



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**TÍTULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

**PROPUESTA TÉCNICA PARA EL CIERRE DEL RELLENO SANITARIO  
MUNICIPAL DEL CANTÓN PASTAZA**

**AUTOR**

**KAREN ESTEFANIA GAIBOR RIVERA**

**TUTOR**

**MSC. PATRICIA ANDRADE**

**CIUDAD**

**RIOBAMBA**

**AÑO**

**2017**

## CERTIFICACION DEL TRIBUNAL

Los miembros del Tribunal de Graduación del proyecto de investigación de tema: **“PROPUESTA TÉCNICA PARA EL CIERRE DEL RELLENO SANITARIO MUNICIPAL DEL CANTÓN PASTAZA”**, presentada por: Karen Estefania Gaibor Rivera y dirigida por: MsC. Milton Ávalos.

Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación, se constató el cumplimiento de las observaciones realizadas y se remite la presente para uso y custodia en la biblioteca de la Universidad Nacional de Chimborazo.

Para constancia de lo expuesto firman:

MsC. Patricia Andrade

Tutor del Proyecto



Firma

MsC. Milton Ávalos

Miembro del Tribunal



Firma

Phd. Omaira Márquez

Miembro del Tribunal

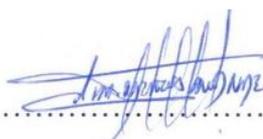


Firma

## DECLARACIÓN EXPRESA DE TUTORIA

Por la presente, certifico que el actual trabajo de investigación previo a la obtención de grado de Ingeniera Ambiental, elaborado por la señorita Karen Estefania Gaibor Rivera con el tema: **“PROPUESTA TÉCNICA PARA EL CIERRE DEL RELLENO SANITARIO MUNICIPAL DEL CANTÓN PASTAZA”**, fue analizado y supervisado bajo mi asesoramiento permanente en calidad de Tutor, por lo que se encuentra apto para ser presentado y defendido.

Es todo lo que se puede informar en honor a la verdad.



MsC. Patricia Andrade  
C.I 0602142499

## AUTORIA DE LA INVESTIGACION

Yo, **KAREN ESTEFANIA GAIBOR RIVERA**, con C.I 160060797-0; declaro que el trabajo titulado: **“PROPUESTA TÉCNICA PARA EL CIERRE DEL RELLENO SANITARIO MUNICIPAL DEL CANTÓN PASTAZA”** es de mi autoría y fue dirigida por el MsC. Milton Ávalos como tutor del proyecto, PhD.

Manifiesto la originalidad en la conceptualización de ideas, interpretación de resultados, con el sustento de autores que han sido debidamente referenciados en el documento.



Karen Gaibor  
C.I: 160060797-0

## **AGRADECIMIENTOS**

Al finalizar este trabajo de investigación quiero expresar mi más sincero agradecimiento al Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Pastaza por la apertura brindada para la realización del presente proyecto de investigación; al MsC. Milton Ávalos y Patricia Andrade por el valioso aporte como guías, pues por medio de sus saberes, consejos y experiencia en el campo de la investigación lograron generar, primero, una fuente de motivación que me impulsa a seguir preparándome en mi vida profesional y segundo el haber podido alcanzar la metas propuestas en el proyecto, agradezco también su paciencia y tiempo empleado.

Finalmente, agradezco al MsC. Iván Ríos por su desinteresada colaboración en el planteamiento de la propuesta ejecutada en el proyecto; a mis amigos que de una u otra forma me apoyaron durante el transcurso de mi carrera.

## **DEDICATORIA**

Este trabajo está dedicado primeramente a Dios porque sin su benevolencia nada es posible; a mis padres Aníbal y Narciza, quienes me han heredado uno de los mejores regalos, la educación, a mis hermanos Katherin y Kevin por su apoyo incondicional en cada paso que he dado. Gracias querida familia porque son el pilar del que me he sostenido en los momentos más críticos de mi vida.

Finalmente este trabajo te lo dedico a ti mi princesa Naia, porque eres y serás la razón por la cual me levante de cada caída que tenga.

## ÍNDICE

CERTIFICACION DEL TRIBUNAL.....	i
DECLARACIÓN EXPRESA DE TUTORIA.....	ii
AUTORIA DE LA INVESTIGACION .....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
DEDICATORIA.....	v
RESUMEN.....	1
ABSTRACT .....	2
INTRODUCCIÓN.....	3
OBJETIVOS.....	5
1. OBJETIVO GENERAL .....	5
2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	5
ESTADO DEL ARTE .....	5
1. Antecedentes.....	5
2. Desechos sólidos .....	6
2.1. Desecho Sólido Urbano .....	6
2.2. Clasificación de los Desechos Sólidos .....	6
3. Relleno sanitario .....	7
3.1. Definición .....	7
3.2. Componentes del relleno sanitario .....	7
4. Etapas de un Relleno Sanitario.....	9
4.1. Etapa de construcción.....	9
4.2. Etapa de operación y mantenimiento.....	10
4.3. Etapa de cierre .....	10
METODOLOGÍA.....	13
1. Diagnóstico de la situación actual del manejo de los residuos sólidos y del relleno sanitario del Cantón Pastaza.....	13
1.1. Situación actual del manejo de residuos sólidos en el cantón Pastaza. ....	13
1.2. Situación actual del relleno sanitario del Cantón Pastaza.....	14
2. Diagnóstico de la situación social del relleno sanitario del Cantón Pastaza. ....	14
3. Prácticas correctas para la realización del cierre técnico (Propuesta).....	14
4. Diseño del Plan General del cierre técnico del relleno sanitario del Cantón Pastaza.	15
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	16
1. Resultados de la situación actual del manejo de los residuos sólidos y del relleno sanitario del Cantón Pastaza. ....	16
1.1. Resultados del diagnóstico de la situación actual del manejo de residuos sólidos en el cantón Pastaza.....	16

1.2. Resultados del diagnóstico de la situación actual del relleno sanitario del Cantón Pastaza.....	18
2. Diagnóstico de la situación social del relleno sanitario del Cantón Pastaza. ....	28
3. Propuesta para el cierre del relleno.....	29
4. Plan general de cierre técnico.....	34
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	56
BIBLIOGRAFIA .....	58
ANEXOS.....	60

## Índice de Figuras

Figura 1. Componentes del relleno sanitario .....	9
Figura 2. Formaciones geológicas del cantón Pastaza .....	20
Figura 3. Área de influencia directa e Indirecta del relleno sanitario del Cantón Pastaza .	23
Figura 4. Formato ejemplo de Hoja de Registro y Control de Asistencia a Cursos .....	41

## Índice de Tablas

Tabla 1. Clasificación de los desechos por su origen.....	6
Tabla 2. Rutas de recolección y generación promedio mensual de desechos .....	17
Tabla 3. Recipientes de almacenamiento temporal en área urbana y rural .....	18
Tabla 4. Infraestructuras del relleno sanitario .....	22
Tabla 5. Resultados de la muestra aguas arriba del río Chilcayacu .....	25
Tabla 6. Resultados de la muestra aguas abajo del río Chilcayacu .....	26
Tabla 7. Resultados del agua residual de salida de la planta de tratamiento de lixiviados .	26
Tabla 8. Resultados del suelo del relleno sanitario .....	27
Tabla 9. Lixiviados que ingresan a la planta de tratamiento .....	28
Tabla 10. Personal que labora en el relleno sanitario .....	28
Tabla 11. Especies nativas que pueden ser aprovechadas para la revegetación de las áreas afectadas del relleno sanitario .....	33
Tabla 12. Jerarquización de impactos ambientales para el relleno sanitario.....	35

## RESUMEN

La celda de disposición final de los desechos sólidos del relleno sanitario del cantón Pastaza recibe una cantidad de 43 ton/día de residuos, estimados por una generación per cápita de 0,69 Kg/hab/día, fue construida en el año 2010 y diseñada para un tiempo estimado de funcionamiento de 15 años, actualmente la celda se encuentra en su etapa de clausura, el manejo inadecuado de su infraestructura ha traído consigo un cierre anticipado. El objetivo de esta investigación se orienta a buscar una solución viable al problema mediante una propuesta de diseño para el cierre técnico, permitiendo tener la celda bajo parámetros ambientales adecuados. Para lograr el objetivo se realizó un diagnóstico situacional del estado actual del relleno sanitario, mediante este análisis se reconocieron falencias referentes a la gestión de los desechos y bajo estas condiciones se proponen mejoras enfocadas en dos fases: la primera busca mejorar las condiciones de degradación de la basura logrando una disminución actual de la altura de los desechos de 7 a 3 metros y la segunda etapa de carácter constructivo busca el cierre total de la celda de residuos diarios mediante la adecuación de terrazas y recubrimiento vegetal, contención de los taludes de soporte y optimización de la planta de tratamiento de lixiviados. Los resultados que se buscan en la investigación es la recuperación del sitio de emplazamiento de la celda, devolviendo al paisaje sus condiciones naturales y teniendo bajo control la contaminación generada por esta actividad.

