 37,16% corresponde a material residual/desechos, en tanto que el 2.55% está representado por papel, los componentes inorgánicos se identifican con un 1.76%, la madera abarca un 3.85% y en componente como son plásticos, prendas textiles, caucho y residuos especiales no superan el 1.19%.

Gráfico N° 9 Interpretación gráfica de Desechos



Fuente: Gestión Integral de Residuos Sólidos en el Cantón de Pastaza, 2011

Adaptación: Elaboración propia, 2012

Vale la pena mencionar la evolución observada en las características de los RSU que se generan, no sólo en la cantidad sino también en su composición de temporada a temporada. Mientras que en el verano se presenta un aumento en la cantidad de materia orgánica debido a la disponibilidad de una serie de frutas y verduras, en el invierno ésta se reduce hasta en un 10%, aumentando los materiales de más lenta degradación.

Se debe hacer notar que sin duda, la evolución tecnológica ha influido en la calidad de los residuos, hace 20 años el porcentaje de plástico apenas llegaba al 1% y el vidrio alcanzaba un 3%. En la actualidad, el vidrio se ha mantenido y el plástico ha aumentado en su participación. La materia orgánica sigue siendo el gran aportador, no obstante con el tiempo tiende a disminuir en forma ligera y gradual, pues ha pasado de un 65% a un 70% de aquellos años, a poco más del 50% en la actualidad. De acuerdo a las informaciones que se suministran a través de la información bibliográfica.

4.2 GENERACIÓN DE LIXIVIADOS Y SU COMPOSICIÓN

4.2.1 Composición de Lixiviados:

La generación de caudal para los lixiviados y su composición según Romero P., 2010, se basa en los siguientes resultados:

Tabla N° 17 Composición de los Lixiviados en el Relleno

PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS
Potencial hidrogeno		6.56
DQO	mg/L	14 800
DBO ₅	mg/L	5 100
Coliformes Fecales	NMP/100 cm ³	25 000
COT	mg/L	3 097

Fuente: Datos CESTTA – ESPOCH, 2010

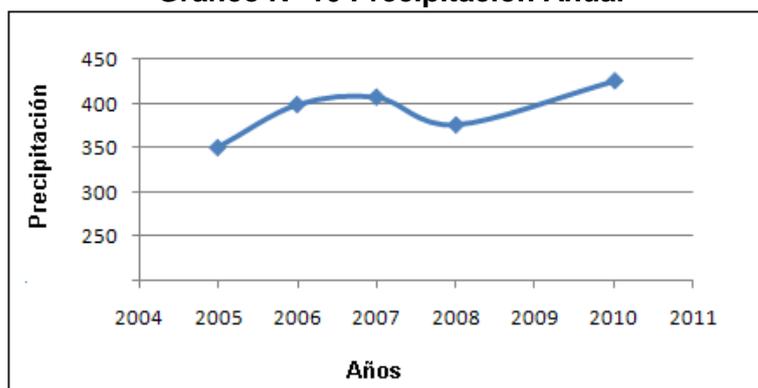
Adaptación: Elaboración propia, 2011

La determinación analítica del COT utilizo el método de combustión infrarrojo con un analizador de carbono total Shimadzu TOC-VC.SH.

4.2.2 Caudal en los Lixiviados producidos en el Relleno Sanitario de Puyo

De acuerdo al método elegido para la determinación de la cantidad de lixiviados el valor a considerarse corresponde a 413 mm/año.

Gráfico N° 10 Precipitación Anual



Fuente: Anuario meteorológico INAMHI, 2010.

Elaboración: Patricio Romero, 2010.

Con esta información se procede a modelizar el caudal a obtenerse si el área total estuviese operando.

Tabla N° 18 Aforo de Lixiviados del Relleno Sanitario

Ha	CAUDAL LIXIVIADO[m ³ /día]	VOLUMEN DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO[m ³ /3 días]
5	13,4	40,19
10	26,79	80,38
15	40,19	120,57
20	53,59	160,76
25	66,98	200,95
30	80,38	241,14
35	93,78	281,33
40	107,17	321,52
45	120,57	361,71

Fuente: Estudio de Manejo Integral de Residuos Sólidos, 2010.

Elaboración: Patricio Romero, 2010.

Tanque de Almacenamiento: En consideración al tamaño de la planta de tratamiento de lixiviados y tomando en cuenta el actual tamaño del relleno sanitario se recomienda el siguiente tanque de almacenamiento.

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot h$$

$$V = 3,14 \cdot (2,5m)^2 \cdot h$$

$$V = 49,08m^3$$

Donde:

V = volumen del tanque [m³]

r = radio del tanque [m²]

h = altura del tanque [m]

Generación de Lixiviados: De acuerdo a la Tabla N° 18 se estima que para un área de 7,76 hectáreas que es el área de estudio donde se va a ejecutar el proyecto se están generando 20,79 m³/día.

4.3 GENERACIÓN VOLUMÉTRICA DE GASES

Para la aplicación del Modelo ecuatoriano de Biogás (Ecuador LFG Model) se estima la generación de desechos anual. De acuerdo al Anexo N° 07 se identifica un total acumulado de residuos compactados de 271.900,178 m³, si se estima que la altura promedio es de 3,5 m, el área ocupada de los desechos es de 77.685,765 m² ó 7,76 ha, como se estima lo siguiente:

Tabla N° 19 Generación de desechos y gases por año en el Cantón Pastaza

Año	Índice de Disposición	Toneladas acumuladas	Generación de Biogás		
	(ton/año)		(ton)	(m ³ /min)	(m ³ /hora)
1995	6.469	6.469	0	0	0
1996	6.805	13.274	1,5	89	13.893
1997	7.155	20.428	2,3	138	21.581
1998	7.520	27.949	2,8	167	26.190
1999	7.902	35.851	3,1	187	29.287
2000	8.301	44.152	3,4	202	31.660
2001	8.947	53.099	3,6	215	33.706
2002	9.434	62.533	3,8	231	36.120
2003	9.944	72.477	4,1	245	38.376
2004	10.478	82.955	4,3	259	40.603
2005	11.442	94.397	4,6	274	42.868
2006	12.051	106.448	4,9	294	46.073
2007	12.689	119.137	5,2	313	48.989
2008	13.358	132.494	5,5	331	51.821
2009	14.058	146.552	5,8	349	54.678
2010	14.792	161.344	6,1	368	57.615
2011	15.391	176.735	6,5	388	60.665
TOTAL					634.125
m³/año					1'795.8420,00

Fuente: Elaboración propia, 2011.

En un área de 7,76 ha de residuos sólidos compactados, en un lapso de 16 años se han generado 634.125,00 mm BTU/año, equivalente a 1'795.8420,00m³/año de Biogás en el relleno el municipio de Pastaza.

El resultado de la generación teórica de gases no se encuentra exactamente en las mismas proporciones en el área de estudio, debido a que ciertas cantidades de biogás se pueden encontrar en vacíos dentro del volumen de los desechos y otras ya en la atmósfera.

4.4 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

Para la realización de la identificación de Impactos en el Relleno Sanitario de la ciudad del Puyo, se ha conformado un registro de acciones que se presentan antes, durante y después de la etapa del proyecto, actividades de tal manera que sean las más representativas para el estudio.

En la Tabla N° 20 constan las acciones consideradas y su definición para la etapa antes de la ejecución del proyecto. En la Tabla N°21 constan las acciones consideradas y su definición para la Etapa de construcción y en la Tabla N°22 se halla las acciones y su definición para la etapa una vez se haya ejecutado el proyecto.

Tabla N° 20 Acciones a considerar en Etapa antes del proyecto

N° de Acción	Acción	Definición
01	Almacenamiento Inadecuado de desechos	Hace referencia al proceso desordenado en el momento de almacenar desechos y a los lugares inadecuados en los que se esté almacenando.
02	Generación de Lixiviados	Trata sobre un agente líquido tóxico y contaminante, producto de la descomposición de la materia orgánica y también se refiere a su falta de tratamiento y expulsión directa a recursos de suelo y agua.
03	Generación de Gases	Biogás producido por la descomposición de la materia orgánica que sin aplicarse a ningún proceso de tratamiento o control es expulsada directamente a la atmósfera.

Fuente: Elaboración propia, 2012.

Tabla N° 21 Acciones Consideradas durante la Etapa de Construcción

N° de Acción	Acción	Definición
01	Eliminación de la capa vegetal	Comprende el levantamiento de la capa vegetal en toda el área del proyecto, a fin de permitir el replanteo y construcción de las obras tanto de infraestructura como de edificaciones.
02	Movimiento de tierras	Comprende todo trabajo de movimiento de tierras y/o excavación de plataformas, zanjas, obras civiles, cimentaciones, vías de acceso, en esta actividad se generara ruido y vibraciones, además de la emisión de polvo.
03	Acopio del material de cobertura	Consiste en el almacenamiento del material de cobertura requerido para tapar posteriormente la basura, en un área con la suficiente capacidad y cercana al sitio de operación
04	Desalojo y disposición de material sobrante	Comprende la disposición del material sobrante producto del movimiento de tierras, que no será utilizado posteriormente para recubrir los residuos dispuestos
05	Movimiento Maquinaria Pesada	Se refiere al traslado y movimiento de maquinas para realizar diferentes actividades en el área del proyecto
06	Implementación Geomembrana	Trata sobre la implementación de Geomembrana en la plataformas como establece la Ley Ecuatoriana
07	Implementación Tuberías para Lixiviados	Se refiere a todas actividad relacionadas con implementación y almacenamientos de canales, tuberías para canalizar los lixiviados
08	Implementación Canales Perimetrales	Se refiere a la colocación de canales perimetrales ubicados en los alrededores de las plataformas evitando que se mezcle el agua lluvia con los lixiviados, disminuyéndolos en volumen y facilitando su tratamiento
09	Implementación de Chimeneas	Paso en el cual se realiza la construcción de las chimeneas para la quema de los gases generados de manera natural y canalizados a través de canales de lixiviados y celdas de las plataformas

Fuente: Elaboración propia, 2012.

Tabla N° 22 Acciones consideradas durante la etapa después del proyecto

N° de Acción	Acción	Definición
01	Desalojo y disposición de material sobrante	Comprende la disposición del material sobrante producto del movimiento de tierras, que no será utilizado posteriormente para recubrir los residuos dispuestos
02	Mantenimiento de Infraestructura	Hace referencia al mantenimiento técnico de sistemas tales como canales perimetrales de aguas lluvia, sistema de canalización para lixiviados, tanque de almacenamientos, tratamiento para lixiviados, chimeneas, etc.
03	Generación y Mantenimiento de Gases	Se refiere a los gases que por acción de la descomposición biológica de la fracción orgánica de los residuos sólidos se generarán al interior de la masa de basura
04	Generación y Mantenimiento de Lixiviados	Se refiere a los líquidos que por acción de la infiltración del agua lluvia y la descomposición biológica de la fracción orgánica de los residuos sólidos se generarán al interior de la masa de basura

Fuente: Elaboración propia, 2012.

El proceso de verificación de una interacción entre la causa (acción considerada) y su efecto sobre el medio ambiental (factores ambientales) se ha materializado realizando una marca gráfica en la celda de cruce correspondiente en la matriz causa – efecto

desarrollada específicamente para cada etapa del proyecto, obteniéndose como resultado la denominada Matriz de Identificación de Impactos Ambientales (Matriz de Leopold). Se ha producido el carácter o tipo de afectación analizada, es decir, se le ha designado como orden positivo o negativo a cada tipo de actividad realizada con su afectación a determinado factor ambiental (agua, suelo, aire, etc.) para cada etapa del proyecto. A continuación se presentan las diferentes matrices a tomarse en cuenta para la identificación de impactos por Leopold:

Matriz 1 “Matriz del Carácter de los Impactos”

Componentes	Subcomponente	Factor Ambiental	ETAPA ANTES DEL PROYECTO			ETAPA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO							ETAPA DESPUÉS DEL PROYECTO					
			Almacenamiento inadecuado de desechos	Generación de Lixiviados	Generación de Gases	Eliminación de cobertura vegetal	Movimiento de tierras	Acopio del material de cobertura	Desalojo y disposición de material sobrante	Movimiento de Maquinaria pesada	Implementación de Geomembrana	Implementación de tuberías para lixiviados	Implementación de canales perimetrales	Implementación de Chimeneas	Desalojo y disposición de material sobrante	Mantenimiento de instalaciones	Generación y Manejo de Gases	Generación y tratamiento de Lixiviados
ABIÓTICO	Aire	Calidad del aire			-1		-1											
		Ruido				-1	-1	-1		-1	-1	-1						
	Suelo	Calidad del suelo	-1	-1		-1	-1	-1	-1			-1						
		Erosión				-1		-1				-1						
	Agua	Agua superficiales		-1		-1	-1											
Agua subterránea			-1		-1	-1												
BIÓTICO	Flora	Flora	-1	-1	-1	-1	-1											
	Fauna	Fauna	-1	-1	-1	-1	-1											
SOCIO ECONÓMICO	Económico	Empleo	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Social	M. de la calidad de la vida								1		1				1	1	
		Salud		-1	-1	-1			-1	-1						1	1	
ESTÉTICO	Paisaje	Paisaje	-1			-1	-1	-1	-1									

Matriz 2 “Matriz de la Extensión de los Impactos”

Componentes	Subcomponente	Factor Ambiental	ETAPA ANTES DEL PROYECTO			ETAPA DE CONSTRUCCIÓN								ETAPA DESPUÉS DEL PROYECTO				
			Almacenamiento inadecuado de desechos	Generación de Lixiviados	Generación de Gases	Eliminación de cobertura vegetal	Movimiento de tierras	Acopio del material de cobertura	Desalojo y disposición de material sobrante	Movimiento de Maquinaria pesada	Implementación de Geomembrana	Implementación de tuberías para lixiviados	Implementación de canales perimetrales	Implementación de Chimeneas	Desalojo y disposición de material sobrante	Mantenimiento de instalaciones	Generación y Manejo de Gases	Generación y tratamiento de Lixiviados
ABIÓTICO	Aire	Calidad del aire			5,00		2,50											
		Ruido				2,50	5,00	2,50		7,50		5,00	5,00	5,00	5,00			
	Suelo	Calidad del suelo	5,00	5,00		5,00	7,50	7,50	2,50	7,50				2,50				
		Erosión				5,00		5,00						2,50				
	Agua	Agua superficiales		5,00		5,00	7,50											
Agua subterránea			5,00		5,00	5,00												
BIÓTICO	Flora	Flora	2,50	2,50	2,50	5,00	7,50											
	Fauna	Fauna	2,50	2,50	2,50	5,00	7,50											
SOCIO ECONÓMICO	Económico	Empleo	7,50			7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	
	Social	Mejoramiento de la calidad de la vida									2,50		5,00				5,00	
		Salud	5,00	5,00	5,00			5,00	2,50								5,00	
ESTÉTICO	Paisaje	Paisaje	5,00			5,00	5,00	7,50	5,00									

Matriz 3 “Matriz de la Duración de los Impactos”

Componentes	Subcomponente	Factor Ambiental	ETAPA ANTES DEL PROYECTO			ETAPA DE CONSTRUCCIÓN								ETAPA DESPUÉS DEL PROYECTO				
			Almacenamiento inadecuado de desechos	Generación de Lixiviados	Generación de Gases	Eliminación de cobertura vegetal	Movimiento de tierras	Acopio del material de cobertura	Desalojo y disposición de material sobrante	Movimiento de Maquinaria pesada	Implementación de Geomembrana	Implementación de tuberías para lixiviados	Implementación de canales perimetrales	Implementación de Chimeneas	Desalojo y disposición de material sobrante	Mantenimiento de instalaciones	Generación y Manejo de Gases	Generación y tratamiento de Lixiviados
ABIÓTICO	Aire	Calidad del aire			7.5		2,50											
		Ruido				7,50	5,00	2,50		5,00		7,50	7,50	7,50	5,00			
	Suelo	Calidad del suelo	10,00	7.5		7,50	7,50	5,00	2,50	2,50			2,50					
		Erosión				5,00		5,00					2,50					
	Agua	Agua superficiales		5,00		5,00	5,00											
Agua subterránea			5,00		5,00	5,00												
BIÓTICO	Flora	Flora	2,50	2,50	1,00	5,00	5,00											
	Fauna	Fauna	2,50	2,50	1,00	5,00	5,00											
SOCIO ECONÓMICO	Económico	Empleo	10,00			7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	
	Social	Mejoramiento de la calidad de la vida									5,00		5,00			5,00	5,00	
		Salud		5,00	2.5	5,00			2,50	2,50							5,00	5,00
ESTÉTICO	Paisaje	Paisaje	7,50			7,50	5,00	2,50	2,50									

Matriz 4 “Matriz de Reversibilidad”

Componentes	Subcomponente	Factor Ambiental	ETAPA ANTES DEL PROYECTO			ETAPA DE CONSTRUCCIÓN								ETAPA DESPUÉS DEL PROYECTO				
			Almacenamiento inadecuado de desechos	Generación de Lixiviados	Generación de Gases	Eliminación de cobertura vegetal	Movimiento de tierras	Acopio del material de cobertura	Desalojo y disposición de material sobrante	Movimiento de Maquinaria pesada	Implementación de Geomembrana	Implementación de tuberías para lixiviados	Implementación de canales perimetrales	Implementación de Chimeneas	Desalojo y disposición de material sobrante	Mantenimiento de instalaciones	Generación y Manejo de Gases	Generación y tratamiento de Lixiviados
ABIÓTICO	Aire	Calidad del aire			5		5											
		Ruido				5	5	5		2,5		5	5	2,5	2,5			
	Suelo	Calidad del suelo	5	5		10	7,5	5	5	5			2,5					
		Erosión				7,5		5					2,5					
	Agua	Agua superficiales		2,5		7,5	2,5											
		Agua subterránea		2,5		7,5	2,5											
BIÓTICO	Flora	Flora	2,5	2,5	2,5	5	2,5											
	Fauna	Fauna	2,5	2,5	2,5	5	2,5											
SOCIO ECONÓMICO	Económico	Empleo	10			7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	
	Social	Mejoramiento de la calidad de la vida								2,5		2,5				5	5	
		Salud		5	5	5			2,5	5						7,5	5	
ESTÉTICO	Paisaje	Paisaje	7,5			5	5	5	5									

Matriz 5 “Matriz de la Magnitud”

Componentes	Subcomponente	Factor Ambiental	ETAPA ANTES DEL PROYECTO			ETAPA DE CONSTRUCCIÓN								ETAPA DESPUÉS DEL PROYECTO				
			Almacenamiento inadecuado de desechos	Generación de Lixiviados	Generación de Gases	Eliminación de cobertura vegetal	Movimiento de tierras	Acopio del material de cobertura	Desalojo y disposición de material sobrante	Movimiento de Maquinaria pesada	Implementación de Geomembrana	Implementación de tuberías para lixiviados	Implementación de canales perimetrales	Implementación de Chimeneas	Desalojo y disposición de material sobrante	Mantenimiento de instalaciones	Generación y Manejo de Gases	Generación y tratamiento de Lixiviados
ABIÓTICO	Aire	Calidad del aire			10		1											
		Ruido				2,5	5	5		5		7,5	7,5	7,5	2,5			
	Suelo	Calidad del suelo	10	10		2,5	5	2,5	2,5	2,5			2,5					
		Erosión				5		2,5					2,5					
	Agua	Agua superficiales		7,5		2,5	2,5											
Agua subterránea			7,5		2,5	2,5												
BIÓTICO	Flora	Flora	7,5	7,5	10	5	5											
	Fauna	Fauna	7,5	7,5	10	5	5											
SOCIO ECONÓMICO	Económico	Empleo	10			7,5	10	3	7,5	10	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	
	Social	Mejoramiento de la calidad de la vida									2,5		2,5				2,5	2,5
		Salud		10	10	10			2,5	2,5								2,5
ESTÉTICO	Paisaje	Paisaje	10			5	5	2,5	2,5									

Matriz 6 “Matriz de la Importancia de los Impactos”

Componentes	Subcomponente	Factor Ambiental	ETAPA ANTES DEL PROYECTO			ETAPA DE CONSTRUCCIÓN							ETAPA DESPUÉS DEL PROYECTO					Afectación positiva al Factor Ambiental	Afectación negativa al Factor Ambiental	Agregación de Impactos	
			Almacenamiento inadecuado de desechos	Generación de Lixiviados	Generación de Gases	Eliminación de cobertura vegetal	Movimiento de tierras	Acopio del material de cobertura	Desalojo y disposición de material sobrante	Movimiento de Maquinaria pesada	Implementación de Geomembrana	Implementación de tuberías para lixiviados	Implementación de canales perimetrales	Implementación de Chimeneas	Desalojo y disposición de material sobrante	Mantenimiento de instalaciones	Generación y Manejo de Gases				Generación y tratamiento de Lixiviados
ABIÓTICO	Aire	Calidad del aire			6		3,5											0	-9,5	-9,5	
		Ruido				5,5	5	3,5		4,5		6	6	5	4				0	-39,5	-39,5
	Suelo	Calidad del suelo	7	6		8	7,5	5,5	3,5	4,5			2,5						0	-44,5	-44,5
		Erosión				6		5					2,5						0	-13,5	-13,5
	Agua	Agua superficiales		4		6	4,5												0	-14,5	-14,5
		Agua subterránea		4		6	4												0	-14	-14
BIÓTICO	Flora	Flora	2,5	2,5	1,9	5	4,5											0	-16,4	-16,4	
	Fauna	Fauna	2,5	2,5	1,9	5	4,5											0	-16,4	-16,4	
SOCIO ECONÓMICO	Económico	Empleo	9,5			7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	107	0	107	
	Social	Mejoramiento de la calidad de la vida									3,5		4				5	5	17,5	0	17,5
		Salud	5	4	5			3	3,5								6	5	11	-20,5	-9,5
ESTÉTICO	Paisaje	Paisaje	7			6	5	4,5	4									0	-26,5	-26,5	
Afectaciones positivas por la acción			9,5	0	0	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	11	7,5	11,5	7,5	7,5	18,5	17,5				
Afectaciones negativas por la acción			-24	-23	-14,8	-47,5	-38,5	-22	-11	-9	0	-6	-11	-5	-4	0	0	0			
Total afectaciones por la acción			-14,5	-23	-14,8	-40	-31	-14	-3,5	-1,5	11	1,5	0,5	2,5	3,5	7,5	18,5	17,5			

Matriz N° 07 “Matriz de la significancia de los Impactos”

Componentes	Subcomponente	Factor Ambiental	ETAPA ANTES DEL PROYECTO			ETAPA DE CONSTRUCCIÓN										ETAPA DESPUÉS DEL PROYECTO						
			Almacenamiento inadecuado de desechos	Generación de Lixiviados	Generación de Gases	Eliminación de cobertura vegetal	Movimiento de tierras	Acopio del material de cobertura	Desalojo y disposición de material sobrante	Movimiento de Maquinaria pesada	Implementación de Geomembrana	Implementación de tuberías para lixiviados	Implementación de canales perimetrales	Implementación de Chimeneas	Desalojo y disposición de material sobrante	Mantenimiento de instalaciones	Generación y Manejo de Gases	Generación y tratamiento de Lixiviados	Altamente significativos	Significativos	Despreciables	Benéficos
ABIÓTICO	Aire	Calidad del aire			-7,75		-1,8											1	0	1	0	
		Ruido				-3,70	-5	-4,2		-4,7		-6,7	-6,708	-6,12	-3,16				2	3	3	0
	Suelo	Calidad del suelo	-8,37	-7,75		-4,47	-	-3,7	-2,95	-3,3			-2,5						2	1	5	0
		Erosión				-5,47		-3,5					-2,5						0	1	2	0
	Agua	Agua superficiales		-5,48		-3,87	-												0	1	2	0
		Agua subterránea		-5,48		-3,87	-												0	1	2	0
BIÓTICO	Flora	Flora	-4,33	-4,330	-4,36	-5	-											0	2	3	0	
	Fauna	Fauna	-4,33	-4,330	-4,36	-5	-											0	2	3	0	
SOCIO ECONÓMICO	Económico	Empleo	9,75			7,5	8,66	4,74	7,5	8,66	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	0	0	0	14	
	Social	Mejoramiento de la calidad de la vida									2,96		3,1623				3,53	3,54	0	0	0	4
		Salud	-7,07	-6,32	-7,071			-2,7	-2,95								3,87	3,54	2	1	2	2
ESTÉTICO	Paisaje	Paisaje	-8,37			-5,48	-5	-3,4	-3,16									1	2	2	0	
Altamente significativos			3	1	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0					
Significativos			0	3	0	4	5	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0					
Despreciables			2	2	2	4	3	5	3	1	0	0	2	0	1	0	0					
Benéficos			1	0	0	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	3	3				

4.4.1 Descripción de las afectaciones al medio ambiente

En el análisis de Impacto Ambiental del relleno Sanitario de la Ciudad de Puyo durante las respectivas etapas antes, durante y después de la ejecución del proyecto, se han identificado un total de 67 interacciones causa – efecto. De acuerdo a los valoraciones establecidos en la Tabla N° 15, el 11,94% de impactos son altamente significativos; el 20,99% son significativos; el 37,31% son despreciables y el 29,85% son benéficos.