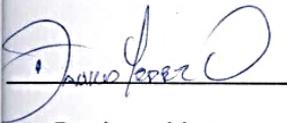
**Palabras claves:** Relleno Sanitario, Desechos sólidos, Lixiviados, celda.

**SUBJECT: TECHNICAL PROPOSAL FOR THE CLOSURE OF THE MUNICIPAL HEALTH FILLAGE OF PASTAZA CANTON.**

### **ABSTRACT**

The municipal solid waste landfill cell in the Pastaza city receives a daily amount of 43 tons of waste, as a result of a per capita production of 0.69 kg p per day each person. The cell was opened in 2010, and designed for an estimated operational time of 15 years. However, due to an inefficient management, the cell is currently in its closure stage. The aim of this study is to find a viable solution to this problem by designing a technical proposal for the closure, which will allow to maintain the operations in accordance to the environmental standards. First, we performed a situational diagnosis of the current state of the landfill to identify weaknesses in solid waste management, then we propose a closure plan divided in two phases: Phase one to improve the conditions of waste degradation in order to reduce the current height of 7 meters to 3 meters, and Phase two for the definitive closure of the cell which includes: the adaptation of terraces and vegetation cover, control of mounds, and improvements in the leachate treatment plant. This study aims to recover the original conditions of the landscape and control the pollution generated during the period of closure.

**Key words:** Municipal landfill, solid waste, leachate



Reviewed by:  
Danilo Yezpe O.  
English professor



## INTRODUCCIÓN

La población mundial alcanzó el billón de personas a inicios del siglo XIX, y desde entonces ha tenido un crecimiento exponencial hasta llegar a los 6 billones en el año 2000 y los 7 billones en el 2010 (Van, 2013). Esta explosión demográfica también ha provocado un aumento en el volumen de desechos sólidos al existir una relación directa entre la producción per cápita y el grado de urbanización. Durante el 2012, las ciudades del mundo generaron 1.3 billones de toneladas de residuos y se estima que en el 2025 el total anual se incrementará a 2.5 billones de toneladas (Daniel & Perinaz, 2012).

Ecuador genera alrededor de 11.341 ton/día de residuos, es decir un aproximado de 4.139.512 ton/año. El país no cuenta con tecnología adecuada para someter el mayor porcentaje de estos desechos sólidos a reciclaje o a un correcto tratamiento y disposición final. Por ejemplo, en el 2013, de los 221 Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs) el 80% disponía sus residuos a cielo abierto, en quebradas y orillas de cuerpos de agua, y tan solo el 20% colocaba sus residuos en rellenos sanitarios manuales, mecanizados y mancomunados (MAE, 2013). Esta realidad afecta la calidad del entorno de los ciudadanos, y atenta contra los derechos de la naturaleza reconocidos en la Constitución. Por esta razón, el Ministerio del Ambiente, a través del Programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos, ha establecido marcos normativos y lineamientos para mejorar la gestión integral de desechos sólidos durante todo su ciclo de vida. Los GADs, tienen plazo hasta el 2017 para cerrar técnicamente los sitios de disposición final que no cumplen con las medidas ambientales suficientes para la evaluación (MAE, 2015).

Los desechos sólidos municipales, están compuestos por residuos orgánicos e inorgánicos, provenientes de las actividades humanas que se desarrollan en el ámbito doméstico, servicios públicos, comerciales e industriales. El inadecuado manejo y disposición final de los mismos son uno de los problemas más graves presentes en la mayoría de las ciudades y pequeñas poblaciones, lo que constituye el deterioro estético, así como del paisaje natural, sin embargo los problemas más serios son la contaminación del suelo y los cuerpos de agua (Cisneros, 2010).

El cantón Pastaza no está excluido de esta problemática y con una población de 62.016 habitantes (INEC 2010) produce aproximadamente 49,83 ton/día de desechos sólidos comunes y 0.187 ton/día de desechos sanitarios (GAD de Pastaza), lo que significa que la generación per cápita es de 0,69 Kg/día, y dichos volúmenes de residuos se depositan en el único relleno sanitario que posee el cantón.

El relleno sanitario, es el método empleado para la correcta disposición de los residuos sólidos; y debe cumplir con 2 condiciones fundamentales: 1) la preservación de la salud y el bienestar de la comunidad y; 2) preservar los recursos naturales agua, aire, suelo y paisaje (Collazos, 2008).

Actualmente el Municipio de Pastaza cuenta con un relleno sanitario de 7 hectáreas, sin embargo este relleno presenta dificultades que han acortado de su vida útil, debido al inadecuado manejo de la celda diaria en su compactación y material de cobertura, un diseño deficiente de los taludes que ocasiona deslizamientos generando un riesgo para el entorno y los trabajadores del lugar. A esta problemática se suma también las falencias existentes en la planta de tratamiento de lixiviados, al no cumplir con los parámetros de descarga a cuerpos de agua dulce. Este conflicto requiere un cierre inmediato que aún no ha sido planificado, necesitando urgentemente contar con una propuesta técnica que permita finiquitar el uso de la infraestructura.

Por lo tanto el objetivo de este trabajo es diseñar la propuesta de cierre técnico del relleno sanitario Municipal, dando respuesta a uno de los principales problemas que afronta la Dirección de Gestión Ambiental y el Departamento de Higiene y Salubridad Municipal, cumpliendo con la normativa ambiental vigente .

## **OBJETIVOS**

### **1. OBJETIVO GENERAL**

Diseñar la propuesta técnica para el cierre del relleno sanitario municipal del Cantón Pastaza.

### **2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Determinar la situación ambiental y social del área de influencia del relleno sanitario.

Describir técnicamente las actividades a ejecutarse en el cierre del relleno sanitario.

Elaborar el Plan de Manejo General para el cierre técnico del relleno sanitario.

## **ESTADO DEL ARTE**

### **1. Antecedentes**

El funcionamiento del área actualmente conocida como el relleno sanitario del Cantón Pastaza parte del año 1995. Ubicado en el kilómetro 7 de la vía principal Puyo-10 de Agosto, al este de la ciudad de Puyo (longitud: 75° 35' - 78°5' 0. Latitud:1°20'-2°35') (Ver anexo 1), esta infraestructura inicialmente comienza su actividad como un botadero a cielo abierto, razón por la que se generaba gran cantidad de impactos al ambiente y a moradores de la parroquia 10 de agosto (ubicada a 3.5 Km de vía principal).

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, y a partir del año 2009 se empieza a trabajar bajo los lineamientos legales exigidos por el MAE, permitiendo transformar el botadero a cielo abierto en un relleno sanitario semicontrolado y finalmente un verdadero relleno sanitario que opere bajo la normativa técnica 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.

Actualmente existe un sistema de gestión de residuos y se aplica a las parroquias de Fátima, Veracruz, Simón Bolívar, 10 de Agosto y la misma Ciudad de Puyo, con un total de 7 rutas que se ejecutan de lunes a domingo. (GADMPz 2017).

## 2. Desechos sólidos

### 2.1. Desecho Sólido Urbano

Comúnmente denominados basura, son todos aquellos materiales provenientes de la actividad humana, dentro de estos se encuentran los domiciliarios o municipales, industriales y de construcción, están compuestos de residuos orgánicos e inorgánicos. La palabra basura es algo despectivo, que carece de valor y de lo que hay que deshacerse, de esta forma lo útil, que no siempre es necesario se convierte en estorbo y causa problema desentendemos de lo que producimos y consumimos (Vesco, 2006).

### 2.2. Clasificación de los Desechos Sólidos

#### 2.2.1. Por su origen

El origen de los desechos está determinado por el tipo de actividades que las personas realizan y dependen de factores como: Hábitos de consumo, nivel económico, ubicación geográfica, época del año (Bertolino, 2009).