Ponderando los valores de valores de impactos ambientales obtenidos, las acciones de mayor afección negativa corresponden a una mal almacenamiento de desechos, generación de lixiviados y gases. Por otro lado, los factores ambientales más afectados serán: Recuso suelo, agua y aire.

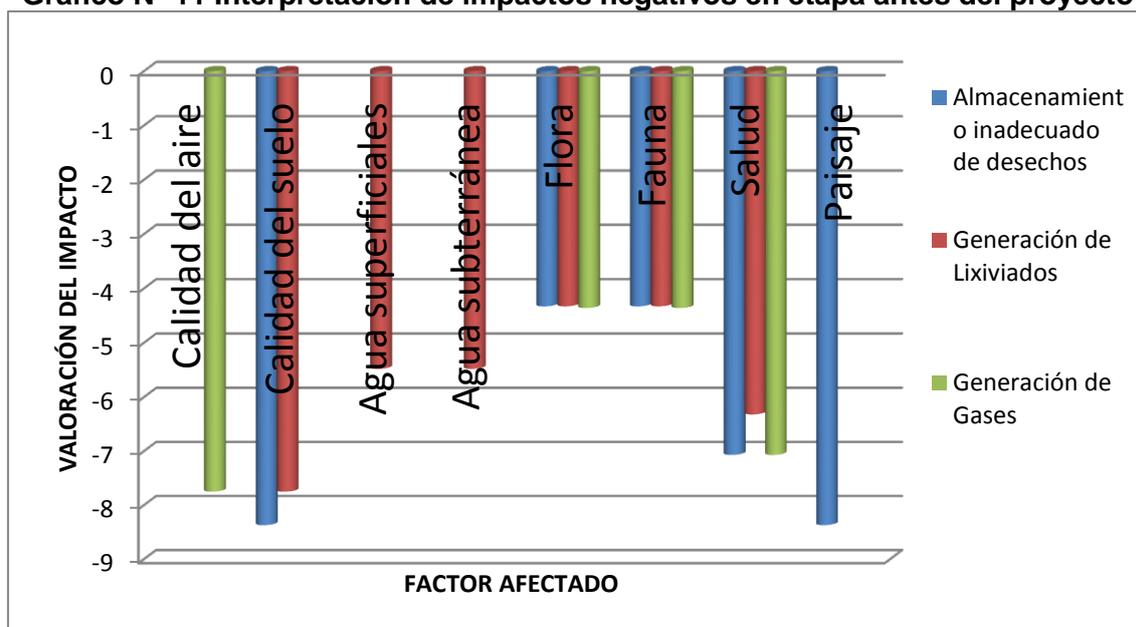
4.4.2 Afectaciones al Componente Abiótico

Impactos negativos: Para la interpretación de resultados se da mayor importancia a impactos altamente significativos en su interacción Actividades del Proyecto – Factor Ambiental:

Etapas antes del proyecto:

Actividades como el almacenamiento inadecuado de desechos afectan significativamente a la calidad del suelo con un valor de -8.37, también tenemos daños importantes con esta actividad en la salud valorada con una puntuación de -7.07 y modificaciones de paisaje con un -8.367. La generación de lixiviados afecta al componente suelo con un valor de -7.75. La generación de gases afecta a la calidad del aire con el -7.75 y a la salud con el -7.07.

Gráfico N° 11 Interpretación de impactos negativos en etapa antes del proyecto

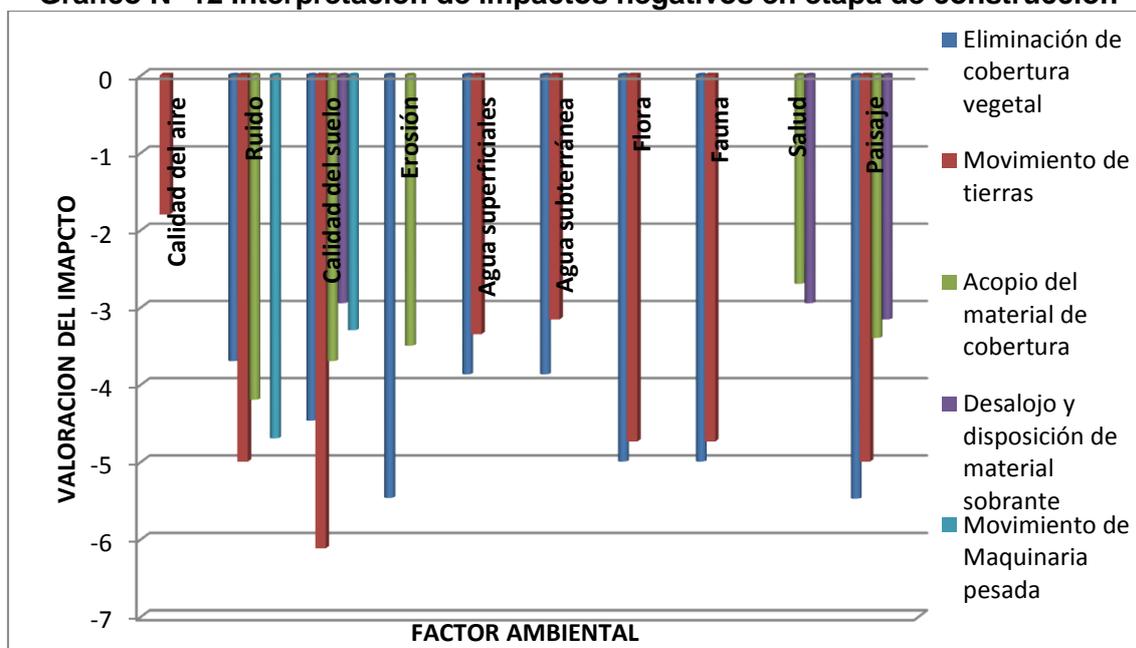


Fuente: Elaboración propia, 2012.

Etapas de construcción:

Las actividades más sobresalientes con impactos altamente significativos en esta etapa son: la Implementación de tuberías para líquidos lixiviados que afecta al ruido con un valor de -6.7 y la Implementación de canales perimetrales con una puntuación de -6.708.

Gráfico N° 12 Interpretación de impactos negativos en etapa de construcción

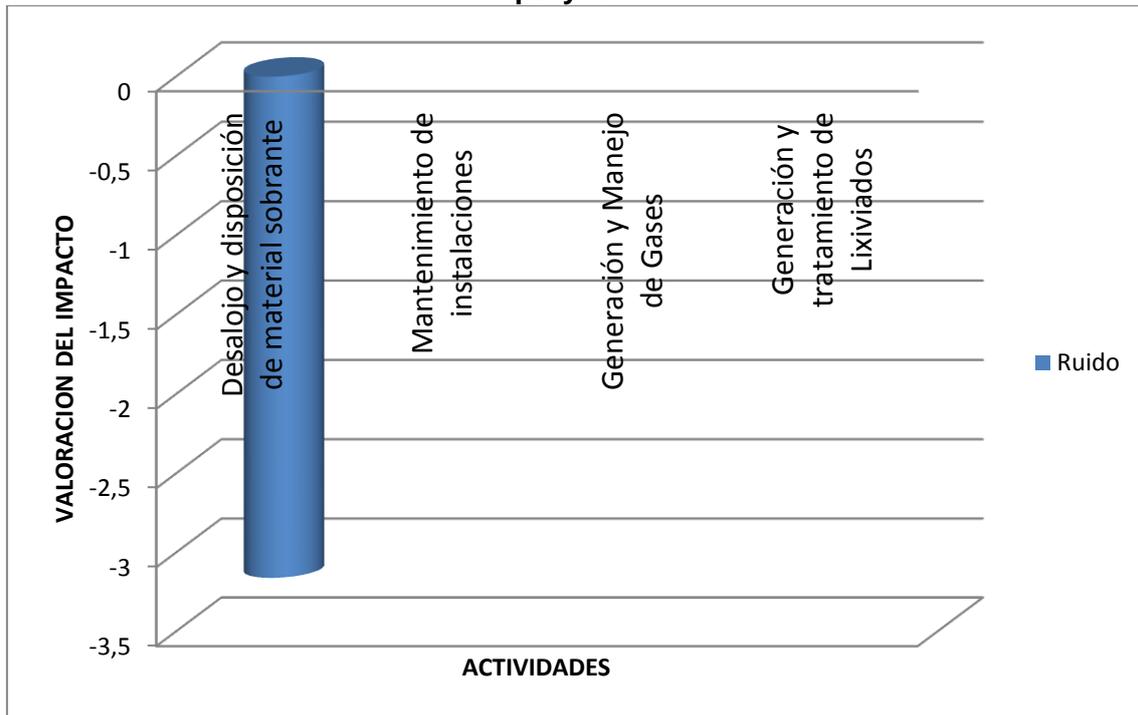


Fuente: Elaboración propia, 2012.

Etapas después de la ejecución del proyecto:

Una vez ejecutado el proyecto los impactos disminuirán significativamente para los recursos de agua, aire, suelo, a la salud, etc. Los impactos que sobresalen son solamente significativos, despreciables y positivos.

Gráfico N° 13 Interpretación de impactos negativos en etapa después del proyecto



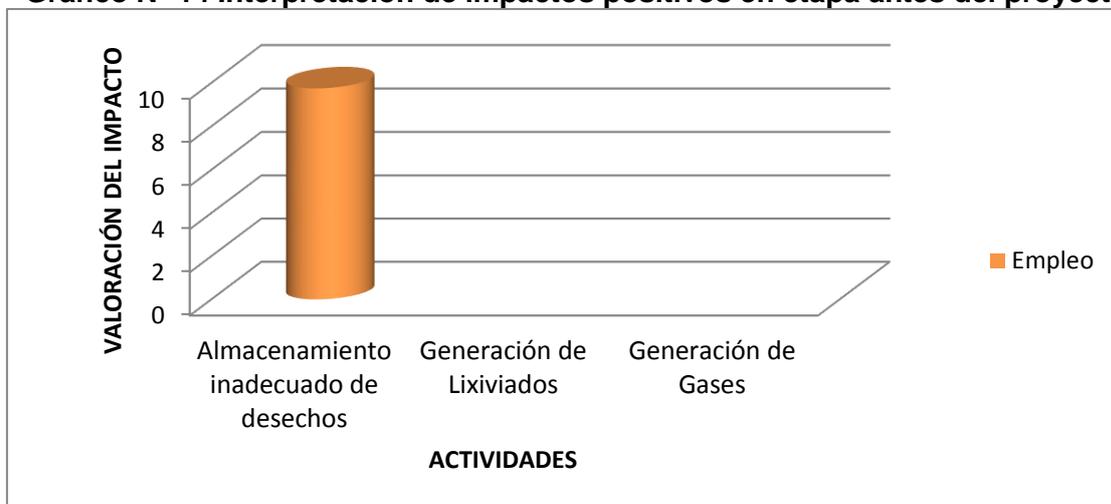
Fuente: Elaboración propia, 2012.

Impactos positivos: Para la interpretación de resultados se da importancia a todo tipo de impacto positivo en su interacción Actividades del Proyecto – Factor Ambiental:

Etapa antes del proyecto:

El almacenamiento de desechos genera fuentes de trabajo en el empleo con una ponderación de 9,75.

Gráfico N° 14 Interpretación de impactos positivos en etapa antes del proyecto

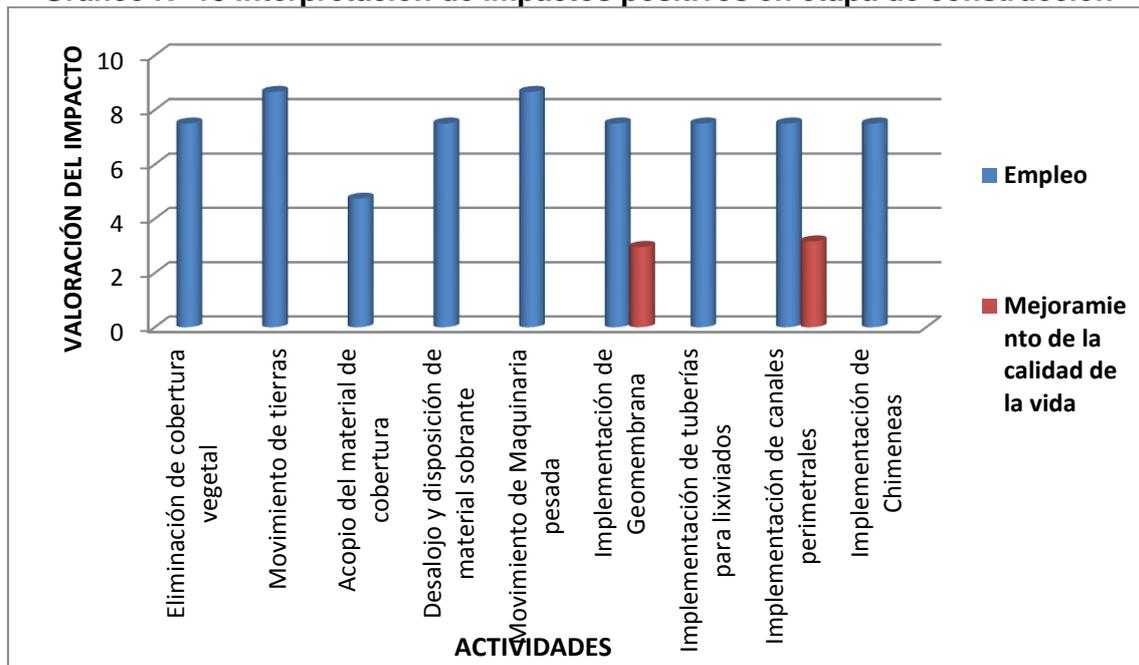


Fuente: Elaboración propia, 2012.

Etapa de construcción:

Actividades como eliminación de la capa vegetal, movimiento de tierras, acopio del material de cobertura, desalojo y disposición de material sobrante, movimiento maquinaria pesada, implementación geomembrana, implementación tuberías para lixiviados, implementación canales perimetrales e implementación de chimeneas favorecerán a la generación de empleo y mejoramiento de la calidad de la vida.

Gráfico N° 15 Interpretación de impactos positivos en etapa de construcción

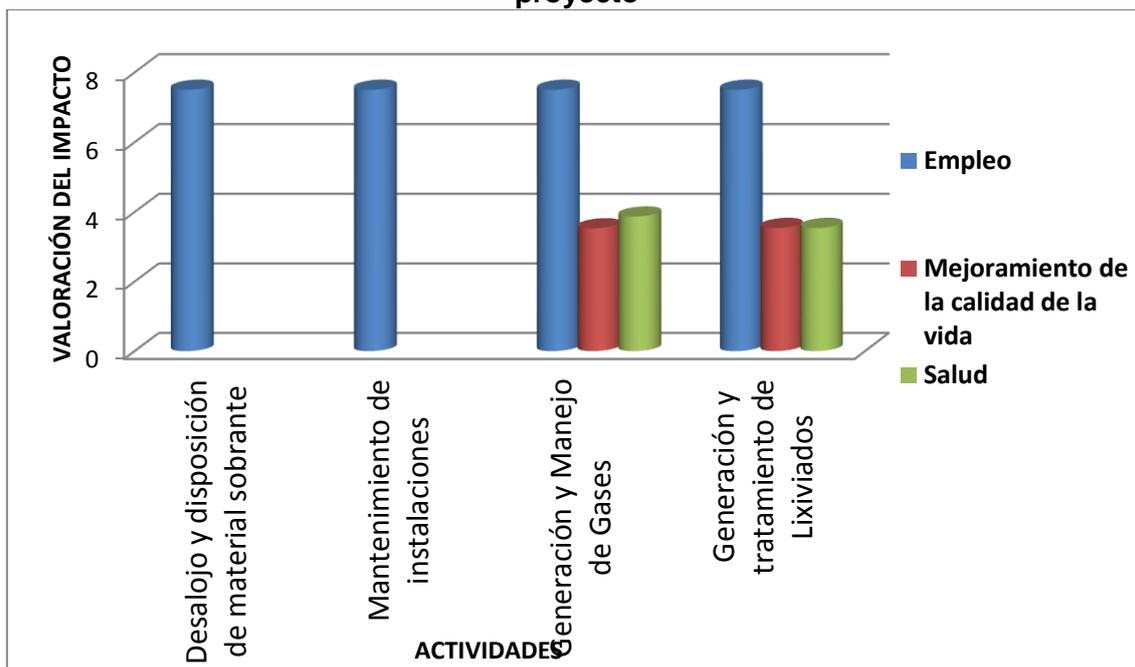


Fuente: Elaboración propia, 2012.

Etapa después de la ejecución del proyecto:

El Mantenimiento de instalaciones, Generación y Manejo de Gases y Generación y tratamiento de Lixiviados en esta etapa ya no generarán impactos ambientales, al contrario favorecen al empleo, salud y mejoramiento de la vida.

Gráfico Nº 16 Interpretación de impactos positivos en etapa después del proyecto



Fuente: Elaboración propia, 2012.

Conclusión:

Los impactos negativos se presentan principalmente antes y también durante la etapa de ejecución del proyecto y los impactos positivos se involucran en todas las etapas del proyecto, pero aumentan progresivamente una vez se haya ejecutado el proyecto, mientras que para los impactos de carácter negativo en esta etapa son mitigados totalmente, concluyendo que la aplicabilidad de este proyecto es ejecutable, favoreciendo principalmente a factores del medio ambiente y a la salud del hombre.

V DISCUSIÓN

5.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS EXPERIMENTALES DE LA INVESTIGACIÓN

El análisis de los residuos consiste en hacer comparaciones de factores desarrollados en el Capítulo IV con estudios semejantes, los cuales deben tener similitud o cierto grado de semejanza para poder estimar, verificar, diferenciar y comprobar resultados.

5.1.1 Generación de Desechos en un Relleno

En el Relleno Sanitario del municipio de Pastaza la generación de desechos que se mencionó anteriormente en el Capítulo IV, se basa en el número de habitantes por año relacionada con su producción per cápita, estimando la generación de desechos/año, obteniendo una cantidad de 271.900,178 m³ (217,0 ton) total de desechos estabilizados en un lapso de 16 años (Período de la generación de desechos 1995-2011 descritos en el Anexo N° 07).

Bonilla J., en el Estudio de Impacto Ambiental de la Ciudad de Arajuno, Provincia de Pastaza”, 2009 muestra el cálculo de los datos de producción diaria de residuos sólidos y con lo cual se calculan los valores para los demás años de este relleno sanitario de Arajuno.

Producción inter - diaria: 8 m³

Frecuencia de recolección: 2/7

Población al 2009: 1170 hab.

Peso volumétrico sin compactación: 250 Kg/m³*

$$\text{Producción diaria (PD, m}^3\text{)} = \frac{\text{Producción diaria}}{\text{Frecuencia}} = \frac{8\text{m}^3}{3} = 2.67\text{m}^3/\text{día}$$

$$\text{Producción diaria (PD, Kg)} = \text{PD} * \text{Peso Vol.} = 2.67\text{m}^3 * \frac{250\text{Kg}}{\text{m}^3} = 667.5 \text{ Kg/día}$$

$$\text{PPC} = \frac{\text{PD}}{\text{Población}} = \frac{667.5\text{Kg/día}}{1170 \text{ hab}} = 0.57 \frac{\text{Kg}}{\text{hab. día}}$$

La producción per cápita es de 0,57 Kg/hab*día en el año 2009 y se determina una proyección de la generación de residuos sólidos hasta el año 2021 (descripción en la Tabla N° 23), tomando como base un crecimiento anual de 1% de la producción per cápita diaria. Al enfocarnos en el año 2009, la población para la Ciudad de Arajuno es de 1.170 habitantes, mientras que en el Cantón de Puyo su población correspondería a 58.357 habitantes con una generación per cápita de 0,66 Kg/hab*día (descripción en el Anexo N° 7), dando resultados de generación de desechos de 14.058,11

toneladas durante ese año, mientras que para Arajuno se producirían 243,41 toneladas. Esta gran diferencia se debe primordialmente a dos razones, la primera al número de habitantes para cada ciudad, y la segunda a la capacidad de generar basura por personas en cada sitio en particular.

Tabla N° 23 Proyección de producción de residuos sólidos

AÑO	NUMERO HABITANTES	PPC KG/HAB*DÍA	PRODUCCIÓN TOTAL RS TON/DÍA
2009	1170	0,570	0,67
2010	1220	0,576	0,70
2011	1273	0,581	0,74
2012	1327	0,587	0,78
2013	1384	0,593	0,82
2014	1444	0,599	0,87
2015	1506	0,605	0,91
2016	1571	0,611	0,96
2017	1638	0,617	1,01
2018	1709	0,623	1,07
2019	1783	0,630	1,12
2020	1859	0,636	1,18
2021	1939	0,642	1,25

Fuente: Bonilla J, 2009.

Adaptación: Elaboración propia, 2012.

5.1.2 Caracterización de los Desechos

En lo que corresponde a la composición de desechos en el Cantón Pastaza, de acuerdo a la clasificación de la Tabla N° 16 concluye que: el 51,48% de los residuos son orgánicos/comportables, así como el 37,16% corresponde a material residual/desechos, en tanto que el 2.55% está representado por papel, los componentes inorgánicos se identifican con un 1.76%, la madera abarca un 3.85% y en componente como son plásticos, prendas textiles, caucho y residuos especiales no superan el 1.19%, se puede globalizar estos resultados con un 52% de materia orgánica y de un 48% de materia inorgánica. La composición de desechos según Bonilla J., 2009 establece que la materia orgánica representa un 70% y de materia inorgánica con el 30%. En comparación con la composición de los desechos del Relleno de la ciudad de Puyo, cuenta con un 52% de materia orgánica y un 48% de materia inorgánica, los resultados para Arajuno son buenos, esto se debe a la forma primitiva de vida en los habitantes de Arajuno.

5.2 ANÁLISIS DE LOS LIXIVIADOS EN UN RELLENO

5.2.1 COMPOSICIÓN DE LOS LIXIVIADOS

La importancia que se da a la composición de los lixiviado se realizará en base a la Normativa Vigente de Descarga de Efluentes (descripción de parámetros TULAS en la Tabla N° 01), donde se hará una comparación acerca de la composición que tienen

estas aguas con los parámetros de limpieza que exige esta normativa vigente para que puedan ser descargados a un cuerpo de agua, siendo el caso de este estudio, el estero Chilcayacu, que interseca en el área del relleno.

Tabla N° 24 Composición de los Lixiviados en el Relleno y Límites Máximos Permisibles (Comparación Tabla N° 17 y N°01)

PARÁMETROS	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	COMPOSICIÓN DE LIXIVIADOS	DIFERENCIA DE CONCENTRACIONES	PORCENTAJE DE REMOCIÓN
Coliformes Fecales	NMP/100 cm ³	Remoción > al 99,9 %	25000	-	> 99,9 %
Materia flotante	-	Ausencia	Visibles	-	> al 99,9 %
DBO ₅	mg/l	100	5100	5000	>98,03%
DQO	mg/l	250	14800	14550	>98,31%
pH		05-jul	6.56	Estable	-
Temperatura		< 35	22°C	Estable	-
				Promedio de remoción	99,89%

Fuente: Datos CESTTA–ESPOCH, 2010.

Elaboración: Elaboración propia, 2012.

Coliformes Fecales: Si la concentración de Coliformes fecales es de 25000 NMP/100 cm³, la Normativa estima que las concentraciones a remover con cualquier tipo de tratamiento deben alcanzar una remoción del 99,9%, para que puedan ser expulsados a fuentes hídricas sin ningún tipo de daños ambientales, determinando que su tratamiento es obligatorio.

Materia Flotante: La materia flotante que se identifica a simple vista, deben ser removidas en su totalidad para considerarse como agua de calidad, y por lo tanto su tratamiento es obligatorio.

DBO₅: Los lixiviados del relleno presentan una concentración de DBO₅ de 5100 mg/L, es decir que si el TULAS determina un máximo de 100 mg/L, el exceso sería de 5100 %, por lo tanto la remoción en la aplicación de tratamientos debe tener una eficiencia del 98,03%.

DQO: Los resultados en cuanto a concentraciones de DQO alcanzan los 14.800 mg/L, es decir que hay un exceso de 59 veces cuando el límite máximo permisible es de 250 mg/L, por lo que es importante aplicar rápidamente un tratamiento con eficiencia del 98,31%. Como es de darse cuenta las concentraciones de estos lixiviados son altamente tóxicas, y si se diera el caso de expulsar estos líquidos directamente al recurso suelo o peor aún a fuentes hídricas, los efectos ambientales serían catastróficos.

pH: Se mantiene en un nivel estándar de 6.56 por lo que no es punto importante a tomarse en cuenta.