Tabla 1. *Clasificación de los desechos por su origen.*

Origen	Tipos de residuos
<b>Domiciliarios:</b> Procedentes de las viviendas, limpieza de calles y veredas, zonas verdes.	Restos de comida, materiales plásticos, papeles, cartones, textiles, cuero, residuos de jardín, etc.
<b>Voluminosos:</b> Por su forma, tamaño, volumen o peso son difíciles de ser recogidos en la recolección convencional.	Muebles, colchones, electrodomésticos.
<b>Comerciales:</b> Surgen de los circuitos de distribución de bienes de consumo.	Papel, cartón, plásticos, metales, vidrios, latas, maderas.
<b>Residuos sanitarios:</b> Procedentes de hospitales, clínicas, laboratorios de análisis y establecimientos similares.	Material de cura, yesos, ropa y materiales de un solo uso, material contaminado, restos de tejidos humanos
<b>Construcción y demoliciones:</b> Derivados de la construcción, reparación o ampliación de viviendas, vías de comunicación, etc.	Maderas, hormigón, acero, ladrillos, piedras, materiales para la conexión de electricidad, aceros de reforzamiento.
<b>Industriales:</b> Derivados de actividades industriales, deben depositarse en recipientes adecuados.	Metales, plásticos, tejidos, fibras, maderas, chatarra, cenizas, etc.
<b>Universales:</b> Representan un riesgo para la salud y el ambiente.	Pilas, baterías, tubos fluorescentes, cartuchos de impresora, tintas.
<b>Agrícolas:</b> Relacionadas con actividades agrícolas, forestales o ganaderas y realizadas dentro del perímetro urbano.	Fertilizantes, productos agros sanitarios, residuos de cultivos, bidones con restos de agroquímicos.

Fuente: (Vesco, 2006)

### ***2.2.2 Por su composición***

Los Desechos Sólidos se componen de sustancias orgánicas e inorgánicas y de acuerdo al tiempo que tardan en desaparecer, pueden ser biodegradables o no biodegradables.

#### **✓ Desechos Orgánicos o Biodegradables:**

Son de origen vegetal o animal. Son biodegradables, ya que la acción de ciertos microorganismos (Hongos y Bacterias) junto con el oxígeno, la luz solar y la humedad los descomponen en sustancias sencillas (Valverde Carranza, 2009)

#### **✓ Desechos Inorgánicos o no Biodegradables:**

Su producción es más reciente y se inicia con la era industrial. Una vez que los seres humanos desarrollaron técnicas para fabricar utensilios y herramientas en materiales duraderos como la arcilla, la piedra, el vidrio y distintos metales, comienza la producción de este tipo de desechos (Suazo, 2013).

## **3. Relleno sanitario**

### **3.1. Definición**

Técnica de eliminación final de los desechos sólidos en el suelo, que no causa molestia ni peligro para la salud y seguridad pública (Fernández, 2010), 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 (Organización Panamericana de la Salud & Sanitaria, 2004).

### **3.2. Componentes del relleno sanitario**

El relleno sanitario cuenta con varios componentes fundamentales:

#### **✓ Celda diaria**

Es la unidad básica de construcción del relleno sanitario y está constituida por la cantidad de desechos sólidos que llega y se dispone en un día de trabajo y por la tierra necesaria para cubrirla. Las dimensiones de la celda diaria varían en cada caso y se definen como un

paralelepípedo. Su ancho equivale al frente de trabajo necesario para que los vehículos recolectores puedan descargar los desechos sólidos sin causar atrasos.

El largo o avance está definido por la cantidad de desechos sólidos que llega un día y la altura se limita a un metro o a un metro y medio, si la operación es manual, y de dos metros a dos metros y medio si la operación del relleno es con equipo mecánico (SEDESOL, 2011).

#### ✓ **Sistema de captación y evacuación de lixiviados**

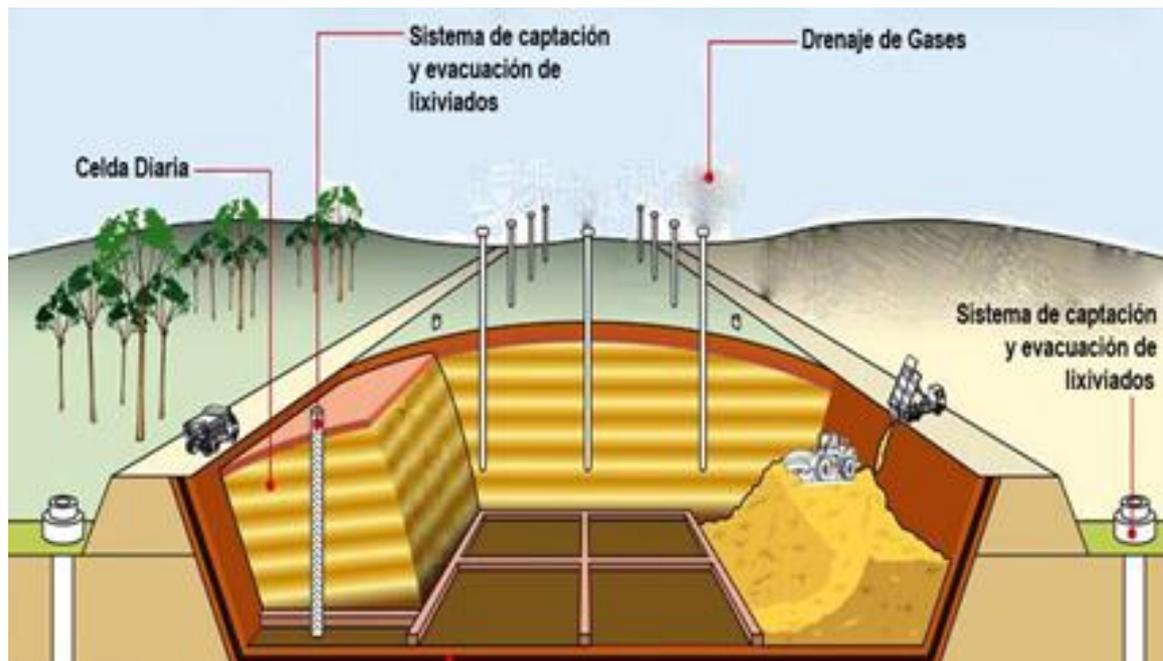
Los lixiviados son el producto de la descomposición bioquímica de la basura y del agua de infiltración, tienden a salir por gravedad, por la parte inferior del relleno sanitario (Collazos, 2008). Sobre el terreno que ha sido impermeabilizado y dotado del sistema de drenaje de lixiviados, se inicia la recolección los mismo los cuales son llevados por las tuberías a una planta de tratamiento. (SEDESOL, 2011).

#### ✓ **Drenaje superficial**

Está compuesto por las pendientes de los taludes y la superficie terminada del relleno, los canales de drenaje natural existentes y los que sean necesarios construir de tal forma que se impida que el agua lluvia ingrese excesivamente a la celda y se incremente el caudal de los lixiviados (AsamTech, 2012).

#### ✓ **Drenaje de gases**

Todo relleno sanitario produce gases, especialmente metano (CH<sub>4</sub>) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el sistema de drenaje de gases consiste en una serie de chimeneas asentadas en los drenajes de lixiviados, este sistema expande las zonas aeróbicas dentro del relleno y por lo tanto promueve la descomposición de los residuos sólidos; puesto que la zona aeróbica se incrementa, los componentes del gas inflamable y del gas con mal olor disminuyen ayudando a mejorar la calidad del lixiviado.



*Figura 1. Componentes del relleno sanitario*

Fuente: (Manejo Integral de Desechos Sólidos, 2004)

#### ✓ **Instalaciones complementarias**

**Báscula:** tiene como fin llevar un registro de las características, cantidad y fuente de los residuos que ingresan al relleno sanitario para su disposición.

**Vías internas:** constituyen los caminos de acceso interno dentro del relleno.

**Cerramiento perimetral:** cerca de seguridad que impide el libre acceso al relleno.

**Caseta:** lugar destinado para almacenar las herramientas, usado para el cambio de ropa, posee baterías sanitarias y sirve de resguardo a los trabajadores en caso de lluvias (AsamTech, 2012).

## **4. Etapas de un Relleno Sanitario**

### **4.1. Etapa de construcción**

Es la etapa de creación del relleno sanitario, en la cual como primera instancia, se realiza la nivelación y movimiento de tierras, adecuación del terreno para la implantación de los elementos del relleno sanitario. Posteriormente se procede con la construcción de oficinas, caseta de ingreso, báscula, bodegas, patio de mantenimiento, cerramiento, vías de acceso, sistema vial interno, parqueaderos, áreas verdes (AsamTech, 2012).

## **4.2. Etapa de operación y mantenimiento**

En esta etapa se realizan acciones para el ingreso de vehículos, pesaje y registro, confinamiento diario, operación de sistemas de tratamiento. Dentro de las cuales tenemos:

- ✓ Operación de oficinas, talleres, bodegas.
- ✓ Movimiento de tierras o material de cobertura.
- ✓ Operación y mantenimiento de equipo pesado.
- ✓ Registro de ingreso y volumen de residuos sólidos.
- ✓ Recepción y confinamiento diario de residuos sólidos domésticos.
- ✓ Control de estabilidad del relleno sanitario.
- ✓ Recepción y confinamiento diario de residuos sólidos hospitalarios.
- ✓ Drenaje y descarga de aguas lluvias.
- ✓ Drenaje y tratamiento de lixiviados, y descarga de efluentes tratados.
- ✓ Drenaje y combustión de biogás.
- ✓ Clausura por fases del relleno sanitario.
- ✓ Monitoreo ambiental. (AsamTech, 2012).

## **4.3. Etapa de cierre**

Es la etapa del cierre definitivo del sitio de disposición final de desechos sólidos porque ha culminado la vida útil del relleno sanitario (Röben, 2002). Cierre técnico se puede definir como un proceso gradual, programado en el tiempo, diseñado por un profesional y dirigido técnicamente, de tal forma que al concluir la vida útil de un sitio de disposición final de desechos sólidos y declarar la clausura definitiva, el sitio cuente con todos los elementos necesarios y suficientes para darle monitoreo y control, en forma correcta por al menos los siguientes 20 años (Municipio de Chinandega, 2012).

En ciertos países las regulaciones exigen un plan de clausura como parte de la aprobación del proyecto de relleno sanitario. En esta etapa, la unidad se convertirá en un ente de control ambiental de residuos por un largo período de tiempo (Tchobanoglous, Vigil, & Theisen, 1994). El diseño considera los siguientes elementos:

- ✓ **Diseño de la cobertura final:** es una parte elemental del desarrollo del lugar, y debe cumplir dos funciones: 1) asegurar la integridad a largo plazo del área en cuanto a emisiones ambientales, y 2) soportar el crecimiento de la vegetación u otras posibles utilidades. Los rellenos clausurados se destinan comúnmente al cultivo de plantas, y representan una oportunidad única para la recuperación del paisaje, considerando el rápido crecimiento y urbanización. Existen varios ejemplos de antiguos rellenos que hoy funcionan como parques, zonas de recreo, reservas naturales, o complejos comerciales. Para la selección de especies, se debe considerar varios factores que limitan el crecimiento, entre ellos: la toxicidad del CO<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub> para las raíces, el bajo contenido de oxígeno, nutrientes, y humedad en el suelo, y la limitada capacidad de intercambio catiónico (Tchobanoglous et al., 1994).
- ✓ **Sistema de control de aguas superficiales y de drenaje:** las características naturales y artificiales del relleno necesitan estar cuidadosamente integradas para controlar eficazmente las aguas superficiales y la escorrentía. El sistema de drenaje debe construirse con visión a largo plazo, e incluir las siguientes cuestiones: 1) recogida y desviación de las aguas superficiales fuera de la superficie del vertedero, en la menor distancia posible, 2) selección de las rutas de canalización y drenaje para evitar la sedimentación, 3) uso de las pendientes superficiales para maximizar la desviación de la escorrentía superficial, y 4) especificaciones para los materiales que permitan arreglo y remplazo (Tchobanoglous et al., 1994).
- ✓ **Control de los gases:** el mismo sistema utilizado durante la explotación debería funcionar durante el cierre. Los sistemas más comunes son los pozos de extracción, tuberías de recogida, y transmisión e instalaciones de antorchas y/o incineración. Se recomienda que los materiales de tuberías sean flexibles para adaptarse al movimiento del terreno, pero fuertes para soportar la carga de vehículos o maquinaria durante la revegetación. Es importante prever que la reducción de gas metano después del cierre podría afectar los procesos de combustión, lo que requeriría de un suministro de combustible auxiliar para el control de COV (Tchobanoglous et al., 1994).
- ✓ **Control y tratamiento de lixiviados:** la cantidad de lixiviado después de la clausura depende primordialmente de la cobertura final. Si el diseño es efectivo, reducirá la cantidad hasta recoger solamente los lixiviados formados por la descomposición. Otros factores influyentes son el tipo de residuos, y del clima de la región, en especial las precipitaciones. Con el paso del tiempo, al disminuir la cantidad de lixiviados y

la concentración de DBO y DQO, se deben prever medidas de mitigación para los malos olores (Tchobanoglous et al., 1994).

- ✓ **Sistemas de supervisión ambiental:** tiene como objetivo mantener la integridad del ambiente con respecto a la emisión descontrolada de contaminantes. Generalmente se utilizan las mismas instalaciones y procedimientos que durante la fase de operación, y considerando los lineamientos requeridos en la legislación. En caso de no existir directrices, lo importante es monitorear el movimiento a largo plazo de las emisiones del relleno en los siguientes recursos: 1) Agua con instalaciones de supervisión por debajo del recubrimiento para detectar el escape de lixiviados, 2) Aire a través de equipamiento como medidores de gas explosivo o medidores de H<sub>2</sub>S, y 3) Suelo con la medición de la consolidación superficial, deslizamiento del suelo y erosión (Tchobanoglous et al., 1994).

## **METODOLOGÍA**

De acuerdo a los requerimientos de este trabajo se define que el tipo de investigación es aplicada, pues su principal objetivo es resolver el problema que actualmente presenta el relleno y deductiva ya que parte de información general para dar solución a algo específico. Adicionalmente se aplicó una metodología cuanti-cualitativa porque se obtuvo características del sitio y datos de numéricos para definir los resultados. (Méndez, 2015)

### **1. Diagnóstico de la situación actual del manejo de los residuos sólidos y del relleno sanitario del Cantón Pastaza**

#### **1.1. Situación actual del manejo de residuos sólidos en el cantón Pastaza.**

Se realizó un diagnóstico de la situación actual del manejo de residuos sólidos usando los formularios diseñados por la Srta. Daysi Méndez (2015), validados por la Dirección Nacional de Prevención de la Contaminación Ambiental del Ministerio del Ambiente (Ver Anexo 2 y 3). Los formularios son los mencionados a continuación:

- ✓ Formulario # 1 levantamiento de información en gestión integral de residuos sólidos.
- ✓ Formulario # 2 aspectos legales y de gestión
- ✓ Formulario # 3 barrido y limpieza de calles
- ✓ Formulario # 4 de recolección
- ✓ Formulario # 5 transporte y transferencia
- ✓ Formulario # 6 tratamiento, reciclaje y compostaje
- ✓ Formulario # 7 disposición final

Estos formularios recogen la información relevante del sistema de gestión; fueron llenados a través de entrevistas al personal administrativo y trabajadores encargados directamente de la disposición final. Para complementar la información requerida, adicionalmente se revisó la documentación proporcionada por el GAD municipal, así como el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Pastaza. Con los datos recolectados se determinó el volumen y características de los desechos sólidos generados dentro del cantón, la cobertura del servicio de recolección, personal laboral en la gestión y la disposición final de residuos sólidos.

## **1.2. Situación actual del relleno sanitario del Cantón Pastaza.**

Se determinó a través de visitas técnicas de campo, material fotográfico, entrevistas al técnico encargado del manejo del relleno sanitario, información que se sintetiza en el formulario #7 Disposición final (Ver Anexo 4). Como parte complementaria al trabajo se solicitó al GAD se facilite el Estudio de Impacto Ambiental del relleno sanitario, los análisis de agua y suelo, plano de la planta de tratamiento de lixiviados en funcionamiento y del manejo de la infraestructura del relleno.

Con la información levantada se pudo determinar la conformación, componentes, métodos y condiciones de operación del relleno sanitario. Cabe recalcar que también se analizó y determino el área de influencia directa e indirecta del relleno y su incidencia en el entorno mediante el uso de fotografías satelitales.

## **2. Diagnóstico de la situación social del relleno sanitario del Cantón Pastaza.**

Esta fase consistió en la observación del sitio donde se ubica el relleno sanitario y sus áreas colindantes con la finalidad de determinar y precisar el entorno social del lugar. Una vez conocida la influencia del relleno se ejecutó una entrevista (Ver Anexo 5) a la asociación que labora dentro de las instalaciones como recicladores con el objetivo de conocer la incidencia del relleno sobre su diario vivir. Adicionalmente la información se complementó con datos proporcionados por el técnico encargado del sitio de disposición final.

## **3. Prácticas correctas para la realización del cierre técnico (Propuesta)**

La propuesta se realizó en base a la información obtenida del diagnóstico, pues este arrojó los problemas ambientales actuales del relleno sanitario, para posteriormente y en base a la normativa ambiental vigente, establecer las prácticas correctas para solucionar y/o mitigar cada una de las dificultades.