Temperatura: La temperatura del líquido se mantiene en un nivel promedio de 22 °C, que en si no afecta al fuentes hídricas a excepción del restos de los parámetros que existe en el lixiviado.

Del análisis de la Tabla N° 24 se puede determinar cuánto han sido afectadas estas aguas debido a procesos de almacenamiento, control y descomposiciones de desechos. La calidad del agua es tóxica y se concluye la aplicación de métodos de tratamientos eficientes a estas aguas como solución.

5.2.2 RELACIÓN DBO/DQO

Se realiza un análisis específicamente de estos parámetros para establecer el grado de biodegradación, determinando porcentajes de materia orgánica que se encuentra en esta sustancia.

Relación DBO/DQO= 5100/14800

Relación DBO/DQO= 0,34

Según Tchobanoglous, 2000 se consideran sustancias de alto grado de biodegradabilidad cuando esta relación se encuentra entre los rangos de 0,3 y 0,5 y de poca biodegradabilidad cuando es menor a 0,1. Los lixiviados para el relleno sanitario del Municipio de Pastaza presentan un alto grado de biodegradabilidad.

5.2.3 GENERACIÓN VOLUMÉTRICA DE LIXIVIADOS

De acuerdo a la Tabla N° 18 se estima que para un área de 7,76 ha que es el sitio en donde se va a ejecutar el proyecto de cierre con una generación aproximadamente 20,79 m³/día, para el Relleno de La ciudad de Puyo.

Según Robe E, del estudio de diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios, 2002 la generación de lixiviados en un relleno depende de causas de la precipitación anual y el tipo de relleno, como se muestra en la tabla:

Tabla N° 25 Generación de Lixiviados

TIPO DE RELLENO	PRODUCCIÓN DE AGUAS LIXIVIADAS	PRODUCCIÓN DE GUAS LIXIVIADAS (m3/(ha*día))		
		Precipitación	Precipitación	Precipitación
	% DE LA PRECIPITACIÓN	700 mm/año	1500 mm/año	3000 mm/año
MANUAL	60	11.51	24.66	49.32
SEMI MECANIZADO	40	7.67	16.44	32.88
MECANIZADO	25	4.79	10.27	20.55

Fuente: Roben E, 2002.

Elaboración: Elaboración propia, 2012

Si tomamos como referencia la tabla anterior como método para identificar un caudal para el Relleno Sanitario en el Municipio de Pastaza, según Roben E., correspondería a una precipitación de 700 mm/año que es la más cercana debido a que la de Puyo es de 413 mm/año, con un funcionamiento mecanizado para este relleno, se estarían

generando 4.79 m³/día aproximadamente en una hectárea, si el relleno cuenta con un área de 7,76 ha los lixiviados a generarse serían:

$$\text{Caudal de Lixiviados según Roben E.} = Q * \text{Área}$$

$$\text{Caudal de Lixiviados según Roben E.} = 4.79 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} * 7.76 \text{ ha}$$

$$\text{Caudal de Lixiviados según Roben E.} = 37,16 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}$$

Si anteriormente mencionamos que en el estudio del relleno Sanitario del cantón Pastaza existe un generación de lixiviados de 20,79 m³/día, Roben E. afirma que se generaría una cantidad de 37,16 $\frac{\text{m}^3}{\text{día}}$. Esto se da debido a que se consideran factores de estudio de forma general por este autor, así como valores aproximados, semejantes y metodologías diferentes. La diferencia sería de 16,37 $\frac{\text{m}^3}{\text{día}}$, es decir que habría un exceso de un casi el doble según Roben E.

5.3 ANÁLISIS DE LA GENERACIÓN VOLUMÉTRICA DE LOS GASES

Según Siliezar C. y Urquizo R, con la aplicación del Manual de Usuarios de Biogás del Ecuador”, 2009, para el relleno sanitario del Cantón Pastaza, en un área de 7,76 hectáreas en un lapso de 16 años se han generado 634.125 mm BTU/año, que es equivalente a 17'958.420 m³/año de Biogás.

Roben E., 2002 en su estudios para el Relleno Sanitario de Loja, desarrolla dos tipos de estimaciones en cuánto a generación de gases para este sitio, para ello se tomó en cuenta que uno de ellos trabajaría con desechos que no han sido clasificados (Municipio A) y en el otro caso la estimación del gas se dio en base a una previa clasificación de desechos orgánicos e inorgánicos (Municipio B) con los respectivos resultados:

Tabla N° 26 Producción del gas del relleno con basura clasificada y no clasificada en Loja

ESTIMACIÓN DE GENERACIÓN DE GASES PARA EL RELLENO SANITARIO DE LA CIUDAD DE LOJA						
C _{org}	MUNICIPIO A			MUNICIPIO B		
	20			7		
AÑO	Producción de Basura (ton/año)	Basura en el Relleno (ton)	Producción de Gas m3/año	Producción de Basura (ton/año)	Basura en el Relleno (ton)	Producción de Gas m3/año
2000	18250	18250	0	18250	9125	0
2001	18615	36865	389777.28	18615	18433	68211.02
2002	18987	55852	755518.01	18987	27926	132215.65
2003	19367	75219	999334.7	19367	37610	102383.57
2004	19754	94974	1423188.68	19754	47487	249058.02
2005	20149	115123	1728859.76	20149	57562	303550.46
2006	20552	1356776	2018003.76	20552	67838	353150.66
2007	20964	156639	2292141.24	20964	78320	401124.72
2008	21383	178022	2552689.98	21383	89011	446720.75
2009	21810	199832	2800909.25	21810	99916	490159.12
2010	22247	222079	3037976.82	22247	111040	531645.94
2011	22692	244771	3265016.99	22692	122385	571377.97
2012	23145	267916	3483019.53	23145	133958	609528.42
2013	23608	291524	3692893.40	23608	145762	646256.34
2014	24080	315605	3895516.00	24080	157802	681715.30
2015	24562	340167	4091671.76	24562	170083	716042.56
2016	Cierre del Relleno	340167	4182102.38	Cierre del Relleno	170083	749367.92
2017		340167	3932394.20		170083	688168.99

Fuente: Roben E, 2002.

Adaptación: Elaboración propia, 2012.

Se comprueba que el incremento del biogás generado es directamente proporcional con la cantidad de materia orgánica presente, es decir que mientras mayor cantidad de desechos orgánicos existan el volumen de biogás aumentará respectivamente. Si se compara estos resultados con los de Roben E, obtenemos la siguiente tabla:

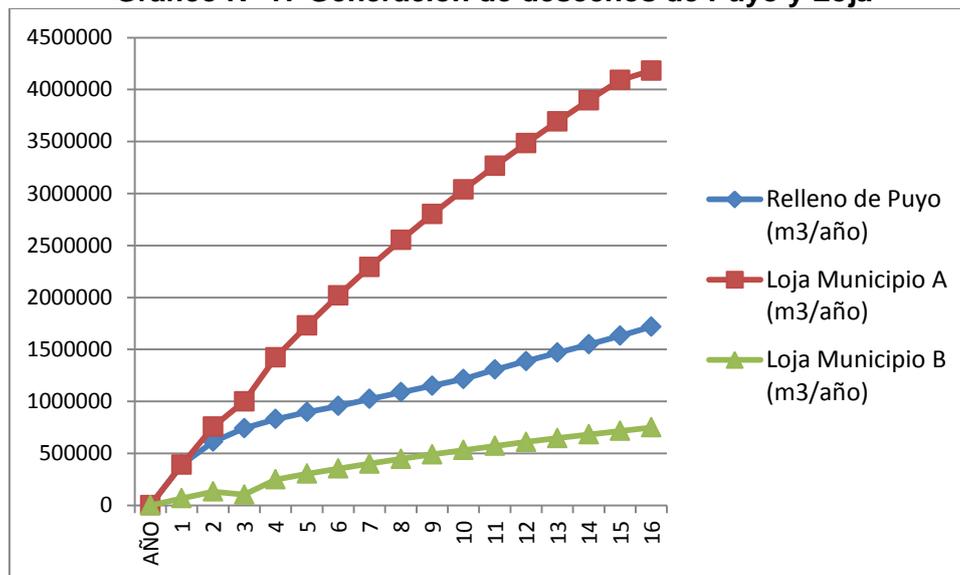
Tabla N° 27 Generación de desechos de Puyo y Loja (Tablas N° 19 y 26)

Año	Relleno de Puyo (m3/año)	Loja Municipio A (m3/año)	Loja Municipio B (m3/año)
1	0	0	0
2	393449,76	389777,28	68211,02
3	611173,92	755518,01	132215,65
4	741700,8	999334,7	102383,57
5	829407,84	1423188,68	249058,02
6	896611,2	1728859,76	303550,46
7	954553,92	2018003,76	353150,66
8	1022918,4	2292141,24	401124,72
9	1086808,32	2552689,98	446720,75
10	1149876,96	2800909,25	490159,12
11	1214021,76	3037976,82	531645,94
12	1304787,36	3265016,99	571377,97
13	1387368,48	3483019,53	609528,42
14	1467570,72	3692893,4	646256,34
15	1548480,96	3895516	681715,3
16	1631656,8	4091671,76	716042,56
17	1718032,8	4182102,38	749367,92

Adaptación: Elaboración propia, 2012.

En base a la obtención de datos analizamos los resultados obteniendo esta gráfica:

Gráfico Nº 17 Generación de desechos de Puyo y Loja



Fuente: Sillezar C. y Urquiza R, 2009; Roben E., 2002

Adaptación: Elaboración propia, 2012.

Se aprecia entonces que cuando se da una clasificación previa de desechos la generación de gases disminuye, al contrario si no hay clasificación la generación de gases aumenta. Para el Relleno del Municipio de Pastaza, el Cantón Puyo cuenta con una clasificación intermedia, por ellos la generación de gases se encuentra entre los dos rangos, como se muestra en la gráfica.

5.4 ANÁLISIS DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS EN UN RELLENO SANITARIO

La Metodología de Leopold en el presente estudio para el Cierre Técnico del Relleno Sanitario de Santa Clara, identifica los recursos más afectados que son los recursos de suelo, aire y agua, ocasionando efectos de manera continua a factores bióticos, abióticos, etc. Si analizamos detenidamente en las tablas de las matrices de Identificación de Impactos así como sus resultados (desarrollados en el Capítulo IV), los impactos se generan en mayor proporción antes de la fase de la ejecución del proyecto, es decir que los impactos ambientales ocasiona mayor daño ambiental en esta fase y en menor proporción durante la fase de construcción, esto se debe a que las actividades que se operan en estas fases no cuentan con medidas ambientalmente limpias, aumentando afecciones al medio. En la fase de operación y mantenimiento, es decir después de la ejecución del proyecto, los impactos disminuyen considerablemente que es el resultado esperado.

Según Bonilla J., del Estudio de Impacto Ambiental en Relleno Sanitario de Santa Clara, Provincia de Pastaza, 2011 se usa la misma metodología de Leopold, 1971 donde la identificación de impactos cuenta con actividades semejantes a la del Relleno

Sanitario de la ciudad de Puyo, pero aquí se obtiene las siguientes fases: F. de construcción, F. de operación y Etapa de clausura. Para el presente proyecto se producen 322 interacciones de las cuales se interrelacionan únicamente 240 que implican impactos; 109 son de carácter positivo y 131 de carácter negativo, obteniendo resultados a groso modo como son:

Fase de construcción:

Las actividades que más generan impactos ambientales son la eliminación de la cobertura vegetal y el movimiento de tierras, causando daños significativos en la calidad del suelo, del agua y eliminación de especies en la flora.

Fase de Operación:

Durante esta fase las actividades más sobresalientes en cuanto a generar daños, es la descarga de desechos y la colocación de cobertura diaria, los factores afectados por estas actividades son los factores de suelo, ruido principalmente y modificaciones del paisaje, los daños son significativos primordialmente y daños despreciables en una menor cantidad.

Etapas de Clausura:

Una vez realizada la fase de operación, en esta etapa los impactos disminuyen en su totalidad debido a que ya no se aplican actividades que conlleven daños en su funcionamiento afectando al medio, al contrario las actividades en esta fase como la cobertura final y reforestación mitigan cualquier tipo de impacto como; la generación de malos olores, disminución en la generación de gases y lixiviados, la no proliferación de vectores, etc.

En las diferentes etapas que puedan darse en un cierre técnico o en el funcionamiento de un relleno sanitario, sin importar el sitio o la forma en que manejan sus actividades, los impactos de importancia son el producto de las malas operaciones con las que cuenta este relleno, presentándose en mayor cantidad para impactos negativos en las etapas de construcción y operación como es en el caso del Estudio de Impacto Ambiental para el Relleno sanitario de Santa Clara y etapas antes y durante la ejecución del proyecto con actividades en la Propuesta de Cierre Técnico para el Relleno Sanitario del Municipio de Pastaza. Y acerca de los impactos positivos como es de esperarse, se obtienen mejores resultados cuando se ejecuten fases de operación y mantenimiento o en el cese de operaciones, es decir una vez aplicadas las medidas adecuadas para el correcto funcionamiento de los respectivos rellenos sanitarios.

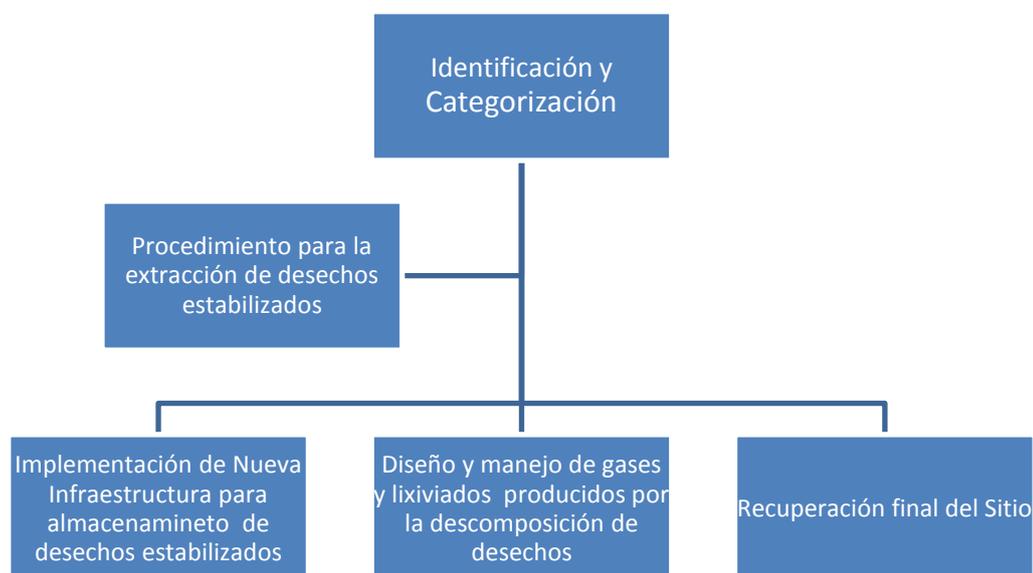
VI PROPUESTA

Para iniciar con la respectiva propuesta es necesario tener en cuenta un conocimiento minucioso del sitio y su área de influencia. Así como los datos en la generación de desechos producidos en una determinada área, desde el inicio de su funcionamiento como botadero hasta la fecha en la cual se tomó medidas adecuadas para considerarse un relleno año 2011, con el fin de enfocarse solamente en la etapa donde los residuos han sido mal operados. Por ello la propuesta del cierre se dividirá en dos, la primera etapa de la propuesta va dirigida para desechos tratados en la etapa de botadero cubriendo un tiempo de 16 años, datos relacionados con el número de habitantes, su Incremento poblacional y a la generación per cápita anual del Cantón Pastaza, obteniendo resultados/año de desechos desde el 1995 hasta el 2011 como se muestra en el Anexo N° 07 en la estimación de la generación anual de desechos. Y la segunda etapa estará dirigida para aquellos residuos que se generarán a partir de este del año 2011 en adelante, hasta cubrir el total de área del relleno.

Etapa I:

La ejecución del Plan de Cierre abarca un proceso de actividades en un orden establecido para la Etapa I, este plan avanzará poco a poco, como se presenta en el siguiente gráfico:

Etapas básicas del proceso técnico:



Elaboración: Elaboración propia, 2012.

6.1 IDENTIFICACIÓN Y CATEGORIZACIÓN

La identificación requiere el conocimiento de las condiciones y características de un sitio en particular para aplicar el cierre, punto desarrollado en el Capítulo II y IV. Una vez identificado el área de cierre, se procederá a proponer el Plan de Cierre Técnico

para el Relleno Sanitario del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Pastaza.

6.2 PROCEDIMIENTO PARA EXTRACCIÓN DE DESECHOS ESTABILIZADOS

Para la extracción de desechos, se tomará en cuenta condiciones en las que se encuentran almacenados los desechos, que pueden existir concentraciones altas y bajas de biogás y de esto dependerá el avance para la extracción de los desechos. Este biogás generado en concentraciones altas, se considera como explosivo e inflamable, se puede concentrar desordenadamente en el interior de los desechos compactados. Si no se evacua de manera adecuada, pueden causar incendios o inclusive explosiones. El CH₄ (Metano) es explosivo en concentraciones entre 5 % - 15 %; y en concentraciones más elevadas de 15 % es inflamable.

Para la extracción de desechos se trabajará con chimeneas de tiempo parcial, con la finalidad de disminuir las concentraciones del biogás acumulado en los desechos, se aplicará un sistema de *drenaje pasivo*, que consiste en utilizar energía en forma de vacío inducido para controlar el flujo del gas, es decir que del conducto de canalización de la chimenea, la generación de gases se dirigirán por el sistema de drenaje de forma natural. Las chimeneas se instalarán una por una, con una altura de un 30% a 40% (2 metros) de los desechos, y se esperará emanaciones de biogás y si se diera concentraciones mayores a un 15 % del CH₄ (se identificará a simple vista) en la capoceta de la chimenea (tope de la chimenea) se procederá a la quema del mismo cuando. Esta implementación temporal de chimeneas aplicará para un área total de 77685,765m² de desechos compactados, es decir para 27 plataformas, si según las mediciones realizadas durante el análisis de campo se determina un área promedio de 2925,00 m² por plataforma.

De este modo las concentraciones de gases acumulados en el interior irán disminuyendo. Al bajar las concentraciones del biogás, es decir que cuando la concentración baje significativamente por la combustión del biogás en la chimenea se instalarán nuevas chimeneas hasta cubrir un 100 % en toda esta área de desechos, se recomienda un radio de 10 m entre una y otra chimenea. Cuando las concentraciones de metano disminuyan totalmente en toda el área del relleno es cuando se procede a la extracción y reubicación parcial de desechos en un sitio cercano, ahora ya sin ningún tipo de riesgo. Se recomienda el uso de Equipo de Protección Personal durante todas las etapas de trabajo.

6.3 IMPLEMENTACIÓN NUEVA INFRAESTRUCTURA PARA ALMACENAMIENTO DE DESECHOS ESTABILIZADOS

Técnicas de Manejo

La incorporación de controles ambientales a implementarse es la única forma de garantizar la calidad del suelo, agua, aire y la salud del hombre. Por ello, una vez realizada la extracción del biogás descritos en el punto anterior, se quitarán las chimeneas parciales y desechos para proceder a la implementación, instalación y manejo de nuevas instalaciones adecuadas para los controles ambientales requeridos, este conjunto de acciones correctivas pueden sub dividirse en el siguiente orden:

1.-Estabilización física mediante la conformación de las Celdas

Tomando en consideración que el nivel freático en la zona que es considerablemente alto y que debe evitar que el lixiviado alcance las aguas subterráneas, será necesario realizar la colocación de un forro para impedir la infiltración directa de lixiviados al suelo y se lo impermeabilizará con geomembrana de 1 mm de espesor. Si se estimó un área total de desechos compactados (Capítulo IV) las necesidades de geomembrana serán:

Área Total = Área del Desechos ocupada + Área de paredes del relleno

Área Total = 77685,765 m² + 1957,33 m²

Área Total= 79643,0967 m²

El área total de geomembrana a implementarse es el total de todas las plataformas a ejecutarse en el proyecto, por lo tanto dicha cantidad de geomembrana se distribuirá dependiendo del área de cada plataforma.

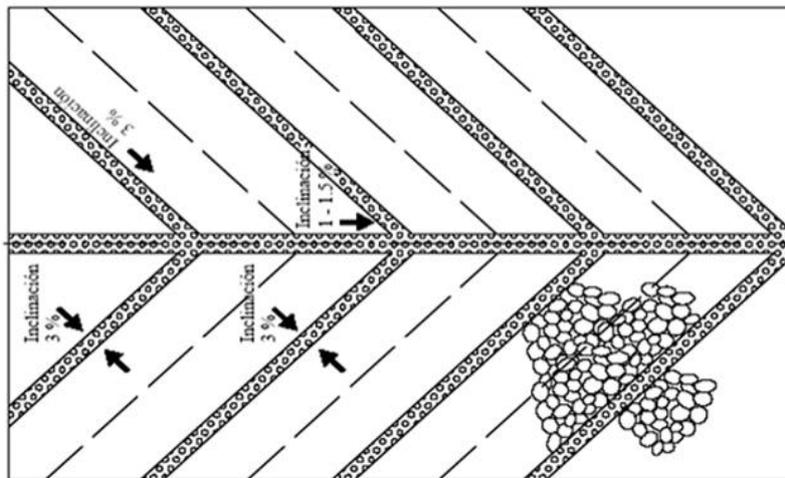
2.-Control de la generación y migración de lixiviados

En un botadero a cielo abierto, los lixiviados se generan por dos razones principales:

- El tránsito de agua lluvia infiltrada desde su superficie y a través de los residuos sólidos
- La biodegradación de la Materia Orgánica

Según Roben E., el sistema de drenaje más eficiente de lixiviados es en forma de espina de pescado, este se lo construirá con un eje principal que cubre un 90% del largo y ancho del área y con ramales que están ubicados cada 10 m cubriendo la base de las celdas ya impermeabilizadas. La base de la plataforma cuenta con una pendiente de 1 a 2%, para que por gravedad los lixiviados infiltrados en las tuberías se dirijan en una sola dirección a un Tanque de Almacenamiento.

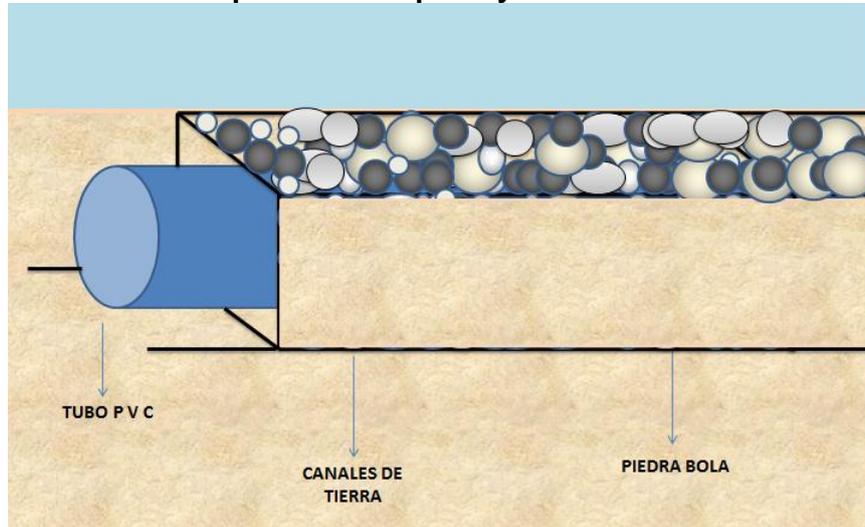
Gráfico N° 18 Drenaje de Lixiviados “Espina de Pescado”



Fuente: Xavier Saltos Arteaga y Xavier Zambrano Pérez, (2010).
Adaptación: Elaboración propia, 2012.

El transporte se realizará por medio de canales en tierra con dimensiones de orden de 0.4 metros de alto por 0.4 metros de ancho, cuya composición se muestra en la Gráfica N° 19. Dentro de ellos irán tubos PVC de 200". En el caso de que haya posibilidad de derrumbe de los canales se recomienda rellenarlos con piedras (Diámetro = 0.10 a 0.20 cm) para que actúen como filtros.

Gráfico N° 19 Diseño para la Transporte y Almacenamiento de Lixiviados



Fuente: Xavier Saltos Arteaga y Xavier Zambrano Pérez, (2010).
Elaboración: Elaboración propia, 2012.

Para estimaciones reales en cuanto a mediciones para diseños de drenaje de lixiviados, número de chimeneas, canales perimetrales, etc., se toma en cuenta mediciones al azar con largo de 302 m y de ancho de 275,23 m que cubre un área de 77685,765 m², área real ocupada por los desecho sólidos estabilizados. Para el Diseño de la espina de pescado se propone las dimensiones en la Tabla N° 28:

Tabla N° 28 Dimensiones Para el Sistema de Lixiviados

SISTEMA DE RECOLECCIÓN	
DIMENSIONAMIENTO	ESTIMACIÓN (m)
Eje Principal de la Espina de Pescado	= 90%*Largo de la Cubeta
	= 0,9*302 m
	= 271,8 m(Eje Principal)
N° de Ramales	= Largo de la Cubeta*10 m
	= 302 m ² /10 m
	= 30,2
	> 31 Ramales
Dimensiones de los Ramales	=90%*Ancho de la Cubeta*N° de Ramales
	= 0,9*257,237 m*13 n
	= 3009,68 m
Canales para el Sist. de Lixiviados	= Eje Principal + Dimensiones de Ramales
	= 271,8 m + 3009,68 m
	= 3281,48 m

Elaboración: Elaboración propia, 2012

3.-Consolidación y/o reubicación de residuos sólidos

Con la impermeabilización en las plataformas y con la nueva estructura para drenaje y control de lixiviados, se volverán a reubicar los desechos en estas plataformas para que continúen con sus procesos de descomposición. La generación de lixiviados y gases con el nuevo sistema de manejo será controlada y tratada eficientemente favoreciendo a factores como el suelo, agua, aire y a la salud del hombre. La reubicación de estos desechos removidos se realizará con maquinaria pesada, la cantidad de desechos reubicados dependerá de acuerdo al tiempo horas/hombre que se dispongan diariamente formando celdas diarias con una cobertura de 0,30 m, puede ser de arena, grava, aserrín o material de cobertura de la misma zona. Las plataformas sometidas a este nuevo sistema de control, el manejo y tratamiento de desechos serán de 27 plataformas ubicadas en diferentes lugares del relleno, con un promedio de área por plataformas de 2.700 m², cuando cada plataforma alcance su volumen máximo la cobertura final tendrá un espesor de 0,80 cm, que servirá como soporte para la reforestación que se instalará en su tiempo adecuado y se instalarán las chimeneas de forma permanente.

4.-Control de Escorrentía Superficial: Sistema de Drenaje de Pluviales

Las estructuras diseñadas para la eliminación de la aguas lluvias que se generen en el área del relleno, tiene como objetivo evitar que éstas procedentes de áreas contiguas al relleno ingresen en el área destinada al depósito de los residuos sólidos y por lo tanto se incrementen el caudal de los líquidos lixiviados, lo cual constituiría un riesgo de contaminación para lo recursos hídricos subterráneos, fundamentalmente en épocas de invierno. Para el efecto se procede a proponer el siguiente tipo de escorrentía:

Drenaje para aguas pluviales permanentes:

Se construirán alrededor del perímetro de las plataformas. Estas últimas serán construidas por excavación en el terreno con altura y ancho de 0,50 metro. Esto canales tendrán un perímetro total de:

$$\text{Perímetro total} = \text{Largo del área de desechos} + \text{ancho del área de desechos}$$

$$\text{Perímetro total} = 302 \text{ m} + 275,23 \text{ m}$$

$$\text{Perímetro total} = 577,23 \text{ m}$$

Las canales para lluvia contendrán igual que la plataforma pendiente de 1 a 2 % para que por gravedad se dirijan en un solo sentido y puedan ser vertidas directamente al suelo o fuente hídrica cercana, como es el estero Chilcayacu cercano área de estudio.

6.4 DISEÑO Y TRATAMIENTO DE GASES Y LIXIVIADOS

6.4.1 Tratamiento de lixiviados

Se toma en cuenta que para la aplicación de cualquier tipo de tratamiento es necesario instalar cubiertas y canales perimetrales en sus alrededores para impedir infiltraciones de aguas lluvias en todas las etapas de tratamiento (procesos desarrollados en el punto 4 Control de escorrentías), evitando de esta manera excesos de agua, que aumentarían caudales en los lixiviados o alteraciones en composiciones de los mismos, alterando el orden y la eficiencia en los procesos. El siguiente cuadro presenta tipos de tratamiento y sus eficiencias de remoción de tóxicos presentes en lixiviados. Estos tratamientos son tomados en cuenta como alternativas adecuadas a aplicarse en el sitio de acuerdo a resultados obtenidos de los lixiviados y condiciones del sitio.

Tabla N° 29 Tipos de tratamiento posibles a aplicarse

PARÁMETROS	Reactor anaerobio Flujo Pistón + HAH	Reactor anaerobio Flujo Ascendente + SFL	S. lodos activados	Filtro mixto + SFSUB-S	Filtro natural-alterativo
Grado de tratamiento	Primario y Secundario	Primario y Secundario	Primario y Secundario	Primario y Secundario	Primario y secundario
Costo construcción y mantenimiento	Alto	Alto	Muy Alto	Bajo Costo	Bajo Costo
Construcción Personal	Calificado	Calificado	Calificado	Calificado	Calificado
Consumo de energía	Medio	No	Alto	No	Bajo
Eficiencia de remoción	74 - 76%	80 - 85%	90 - 98%	80 - 90%	80-90%
Calidad efluente	Riego	Riego	Riego	Riego	Riego
Producción de olores	Poco	Poco	No	No	Poco
Proliferación de vectores	Posible	Posible	No	No	No
Producción de lodos	Estables	Estables	Estables	Estables	Estables
Contaminación de aguas superficiales	No	No	No	No	No
Necesidad de área superficial (m ²)	Alta	Alta	Baja	Media	Baja
Facilidad operacional	Calificado	Calificado	Calificado	No Calificado	No calificado
Vida útil	Larga	Larga	Larga	Larga	Larga

Fuente: Roben E.

Adaptación: Elaboración propia, 2012.

Los sistemas de tratamiento para los lixiviados en Relleno Sanitario del Cantón Pastaza, se aplicarán de acuerdo a la facilidad económica y tecnológica que se dispongan, así como el grado de contaminación de las aguas presentes en el relleno sanitario. Por lo tanto los sistemas de remoción adecuados para el relleno se basarán en fases de Sedimentación, separador de grasas, filtros y como una fase alternativa se propondrá la instalación de filtros naturales.

La estimación del caudal es fundamental para el desarrollo de la propuesta de la planta de tratamiento. La proyección poblacional es importante para la determinación del caudal, con 62.010 habitantes en el año 2010 se genera una cantidad de 20,79 kg/m³ y en el año 2020, con una población de 90.571 habitantes se estarían produciendo 30,36 kg/m³ de acuerdo al modelo de crecimiento poblacional ubicado en la Tabla N° 03, se estima los valores siguientes:

$$Q_{\text{medio}} = 20,79 \text{ kg/m}^3$$

$$Q_{\text{max}} = 30,36 \text{ kg/m}^3$$

6.4.1.1 Etapas de Sedimentación

El número de sedimentadores a implementarse es uno. Para una buena eficiencia en esta etapa es importante la densidad con la que cuenta las partículas de los sólidos sedimentables, es decir que estas partículas al ser más densas que el agua, en procesos de reposo se dirigen por gravedad al fondo del tanque de sedimentación, facilitando su separación del resto del flujo que se dirigirá la siguiente etapa.

Según Hammeken Et Al (2005) se determina el dimensionamiento del sedimentador:

	$Vol = \pi r^2 * H$
Volumen del Tanque de Almacenamiento	$Vol = \pi(2,5m)^2 * (2,5m)$ $Vol = 49,09m^3$
	$V = Q_{\text{medio}} * Tr$
Tiempo de Retención	$Tr = Vol/Q_{\text{medio}}$ $Tr = 49,09m^3 / 20,79 \frac{m^3}{\text{día}}$ $Tr = 2,36horas$
	$A_s = \pi r^2$
Área del Sedimentador	$A_s = \pi(2,5m)^2$ $A_s = 19,63m^2$

	$Vol = A_s * H$ $H = \frac{Vol}{A_s}$
Altura del Sedimentador (H)	$H = \frac{49,09m^3}{19,63m^2}$ $H = 2,5m$
	$H_1 = H + rm$
Altura Máxima del Sedimentador (H ₁)	$H_1 = 2,5m + 2,5(0,08)$ $H_1 = 2,7m$
Velocidad en los pasajes de Entrada y Salida	
	$d = 8" = 0,176m$
Área de dispositivo de Entrada (Tubo corrugado 8")	$A_{entrada} = \pi * r^2$ $A_{entrada} = \pi * ((0,176m)/2)^2$ $A_{entrada} = 0,024m^2$
	$V_{entrada} = \frac{Q}{A_s}$
Velocidad de Entrada	$V_{entrada} = \frac{30,36 \frac{m^3}{día}}{19,63m^2}$ $V_{entrada} = 0,067 m/hor$
Área de dispositivos de Salida (Tubo corrugado 8")	$A_{entrada} = A_{salida} = 0,024m^2$
	$V_{salida} = \sqrt{H * 2g}$
Velocidad de Salida	$V_{salida} = \sqrt{2,5m * 2(9,8 \frac{m}{s^2})}$ $V_{salida} = 7 \frac{m}{s} = 0,16 \frac{m}{min}$

Donde:

Vol= Volumen del tanque de Almacenamiento

R=Radio del Tanque de Almacenamiento

H=Altura del tanque de Almacenamiento

r=Radio del tanque de Almacenamiento

Q_{medio}=Caudal medio

Q_{máx}=Caudal máximo

Tr=Tiempo de Retención

A_s =Área del Sedimentador

H_1 =Altura máxima del sedimentador

$A_{entrada}$ =Área de Entrada en el tanque de almacenamiento

A_{salida} =Área de Salida en el Tanque de Almacenamiento

$V_{entrada}$ =Velocidad de entrada de caudal

V_{salida} =Velocidad de salida del flujo

m =Pendiente para sedimentadores circulares (6%-10%)

El tiempo de retención es de 2,36 horas con un peso específico de 1.02 kg/m³ de lodos, valor establecido según una estimación de Jipijapa, esto se debe a que el Cantón Pastaza no cuenta con estudios relacionados a peso de lodos. Se recomienda un área de sedimentación de 19,63 m² aproximadamente, este será circular con un radio de 2,5 m y con una altura de 2,5 m. Se va a implementar 1 sedimentador construido con hormigón fundido y espesor de 0.10 m. En esta etapa la base del sedimentador tiene una inclinación aproximada de un 8% con una remoción de lodos de 1.113 E -5 m³/mes, esta inclinación producirá una altura máxima en el fondo del sedimentador de 2,7 m. Los lodos una vez extraídos serán expuestos al aire para su posterior secado en un lugar cerrado, no necesitan de otro manejo ya que son lodos estables. Los tubos a instalarse en el sedimentado son tubos corrugados de 8" colocados a la entrada y salida del tanque. Según la bibliografía Pitote H., 1932 en diseños de flujo de Dinámica, la velocidad al inicio disminuye en comparación con la velocidad de salida, esto se debe a que durante el tiempo de retención estos líquidos son expulsados con una menor velocidad (Anexo 8.1 Sedimentador).

6.4.1.2 Trampa de grasas

Un compartimiento para el sistema de trampa de grasas se modificará para la remoción completa de metales pesados. En la tabla siguiente se muestran modelos de trampas de grasas con rangos de volúmenes de lixiviado. El funcionamiento en esta etapa es un modelo rectangular que se sirve por medio de la gravedad para la separación de estos agentes y también de la velocidad baja con la diferencia de densidades, estas sobresalen facilitando la separación de los mismo, además de esto se puede realizar la retención de sólidos si se presenta el caso.

Tabla N° 30 Dimensionamiento para trampas de grasas de acuerdo al caudal

Rango Q (L/s)	V. trampa (m ³)	Dimensiones estimadas (m)		
		Alto	Ancho	Largo
0-1	1.8	1.00	1.00	1.80
0-1	1.8	1.50	0.67	1.20
1-2	3.6	1.50	1.33	2.40
2-3	5.4	2.00	1.50	2.70
3-4	7.2	2.00	2.00	3.60
4-5	8.1	2.00	1.50	2.70
5	9.12	2.00	1.60	2.85

Fuente: CAPIS, (2001).

Se estima un caudal de 4,0 L/s máximo con un tiempo de permanencia de 3 minutos.

Tabla N° 31 Período de Permanencia en la trampa de grasas

Tiempo de Permanencia (min)	Caudal (L/s)
3	< 10
4	10 -20
5	> 20

Fuente: Normativa de EX – IEOS (1993)

Las dimensiones en este proceso tendrá un largo de 3.6 m y el ancho equivalente a largo de 2.00 m, el número de compartimientos va a ser de 3 con medidas de 0,60 m para cada uno y una cámara para la recuperación de grasas y metales de 0.4 m y la altura será de 2 m con una altura máxima de 2,5 m. Las tuberías a implementarse serán las mismas que la etapa anterior, serán tuberías corrugadas de 8" al inicio y al final con un grosor de las paredes de 0,10 m (Anexo 8.2 Trampa de grasas).

6.4.1.3 Filtro Mixto

El Diseño del Filtro está aplicado por la Metodología de la OPS/CEPIS (2005), donde se determina que la composición de este sistema será por granos de arena duros y redondeados. Los detalles a considerarse son los siguientes:

Caudal	$Q_{\max} = 30,36 \text{ m}^3/\text{día}$
	$A_s = \frac{Q}{N * Vf}$
Área Superficial del Filtro	$A_s = \frac{30,36 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}}{1 * 2}$
	$A_s = 15,18 \text{ m}^2$
Dimensiones del Largo y Ancho del Filtro	$Ancho = A = 5m$
	$Largo = L = 4m$
Altura del Filtro	$V = B * L * H$

$$H = \frac{V}{B * L}$$

$$H = \frac{30,36m^3}{3m * 4m}$$

$$H = 2,53m$$

Velocidad de Filtración Real

$$V_{filtración} = \frac{Q_{más}}{2 * L * B}$$

$$V_{filtración} = \frac{30,36 \frac{m^3}{día}}{2 * 5m * 4m}$$

$$V_{filtración} = 0,759 \frac{m}{día}$$

Lara J, (1999) establece que la eficiencia de la empaquetadura en cuánto a mayor absorción tiene un sentido del orden y espesor de cada capa a instalarse. Es decir que dependiendo del orden de los diferentes tipos de arena que conforman la empaquetadura así como su espesor, va a aumentar o disminuir la eficiencia del sistema:

Tabla N° 32 Composición de Arenas para la Empaquetadura

EMPAQUETADURA (Tipo de Arena)	ESPESOR EN LA EMPAQUETADURA (m)
Arena fina de Río	0.001 – 002
Carbón Granular	
Grava Media	0.032
Grava Gruesa	0.05

Fuente: Lara J., (1999)

La composición de la empaquetadura a proponer es la de la Tabla N° 34 y se instalará en el mismo orden descrito. La longitud del filtro va a tener una dimensión de largo de 5 m por un ancho de 4 m y con una altura de 2,53 m. La velocidad de filtración varía entre 0.1 y 0.2 m/h dependiendo de la concentración de contaminantes, en esta caso son altas por lo que la velocidad disminuiría considerablemente (diseño desarrollado en el Anexo 8.3 Filtro Mixto).

6.4.2.4 Sistema Filtro natural (Alternativo)

El uso de plantas acuáticas es una técnica en plena expansión y que está dando buenos resultados en nivel ecológico como a nivel de costos y de facilidad de construcción. A continuación se presenta alternativas como etapa final en la purificación de aguas:

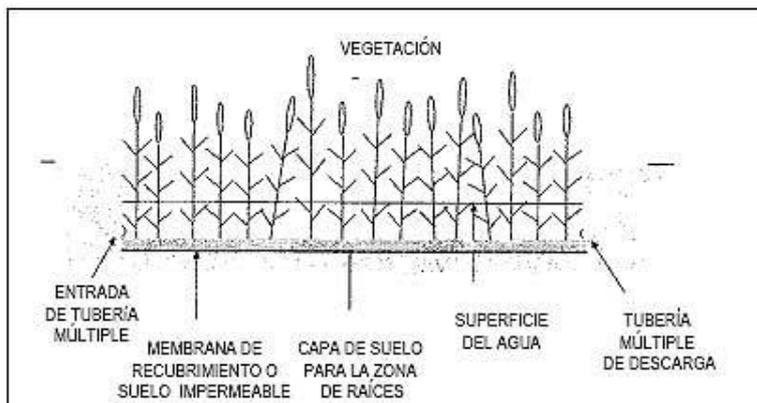
Estamos hablando de especies plantadas con arena los cuales van a recibir las aguas purificadas pero no en su totalidad, para después obtener un agua de buena calidad. Esta tecnología consiste en construir dos capas de filtración la primera capa con grava fina (0.030 m), donde se va a plantar a la especie y una segunda capa con arena negra fina (0.01-0.002 m) plantada también con especies, a partir de estas dos

capas se recupera el agua para luego ser vertida en medio receptor, estero Chilcayacu. Cada elemento de estos filtros plantados con estas especies tiene una función. La capa de grava y arena tiene un rol de filtración para obtener materia en suspensión y barro que va a hacer retenido en estos macizos filtrantes, por otra parte la grava, la arena y las raíces de la planta van a favorecer el desarrollo de bacterias que van a digerir la polución disuelta, el rol esencial de las especies a plantar es de mantener la permeabilidad de dichos filtro y evitar que el agua se estanque. El mantenimiento que se le sugiere es de cada 10 años, para retirar el barro acumulado en la primera capa de grava. Las ventajas son el bajo costo de inversión y explotación, la gestión del barro que cada 10 años debe realizarse, la imagen de marca por el hecho de usar especies naturales y que estas plantas son verdes, tenemos así la imagen de una estación de depuración verde que se inscribe en una lógica de desarrollo sustentable, pero también en una lógica paisajística y medio ambiental.

La especie *Oplismenus Hirtellus (L) Beauv* con nombre vulgar Zacate y la especie *scirpus*, con nombre vulgar de juncos tienen una capacidad de remoción del 71.4%, la capacidad a remover es de materia orgánica, aceites y grasas, hidrocarburos totales, DBO, DQO, Coliformes fecales y otros, desempeñan un papel fundamental en el proceso de depuración de aguas, ya que transfiere oxígeno a la parte inferior a través de raíces y rizomas, además que proporciona un medio adecuado para los microorganismos responsables de gran parte del tratamiento biológico. Castillo R., (2011) y Conouse J., (2012).

Otra especie como depuradora de aguas es la espadaña (*typhas*) es robusta, capaz de crecer bajo diversas condiciones medioambientales y se propaga fácilmente, por lo que representa una especie de planta ideal para un humedal artificial. También es capaz de producir biomasa anual grande y tiene un potencial pequeño de remoción de Nitrógeno y Fósforo por la vía de la poda y la cosecha. Los rizomas de espadaña plantados a intervalos de aproximadamente 60 cm. Pueden producir una cubierta densa en menos de un año, tiene una relativamente baja penetración en grava de 30 cm. Arteaga X., Zambrano X., (2010).

Gráfico N° 20 Sistema de Filtro Natural



Fuente: Diseño del Sistema de Tratamiento para la Depuración de las Aguas Residuales
Elaboración: Arteaga X., Zambrano X., (2010).

Es importante adecuar el sitio para que se impermeabilice, para que de esta manera los líquidos en su última etapa final no interactúen todavía con el suelo o cuerpos de aguas dulces cercanas. Se instalará geomembrana y luego de este material de cobertura se procederá con los tipos de arena antes mencionados, así como la plantación de las especies mencionadas.

	$A_s = L * W$
Área del Filtro	$A_s = 4m * 6m$
	$A_s = 24m^2$

	$Vol = A_s * H$
Volumen del Sistema de Filtro Natural	
$H = 1m$	$Vol = 24m^2 * 1m$

	$Vol = 24m^3$
	$Ve = \frac{Q}{A_f}$
Velocidad de Flujo del Caudal	$Ve = \frac{30,36 \frac{m^3}{día}}{24m^2}$

	$Ve = 1,26 \frac{m}{s}$
--	-------------------------

	$Ve = \frac{Q}{A_{salida}}$
Caudal de Salida	

$$Ve * A_{salida} = Q_{salida}$$

$$Q_{salida} = 1,26 \frac{m}{s} * 0,024m^2$$

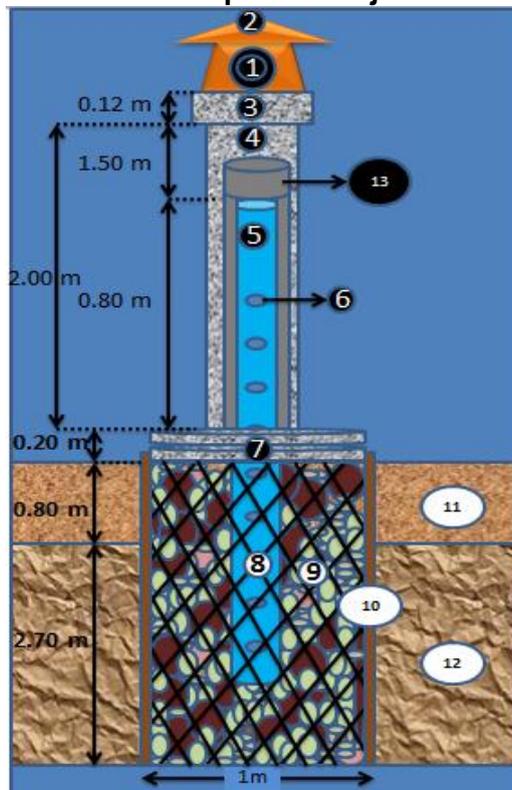
$$Q_{salida} = 1,27 \frac{m^3}{día}$$

El dimensionamiento de este filtro alternativo de largo es de 6 m y ancho de 4 m, su altura estará a 1 m de profundidad. Se trabajará con volumen y área de $24m^3$ y $24m^2$ respectivamente, con velocidad de flujo de 1,26 m/s y un caudal de salida de $1,27 \frac{m^3}{día}$, que es el efluente que va a estar dirigido a la fuente hídrica y suelos cercanos. Los tubo de conexión será de tubos corrugados de 8", entre cada fase de las diferentes etapas pronunciadas (diseño desarrollado en el Anexo 8.4 Filtro natural alternativo).

6.4.2 Control y Manejo de Gases

Implementación y manejo de infraestructura en la generación de gases: Para el diseño de una chimenea es importante conocer la cantidad volumétrica de gases que se generan y el tiempo de descomposición de los desechos para determinar la generación volumétrica del mismo (Tabla N° 19). El Manejo e Implementación de la estructura para gases se realizará de la siguiente manera:

Gráfico N° 21 Infraestructura para Manejo de Gases “Chimenea”



Fuente: Arteaga X., Zambrano X., (2010).
Adaptación: Elaboración propia, 2012.

- 1.- Emisor para Gases:** Sitio de emisión del biogás y quemas del mismo con diámetro de 0.20 m.
- 2.- Capoceta:** Cubierta metálica triangular que impide la filtración de componentes ambientales, como: lluvia, polvo, etc., ubicada en la parte más alta de la chimenea.
- 3.- Placa de Concreto Simple:** Placa de hormigón que sirve como base para el capoceta.
- 4.- Muro de Hormigón:** Cilindro que rodea toda la chimenea y material de escombros con espesor de 0.15-0.20 m.
- 5.- Tubería PVC Sanitaria:** Tubería PVC Sanitaria /#6" de extensión aproximada de 4 m.
- 6.- Perforaciones de la Tubería:** Perforaciones de diámetro 0.02 m cada 0.10 m.
- 7.- Flicebo compactado:** Placa compactada de hormigón a nivel de la cobertura final.
- 8.- Malla Calibre /12:** Malla metálica de soporte para la piedra bola
- 9.- Piedra Bola:** De diámetro de 0.10-0.20 m para infiltración de gases
- 10.- Hexágono de Madera:** Cubo con bases de madera y malla metálica para transporte de gases.
- 11.- Cobertura Final:** Relleno de Cobertura como material sobrante, tierra removida, aserrín, etc.
- 12.- Basura:** Basura Estabilizada y en proceso de degradación
- 13.- Relleno de Material de Escombros:** Materiales con resistencia a altas temperaturas de escombros y/o piedras que cubren la tubería.

Como la producción de los gases es intermitente, es importante instalar un quemador en la chimenea con el objetivo de transformar el NH_4 a CO_2 , que es el componente que se va a dirigir hacia la atmósfera y no biogás u otros, considerado(s) como elemento nocivos para el medio ambiente, al tratarse de un compuesto que favorece al efecto invernadero y/o lluvia ácida.

6.4.3 Otros controles necesarios

6.4.3.1 Control de Incendios

El primer paso para sanear un botadero de basura es controlar los incendios, medidas de riesgo importantes a tomarse en cuenta debido a peligrosas concentraciones de gases donde pueden ser inflamables; se debe apagar todo conato de incendio, lo cual permitirá iniciar las labores de control de personal, cercado, manejo de gases, etc.