En función a lo mencionado anteriormente se determinó que las medidas consideradas, están contempladas en el Acuerdo Ministerial No. 031 expedido por el Ministerio del Ambiente el 04 de abril de 2012, el cual establece que los componentes a desarrollarse son los siguientes:

- ✓ Concepción del cierre técnico del relleno sanitario.
- ✓ Manejo y control de la escorrentía superficial
- ✓ Manejo y control de la erosión y sedimentación.
- ✓ Manejo de lixiviados.
- ✓ Manejo de biogás.
- ✓ Diseño de la capa de cobertura final.
- ✓ Obras complementarias.

#### **4. Diseño del Plan General del cierre técnico del relleno sanitario del Cantón Pastaza.**

Una vez realizado el diagnóstico del relleno y su entorno se elaboró el plan general de cierre en donde se contempla los objetivos, alcance, programas detallados con actividades que pueden desarrollarse con la finalidad de mejorar las condiciones del sitio afectado y el costo aproximado de inversión para el plan.

Para estructurar el plan se revisó inicialmente el EIA del relleno sanitario, este documento permitió identificar las afectaciones más relevantes en cada una de las etapas del proyecto (construcción, operación y cierre). Visualizados y definidos los impactos generados para la etapa de cierre estos se complementaron con los identificados en las visitas de observación.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **1. Resultados de la situación actual del manejo de los residuos sólidos y del relleno sanitario del Cantón Pastaza.**

#### **1.1. Resultados del diagnóstico de la situación actual del manejo de residuos sólidos en el cantón Pastaza.**

El modelo de gestión (Administración) del manejo de desechos sólidos está encaminado y bajo la responsabilidad del GAD del cantón Pastaza a través de la Dirección de Gestión Ambiental y del Departamento de Higiene y Salubridad.

##### **✓ Composición de los residuos**

Los residuos generados en el cantón según los datos proporcionados por el GAD determinan que la composición de los residuos varía para: materiales compostables 51,48%; material residual (tierra, cenizas, huesos, poli laminados) 37,16 %, papel 2,55%, plásticos 1,19%; metales 0,76%; residuos especiales 0,43%; otros 4,9%.

##### **✓ Sistema de Recolección de los desechos comunes**

Es de tipo convencional, no diferenciada, mediante la utilización de carros recolectores (5 unidades) con compactación de carga lateral y sistemas hidráulicos de volteo (Ver anexo 6). Los vehículos de recolección son propios del municipio, tienen una capacidad de almacenamiento de 13,5 ton/recolector, y los jornaleros son empleados municipales.

El servicio de recolección de desechos sólidos llega a la cabecera integra y las cabeceras parroquiales urbanas, las mismas que cuentan con vías de acceso de primer orden (vías Asfaltadas) como lo es: vía Puyo–Macas, Puyo–Napó, Puyo–Araujo y de segundo orden (vías lastradas), que permiten el ingreso del vehículo recolector. El horario de recolección se reparte en jornadas de 6 horas en la mañana y 6 horas en la noche.

##### **✓ Sistema de Recolección de los desechos hospitalarios**

Se hace por separado, posee un área específica (Ver Anexo 7) destinada para la disposición final de los desechos en celdas acorde a lo estipulado por el ministerio del ambiente, además cuenta con un vehículo tipo contenedor remolcado por una camioneta, la misma que hace el recorrido en los puntos y horarios destinados por los generadores.

### ✓ **Rutas de recolección y peso promedio recolectado mensualmente**

El promedio diario de recolección es de 49,83 Ton/día, por persona se genera 0,69 Kg/día. La cobertura dentro de la zona rural y urbana cumple con 8 rutas establecidas cubiertas por 3 jornaleros por vehículo de recolección que se distribuyen de la siguiente manera.

Tabla 2. *Rutas de recolección y generación promedio mensual de desechos*

<b>RUTAS</b>	<b>COBRETURA</b>	<b>DISTANCIA RECORRIDA</b>	<b>PESO TON/MES</b>
Ruta 1	Barrio Obrero		204,883
Ruta 2	Barrio Cumanda		199,378
Ruta 3	Barrio El Recreo	El promedio recorrido diario de los carros de recolección es de 60,40 Km/día.	171,052
Ruta 4	Barrio La Merced		179,547
Ruta 5	Parroquias		114,572
Ruta 6	Centro nocturno		222,379
Ruta 7	Centro agrícola		24,642
Ruta 8	Residuos hospitalarios		6,39

Fuente: GAD Municipal

### ✓ **Sistema de Barrido**

Es de tipo manual y se lo realiza únicamente en la cabecera cantonal en sectores preestablecidos de la zona urbana (barrios con mayor generación de residuos sólidos en las calles), mientras que en la zona rural no se lo hace.

Existen 15 rutas cubiertas por 18 jornaleros, cuya técnica consiste en ir barriendo los dos lados de la calle en algunos casos con palas de recolección y en otros tachos móviles de barrido (parques), los cuales son vaciados en fundas plásticas y colocados en sitios determinados, para posteriormente ser llevados a su disposición final dentro del relleno sanitario. (Ver Anexo 8). La frecuencia del servicio de barrido es diaria, de domingo a domingo, el horario de barrido es de 04H00 a 10H00 y de 14h00 a 17H00.

### ✓ **Sistema de Almacenamiento**

El almacenamiento se realiza en una variedad de recipientes que no se encuentran regulados por la Municipalidad, sin embargo como resultado de la encuesta del estudio de generación per cápita realizada por el GAD Municipal se obtuvo que el tipo de recipiente que se utiliza para el almacenamiento de los residuos, son los visualizados en la tabla 3:

Tabla 3. *Recipientes de almacenamiento temporal en área urbana y rural*

<b>Tipo de recipiente</b>	<b>Porcentaje urbano</b>	<b>Porcentaje rural</b>
Tacho plástico	30 %	80%
Funda plástica	55 %	15%
Saquillo	10 %	5%
Canasta	5 %	-
<b>Total</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>

Fuente: Encuestas de generación per cápita

Como se observa en la tabla 3, existe una variedad de recipientes de almacenamiento, con predominio en la utilización de fundas plásticas seguida por la utilización de tachos plásticos. Adicionalmente se observó la utilización de recipientes inadecuados (Ver Anexo 9) como cajas de madera, de cartón, tanques de 55 galones, que ocasionan pérdida de tiempo en las actividades de recolección, ya sea porque se rompen al momento de su transporte al vehículo, o por el peso que representa alzarlos.

En cuanto al almacenamiento de residuos hospitalarios estos son manejados en función de la legislación vigente por lo que se utiliza fundas plásticas de color negro o rojo y contenedores móviles plásticos, para su posterior desalojo en el furgón de recolección de hospitalarios.

## **1.2. Resultados del diagnóstico de la situación actual del relleno sanitario del Cantón Pastaza**

El actual relleno sanitario de Puyo, está ubicado en el Km 7 de la vía Puyo - 10 de agosto. Se ingresa desde la vía principal a 800 metros, mediante una vía lastrada. El área ocupada por el relleno es de 7 hectáreas aproximadamente y es parte de un terreno que alcanza las 45 hectáreas, el tiempo de vida útil estimado para el funcionamiento del terreno municipal como relleno sanitario es de 30 años. La infraestructura ha sido diseñada para que el sitio funcione como un relleno sanitario manejado técnicamente, pero en la práctica no se ejecutan las actividades previstas, y el sitio puede considerarse como un relleno semi – controlado en donde se han cerrado con anterioridad 2 celdas.

La basura se cubre diariamente con aserrín, se desarrollan actividades de minadores en el sitio de descarga de la basura y se almacena el material recuperado al interior del relleno, además existe la presencia de los empleados municipales que ejecutan sus labores cotidianas en distintas áreas del lugar.

En cuanto a los gases generados como producto de la descomposición no se recuperan ni se aprovechan en otra actividad y los lixiviados no se tratan adecuadamente al estar las instalaciones azolvadas generando inconvenientes al momento de descargarse al medio natural. Existe una celda de desechos especiales para la disposición específica de residuos hospitalarios, el mismo que tiene un Estudio de Vulnerabilidad del Manejo, Transporte y Disposición Final.

### ✓ **Condiciones del sitio disposición final**

#### **Topografía**

En base a la información obtenida se manifiesta que no se presenta accidentes geográficos de importancia, por lo general el área de intervención es relativamente plana, con pendientes menores a los 30°, que pueden ser controlados (Ver Anexo 10). En el siguiente mapa se puede apreciar pequeñas formaciones que en su gran mayoría son de origen sedimentaria a excepción del gabro y diorita que son de origen volcánica a nivel cantonal, por consiguiente los riesgos que se podrían dar en el sitio de estudio son el desmoronamiento de taludes (Cisneros, 2010).