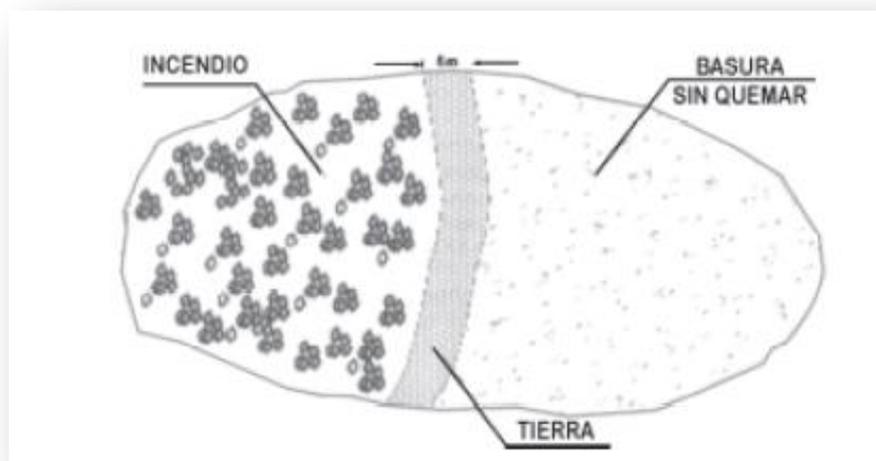
Se debe tener en cuenta que en el botadero hay gran cantidad de material con alto poder calorífico, fácilmente inflamable, explosivo. En ocasiones llegan residuos aún en combustión y otros residuos que se deben incinerar pero que por falta de presupuesto, técnica o por descuido también llegan al botadero. Como se mencionó anteriormente la degradación de la materia orgánica produce gas metano inflamable. Lo más importante para controlar los incendios es mantener un estricto control sobre los pequeños focos que se presentan y que se deben apagar prioritariamente. Si se observa humo o una pequeña llama y se apaga inmediatamente se puede evitar un gran incendio. Esta es una de las funciones del personal que trabaja en el saneamiento del botadero de basura. Los pasos a seguir para apagar los pequeños incendios son:

1. Cubrimiento con tierra en abundancia (mínimo 80 cm. por encima de las llamas)
2. Consolidación o compactación de los residuos con un pisón de mano, de barril o con un buldócer (por lo menos 5 pasos de buldócer o su equivalente, con el pisón de mano), acción que se realiza hasta tener la certeza que el humo que sale sólo es vapor de agua, pasada una hora después de la compactación inicial se debe volver a compactar para evitar futuros incendios.
3. Someter estos focos de pequeños incendios a estricto control durante los días siguientes y cada vez que se observe humo repetir las operaciones uno y dos.

Para apagar un gran incendio: (llamas altas que comprometen amplias extensiones y que no se pueden controlar por el método descrito anteriormente), se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones.

Evitar que el incendio aumente su magnitud: Esto se logra ubicando los sitios más vulnerables y de peligro sobre un plano y efectuando los trabajos necesarios para evitar que el fuego llegue a esos lugares. Se debe hacer énfasis en la protección de la infraestructura existente, identificando la dirección de los vientos y cortando la alimentación de oxígeno a la basura que contribuye a la formación del fuego, aislando el incendio mediante la colocación de material de cobertura suficiente con un buldócer entre el material que se está quemando y el que no se ha incendiado aún, como se observa en la Gráfica N° 22.

Gráfico N° 22 Como apagar incendios “Métodos para aislar el incendio”



Fuente: Guía Ambiental para saneamiento de botaderos a cielo abierto, 2002.

Adaptación: Elaboración propia, 2012.

A Continuación se Ejecuta la Etapa de Apagado: Existen varios métodos para apagar esta clase de incendios:

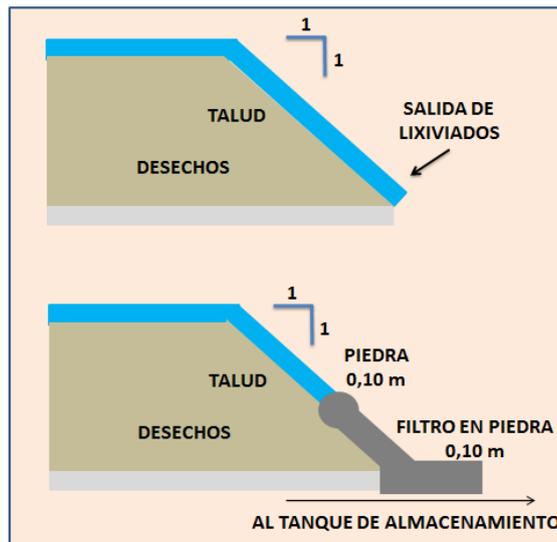
- **Utilizando tierra:** Se trae al sitio del incendio con cargador o volquetas y se riega muy lentamente con mucho cuidado en capas entre 0.2 hasta 0.6 metros para no quemar la máquina ni al operador hasta lograr apagar un tramo, que se procede a compactar de inmediato, es decir, que la estrategia consiste en ir quitando lentamente espacio al incendio en franjas consecutivas del orden de 0.5 metros. Una vez controlado el incendio en su totalidad, se compacta por lo menos con 5 pasadas de buldócer, teniendo la precaución de apagar cualquier indicio nuevo de incendio. El éxito de la técnica consiste mantener la compactación y control sobre la zona apagada.
- **Utilizando basura antigua para ahogar el incendio:** Se debe usar una capa mínima de 0.6 metros y unas 7 pasadas de buldócer para la compactación. En este caso se debe extremar el control y añadir unos 0.2 metros de tierra sobre la basura añadida.
- **Utilizando agua para enfriar la basura:** Se debe usar el agua combinándola con basura antigua para humedecerla. Una vez controlado el incendio se debe compactar la basura para evitar que se propague nuevamente.

Después de apagado el incendio, el control estricto se debe hacer por lo menos durante los siguientes treinta días.

6.4.3.2 Muros de Contención

La estabilidad de los taludes de basura debe realizarse con un ingeniero especialista. En un principio y mientras se consulta con el especialista, se pueden mejorar los taludes de la basura con pendientes de 1:1, controlando la salida del lixiviado y posteriormente cubriendo la basura. Cuando se humedece un talud con lixiviado, inmediatamente debe socavarse el sitio para que salga el líquido, luego se rellena con piedras y se construye un filtro conectado con el sistema de captación de los lixiviados.

Gráfico N° 23 Medidas para estabilización de Taludes



Fuente: Guía Ambiental para saneamiento de botaderos a cielo abierto, 2002.

Elaboración: Elaboración propia, 2012.

6.4.3.3 Control de Animales Grandes

Se construirá un cerco perimetral para impedir la entrada y permanencia de cualquier tipo de animal en el botadero de basura. La presencia de ellos es causa de problemas para el manejo de los residuos sólidos y es peligroso para la salud humana, por la transmisión de enfermedades, tales como la triquinosis, transmitida por la ingestión de carne de cerdo sin cocer.

6.4.3.4 Control de Insectos y roedores

El mejor control de insectos y roedores está asociado con la compactación y cobertura de los residuos descritos en el Capítulo V de las técnicas de manejo. La experiencia indica que no es necesario utilizar insecticidas ni venenos para los ratones. Se hace la salvedad que cuando al iniciar el saneamiento (compactación y cobertura la basura) disminuirá la presencia de muchos roedores que se desplazan al vecindario buscando un hábitat similar al que tenían. Para el manejo de las estas desplazadas al vecindario se deben efectuar programas de eliminación de roedores con raticida y venenos especiales.

6.4.3.5 Control de Papeles y Plásticos

Es necesario al iniciar el saneamiento del botadero a cielo abierto, hacer limpieza de toda la zona y sus alrededores. Se debe contar con obreros que forman parte de los procesos del relleno para que con chuzos recojan los papeles y plásticos y los lleven al sitio donde se está recibiendo la basura.

6.4.3.6 Control de Olores

Aunque no es fácil de controlar los olores generados por los gases que se producen durante la biodegradación de desechos, así como el ácido sulfhídrico que tiene un olor

característico a huevo podrido, estos también se disminuyen con la compactación, la cobertura y la disminución de la generación de lixiviados que están descritos en el Capítulo IV. La adición de cal viva sobre la basura seca y/o sobre las zonas humedecidas con lixiviados y sobre las corrientes de lixiviados, también se constituyen mecanismos de control importante para la mitigación de olores desagradables.

6.4.3.7 Recuperación Edáfica

La recuperación edáfica comprende básicamente actividades como suavizarlas pendientes, rellenar las depresiones, consolidar y cubrir la basura destapada. Una vez que el plan de cierre haya concluido se procederá a adecuar el área dependiendo del uso que se le vaya a dar y acorde con las necesidades de la población se aplicará lo siguiente

Parque recreativo: Se desarrollará un proceso de reforestación en un tiempo de 1 a 2 años mediante la siembra de pasto o vegetación de raíz horizontal, para retener el suelo y protegerlo contra la erosión. Es conveniente disponer de un diseño paisajístico para entregar a la comunidad terrenos ya recuperados y darle un uso racional. Las especies más representativas son las epífitas, por sus modos fáciles de adaptación y desarrollo en medios difíciles como: Planta de Jade (*peperonia sp.*), *asplundia sp.*, chagualo (*spyclusia sp.*). En la Tabla N° 04 tenemos más variedades de especies florísticas para la re-vegetación de la zona.

Creación de Complejos: La aplicación de diseño para la creación de canchas deportivas también es factible, se lo realizará con un alto grado de compactación para la cobertura final y nivelación de los suelos, proceso que se aplicara después del tiempo mencionado anteriormente.

6.4.3.8 Estado de Vías de acceso:

Las vías de acceso son importantes para el futuro del relleno sanitario, si esta se encuentran en mal estado, se lastrará o incluso se asfaltarán para no deteriorar a los recolectores demasiado. En algunos casos, se construirán vías más amplias o se las hará más segura, sobre todo si éstas no están previstas para el tráfico de vehículos pesados.

6.4.3.9 Señalización de áreas dentro del relleno

Estas medidas tienen como finalidad la implementación de una señalización adecuada sobre temas de prevención y control de actividades humanas que se realicen, evitando deterioros ambientales en la zonas del proyecto, estas señales estarán ubicadas en lugares estratégicos del relleno a una altura conveniente que permita un estado seguro y de rápida advertencia a las personas, advirtiendo y previniendo la existencia y naturaleza de peligros potenciales en la zona del proyecto a trabajadores y población

aledaña sobre trabajos relacionados con el proyecto, indicando limitaciones o prohibiciones que se representen en la diferente áreas referentes a límites de velocidad de circulación (más 20 km/hora), estableciendo acciones que no se deben realizar evitando acciones o impactos negativos al ambiente, las señales a tomarse en cuenta serán:

Tabla N° 33 Tipos de Señalizaciones

RESTRICTIVAS:	DE ATENCIÓN:	DE ADVERTENCIA:
Prohibido fumar	Servicio Higiénico	Entrada de vehículos
Material Inflamable	Baños	Salida de vehículos
Zonas de Peligro	Oficinas	Zona de riesgos
Prohibido la Entrada		Velocidad máxima

Elaboración: Elaboración propia, 2012.

6.4.3.10 Equipo de Protección personal

El uso de EPP es de uso obligatorio por parte del personal laboral, su uso es individual e intercambiable, el administrador es el responsable de la adquisición y dotación de estos elementos. Los EPP referidos son los siguientes:

- Uniforme de tela jeans y franjas refractarias
- Casco de seguridad
- Guantes de seguridad (cuero)
- Calzado de seguridad
- Orejeras y faja de protección para la espalda
- Mascarillas
- Equipo para la protección para la lluvia (uniformes impermeables o plásticos)

6.4.4 Programa de Seguimiento y Monitoreo

El monitoreo y seguimiento están encaminados a realizar una observación continua en el tiempo y el espacio a las variables ambientales y sus indicadores, los cuales muestran y determinan el comportamiento y evolución de los aspectos físicos, bióticos y socioeconómicos de un sistema de disposición final de residuos sólidos y de su área de influencia. Este se concibe entonces como una herramienta indispensable para el aporte de información básica de interés ecológico, técnico, social, cultural y de gestión; será el instrumento que permita comprobar a la autoridad ambiental, a la comunidad y al dueño del proyecto el cumplimiento o no, de los estándares establecidos en la normatividad ambiental vigente.

Tanto el área del botadero deberán contar con un estricto programa de seguimiento y monitoreo, que permita evaluar la eficiencia de la gestión y el desempeño ambiental de las obras construidas. Se debe hacer énfasis en la caracterización periódica (3 meses) de:

- De los lixiviados tratados.
- De los gases generados y controlados.

Se deberá construir piezómetros localizados en las áreas de flujo de las aguas sub-superficiales para caracterizar periódicamente su calidad, aguas arriba y aguas abajo del proyecto y establecer el nivel de lixiviados y aguas en el cuerpo del relleno.

6.4.5 Análisis Económico

La estimación a invertir para la propuesta establecida se encuentra detallada en la Tabla N° 34, cuyos datos son elaborados en base a las proformas que se encuentran en el Anexo 09, además de incluir el 12% de IVA e imprevistos del 10%. Estas proformas sirvieron como modelos base para materiales y/o actividades a aplicarse con un valor económico establecido durante la etapa de construcción del proyecto, estimando así el valor total para todo el Plan de Cierre Técnico en el Relleno Sanitario del Municipio de Pastaza.

Tabla N° 34 Análisis Económico para el Plan de Cierre Técnico

INVERSIÓN ECONÓMICA					
RUBRO	TIPO	INFRAESTRUCTURA			
	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO (\$)	P. TOTAL
1	Excavación Manual	día/hombre	30	120	3600
2	Extracción con maquinaria	día/hombre	30	40	120,0
3	Piedra bola	m3	8,5	50,56	429,76
4	Geomembrana	m2	77685,765	8,5	660329,003
5	Muro de h.s. f'c=180kg/cm2	m3	18,5	151,81	2808,485
6	Loseta de h.s. f'c=180kg/cm2	m3	15,05	204,52	3078,026
7	Hierro Estructural	kg	2350	1,56	3666
8	Tubos 8"	m	4	98,56	394,24
9	Tubos PVC 120 mm	m	8	95,64	765,12
10	Codos 90° de 8"		6	37,21	223,26
11	Hormigón de Columnas	m3	15	170,43	2556,45
12	Estructura Metálica	m2	65	6,86	445,9
13	Cubierta Zinc de 180 mm	m2	85	11,12	945,2
SUB TOTAL					680441,444
Tiempo estimado para la ejecución del proyecto					6 meses
RUBRO	TIPO	ESTUDIO			
	DESCRIPCIÓN	PRECIO TOTAL			
1	Estudio de Sistema de Tratamiento	6.849,5			
SUB TOTAL					6849,5
TOTAL					687.290,944

Elaboración: Elaboración propia, 2012

El costo total de Inversión es de 687.290,944 dólares americanos, en un tiempo estimado de 6 meses para la aplicación del proyecto de plan de cierre técnico en el Cantón Pastaza.

Etapa II:

La propuesta del plan de cierre en la etapa II, está dirigida para los desechos que se generarán, se almacenarán y tratarán una vez se cubra toda el área del relleno, es

decir para toda el área del relleno a excepción de las zonas las cuales han sido sometidas el plan de cierre aplicados en la Etapa I.

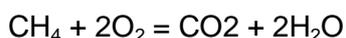
De acuerdo a los datos elaborados en el Anexo 13, la segunda etapa se ejecutará en el año 2068, que es el año en el cual la generación de desechos cubrirá el total del área del relleno correspondiente a 45 ha, con un cantidad de 1'034.749,987 toneladas generadas, momento en el cuál se aplicará el cese de operaciones del sitio con su respectivo plan de cierre aplicado con la metodología mencionada en la etapa I, pero para dimensiones de áreas de 45 ha.

Se tomará en cuenta que no el 100 % de las 45 ha se someterán a la ejecución de un plan de cierre, ya que cierta áreas estarán destinadas para instalaciones, campamentos, vías de acceso, etc.

VII CONCLUSIÓN

A partir de los resultados de la presente investigación se arriban las siguientes conclusiones:

- Como alternativa para el manejo y control de desechos se propone un nuevo diseño de instalaciones, para mejorar la eficiencia de procesos para desechos en el Relleno Sanitario, diseños detallados en el Anexo N° 08. De este modo se controlará y mejorará la manipulación de los desechos de una mejor manera, así como de los gases, lixiviados y problemas adversos que se pueden presentar en el sitio, como la generación de olores, el ingreso de animales, aves de rapiña, la proliferación de vectores, etc., afectaciones que disminuirán considerablemente favoreciendo la vida útil del relleno y al personal que labora en el sitio.
- La generación volumétrica y migración de gases se controlarán de una mejor manera través de celdas diarias, que realizarán procesos de canalización al biogás en el subsuelo, evitando fugas al medio directamente en su composición natural (CH₄). Las chimeneas juegan un papel importante ya que luego de la canalización de los gases, aquí se combustiónará al biogás y de esta forma la composición tóxica del CH₄ se transformarán en dióxido de carbono más agua, compuestos más simples y estables y de menor grado de contaminación:



Metano + Fuego = Dióxido de Carbono + Agua

- Se identifica una alta afectación al medio hídrico y a los suelos en base a parámetros establecidos por el Tulas, Libro VI del Anexo I y se toma en cuenta que para la descarga de efluentes a cuerpos de agua dulce o suelos, los parámetros de los lixiviados no cumplen con estas normas, por lo que se exige un tratamiento obligatorio.
- Los tratamientos a ejecutarse para lixiviados del relleno de la Ciudad de Puyo desde el punto de vista económico y técnico se basarán en procesos de filtros mixto, trampa de grasas y un filtro natural alternativo, estos tratamientos cuentan con una eficiencia de remoción de agentes contaminantes del 99,035% (Tabla N° 29). Efluentes que al pasar por todas las etapas señaladas en la propuesta de tratamientos, se considerarán aguas limpias y podrán ser expulsados al medio hídricos sin ningún impacto.

- Para la propuesta en el manejo, control y tratamiento de los lixiviados se trabaja con un caudal medio de $Q_{\text{medio}}= 20,79 \text{ kg/m}^3$, generado en base al número de habitantes de 62.010 durante el año del 2011 y un $Q_{\text{max}}= 30,36 \text{ kg/m}^3$ para una población de 90.571 habitantes, que se alcanzará en el año 2020 según la estimación de población detallados en la Tabla N° 03.
- Como se puede ver los impactos positivos son muy superiores si se compara la situación actual de un botadero sin control con situación que se tendría en base a la infraestructura y tecnología sugerida en la propuesta. Así mismo los impactos negativos se destacan primordialmente antes de la etapa de la ejecución del proyecto, pero una vez aplicado este proyecto los impactos desaparecerán considerablemente.

VIII RECOMENDACIONES

Por el rigor de la investigación, el autor de la misma recomienda lo siguiente:

- El plan de monitoreo y seguimiento debe aplicarse con el fin de esperar mejores resultados una vez haya finalizado las etapas de operación (Instalación de Infraestructura), para ello se evaluará con especialistas los aspectos de diferentes agentes en la zona (desechos, gases y lixiviados).
- La Propuesta del Plan de Cierre Técnico puede servir como una herramienta de control para la mitigación de impactos negativos en un sitio en particular, mejorando la funcionalidad de los procesos y la vida útil de un relleno sanitario en particular.
- La implementación de las técnicas de manejo y sistemas de tratamientos para gases y lixiviados propuestos, dan mejores resultados en la mitigación de impactos ambientales generados por mala disposición, tratamiento y almacenamiento de desechos en el relleno del Municipio de Pastaza.
- La propuesta del plan de cierre técnico puede servir como una herramienta de remediación ambiental para áreas donde se trate con desechos sólidos, lixiviados y/o gases, de modo que cuando se apliquen las medidas propuestas en el plan se disminuiría sus afecciones ambientales producidas por el mal manejo de los mismos.

IX RESUMEN

Los círculos económicos que nos rodea son vitales en el mundo, cada uno de ellos tiene diferentes tipos de procesos para realizar actividades como turismo, comercio, transporte, etc., ahora si bien analizamos a fondo esto implica muchas dificultades sobre todo desde un punto de vista ambiental, la generación de basura es uno ellos y se ha dado en muchos casos que por no disponer estos desechos adecuadamente en lugares destinados exclusivamente para estos sitios, generan grandes problemas al suelo, modificación del paisaje, afecciones a recursos hídricos y al aire, estas son razones suficientes para que gobiernos a nivel mundial tomen medidas a través de planes inversionistas y tecnológicos destinados a manejos adecuados de estos desechos. En Ecuador, los controles y tratamiento para los desechos urbanos no son considerados suficientes y no garantizan la prevención de impactos ambientales en la zona o áreas cercanas. Como nos podremos dar cuenta es inevitable la generación de desechos pero si es posible dar manejos adecuados por medio de infraestructuras y procesos tecnológicamente y ambientalmente limpias.

En el botadero de la Ciudad de Puyo cuyo funcionamiento del manejo de los desechos se dio a partir del año 1995, se encuentra ubicado en la vía a la Parroquia 10 de Agosto al este de la ciudad de Puyo, a una distancia de aproximada 6,5 km del centro de la ciudad con coordenadas: 170735 E/983729 N. Considerado en su entonces como un botadero cielo abierto, generando una gran cantidad de problemas y afectaciones al medioambiente al disponer residuos de manera desordenada y sin la implementación de procesos de control y/o tratamientos para efluentes o gases generados por la descomposición de estos desechos. En el año 2011 se ha venido trabajando bajo los lineamientos que nos están permitiendo transformar el botadero a cielo abierto a un relleno semicontrolado y finalmente un verdadero relleno que opere bajo la normativa técnico legal minimizando impactos generados por un mejor manejo de residuos sólidos en el Cantón Pastaza.

El Plan de Cierre va dirigido para aquellos residuos que se encuentran en un estado de estabilización y compactación que continúan generando desde sus inicios hasta hoy afecciones al medio por procesos de descomposición de la materia. El plan de cierre propone medidas, actividades y procesos basadas en la Normativa ambiental ecuatoriana mitigando cualquier tipo de impacto al medio y a la salud hombre.

X SUMMARY

The economic circles that it's around us are vital in the world, each one of them it have different process kinds to realize activities like tourism, trade, transport, so on. Now if we analyze this implicate many matters, specially since an environmental standpoint, the rubbish generation is one of them, and it have given in many cases the not dispose it waste adequately in destined place exclusively to this location, it's generating great problems to floor, scenery modification, affectation to water's recourse and air, this are sufficient reason for government take adequate measure across of investor and technologies plans destined to adequate manage of waste. In Ecuador, the controls and batches to urban waste is not considerate sufficient and it not guarantee the prevention of environmental impact in spot or nearby areas. Rubbish generation is unavoidable, but is possible give adequate measure across of infrastructure and process technology and environmentally clean, improving this Garbage Dump since his lifetime to can mitigate environmental affectations.

In Garbage Dump of Puyo city whose function on manage waste occurred from year 1995, is located in way 10 August Parish to East of Puyo city, a distance approximated 6.5 km of center Puyo city with coordinates: 170735 E/983729 N. This Garbage Dump is generating problems amount great and environmental affectation by dispose waste of disordered way and within implementation of control process and/or batch to liquids and gases produced by waste decomposition.

Technical Closure Plan is destined to waste in stabilization and compaction status that this continues producing since the beginning to today affectations to nature by process of matter decomposition. The Plan propose measures, activities and process based on equatorial environmental normative mitigating either kind of impact to nature and health man.

XI BIBLIOGRAFÍA

- Alain W.; Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional. Ecuador, 2010.
- Astec; Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial. Puyo, 2011
- Bonilla J.; Estudio de Impacto Ambiental de la Ciudad de Arajuno, Provincia de Pastaza, 2009.
- Bonilla J.; Estudio de Impacto Ambiental del Relleno Sanitario de Santa Clara. Pastaza, 2011.
- Bonilla J., Pérez D., Quezada G.; Estudio de Impacto Ambiental de Agua Potable. Puyo, 2009.
- Castillo R.; Propuesta de un sistema de tratamiento para los efluentes del taller de maquinaria pesado del Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Pastaza (GADMPz). Puyo, 2011.
- Centro de Servicios Técnicos y Transferencia Tecnológica Ambiental. Riobamba (CESTTA). Ecuador, 2010.
- Colmenares W.; Generación y manejo de gases en sitios de disposición final. Ecuador, 2007.
- Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), Organización Panamericana de la Salud (OPS); Guía técnica para la clausura y conversión de botaderos de residuos sólidos. Lima, Perú: 2004; 59.
- Consejo Nacional del Ambiente (CONAM), CEPIS (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del ambiente), OPS (Organización Panamericana de la Salud); Guía Técnica para la clausura de Botaderos de Residuos Sólidos. Lima, Perú, 2004.
- Ecuasuelos; Informe Técnico de Mecánica de los Suelos por Ecu Suelos. Puyo, 2011.
- Garcés G, del Proyecto de Relleno Sanitario; Plan de Manejo de Desechos Sólidos. Atacames, Ecuador, 2010.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Pastaza (GADMPz), Departamento de Higiene y Salubridad; Diagnóstico de la Gestión de los Residuos en el GADMPz, 2011.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Pastaza (GADMPz), Departamento de Higiene y Salubridad; Plan de Cierre Técnico de celdas de disposición final utilizadas en el Relleno Sanitario del Cantón Pastaza, Provincia de Pastaza. Puyo, 2010.

- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Pastaza (GADMPz), Departamento de Higiene y Salubridad; Sistema de Manejo de Desechos Sólidos en el Cantón Pastaza. Puyo, 2010.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Santa Clara; Estudio de Impacto ambiental del Relleno Sanitario de Santa Clara. Pastaza, 2011.
- Instituto de Investigación y Capacitación Municipal, Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). Puyo, 2011.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC); Tasa de crecimiento poblacional en el Cantón Pastaza. 2001.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC); Tasa de crecimiento poblacional en el Cantón Pastaza. 2010.
- Lara J., 1999; Composición de arenas para la empaquetadura para sistemas de tratamientos con trampa de grasas.
- Leopold; Matriz de Impacto para la Identificación de Impactos ambientales. EEUU, 1971.
- Ministerio del Ambiente. Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundario. 2003.
- Ministerio del Medio Ambiente y Agua, Vice ministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico; Guía para la Implementación, Operación y Cierres de Rellenos Sanitarios. Estado Plurinacional de Bolivia, 2010.
- Organización Mundial de la Salud (OMS); Normas sobre aguas saneamiento e Higiene para Escuelas. 2010. Disponible en http://www.who.int/water_sanitation_health/es/.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, Ciencia y Desarrollo (UNESCO); Estudio de Impacto Ambiental del OCP. Ecuador, 2010.
- Pitot H., Diseños de flujo de dinámica. Francia, 1932.
- Roben E.; Estudio de diseño, construcción, operación y cierre de rellenos sanitarios. Loja, Ecuador, 2002; Pág. 37-39.
- Romero P.; Estudio definitivo para el Manejo Integral de Desechos, Cantón Pastaza, Provincia de Pastaza. Puyo, 2010.
- Ron, et al., Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN); Estado de Conservación de las Especies. Ecuador, 2011.
- Salazar M.; Guía Ambiental para el saneamiento y cierre de botaderos a cielo abierto. 2000.

- Siliezar C. y Urquizo R, Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE), Ministerio de Desarrollo Urbano y vivienda (MIDUVI); Manual de Usuarios de Biogás del Ecuador, 2009.
- Simkin.; Volcanes activos en Ecuador. 1981.
- SwissContact; Diagnóstico integral de los residuos en el Gobierno Municipal Descentralizado Municipal del Cantón Pastaza. Puyo, Ecuador, 2011.
- Tchobanoglous G., *et al.*; Gestión integral de residuos sólidos. España, 2000.
- Ugarte A., Sandoval L., Eliana L., Cárdenas J., Trasmonte G., Prado M., Iriarte W., INICAM, PROVERDE (Asociación Civil Propuesta Verde), GAIA (Medio Ambiente y Desarrollo S.A.C.); Guía hacia una Política de Clausura de Botaderos. Lima, Perú 2002.
- United States Department of Agriculture (USDA); Sistema Norteamericano SOLITAXONOMY. 1975.
- Valencia y Hernández; Metodología Método Aleatorio Simple. 2002.
- WYOMING. Departamento de Calidad Ambiental; Guía de Residuos Sólidos. México, 2000.

LISTADO DE SIGLAS

- **Categorías de UICN:** EX (Extinta), EW (extinta en estado silvestre), CR (extinta en peligro crítico), EN (en peligro), VU (vulnerable), NT (Casi amenazada), LC (preocupación menor), DD (datos insuficientes), NE (no evaluada).
- **CEC:** Centro de Educación Continua (de la Escuela Politécnica de Ecuador).
- **CEPIS:** Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del ambiente.
- **COONAM:** Consejo Nacional del Ambiente (Ecuador).
- **EPN:** Escuela Politécnica Nacional (Ecuador).
- **GAIA:** Medio Ambiente y Desarrollo S.A.C del Perú.
- **GPC:** Generación Per cápita.
- **INEC:** Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (Ecuador).
- **INFOPLAN:** Sistema de Información para el Desarrollo local de Ecuador
- **MIDUVI:** Ministerio de Desarrollo Urbano y vivienda.
- **OCP:** Oleoductos de Crudos Pesados de Ecuador cultura.
- **OMS:** Organización Mundial de la Salud
- **RSU:** Residuos Sólidos Urbanos.
- **SENPLADES:** Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo.
- **SIN:** Sistema Nacional de Información

- **TULAS:** Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundario.
- **UICN:** Unión Internacional para la conservación de la Naturaleza
- **UNESCO:** Organización de las Naciones Unidas para la Educación, Ciencia y Desarrollo.
- **Unidad de medida mm BTU/ año:** Unidad de Medición para la estimación volumétrica de un gas equivalente a 28,32 m³/año **UICN:** Unión Internacional para la Conservación de la naturaleza.
- **USDA:** United States Department of Agriculture (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos)

XII ANEXOS

Anexo 01: Caracterización de RSU



Fuente: Elaboración propia, 2011.

Anexo 02: Medición del Área Directa

Mediciones de las Plataformas



Fuente: Elaboración propia, 2011.

Anexo 03: Pesaje de Residuos Sólidos Urbanos



Fuente: Elaboración propia, 2011.

Tabla A Pesaje de RSU en la Ciudad de Puyo

TABLA DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN 01						
martes, 27 de septiembre de 2011						
VEHÍCULO	VACÍO	P1	P2	P1-V	P2-V	TOTAL KG/DÍA
HINOGRHDÍA	10630	13005	12925	2375	2295	4670
HINOGRH NOCHE	10630	13150	14420	2520	3790	6310
NISSAN TK20	12030	14280	13900	2250	1870	4120
VOLVO	9875	12440	13560	2565	3685	6250
VOLQUETE KY	9120	11715	10975	2595	1855	4450
VOLQUETE 02	8025	10310	9915	2285	1890	4175
TOTAL KG. RECOLECTADOS						29975

Fuente: Elaboración Propia, 2011.

Tabla B del Pesaje de RSU en la Ciudad de Puyo

TABLA DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN 01						
miércoles, 28 de septiembre de 2011						
	VACÍO	P1	P2	P1-V	P2-V	TOTAL KG/DÍA
HINOGRHDÍA	10630	12330	11800	1700	1170	2870
HINOGRH NOCHE	10630	14517	13650	3887	3020	6907
NISSAN TK20	12030	14045	13325	2015	1295	3310
VOLVO	9875	11810	10540	1935	665	2600
VOLQUETE KY	9120	11135	0	2015		2015
VOLQUETE 02	8025	9755	9125	1730	1100	2830
SIMÓN BOLÍVAR	9120	9450	0	330		330
TOTAL KG. RECOLECTADOS						20862

Fuente: Elaboración Propia, 2011.

Tabla C del Pesaje de RSU en la Ciudad de Puyo

TABLA DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN 01						
jueves, 29 de septiembre de 2011						
	VACÍO	P1	P2	P1-V	P2-V	TOTAL KG/DÍA
HINOGRHDÍA	10630	13240	12190	2610	1560	4170
HINOGRH NOCHE	10630	14090	13890	3460	3260	6720
NISSAN TK20	12030	14780	14250	2750	2220	4970
VOLVO	9875	12270	11390	2395	1515	3910
VOLQUETE KY	9120	11520	10800	2400	1680	4080
VOLQUETE 02	8025	10155	10060	2130	2035	4165
10 de agosto	12030	12715		685		685
TOTAL KG. RECOLECTADOS						28700

Fuente: Elaboración Propia, 2011.

Tabla D del Pesaje de RSU en la Ciudad de Puyo

TABLA DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN 01						
viernes, 30 de septiembre de 2011						
	VACÍO	P1	P2	P1-V	P2-V	TOTAL KG/DÍA
HINOUGH DÍA	10630	12810	12280	2180	1650	3830
HINOUGH NOCHE	10630	14200	15300	3570	4670	8240
NISSAN TK20	12030	15150	13110	3120	1080	4200
VOLVO	9875	13285		3410		3410
VOLQUETE KY	9120	12280		3160		3160
VOLQUETE 02	8025	9975	9790	1950	1765	3715
Veracruz	12030	12860		830		830
El triunfo	9120	10376		1256		1256
TOTAL KG. RECOLECTADOS						28641

Fuente: Elaboración Propia, 2011.

Tiempos y Movimientos de Recolectores:

Tabla E de los Tiempos y Movimientos de Rutas de Recolección

Recolector:		HINOUGH	
Ruta:		TERMINAL-MIRAFLORES-CUMANDÁ-LAS AMÉRICAS	
	Ubicación	Hora	
1	Escuela Valladares	6:30	
2	Coliseo Roberto Bisuri	7:00	
3	Hospital del Seguro	7:30	
4	Luis Molina y Fidel Rodríguez	8:00	
5	Ceslao Marín y Gonzalo Suárez (Chevrolet)	8:30	
6	Padre Juan de Velasco y Ramiro Fernández (Hospital Puyo)	9:00	
7	Eugenio Espejo y Juan León Mera (Complejo barrial Cumandá)	9:30	
8	Vía Tena (Río Pindo Chico)	10:00	
9	Barrio Las Américas	10:30	
10	Universidad Estatal Amazónica	10:55	

Fuente: Elaboración Propia, 2011.

Tabla F de los Tiempos y Movimientos de Rutas de Recolección

Recolector:		HINOUGH	
Ruta:		TERMINAL-MIRAFLORES-CUMANDÁ-LAS AMÉRICAS	
Capacidad:		HORA	
1	Salida de los Hangares	6:27	
2	Primera Recolección	6:30	
3	Ultima recolección	10:55	
4	Llegada al Botadero	11:17	
5	Descarga de los Desechos	11:23	
6	Salida del Botadero	11:24	
7	Llegada a los Hangares	11:42	

Fuente: Elaboración Propia, 2011.

Tabla G de los Tiempos y Movimientos de Rutas de Recolección

Recolector:		NISANTK20	
Ruta:		OBRERO-CDLA. DEL CHOFER-BARRIO SIMÓN BOLÍVAR- 10 DE AGOSTO	
	Ubicación	Hora	
1	(Huacamayos y Sangay (Radio Mía)	7:16	
2	Simón Bolívar y Amazonas (Mercado Mariscal)	7:30	
3	Cotopaxi y Sucua	8:00	
4	Dique del río Pambay (Calle Quito)	8:30	
5	Citayacu y 20 de Julio (Complejo Amazonas)	9:00	
6	Pastaza y Tungurahua (Boayacu Puyo)	9:30	
7	Pichincha y Manabí (Colegio Primero de Mayo)	10:00	
8	Pambay y Esmeralda (Mirador)	10:30	
9	Parroquia 10 de Agosto	11:00	
10	Vía 10 de Agosto-Puyo	11:30	
11	Entrada al Botadero Controlado	11:48	

Fuente: Elaboración Propia, 2011.

Tabla H de los Tiempos y Movimientos de Rutas de Recolección

Recolector:		Volqueta KY	
Ruta:		El Dorado-CIUDELA PASTAZA-PARAISO-RECRO- PLAZA ARAY - TARQUI	
1	Ubicación	Hora	
2	HANGARES DEL MUNICIPIO DEL CANTÓN PASTAZA	6:30	
3	CIUDELA PASTAZA (ANETA)	7:00	
4	ENTRADA AL BARRIO PARAÍSO (DIRECCIÓN HISPANA DE PASTAZA)	7:30	
5	GASOLINERA DEL SINDICATO DE CHOFERES DE PASTAZA	8:00	
6	RELLENO SANITARIO DEL CANTÓN PASTAZA	8:30	
7	CAMAL MUNICIPAL	9:00	
8	SALIDA DE LA CALLE 13 DE ABRIL (CIUDELA UNE)	9:30	
9	PLAZA ARAY (RIO)	10:00	
10	VÍA PUYO-TARQUI (ENTRADA A LA PLAZA ARAY)	10:30	
11	SALIDA DE LA VASCONES SEVILLA (MINI ESTADIO)	11:00	
12	ENTRADA AL BARRIO "LAS ANTENAS"	11:30	
13	BARRIO EL CISNE (MIRADOR CASAS MUNICIPALES)	12:00	
14	RELLENO SANITARIO DEL CANTÓN PASTAZA	12:30	
15	ANGARES DE MUNICIPIO DEL CANTÓN PASTAZA		

Fuente: Elaboración Propia, 2011.

Tabla I de los Tiempos y Movimientos de Rutas de Recolección

Recolector:		Volvo	
Ruta:		Merced (Sto. Domingo-Los Ángeles-Obrero)	
1	Ubicación	Hora	
2	HANGARES DEL MUNICIPIO DEL CANTÓN PASTAZA	6:30	
3	ESCUELA ÑUCANCHIALPA	7:00	
4	IESS	7:30	
5	CALLES ERNESTO ALBANA/ENRIQUE IBANEZ	8:00	
6	CUERPO MUNICIPAL DE BOMBEROS	8:30	
7	ENTRADA AL BARRIO ANGARES	9:00	
8	AV. ALBERTO ZAMBRANO/JEFATURA	9:30	
9	AV. ALBERTO ZAMBRANO/LUBRICADORA MA CH DU	10:00	
10	HOTEL JACOB	10:30	
11	CA. FCO. DE ORELLANA/VICENTINO	11:00	
12	CALLE IMBABURA/CALLE CARCHI	11:30	
13	VÍA 10 DE AGOSTO/LAS VEGAS NEVADAS	12:00	
14	ANGARES DEL MUNICIPIO DEL CANTÓN PASTAZA	12:30	

Fuente: Elaboración Propia, 2011.

Anexo 04: De los Desechos Peligrosos

Generación de Residuos Peligrosos de Centros de Salud Públicos y Privados

ESTABLECIMIENTO	Residuos infecciosos		Papel y Cartón		Plásticos		Corto punzantes		Comunes		Total producido
	Kg	%	Kg	%	Kg	%	Kg	%	Kg	%	Kg
H. del Seguro	12	77,42	-	-	-	-	3,5	22,58	-	-	15,5
H. Militar	6	66,67	-	-	-	-	3	33,33	-	-	9
H. Puyo	59	95,93	-	-	-	-	2,5	4,07	-	-	61,5
Sub Centro Mariscal	3	30	-	-	-	-	7	70	-	-	10
Sub Centro El Dorado	2	66,67	-	-	-	-	1	33,33	-	-	3
Laboratorio Clínico de la Dra. Pesantes	1	100	-	-	-	-	0	0	-	-	1
Consultorio de la Misión	4	100	-	-	-	-	0	0	-	-	4
Laboratorio Central	2	100	-	-	-	-	0	0	-	-	2
Farmacia Central Cruz Azul (1 y 2)	0	0	-	-	-	-	1,5	100	-	-	1,5
Centro Médico Gilberto Díaz	3,5	100	-	-	-	-	0	0	-	-	3,5
Clínica Santa Marianita del Dr. Villacrés	1	100	-	-	-	-	0	0	-	-	1
TOTAL:											112

Fuente: Estudio de Diagnostico de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos, Muestreo y caracterización realizada en los principales Hospitales, Centros de Salud y Laboratorios de Puyo, 2010

Elaboración: Departamento de Higiene y Salubridad, 2010

Cuantificación por tipo de residuos peligrosos infecciosos generados en Unidades de Salud

CASAS DE SALUD	TIPO DE RESIDUOS (kg/2 días)			TOTAL	TOTAL
	Infecciosos	Corto punzantes	Total Desechos	Kg/semana	Kg/mes
Principales Casas de Salud	80	16	96	278	1152
Otros	13,5	2,5	16	48	192
Total	93,5	18,5	112	326	1344

Fuente: Estudio de Diagnóstico de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos, Muestreo y caracterización realizada en los principales Hospitales, Centros de Salud y Laboratorios de Puyo, 2010

Elaboración: SwissContact de GIRS, 2010.

Remolque para el Transporte y Celdas de Disposición Final de los Desechos Hospitalarios



Fuente: Elaboración propia, 2011.

Anexo 05: De los desechos Orgánicos de Mercados Municipales

	DÍA DE RECOLECCIÓN						
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Fecha	21/01/2008	22/01/2008	23/01/2008	24/01/2008	25/01/2008	26/01/2008	27/01/2008
Pesos (Kg)							
Recolectores	34044,5	27839	20189	16431,5	33480	20701	
Hospitales		470	64		94		
Barrido	250	185	200	195	273	296	269
Mercado	7645,5	1148,5	793	749	600	600	749
Colegios		444	400				
TOTALES	41940	30086,5	21646	17375,5	34447	21597	1018
						TOTAL (kg)	168110

Fuente: Informe Final de Diagnóstico Rápido Situacional de Pastaza, Astec Diciembre 2008.

Adaptación: Elaboración propia, 2011.

Resultados del Muestro de Hospitales de la Ciudad del Puyo

Hospital General del Puyo			
Fecha	21/01/2008	23/01/2008	25/01/2008
Unidad	Kg	Kg	Kg
Material contaminado	40,25	40,5	49,5
Corto punzantes	3,5	1	3
Medicina caducada	10,5	0	0
TOTAL	54,25	41,5	52,5
DÍA PROMEDIO	18,08	20,75	26,25
MEDIA DÍA POR CAMA	0,72	0,83	1,05
MEDIA GENERAL POR CAMA		0,868	Kg/día *cama
Hospital del IESS			
Material contaminado	8	12	7
Corto punzantes	0,1	1	2
Medicina caducada	0	0	0
TOTAL	8,1	13	9
DÍA PROMEDIO	2,7	6,5	4,5
MEDIA DÍA POR CAMA	0,142	0,342	0,237
MEDIA POR CAMA		0,24	Kg/día *cama
Hospital Militar			
Contaminado	6	8	20
Corto punzantes	1	1,5	2
Medicina caducada	0	0	0
TOTAL	7	9,5	22
DÍA PROMEDIO	2,33	4,75	11
MEDIA DÍA POR CAMA	0,078	0,158	0,367
MEDIA GENERAL POR CAMA			Kg/día *cama
TOTAL HOSPITALES	23,117	32	41,75
PRODUCCIÓN MEDIA HOSPITALES		32,289	KG/DÍA
		TOTAL (kg)	631,351

Fuente: Informe Final de Diagnóstico Rápido Situacional de Pastaza, Astec Diciembre 2008.

Adaptación: Elaboración propia, 2011.

RESULTADOS DEL MUESTREO DE SUB-CENTROS DE SALUD DE LA CIUDAD DEL PUYO

SUB-CENTRO MARISCAL			
Fecha	21/01/2008	23/01/2008	25/01/2008
Unidad	Kg	Kg	Kg
Material contaminado	0	0	4
Corto punzantes	0	0	1,5
Medicina caducada	0	0	0
TOTAL	0	0	5,5
DÍA PROMEDIO	0	0	0,78571429
MEDIA DÍA	0	0	0,78571429
PATRONATO			
Material contaminado		3	
Corto punzantes		5	
Medicina caducada		0	
TOTAL	0	8	0
DÍA PROMEDIO	0	1,14285714	0
MEDIA DÍA	0	1,14	0

Fuente: Informe Final de Diagnóstico Rápido Situacional de Pastaza, Astec Diciembre 2008.

Adaptación: Elaboración propia, 2011.

Anexo 06: Muestreo de Desechos (Caracterización, composición y Pesaje)

Pre-muestreo de Desechos

Código	Nº Muestra	Responsable
1,01 – 1,30	30	Sector 1
2,01 – 2,30	30	Sector 2
3,01 – 3,30	30	Sector 3
Tamaño de la muestra	90	

Elaboración:Elaboración propia, 2012

Muestreo de Desechos Urbanos

DESCRIPCIÓN				COMPONENTES DE LA MUESTRA (Kg)									
CÓDIGO DEL DOMICILIO (1):	Nº de muestra	Densidad (kg/m3)	Producción per cápita (kg/hab.día)	PAPEL:	PLÁSTICOS:	CAUCHO:	COMPOSTABLES :	METÁLICOS:	INORGÁNICOS:	PRENDAS TEXTILES Y CELULÓSICOS:	MADERA:	RESIDUOS ESPECIALES:	MATERIA RESIDUAL:
1,01	1	390,36	2,98	0,08	0,21	0,00	9,41	0,09	0,20	0,00	0,00	0,00	2,05
1,02	2	222,51	1,20	0,00	0,05	0,00	3,48	0,01	0,52	0,16	0,00	0,32	3,25
1,03	3	126,92	1,06	0,21	0,06	0,00	2,20	0,21	0,00	0,03	0,15	0,00	0,32
1,04	4	286,36	0,85	0,03	0,11	0,00	1,54	0,00	0,39	0,15	0,00	0,00	1,59
1,05	5	196,76	0,63	0,16	0,27	0,03	1,44	0,04	0,17	0,43	0,20	0,00	1,52
1,06	6	155,29	0,74	0,00	0,00	0,00	3,13	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,51
1,07	7	134,37	0,22	0,02	0,14	0,00	0,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,29
1,08	8	111,05	0,38	0,06	0,03	0,00	1,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,65
1,09	9	161,57	0,35	0,00	0,58	0,00	0,00	0,00	7,32	0,00	0,00	0,00	3,41
1,10	10	198,11	0,52	0,00	0,19	0,09	1,41	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	2,36
1,11	11	275,41	0,69	0,00	0,00	0,17	4,70	0,01	0,00	0,05	0,00	0,00	0,62
1,12	12	224,95	0,48	0,00	0,01	0,00	0,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,41
1,13	13	184,14	0,19	0,04	0,14	0,00	0,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,01
1,14	14	212,73	0,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,34	4,68
1,16	15	384,15	1,04	0,03	0,25	0,13	3,40	0,00	0,03	0,23	0,00	0,00	3,36
1,17	16	249,98	0,90	0,02	0,06	0,00	4,51	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00	2,47
1,18	17	251,17	0,80	0,00	0,00	0,00	3,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,53
1,19	18	64,00	0,10	0,00	0,08	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,62
1,20	19	250,70	0,12	0,00	0,10	0,00	0,61	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,21
1,21	20	480,91	0,92	0,53	0,17	0,11	2,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,48
1,22	21	272,07	1,03	0,01	0,02	0,00	1,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,02
1,24	22	388,57	1,36	0,00	0,00	0,00	13,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,48
1,25	23	217,00	0,27	0,00	0,00	0,00	1,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,05

DESCRIPCIÓN				COMPONENTES DE LA MUESTRA (Kg)									
CÓDIGO DEL DOMICILIO (1):	Nº de muestra	Densidad (kg/m3)	Producción per cápita (kg/hab.día)	PAPEL:	PLÁSTICOS:	CAUCHO:	COMPOSTABLES :	METÁLICOS:	INORGÁNICOS:	PRENDAS TEXTILES Y CELULÓSICOS:	MADERA:	RESIDUOS ESPECIALES:	MATERIA RESIDUAL:
1,26	24	298,96	1,34	0,00	0,00	0,00	5,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,98
1,27	25	205,10	1,62	0,03	0,03	0,00	1,81	0,01	0,00	0,24	0,00	0,00	1,13
1,28	26	156,47	0,68	0,38	0,15	0,10	4,28	0,00	0,17	0,00	0,06	0,00	1,70
1,29	27	314,79	0,52	0,00	0,00	0,00	1,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,98
2,01	28	194,45	1,22	0,12	0,08	0,48	2,57	0,00	0,00	1,43	0,00	0,00	1,45
2,02	29	104,83	1,01	0,00	0,47	0,00	0,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,63
2,03	30	128,01	0,53	0,06	0,25	0,00	0,71	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	1,34
2,04	31	211,31	1,47	0,50	0,15	0,00	3,23	0,74	0,00	0,54	0,38	0,00	3,30
2,05	32	50,77	0,08	0,00	0,06	0,00	0,00	0,07	0,33	0,00	0,17	0,00	0,69
2,06	33	380,83	2,29	0,00	0,00	0,00	9,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2,07	34	249,64	0,82	0,51	0,23	0,00	3,55	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	2,10
2,08	35	385,26	3,45	0,06	0,08	0,00	21,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,62
2,09	36	325,13	1,07	0,30	0,11	0,00	4,44	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	2,62
2,1	37	153,38	0,54	0,06	0,00	0,00	0,67	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	2,33
2,11	38	145,07	0,66	0,00	0,03	0,00	1,42	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	1,82
2,12	39	292,81	0,83	0,00	0,07	0,00	2,82	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,32
2,13	40	314,56	2,18	0,04	0,08	0,00	4,74	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	6,87
2,16	41	200,43	1,54	0,00	0,18	0,00	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,19
2,17	42	351,19	1,91	0,00	0,00	0,00	5,55	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	3,06
2,18	43	220,33	0,46	0,02	0,00	0,00	1,57	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	1,14
2,19	44	301,42	0,31	0,70	0,11	0,00	1,53	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	1,01
2,2	45	255,43	0,89	0,10	0,10	0,00	2,90	0,02	0,23	0,19	0,00	0,00	2,12
2,21	46	211,00	0,35	0,05	0,00	0,00	1,62	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44