#### **Geología**

El relleno sanitario del cantón Pastaza se localiza sobre las formaciones geológicas Arajuno y Mera; estas formaciones se caracterizan por:

- Formación Mera (Pleistoceno): Esta formación corresponde a depósitos de abanicos de Piedemonte, compuestos por materiales diversos, entre los que predominan areniscas tobáceas y arcillas, por lo que su superficie aparece poco diseccionada. Hacia el este estos depósitos van disminuyendo en potencia, altitud y tamaño de grano; su edad se asigna como Holoceno-Pleistoceno.

- Formación Arajuno (Mioceno): Comprende una potente secuencia de más de 1000 m de espesor, por lo cual su variación litológica ha sido dividida en las tres categorías que aparecen a continuación:

- a) Arajuno Inferior: constituida por capas de areniscas con conglomerados e intercalaciones de arcillas bentoníticas.

- b) Arajuno Intermedia: constituida por capas de arcillas rojizas, yeso en la base y tobáceas en la parte superior, con presencia de moluscos y forámiferos.
- c) Arajuno Superior: constituida por capas de areniscas con lignitos. Esta formación contiene una fauna casi indeterminada – compuesta por Trochammina, Valvulina– pero se le ha considerado de una edad del Mioceno o más joven (Guzmán, 2017).

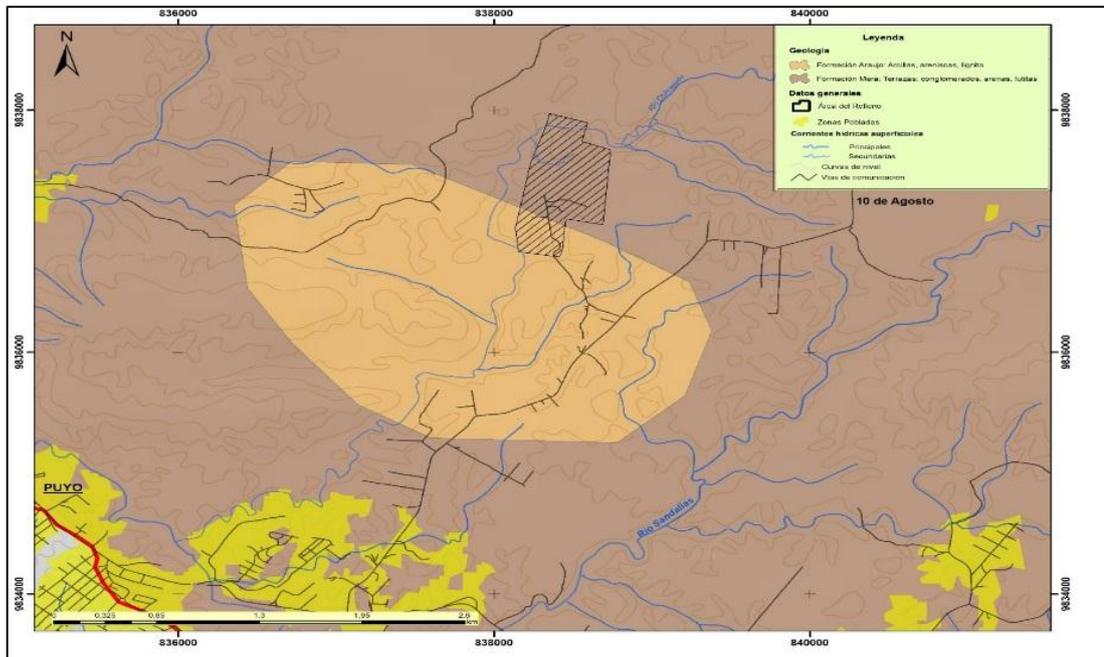


Figura 2. Formaciones geológicas del cantón Pastaza

Fuente: (Guzmán, 2017).

### Taxonomía del suelo

Las condiciones de formación de los suelos dependen de tres factores principales que son el clima, la roca madre y la edad de los suelos. En la zona del relleno se identifican suelos ándicos los cuales muestran cambios drásticos cuando son sometidos al secado con aire, este secado produce contracción y reacomodación de los agregados del suelo, dando origen a una dinámica diferente en las propiedades físicas. Como resultado la permeabilidad se reduce y en consecuencia, la susceptibilidad a la erosión por agua y por viento se aumenta.

En general, la erosión hídrica no es tan importante en estos suelos, pero si los movimientos en masa provocados por una propensión excepcional de estos materiales a estos movimientos debido a las condiciones muy húmedas en que frecuentemente se encuentran los suelos ándicos.

## **Parámetros físicos del suelo**

En su parte superior:

- a) La tasa de retención de agua es muy elevada y puede superar los 100%. Esta capacidad de retención de agua no es totalmente reversible cuando el suelo se seca.
- b) La densidad aparente del horizonte orgánico es muy débil (<0.9).

En su parte inferior:

- a) La tasa de arcillas mineralógicas es alta (de tipo esmectitas, aluminosas o caolinita) y constituye un freno al drenaje interno de estos suelos. La densidad aparente del horizonte orgánico muy débil (<0.9) (Mena & Josse, 2000).

## **Precipitación**

Es una zona de gran precipitación pluvial y humedad presente a lo largo de todo el año, la precipitación varía entre los 2000 mm al Occidente, en la parte de las estribaciones de la cordillera oriental y, alrededor de los 4700 mm en la llanura amazónica, con un promedio de 4538 mm anuales. (Contac, 2011)

## **Clima y temperatura**

Posee un clima tropical húmedo, se encuentra a 953 m.s.n.m. las temperaturas máximas registradas alcanza los 31° 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 existe meses secos, teniendo una humedad atmosférica promedio anual del 89% (Contac, 2011).

### **✓ Infraestructura del relleno sanitario**

En la tabla 4 se hace referencia a las obras de infraestructura que se encuentran en el relleno, estas fueron definidas mediante la ejecución del formulario # 7 Manejo del sitio de disposición final.

Tabla 4. *Infraestructuras del relleno sanitario*

<b>Infraestructura</b>	<b>Función</b>
Vías de acceso	Vía asfaltada: acceso para todo tipo de vehículo de carga pesada. Vía lastrada: ingreso al relleno, en condiciones de mal estado.
Caseta de guardián y oficina administrativa	Sirve para llevar el registro, bitácoras, control de residuos, entre otros procesos de pesaje de desechos sólidos comunes y peligrosos.
Instalación para el reciclaje	Lugar en donde se realiza la separación de los materiales reciclables para su posterior venta.
Instalación para el compostaje	Área donde se elabora abono orgánico con personal municipal, trabajo que se lo realiza con herramientas manuales.
Albergue de caninos	Sitio en donde se acogen animales caninos que no tienen propietarios, de acuerdo a la actual ordenanza del Gad Municipal de Pastaza.
Área de descanso / sanitarios	Zona utilizada por los trabajadores para descansar y alimentarse.
Taller de mecánica	Sirve para la elaboración de basureros metálicos, canastillas para recolección de botellas plásticas, etc.
Área de neumáticos y materiales de difícil reciclado:	Sitio donde se almacena neumáticos, y materiales que no se pueden reciclar con facilidad (equipos informáticos).
Área de pesaje (Bascula):	Lugar destinado para el pesaje de los vehículos recolectores de desechos sólidos peligrosos y no peligrosos.
Celdas clausuradas	Celdas que ya han sido cerradas y culminadas su vida útil.
Sistema de tratamiento de lixiviados	Planta de tratamiento de lixiviados, para la recolección de los desechos líquidos provenientes de la celda actual.
Celda de residuos hospitalarios	Lugar donde los desechos peligrosos son depositados.

Fuente: Autor

#### ✓ **Determinación de área de Influencia directa e Indirecta**

##### **Área de influencia directa**

Para la delimitación del área de influencia directa se tuvieron en cuenta factores que determinan un impacto directo y negativo hacia el ambiente, pudiéndose identificar la emanación de olores y gases, la descarga de lixiviados tratados al río Chilcayacu, la transformación del medio paisajístico, presencia de vectores entre otros, considerándose de esta forma una área de influencia de 800 m de diámetro desde el centro de la celda de desechos comunes.

##### **Área de influencia indirecta**

Esta área está determinada por las alteraciones que el relleno provoca sobre los componentes naturales del entorno debido a ciertos impactos producidos por las actividades generadas dentro de la zona del proyecto. Desde el punto de vista físico y visual se considera que el área de influencia indirecta es de 2000 m de diámetro partiendo desde el centro de la

celda de los desechos comunes por considerar que en esta área los impactos se presentan de manera atenuada sin afectar los elementos del entorno físico y biótico.