DESCRIPCIÓN				COMPONENTES DE LA MUESTRA (Kg)									
CÓDIGO DEL DOMICILIO (1):	Nº de muestra	Densidad (kg/m3)	Producción per cápita (kg/hab.día)	PAPEL:	PLÁSTICOS:	CAUCHO:	COMPOSTABLES :	METÁLICOS:	INORGÁNICOS:	PRENDAS TEXTILES Y CELULÓSICOS:	MADERA:	RESIDUOS ESPECIALES:	MATERIA RESIDUAL:
2,22	47	378,67	1,42	7,48	0,61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,55	0,00	0,00	2,72
2,23	48	136,69	0,77	0,02	0,10	0,00	1,50	0,09	0,04	0,27	0,00	0,00	2,38
2,24	49	208,61	0,87	0,00	0,11	0,00	2,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11
2,25	50	260,67	1,30	0,00	0,00	0,00	3,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,62
2,26	51	263,30	0,32	0,03	0,03	0,30	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43
2,27	52	175,13	0,15	0,00	0,06	0,02	0,31	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,33
2,28	53	103,33	0,35	0,00	0,14	0,00	0,70	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,40
3,01	54	118,43	1,19	1,12	0,32	0,00	1,00	0,01	0,06	0,00	0,00	0,00	2,01
3,02	55	198,59	0,79	0,00	0,01	0,00	2,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,34
3,03	56	113,82	0,15	0,00	0,14	0,00	2,21	0,00	0,00	0,01	0,00	0,05	1,46
3,04	57	423,10	1,17	0,00	0,02	0,00	2,75	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	5,14
3,05	58	13,11	0,03	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13
3,06	59	264,42	0,96	0,00	0,08	0,00	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,45
3,07	60	215,93	0,59	0,00	0,05	0,00	2,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	4,86
3,08	61	92,75	0,34	0,00	0,13	0,00	0,00	0,14	0,87	0,00	0,00	0,00	0,35
3,09	62	245,58	0,76	0,00	0,00	0,00	4,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,66
3,1	63	248,03	1,01	0,00	0,00	0,00	4,58	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	1,44
3,11	64	287,63	0,28	0,37	0,03	0,00	2,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,51
3,12	65	266,07	0,57	0,43	0,18	0,40	3,75	0,35	0,21	0,00	0,00	0,00	2,13
3,13	66	269,63	0,47	0,31	0,10	0,00	5,76	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	4,50
3,14	67	256,41	0,84	0,00	0,00	0,00	3,07	0,00	0,08	0,01	0,00	0,00	2,09
3,15	68	138,81	0,66	0,00	0,00	0,00	2,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,34
3,16	69	216,97	0,52	0,00	0,11	0,00	4,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,76

DESCRIPCIÓN				COMPONENTES DE LA MUESTRA (Kg)									
CÓDIGO DEL DOMICILIO (1):	Nº de muestra	Densidad (kg/m3)	Producción per cápita (kg/hab.día)	PAPEL:	PLÁSTICOS:	CAUCHO:	COMPOSTABLES :	METÁLICOS:	INORGÁNICOS:	PRENDAS TEXTILES Y CELULÓSICOS:	MADERA:	RESIDUOS ESPECIALES:	MATERIA RESIDUAL:
3,17	70	25,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15
3,18	71	240,74	0,36	0,00	0,00	0,00	3,16	0,12	0,05	0,00	0,00	0,00	4,12
3,19	72	249,91	0,75	0,22	0,06	0,00	2,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,97
3,2	73	316,74	0,16	0,00	0,00	0,00	3,20	0,05	0,00	0,08	0,00	0,04	4,65
3,21	74	136,15	0,18	0,06	0,03	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,26
3,22	75	126,55	0,35	0,09	0,22	0,00	1,04	0,59	0,02	0,02	0,00	0,00	1,32
3,23	76	177,08	0,29	0,00	0,03	0,00	0,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,00
3,25	77	139,06	0,73	0,03	0,06	0,00	1,54	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,71
3,26	78	76,38	0,31	0,20	0,14	0,00	0,17	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	2,16
3,27	79	610,00	0,07	0,00	0,00	0,00	1,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,92
3,28	80	226,56	0,43	1,43	0,25	0,00	3,45	0,09	0,00	0,32	0,00	0,00	3,80
3,29	81	141,13	0,84	0,33	0,00	0,00	2,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43
PROMEDIO:		225,32	0,78	0,200	0,095	0,023	2,676	0,040	0,132	0,062	0,012	0,035	1,930
COMPOSICIÓN PORCENTUAL (%):				3,84	1,83	0,43	51,41	0,76	2,54	1,19	0,24	0,66	37,08

Elaboración: Elaboración propia y Departamento de Higiene y Salubridad GADMPz, 2011.

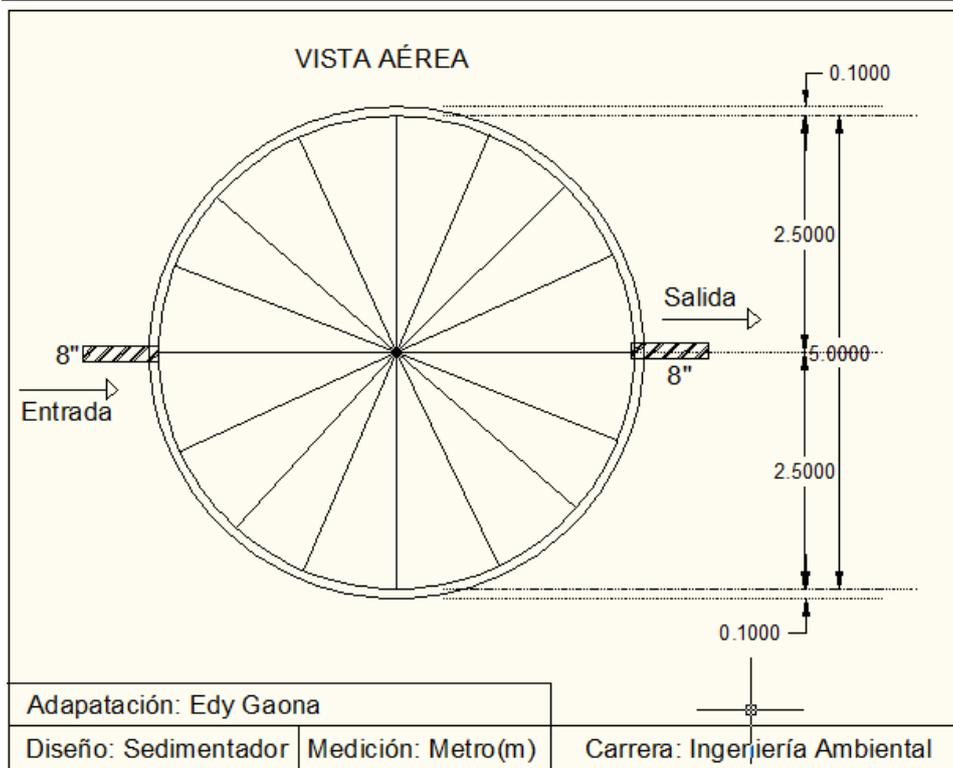
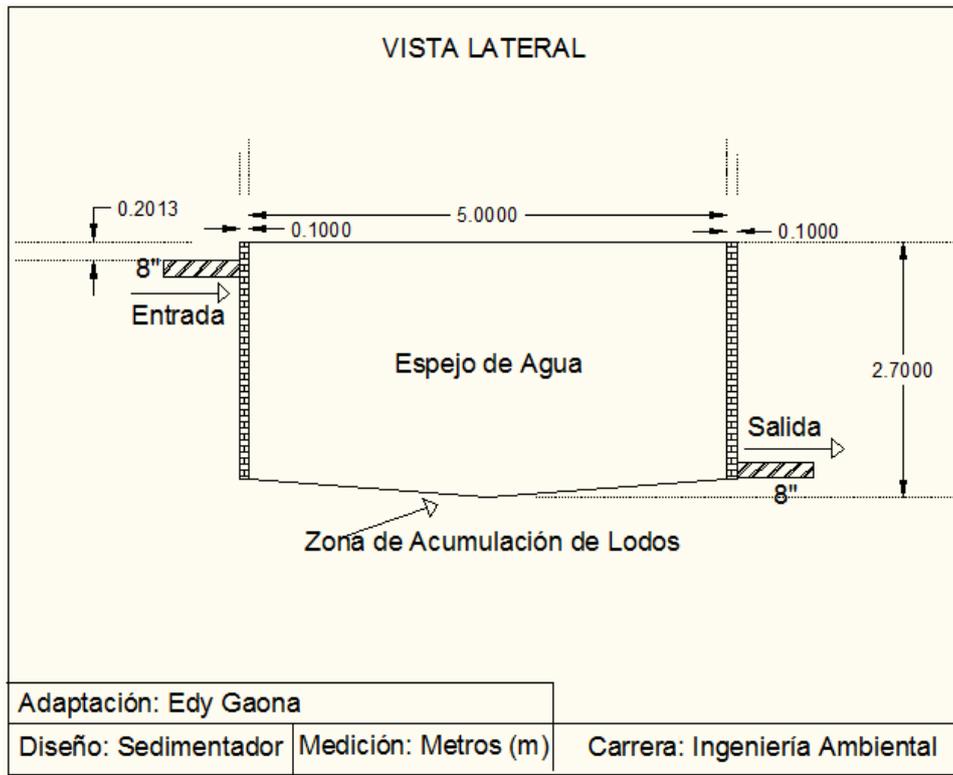
Anexo 07: Estimación de la Generación Anual de Desechos en el Cantón Pastaza

Año		Población		Generación de Desechos			Volumen				
				Diaria	Anual	Acumula da	Desechos compactados		Desechos Estabiliza do	Relleno sanitario	
N° de Años	(hab)	PCC (kg/ha b/día)	(kg/dí a)	(Ton/añ o)	(Ton)	Diaria (m ³ /dí a)	Anual (m3/añ o)	(m3/año)	m ³	Acumula da	
1995	0	34084	0,52	17723,68	6469,143	6469,143	81,327	29684,501	9952,528	9952,528	9952,528
1996	1	35175	0,53	18642,585	6804,543	13273,687	85,544	31223,528	10468,528	10468,528	20421,056
1997	2	36300	0,54	19602,15	7154,785	20428,471	89,947	32830,656	11007,361	11007,361	31428,418
1998	3	37462	0,55	20604,038	7520,474	27948,945	94,544	34508,667	11569,96	11569,96	42998,377
1999	4	38661	0,56	21649,974	7902,24	35851,186	99,344	34508,667	12157,293	12157,293	55155,67
2000	5	39898	0,57	22741,751	8300,739	44151,925	104,353	34508,667	12770,368	12770,368	67926,038
2001	6	42264	0,58	24512,883	8947,202	53099,127	112,481	36260,452	13764,926	13764,926	81690,964
2002	7	43806	0,59	25845,665	9433,668	62532,795	118,596	38089,015	14513,335	14513,335	96204,299
2003	8	45405	0,6	27243,083	9943,725	72476,52	125,008	41055,395	15298,039	15298,039	11.1502,339
2004	9	47062	0,61	28708,08	10478,449	82954,969	131,731	43287,605	16120,691	16120,691	127.623,03
2005	11	50561	0,62	31347,623	11441,882	94396,852	143,843	45628,071	17602,896	17602,896	145.225,926
2006	12	52406	0,63	33015,873	12050,794	106447,645	151,498	48081,72	18539,682	18539,682	163.765,608
2007	13	54319	0,64	34764,142	12688,912	119136,557	159,52	52502,558	19521,403	19521,403	183.287,011
2008	14	56302	0,65	36596,049	13357,558	132494,115	167,926	55296,625	20550,089	20550,089	203.837,1
2009	15	58357	0,66	38515,371	14058,111	146552,226	176,733	58224,713	21627,862	21627,862	225.464,963
2010	16	60487	0,67	40526,049	14792,008	161344,233	185,959	61292,883	22756,935	22756,935	248.221,898
2011	17	62010	0,68	42166,8	15390,882	176735,115	193,488	64507,459	23678,28	23678,28	271.900,178
										Total (m³)	77.685,765
										Total (ha)	7,7685765

Fuente: Elaboración propia, 2011.

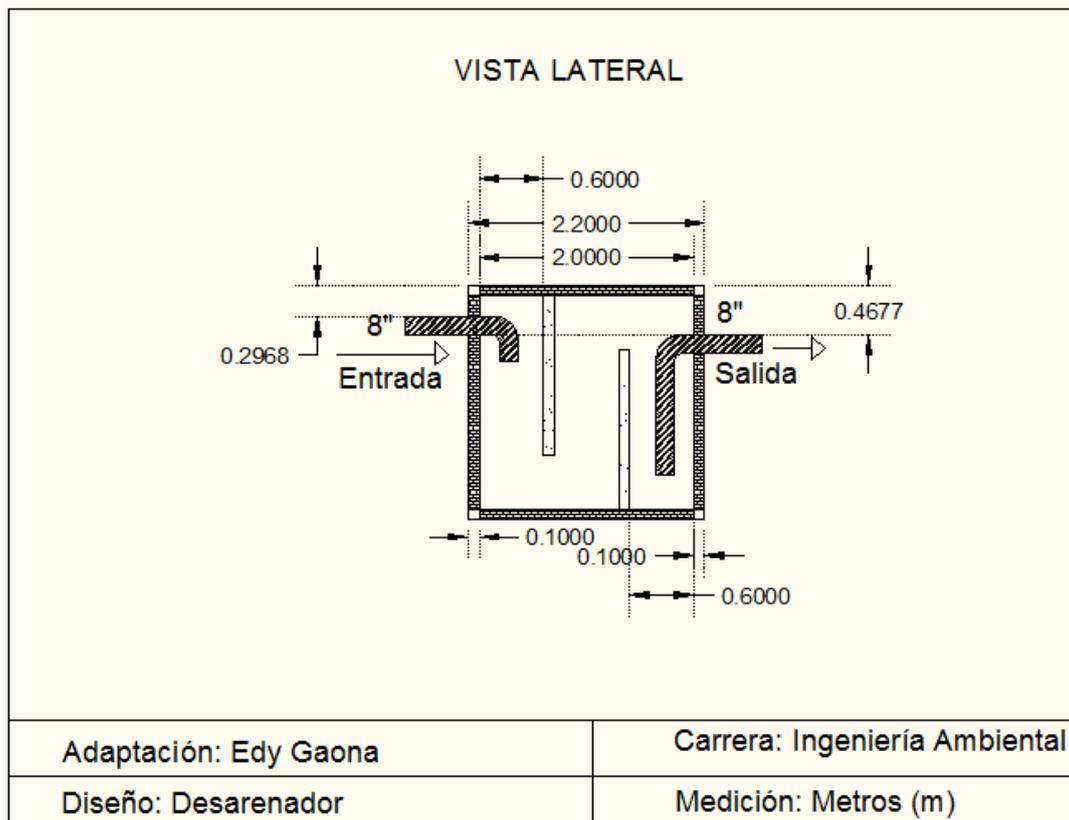
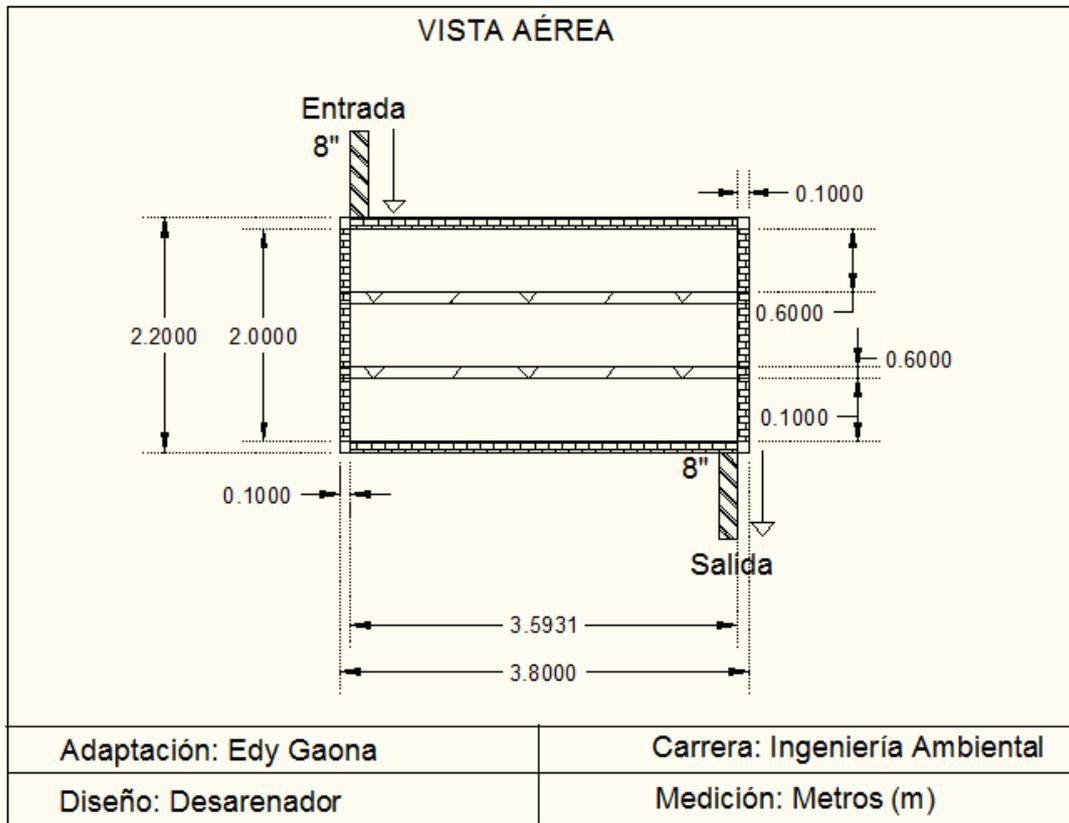
Anexo 08: Sistema de Tratamiento para Lixiviados

Anexo 8.1 Sedimentador



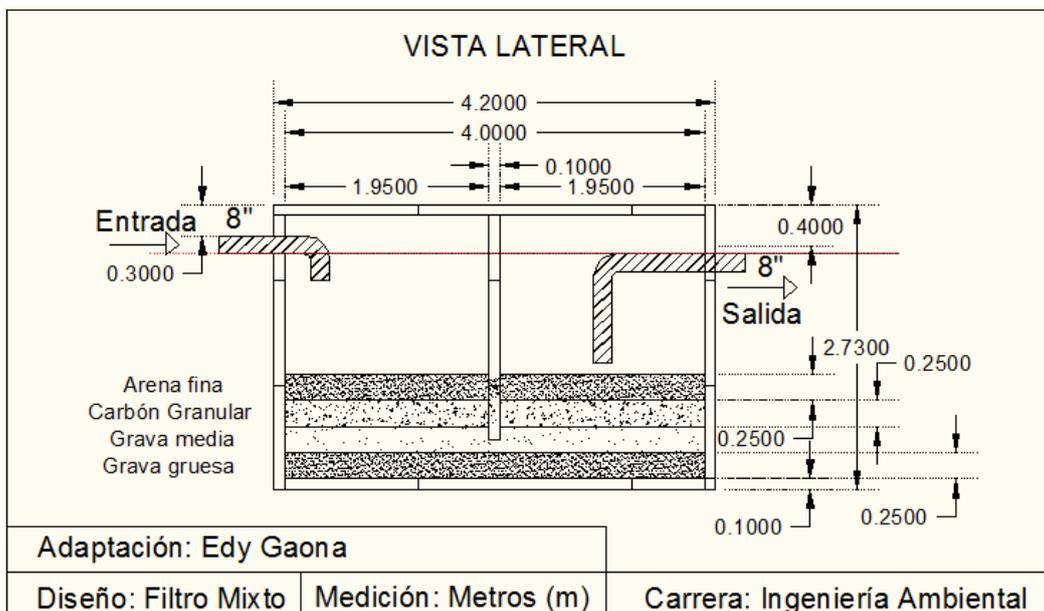
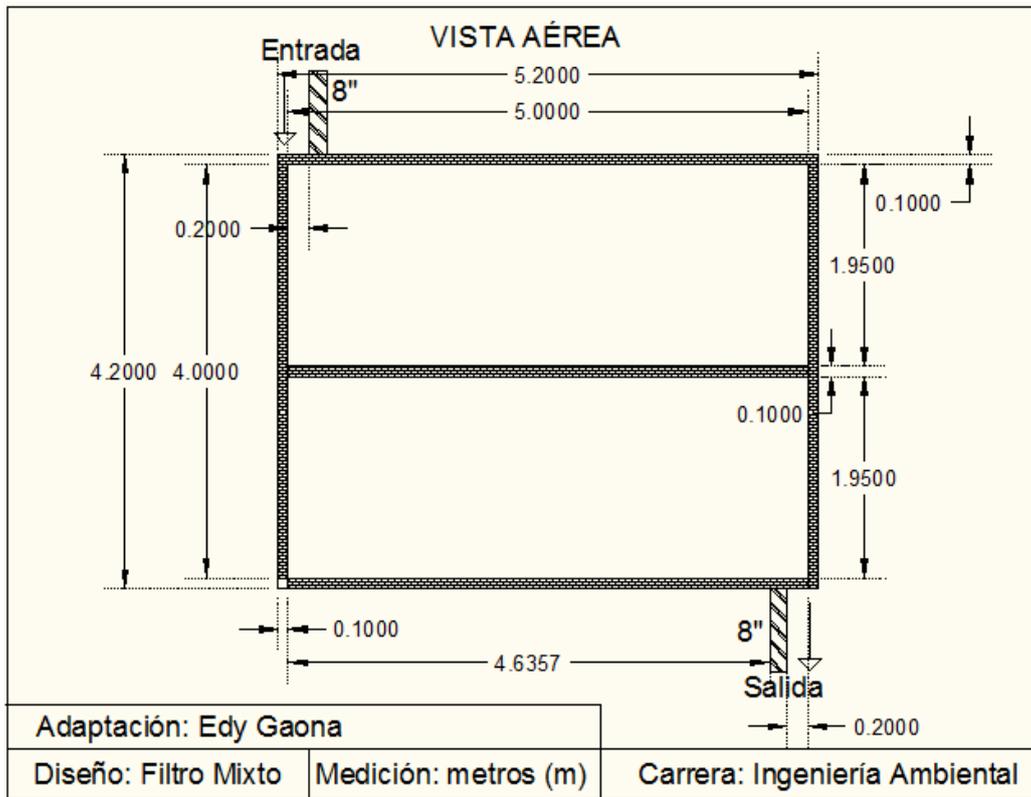
Fuente: Hammeken Et Al (2005)

Anexo 8.2 Trampa de grasas



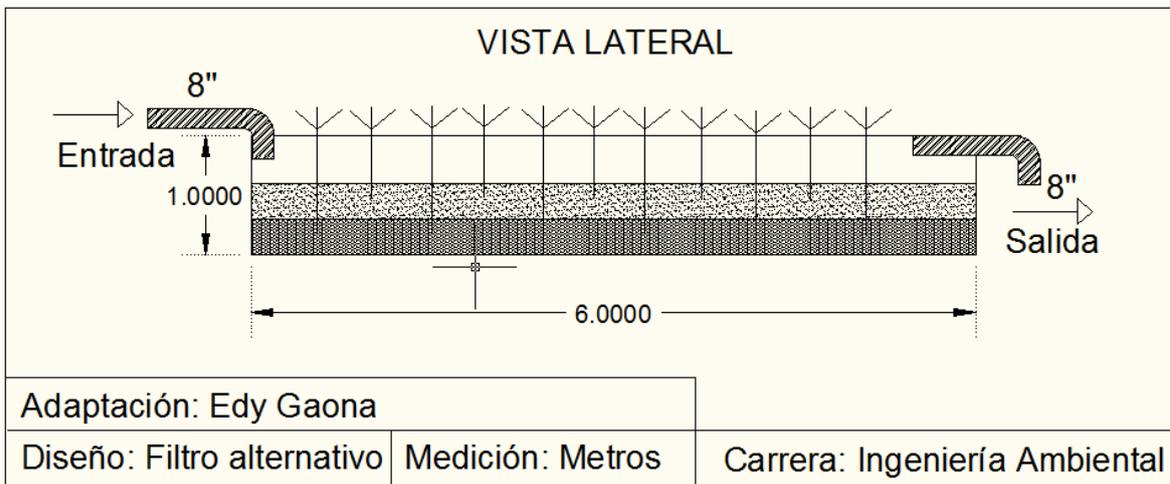
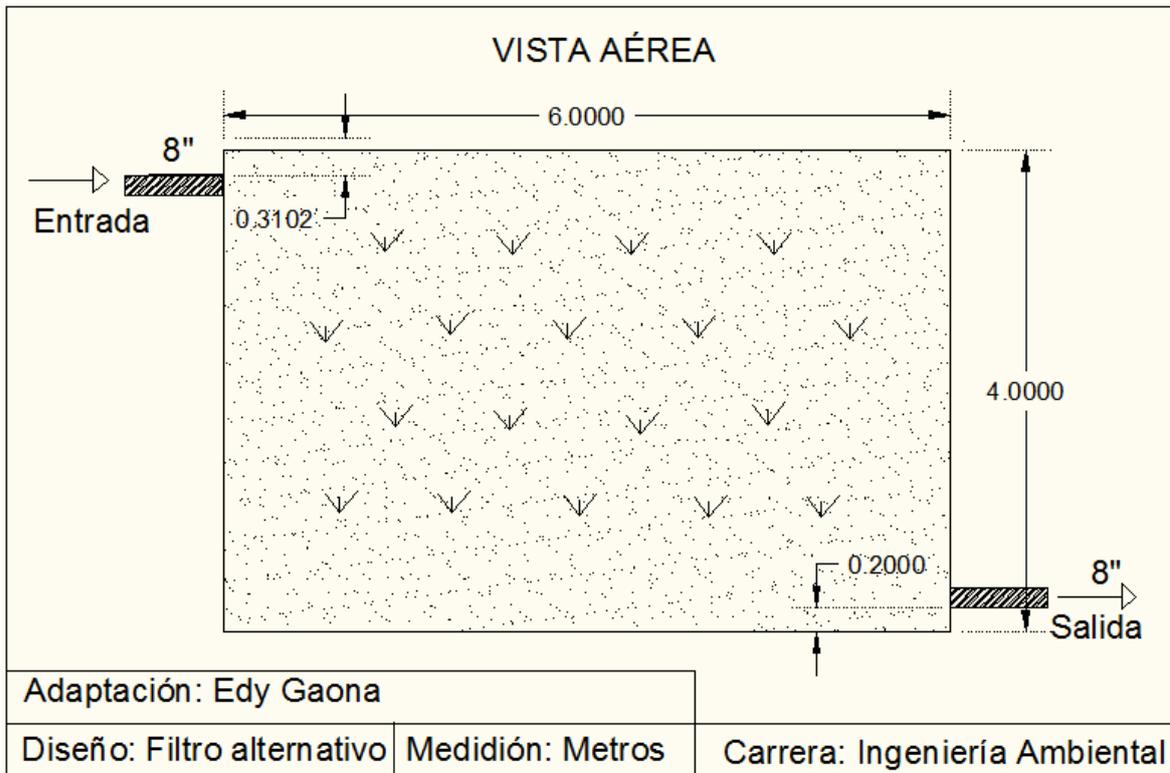
Fuente: Hammeken Et Al (2005)

Anexo 8.3 Filtro Mixto



Fuente: Hammeken Et Al (2005)

Anexo 8.4 Filtro Natural Alternativo



Fuente: Hammeken Et Al (2005)

Anexo 09: Análisis de Precios Unitarios de acuerdo al Gobierno Autónomo Municipal Descentralizado del Cantón Pastaza

Anexo 9.1

INSTITUCION: GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTON PASTAZA
 PROYECTO: SISTEMA DE TRATAMIENTO
 UBICACION: PUYO
 OFERENTE: GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTON PASTAZA
 ELABORADO: ING. ROMEL CASTILLO Y JOSE LUIS GAVIDIA
 FECHA: 03 DE JUNIO DE 2011

TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS

<u>RUBRO</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>UNIDAD</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>P.UNITARIO</u>	<u>P.TOTAL</u>
1	REPLANTEO Y NIVELACION	M2	1.00	0.70	0.70
2	EXCAVACION MANUAL 0-2M	M3	1.00	5.52	5.52
3	RELLENO COMPACTADO (REPOSICION DE SUELO)	M3	1.00	10.43	10.43
4	CANAL DE DRENAJE	ML	1.00	21.88	21.88
5	MURO DE H.S. Fc=180KG/CM2	M3	1.00	151.81	151.81
6	LOSETA DE H.S. Fc=180KG/CM2	M3	1.00	204.52	204.52
7	HIERRO ESTRUCTURAL	KG	1.00	1.56	1.56
OPCION B					
8	MAMPOSTERIA DE BLOQUE O LADRILLO 10CM	M2	1.00	12.19	12.19
9	ENLUCIDO VERTICAL 1:1:6 E=1-2cm (ANDAMIO METALICO)	M2	1.00	5.27	5.27
10	RIOSTRAS H.S. Fc=180KG/CM2	M3	1.00	152.93	152.93
11	EXCAVACION SUELO NATURAL(MAQUINARIA)ALCANTAR. 0-3M	M3	1.00	2.35	2.35
CUBIERTA					
12	HORMIGON EN COLUMNAS	M3	1.00	170.43	170.43
13	PILARES DE MADERA 10*10CM	ML	1.00	4.27	4.27
14	CUBIERTA DE ZINC SOBRE VIGAS DE MADERA	M2	1.00	31.71	31.71
15	CUMBRERO DE ZINC	ML	1.00	4.32	4.32
16	ESTRUCTURA METALICA	M2	1.00	6.86	6.86
17	CUBIERTA DE ZINC e=0.180 mm	M2	1.00	11.12	11.12

=====

Anexo 9.2

GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTON PASTAZA
DEPARTAMENTO DE OBRAS PUBLICAS
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: SISTEMA DE TRATAMIENTO-PUYO
 RUBRO : REPLANTEO Y NIVELACION
 UNIDAD: M2
 ITEM : 1
 FECHA : 03 DE JUNIO DE 2011
 ESPECIFICACIONES:

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramienta Menor 2% de M.O.					0.00	
EQUIPO DE TOPOGRAFIA	1.00	3.00	3.00	0.030	0.09	
					=====	
SUBTOTAL M					0.09	
MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
ALBAÑIL	EO D2	1.00	2.47	2.47	0.030	0.07
TOPOGRAFO 1	EO C2	1.00	2.54	2.54	0.030	0.08
						=====
SUBTOTAL N						0.15
MATERIALES		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
PINGOS Ø=10CM		U	0.250	1.12	0.28	
TABLA DE ENCOFRADO 15cm		U	0.150	0.90	0.14	
CLAVOS ½" a 4"		KG	0.020	1.72	0.03	
					=====	
SUBTOTAL O					0.45	
TRANSPORTE		UNIDAD	CANTIDAD	*REC.TRANSP.	COSTO	
					=====	
SUBTOTAL P					0.00	

Anexo 9.3

GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTON PASTAZA
DEPARTAMENTO DE OBRAS PUBLICAS

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: SISTEMA DE TRATAMIENTO-PUYO

RUBRO : EXCAVACION MANUAL 0-2M

UNIDAD: M3

ITEM : 2

FECHA : 03 DE JUNIO DE 2011

ESPECIFICACIONES:

<i>EQUIPO</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>	
Herramienta Menor 2% de M.O.					0.10 =====	
SUBTOTAL M					0.10	
<i>MANO DE OBRA</i>	<i>CATEG.</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
PEON	EO E2	1.00	2.44	2.44	0.800	1.95
AY. ALBAÑIL	EO E2	1.00	2.44	2.44	0.800	1.95
MAESTRO DE OBRA	EO C2	1.00	2.54	2.54	0.400	1.02 =====
SUBTOTAL N						4.92
<i>MATERIALES</i>		<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>	
SUBTOTAL O					0.00 =====	
<i>TRANSPORTE</i>		<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>REC. TRANSP.</i>	<i>COSTO</i>	
SUBTOTAL P					0.00 =====	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					5.02	
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 10.00					0.50	
OTROS INDIRECTOS(%)					0.00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					5.52	
VALOR UNITARIO					5.52	

SON: CINCO DÓLARES CON CINCUENTA Y DOS CENTAVOS

Anexo 9.4

GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTON PASTAZA
DEPARTAMENTO DE OBRAS PUBLICAS
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: SISTEMA DE TRATAMIENTO-PUYO
 RUBRO : RELLENO COMPACTADO (REPOSICION DE SUELO)
 UNIDAD: M3
 ITEM : 3
 FECHA : 03 DE JUNIO DE 2011
 ESPECIFICACIONES:

<i>EQUIPO</i>		<i>CANTIDAD</i>	<i>TARIFA</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
Herramienta Menor 2% de M.O.						0.08 =====
SUBTOTAL M						0.08
<i>MANO DE OBRA</i>	<i>CATEG.</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>JORNAL/HR</i>	<i>COSTO HORA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>	<i>COSTO</i>
PEON	EO E2	1.00	2.44	2.44	1.111	2.71
ALBAÑIL	EO D2	1.00	2.47	2.47	0.556	1.37 =====
SUBTOTAL N						4.08
<i>MATERIALES</i>			<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>PRECIO UNIT.</i>	<i>COSTO</i>
LASTRE DE RIO			M3	1.000	5.32	5.32 =====
SUBTOTAL O						5.32
<i>TRANSPORTE</i>			<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>REC.TRANSP.</i>	<i>COSTO</i>
SUBTOTAL P						0.00 =====
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						9.48
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 10.00						0.95
OTROS INDIRECTOS(%)						0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO						10.43
VALOR UNITARIO						10.43

SON: DIEZ DÓLARES CON CUARENTA Y TRES CENTAVOS

Anexo 9.5

GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTON PASTAZA
DEPARTAMENTO DE OBRAS PUBLICAS

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: SISTEMA DE TRATAMIENTO-PUYO

RUBRO : CANAL DE DRENAJE

UNIDAD: ML

ITEM : 4

FECHA : 03 DE JUNIO DE 2011

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO		CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 2% de M.O.						0.10
CONCRETERA (SACO)		1.00	5.00	5.00	0.400	2.00
						=====
SUBTOTAL M						2.10
MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
PEÓN	EO E2	1.00	2.44	2.44	1.000	2.44
ALBAÑIL/CARPINTERO	EO D2	1.00	2.47	2.47	0.600	1.48
MAESTRO DE OBRA	EO C2	1.00	2.54	2.54	0.400	1.02
						=====
SUBTOTAL N						4.94
MATERIALES		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.		COSTO
CEMENTO PORTLAND TIPO I E		SACO	0.814	6.78		5.52
ARENA NEGRA		M3	0.052	8.40		0.44
RIPIO TAMIZADO O TRITURADO		M3	0.080	14.56		1.16
TABLA DE ENCOFRADO DE 20 CM		U	2.100	1.35		2.84
CLAVOS DE 2" A 4"		KG	0.500	1.72		0.86
MADERA, LISTONES DE 3CM*3CM		ML	2.000	0.56		1.12
MADERA, PUNTALES		ML	2.400	0.56		1.34
AGUA		M3	0.452	0.02		0.01
						=====
SUBTOTAL O						13.29

Anexo 9.6

GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTON PASTAZA
DEPARTAMENTO DE OBRAS PUBLICAS

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: SISTEMA DE TRATAMIENTO-PUYO

RUBRO : MURO DE H.S. F'c=180KG/CM2

UNIDAD: M3

ITEM : 5

FECHA : 03 DE JUNIO DE 2011

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 2% de M.O.					1.15
CONCRETERA (SACO)	1.00	5.00	5.00	2.857	14.29
					=====
SUBTOTAL M					15.44

MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
PEON	EO E2	1.00	2.44	2.44	11.429	27.89
AY. CARPINTERO	EO E2	1.00	2.44	2.44	1.667	4.07
CARPINTERO	EO D2	1.00	2.47	2.47	1.667	4.12
ALBAÑIL	EO D2	1.00	2.47	2.47	5.714	14.11
MAESTRO DE OBRA	EO C2	1.00	2.54	2.54	2.857	7.26
						=====
SUBTOTAL N						57.45

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
CEMENTO PORTLAND TIPO I E	SACO	6.560	6.78	44.48
ARENA NEGRA	M3	0.411	8.40	3.45
RIPIO TAMIZADO O TRITURADO	M3	0.776	14.56	11.30
PINGOS Ø=10CM	U	1.500	1.12	1.68
TABLA DE ENCOFRADO 25cm	U	3.030	1.45	4.39
ALAMBRE GALV. #18	KG	0.020	2.09	0.04
CLAVOS ½" a 4"	KG	0.333	1.72	0.57
TIRA DE MADERA	ML	0.500	0.56	0.28
TABLA DE ENCOFRADO 15cm	U	1.000	0.90	0.90
				=====
SUBTOTAL O				67.09

TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	REC.TRANSP.	COSTO
				=====
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		139.98
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%)	10.00	14.00
OTROS INDIRECTOS(%)		0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		153.98
VALOR UNITARIO		153.98

OBSERVACIONES: INCLUYE ENCOFRADO 3 USOS

SON: CIENTO CINCUENTA Y TRES DÓLARES CON NOVENTA Y OCHO CENTAVOS

Anexo 9.7

GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTON PASTAZA
DEPARTAMENTO DE OBRAS PUBLICAS

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: SISTEMA DE TRATAMIENTO-PUYO

RUBRO : LOSETA DE H.S. F'c=180KG/CM2

UNIDAD: M3

ITEM : 6

FECHA : 03 DE JUNIO DE 2011

ESPECIFICACIONES:

EQUIPO		CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 2% de M.O.						1.97 =====
SUBTOTAL M						1.97
MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
PEON	EO E2	1.00	2.44	2.44	20.000	48.80
AY. CARPINTERO	EO E2	1.00	2.44	2.44	2.500	6.10
CARPINTERO	EO D2	1.00	2.47	2.47	2.500	6.18
ALBAÑIL	EO D2	1.00	2.47	2.47	10.000	24.70
MAESTRO DE OBRA	EO C2	1.00	2.54	2.54	5.000	12.70 =====
SUBTOTAL N						98.48

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
CEMENTO PORTLAND TIPO I E	SACO	6.560	6.78	44.48
ARENA NEGRA	M3	0.411	8.40	3.45
RIPIO TAMIZADO	M3	0.776	14.56	11.30
PINGOS Ø=10CM	U	12.350	1.12	13.83
TABLA DE ENCOFRADO 25cm	U	6.670	1.45	9.67
ALAMBRE GALV. #18	KG	0.020	2.09	0.04
TABLA DE ENCOFRADO 15cm	U	8.000	0.90	7.20 =====
SUBTOTAL O				89.97

TRANSPORTE	UNIDAD	CANTIDAD	REC.TRANSP.	COSTO
SUBTOTAL P				0.00 =====

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	190.42
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 10.00	19.04
OTROS INDIRECTOS(%)	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	209.46
VALOR UNITARIO	209.46

OBSERVACIONES: INCLUYE ENCOFRADO 3 USOS

SON: DOSCIENTOS NUEVE DÓLARES CON CUARENTA Y SEIS CENTAVOS

Anexo 9.8

GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTON PASTAZA
DEPARTAMENTO DE OBRAS PUBLICAS

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: SISTEMA DE TRATAMIENTO-PUYO
RUBRO : CUBIERTA DE ZINC SOBRE VIGAS DE MADERA
UNIDAD: M2
ITEM : 14
FECHA : 03 DE JUNIO DE 2011
ESPECIFICACIONES:

EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramienta Menor 2% de M.O.					0.11	
					=====	
SUBTOTAL M					0.11	
MANO DE OBRA	CATEG.	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
AY. CARPINTERO	EO E2	1.00	2.44	2.44	1.538	3.75
CARPINTERO	EO D2	1.00	2.47	2.47	0.769	1.90
						=====
SUBTOTAL N						5.65
MATERIALES		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
CLAVOS 1/2" a 4"		KG	0.300	1.72	0.52	
CLAVOS DE ZINC		LB	0.050	1.72	0.09	
CORREAS DE MADERA 6*4cm		U	1.100	3.00	3.30	
LIJA #60-100-120		HOJA	0.200	0.56	0.11	
PLANCHA ZINC L=1.80m		HOJA	0.760	11.00	8.36	
SELLADOR DE MADERA		GL	0.020	13.00	0.26	
TABLA DE ENCOFRADO 20cm		U	6.250	1.20	7.50	
THINNER		GL	0.020	6.50	0.13	
VIGA DE MADERA 8*6cm		ML	1.400	2.00	2.80	
					=====	
SUBTOTAL O					23.07	
TRANSPORTE		UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANSP.	COSTO	
					=====	
SUBTOTAL P					0.00	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					6.24	
INDIRECTOS Y UTILIDADES(%) 10.00					0.62	
OTROS INDIRECTOS(%)					0.00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					6.86	
VALOR UNITARIO					6.86	

OBSERVACIONES: CONT. VIGA PERIMETRAL 4 LADOS 2*G150*50*15*3mm M4.5 APRO
SON: SEIS DÓLARES CON OCHENTA Y SEIS CENTAVOS

Anexo 10: Respaldo de Análisis de Lixiviados CESTTA

 <p>LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN LAB-CESTTA</p>	<p>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</p> <p>CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL</p> <p>FACULTAD DE CIENCIAS</p> <p>Panamericana Sur Km. 1½ Teléfono: (03) 2 998232 RIOBAMBA - ECUADOR</p>	 <p>ENSAYOS No. OAE LE 2C 06-008</p>
--	---	---

INFORME DE ENSAYO No. ST: 1486
10 – 0029 ANÁLISIS DE LIXIVIADOS

Nombre Peticionario: CANTON PASTAZA
Atn. Ing. Patricio Romero
Dirección: Av. La Prensa 27-60

FECHA: 29 de Septiembre de 2010
NUMERO DE MUESTRAS: 1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2010 / 09 / 22 – 14:49
FECHA DE MUESTREO: 2010 / 09 / 22 – 12:00
FECHA DE ANÁLISIS: 2010 / 09 / 22 - 2010 / 09 / 29
TIPO DE MUESTRA: Lixiviado
CÓDIGO LAB-CESTTA: LAB-L 0057-10
CÓDIGO DE LA EMPRESA: NA
PUNTO DE MUESTREO: Relleno Sanitario Pastaza
ANÁLISIS SOLICITADO: DBO5, DQO, CF, pH
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: Ing. Patricio Romero
CONDICIONES AMBIENTALES: T máx.:24.0 °C. T min.: 20.0°C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE	INCERTIDUMBRE (k=2)
Potencial de Hidrógeno	PEE/LAB-CESTTA/24 EPA 9045 D	Unidades de pH	6,56	-	± 10
*Coliformes Fecales	PEE/LAB-CESTTA/48 APHA 9222,9221	NMP/100 cm ³	25000	-	-
*Demanda Química de Oxígeno	PEE/LAB-CESTTA/09 APHA 5220 D	mg/L	14800	-	-
*Demanda Bioquímica de Oxígeno	PEE/LAB-CESTTA/46 APHA 5210 B	mg/L	5100	-	-

OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en laboratorio
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del OAE

RESPONSABLES DEL INFORME:


Dr. Mauricio Álvarez
RESPONSABLE TÉCNICO

LABORATORIO DE ANALISIS AMBIENTAL
E INSPECCION
LAB - CESTTA
ESPOCH


Dra. Nancy Veloz M.
JEFE DE LABORATORIO

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos de ensayo
MC2201-04

Página 1 de 1

Anexo 11: De la generación de desechos para la propuesta del plan de cierra para la etapa II

Año	Índice de Disposición ton3/año	Toneladas Acumuladas ton3	Generación de Biogás			
			Diario		Anual	
			m ³ /min	m ³ /hora	mmBTU/año	m3/año
1995	640	640	0	0	0	0
1996	958	1.598	0,1	9	1.374	38903,4821
1997	1.436	3.034	0,3	18	2.747	77803,5116
1998	2.150	5.183	0,5	28	4.461	126333,069
1999	3.218	8.401	0,7	44	6.854	194095,233
2000	4.815	13.215	1,1	66	10.347	293035,944
2001	7.202	20.418	1,7	99	15.530	439796,648
2002	7.592	28.010	2,5	149	23.257	658628,822
2003	8.000	36.010	3	179	27.969	792073,518
2004	8.428	44.438	3,3	199	31.209	883835,234
2005	8.877	53.314	3,6	216	33.753	955887,158
2006	9.347	62.661	3,8	230	35.992	1019304,85
2007	9.839	72.500	4,1	244	38.125	1079700,23
2008	10.355	82.855	4,3	257	40.252	1139947,31
2009	10.896	93.751	4,5	271	42.428	1201549,34
2010	11.331	105.082	4,8	285	44.680	1265324,77
2011	11.917	117.000	5	299	46.744	1323791,33
2012	12.531	129.531	5,2	313	49.039	1388774,4
2013	179	129.710	5,5	329	51.508	1458710,92
2014	13.174	142.884	2,8	168	26.220	742542,132
2015	371	143.256	4,4	265	41.443	1173679,24
2016	13.848	157.103	2,3	138	21.584	611259,503
2017	577	157.680	4,3	259	40.564	1148773,15
2018	14.552	172.232	2,3	138	21.585	611287,953
2019	797	173.030	4,5	269	42.078	1191650,87
2020	15.290	188.320	2,4	146	22.818	646199,091
2021	1.033	189.353	4,7	283	44.281	1254031,95
2022	16.062	205.416	2,6	156	24.429	691824,441
2023	1.285	206.701	5	299	46.747	1323883,47
2024	16.871	223.571	2,8	167	26.207	742178,74
2025	1.554	225.125	5,3	315	49.375	1398296,63
2026	17.717	242.842	3	180	28.102	795855,585
2027	1.841	244.682	5,6	333	52.142	1476663,28
2028	18.602	263.284	3,2	192	30.106	852605,061
2029	2.146	265.430	5,9	352	55.048	1558959,54
2030	19.528	284.958	3,4	206	32.220	912472,943

Año	Índice de Disposición ton3/año	Toneladas Acumuladas ton3	Generación de Biogás			
			Diario		Anual	
			m ³ /min	m ³ /hora	mmBTU/año	m3/año
2031	2.472	287.430	6,2	371	58.097	1645314,19
2032	20.497	307.927	3,7	220	34.449	975584,347
2033	2.818	310.745	6,5	392	61.296	1735900,33
2034	21.510	332.255	3,9	235	36.797	1042089,52
2035	3.187	335.442	6,9	413	64.651	1830908,44
2036	22.571	358.013	4,2	251	39.271	1112150,42
2037	3.578	361.591	7,3	435	68.169	1930539,78
2038	23.680	385.271	4,5	268	41.876	1185937,58
2039	3.994	389.266	7,7	459	71.858	2035005,04
2040	24.840	414.106	4,8	285	44.620	1263629,59
2041	4.436	418.541	8,1	484	75.725	2144524,33
2043	4.904	449.499	8,5	510	79.779	2259327,39
2044	27.322	476.820	5,4	323	50.547	1431483,44
2045	5.401	482.221	8,9	537	84.027	2379654,04
2046	28.648	510.870	5,7	343	53.745	1522044,44
2047	5.927	516.797	9,4	565	88.480	2505754,54
2048	30.035	546.832	6,1	365	57.108	1617309,3
2049	6.485	553.317	9,9	595	93.146	2637890,09
2050	31.485	584.803	6,5	387	60.646	1717500,75
2051	7.075	591.878	10,4	626	98.034	2776333,24
2052	33.001	624.879	6,9	411	64.366	1822851,52
2053	7.700	632.580	11	659	103.156	2921368,41
2054	34.586	667.166	7,3	436	68.277	1933604,75
2055	6.485	703.686	6,9	412	64.502	1826686,45
2056	31.485	771.692	4,9	296	46.279	1310620,42
2057	7.075	846.773	9,7	580	90.828	2572251,8
2058	33.001	954.855	6,5	388	60.752	1720489,15
2059	7.700	1.070.638	10,8	647	101.343	2870025,89
2060	34.586	1.221.007	7,2	430	67.368	1907852,57
2061	8.361	1.379.737	11,5	690	108.064	3060375,7
2062	36.242	1.574.709	7,7	461	72.159	2043535,77
2063	9.061	1.778.742	12,1	728	114.024	3229165,24
2064	37.973	2.020.748	8,2	490	76.650	2170716,16
2065	9.800	2.272.554	12,8	767	119.994	3398241,25
2066	39.783	2.564.142	8,6	519	81.231	2300466,67
2067	10.580	2.866.311	13,4	806	126.178	3573355,69
2068	41.673	3.210.153	9,2	549	86.010	2435792,85

Elaboración: Elaboración propia, 2012.