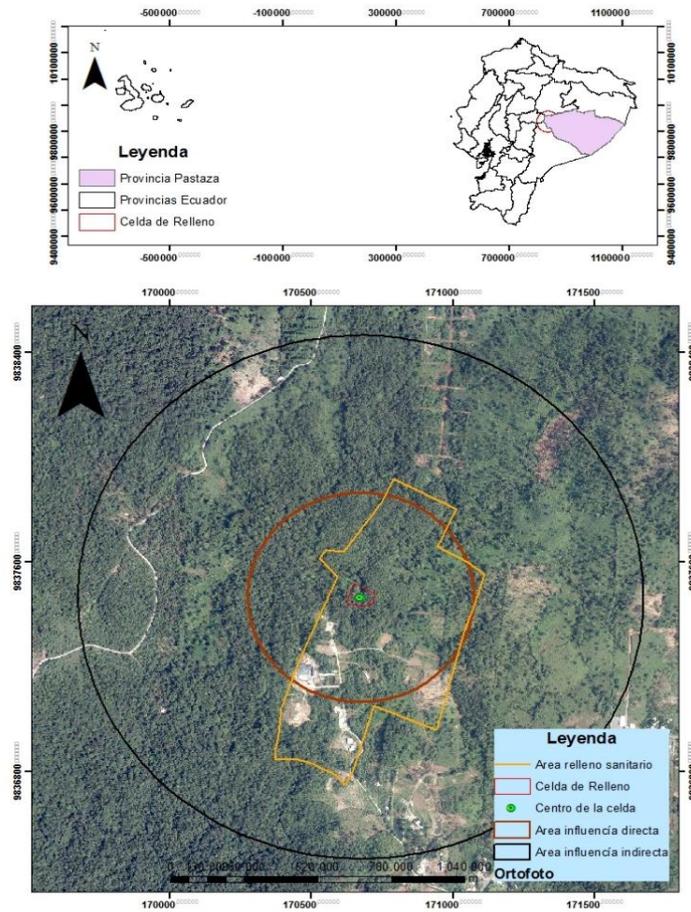


Figura 3. Área de influencia directa e Indirecta del relleno sanitario del Cantón Pastaza

Fuente: Autor

### ✓ Celda diaria

La celda en fue diseñada para funcionar durante un período de 15 años, tiene las siguiente dimensiones: 50m de ancho, 100m de largo y 3,5m de profundidad, presenta una geomembrana de 0.02 mm de espesor y tubería ubicada sobre la base de misma en forma de espina de pescado cada 25 m con una inclinación de tubería de 3% con la finalidad de recoger los lixiviados generados por la descomposición de los desechos; adicionalmente cuenta con chimeneas para el desfogue de los gases, las cuales actualmente no se encuentran funcionando debido a que casi su totalidad se encuentra tapadas por la basura que ingresa.

Los desechos que son depositados diariamente son colocados en hileras de 4 m de ancho con una altura de 0,80 m y cubiertos con aserrín 0,20 cm de espesor, la compactación se realiza todos los días con maquinaria propia del Municipio, después que los minadores reciclan ciertos materiales.

La celda actualmente presenta desmoronamientos en los taludes, ruptura de la geomembrana, no cuenta con canaletas perimetrales al contorno de toda la celda, cabe recalcar que los desechos han alcanzado una altura de 7 m (Ver Anexo 11).

#### ✓ **Planta de tratamiento de lixiviados**

La planta inicialmente funcionada con 2 tratamientos, el primero cumplía con la función de un tanque sedimentador y el segundo como filtro. Debido al incumplimiento de la norma ambiental vigente, el MAE solicitó la adecuación inmediata de la infraestructura, actualmente la planta cuenta con 4 tratamientos físicos y 1 biológico utilizados para la depuración de los lixiviados, entre los cuales tenemos:

- a) Tanque de captación y rejilla: Son utilizados como reservorio de los efluentes generados de la celda y para el retiro de los desechos sólidos de mayor tamaño que puedan ser transportados por la tubería de PVC de 4 pulgadas.
- b) Tanque sedimentador: Por medio de la gravedad, las partículas más pesadas son depositadas en el fondo del tanque.
- c) Filtro de flujo anaeróbico ascendente: Diseñado con piedra bola y arena, genera una película en la superficie del material permitiendo la difusión natural de microorganismos anaerobios logrando una disminución de la carga orgánica del efluente.
- d) Filtro de flujo descendente: tiene como objetivo clarificar los lixiviados para su posterior descarga al río Chilcayacu.

#### ✓ **Celda de desechos peligrosos**

La celda de desechos peligrosos es totalmente impermeabilizada por lo que su base y paredes son de hormigón armado, diseñadas para funcionar durante un año por lo que sus dimensiones son de 6 m de largo, 5 m de ancho y 1,5 de profundidad de acuerdo al ingreso anual que tiene. Se encuentra bajo techo, son esterilizados con cal colocada cada 15 días, al llenarse la celda esta es sellada herméticamente con hormigón (Ver Anexo 12).

## ✓ Análisis de resultados de agua, suelo y lixiviados

### Análisis de agua

La tabla 5, que corresponde a la medición de aguas arriba del río Chilcayacu cumple con los límites máximos permisibles referenciados en el TULSMA. Libro VL. Anexo 1 correspondientes a los criterios de calidad admisible para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios.

Tabla 5. *Resultados de la muestra aguas arriba del río Chilcayacu*

<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Resultado</b>	<b>Valor límite permisible.</b>
Potencial de Hidrógeno	Unidades de pH	8,52	6,5 – 9
DQO	mg/L	<30	40
DBO (5 días)	mg/L	4	20
Coliformes Totales	NMP/100mL	<1,8	–
Coliformes Fecales	NMP/100mL	<1,8	–
Sólidos totales disueltos	mg/L	<50	–
Sólidos totales	mg/L	<100	–
Oxígeno disuelto	mg/L	7,2	>80
Grasas y aceites	mg/L	<3	0,3
Organoclorados	µg/L	<0,12	10
Organofosforado	µg/L	<0,46	10
Nitritos	mg/L	<0,03	0,2
Nitratos	mg/L	<2,3	13
Plomo	mg/L	<0,005	0,001
Níquel	mg/L	<0,01	0,025
Zinc	mg/L	<0,05	0,03

Fuente: GAD Municipal Pastaza (2017)

La tabla 6, que corresponde a la medición de aguas abajo del río Chilcayacu, cumple con los límites máximos permisibles referenciados en el TULSMA. Libro VL. Anexo 1 correspondientes a los criterios de calidad admisible para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios.

Tabla 6. *Resultados de la muestra aguas abajo del río Chilcayacu*

<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Resultado</b>	<b>Valor límite permisible</b>
Potencial de Hidrógeno	Unidades de pH	7,88	6,5 – 9
DQO	mg/L	<30	40
DBO (5 días)	mg/L	2	20
Coliformes Totales	NMP/100mL	110	–
Coliformes Fecales	NMP/100mL	2200	–
Sólidos totales disueltos	mg/L	<50	–
Sólidos totales	mg/L	<100	–
Oxígeno disuelto	mg/L	7,0	>80
Grasas y aceites	mg/L	<3	0,3
Organoclorados	µg/L	<0,12	10
Organofosforado	µg/L	<0,46	10
Nitritos	mg/L	<0,03	0,2
Nitratos	mg/L	<2,3	13
Plomo	mg/L	<0,005	0,001
Níquel	mg/L	<0,01	0,025
Zinc	mg/L	<0,05	0,03

Fuente: GAD Municipal Pastaza (2017)

La tabla 7, correspondiente al agua residual de salida de la planta de tratamiento de la celda actual, excede ciertos parámetros de los límites máximos permitidos por el TULSMA. Libro 6. Anexo 1 correspondiente a los límites de descarga a un cuerpo de agua dulce.

Tabla 7. *Resultados del agua residual de salida de la planta de tratamiento de lixiviados*

<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Resultado</b>	<b>Valor límite permisible.</b>
Potencial de Hidrógeno	Unidades de pH	7,96	6 – 9
DQO	mg/L	821	200
DBO (5 días)	mg/L	450	100
Coliformes Fecales	NMP/100mL	4300	2000
Sólidos totales disueltos	mg/L	2810	–
Sólidos totales	mg/L	4620	1600
Oxígeno disuelto	mg/L	0,6	–
Grasas y aceites	mg/L	<2	30
Organoclorados	µg/L	<0,12	0,05
Organofosforado	µg/L	<0,46	0,1
Plomo	mg/L	<0,01	0,02
Níquel	mg/L	<0,05	2
Mercurio	mg/L	<0,001	0,005

Fuente: GAD Municipal Pastaza (2017)

Dentro de los parámetro identificados que exceden los límites máximos establecidos se encuentran la DQO y DBO5, entendiéndose la DQO como la cantidad de oxígeno necesaria para oxidar la materia orgánica por medios químicos y la DBO5 como la cantidad de oxígeno que los microorganismos consumen durante la degradación de la sustancias orgánicas

contenidas en la muestra, ambos son utilizados para medir el grado de contaminación, así que mientras mayor sea la concentración de DQO y DBO5 mayor será el grado de contaminación. Por otra parte el parámetro excedido de Coliformes fecales indica que existen altos niveles de bacterias patógenas que podrían ocasionar perjuicios al cuerpo de descarga ocasionando que bacteriológicamente no sea segura.

## Suelo

La tabla 8, que corresponde a la medición físico – química del suelo cercana a la celda del relleno sanitario, cumple con los límites máximos permisibles del TULSMA. Libro 6. Anexo 2 correspondiente a los criterios de calidad del suelo y criterios de remediación.

Tabla 8. *Resultados del suelo del relleno sanitario*

Parámetros	Unidad	Resultado	Valor límite permisible.	
			TABLA 1	TABLA 2
Potencial de Hidrógeno	Unidades de pH	6,81	6 – 8	6 – 8
Cianuro total	mg/Kg	<0,001	0,1	0,8
Aceites y grasas	mg/Kg	0,05	–	<4000
Benceno	mg/Kg	<0,0004	0,03	0,03
Fenoles	mg/Kg	<0,02	–	3,8
Conductividad eléctrica	µS/cm	22,86	200	200
Amoníaco	mg/Kg	0,18	–	–
Plomo	mg/Kg	<20	19	60
Arsénico	mg/Kg	<0,05	12	12
Mercurio	mg/Kg	0,5	12	12

Fuente: GAD Municipal Pastaza (2017)

## Lixiviados

La tabla 9, visualiza la carga contaminante de los lixiviados que ingresan a la planta de tratamiento, estos resultados son necesarios para realizar una comparación una vez que estos pasan por el proceso de depuración.

Tabla 9. *Lixiviados que ingresan a la planta de tratamiento*

<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Resultado</b>
Potencial de Hidrógeno	Unidades de pH	7,88
Turbidez	UNT	172
Conductividad eléctrica	μS/cm	6940
DQO	mg/L	4200
DBO (5 días)	mg/L	1170
Coliformes totales	NMP/100mL	910000
Coliformes Fecales	NMP/100mL	100000
Sólidos totales disueltos	mg/L	2890
Sólidos totales	mg/L	4890
Oxígeno disuelto	mg/L	0,5
Grasas y aceites	mg/L	0,87
Plomo	mg/L	<0,01
Níquel	mg/L	<0,05
Mercurio	mg/L	<0,001

Fuente: GAD Municipal Pastaza (2017)

## 2. Diagnóstico de la situación social del relleno sanitario del Cantón Pastaza.

Dentro del aspecto social se tiene como resultado que la población directamente involucrada y afectada por el relleno son los trabajadores del GAD Municipal y los minadores de la asociación “El sol sale para todos” debido a que la extensión del terreno es amplia (45 ha) y que en las áreas colindantes a la infraestructura no existen predios habitados. A continuación en la tabla 10, se puede observar el número total de personas afectadas por el funcionamiento del relleno.

Tabla 10. *Personal que labora en el relleno sanitario*

<b>Trabajadores</b>	
Municipales	13
Recicladores	12
<b>Genero</b>	
Hombres	14
Mujeres	11
Total	25

Fuente: Autor

Los minadores de la asociación son los más vulnerables a riesgo ya que están en contacto directo con los desechos, pudiendo presentar problemas de salud por inhalación, ingesta y contacto cutáneo, debido a cortaduras, quemaduras e infecciones a las vías urinarias por exponerse a varias horas del sol sin la debida protección y manipulación de los distintos tipos de desechos.

Esta asociación jurídica viene laborando desde hace 8 años atrás en el reciclaje de cartón, papel, chatarra, plástico duro y suave, cobre, aluminio y botellas plásticas, con un horario de trabajo de 07 am a 3 pm. De los 12 trabajadores 4 son cabeza de familia y los restantes aportan a sus hogares, el trabajo no es remunerado por ninguna institución y la ganancia de cada trabajador es de acuerdo a lo reciclado, cuentan con un cubículo cada 2 minadores en donde almacenan lo recolectado diariamente para su posterior venta cada 15 días.

En cuanto a indumentaria de trabajo es conseguido por ellos mismo pero como exigencia del Departamento de Higiene y Salubridad para poder trabajar dentro de la celda tienen que utilizar como mínimo chaleco reflectante, sombrero y botas. Adicionalmente estos trabajadores no tienen ningún otro tipo de ingreso, no se encuentran asegurados, y el ingreso mensual no llega al salario básico unificado. El acceso al relleno es restringido solo pueden ingresar con el carnet proporcionado por el municipio, además es prohibido el ingreso a niños y mujeres embarazadas.

### **3. Propuesta para el cierre del relleno**

El saneamiento y cierre de una celda, teóricamente presupone que en forma inmediata no se continúe depositando los desechos sólidos en el mismo y, se emprenda con las tareas para minimizar los impactos ambientales generados por su operación. En concordancia a lo mencionado anteriormente se ha establecido 2 Fases a ejecutarse dentro del cierre.

#### **✓ Fases para el cierre técnico de la celda de desechos sólidos**

**FASE 1.** Esta fase está orientada a la mejora de las condiciones actuales de la celda (Ver Anexo 12) permitiendo que los factores naturales del medio actúen sobre la misma logrando que esta disminuya la altura que actualmente presenta de 7 a 3 metros mediante la descomposición de la basura. A continuación se detalla las medidas a tomar para lograr lo propuesto.

##### **a) Manejo y control de la escorrentía superficial**

Con el objetivo de garantizar los procesos naturales de descomposición de los residuos se deberá colocar tubería en toda el área perimetral de la base de la celda. Adicionalmente se colocara otro tramo de tubería hacia la altura media de la celda en el nivel N+ 7,00 m que de igual forma rodeara el perímetro, las tuberías perimetrales de los dos niveles serán

conectadas mediante codos y tuberías horizontalmente ubicadas en un ángulo de 45° formando una red de drenaje que permitan desfogar un porcentaje del agua lluvia.

Conociéndose que los niveles de precipitación en el sector son altos (4538 mm anuales) se ha considerado que la tubería deberá ser de 8 pulgadas de diámetro y estar totalmente perforada en su parte superficial, la finalidad del diseño radica en la recolección de agua lluvia evitando un incremento no deseado del caudal de lixiviados.

Finalmente, la tubería tiene que irse regulando a medida que la altura de la basura disminuya permitiendo que el sistema funcione y cumpla con el propósito para el cual fue implementado. A continuación la figura

#### b) Manejo de biogás

Para controlar los gases emanados como producto de la descomposición de la basura se rehabilitaran las 9 chimeneas que se encuentran visibles dentro de la celda y adicionalmente se implementaran 9 chimeneas más ubicadas estratégicamente, iniciando desde la cota más alta, en donde se colocara una chimenea central y a partir de esta, 4 se instalaran en la parte media y las 4 restantes en la base de celda.

Las chimeneas deberán estar todas conectadas entre sí con tubería de 4 pulgadas de PVC con el objetivo de ir distribuyendo homogéneamente la generación del gas en caso de que se genere una mayor descomposición en alguna zona específica. Estas chimeneas serán removidas a medida que el volumen de la basura vaya disminuyendo.

La descomposición natural de los residuos en los rellenos según (Kiss & Encarnación, 2006) se van dando de forma gradual en cuatro fases (Fase I: etapa aeróbica, Fase II: fermentación, Fase III: etapa totalmente anaeróbica, Fase IV: etapa metano génica estable ) de acuerdo a las condiciones climáticas y metrológicas del sitio, la composición de los residuos, la tecnología aplicada en la disposición final y la edad del relleno sanitario. A partir de estas condiciones se estima que el volumen de la celda disminuya en un periodo aproximado de 2 años pues la unidad está en una edad joven (6 años) por lo que la descomposición se encuentra en una fase aerobia por el aire atrapado entre la capas cubiertas diariamente permitiendo que la degradación se produzca de forma más rápida.

**FASE 2.** Esta fase es de carácter constructiva y está orientada al cierre total de la celda de desechos comunes (Ver Anexo 12), desechos peligrosos y al óptimo funcionamiento de la planta de tratamiento de lixiviados.

a) Manejo y control de la erosión y sedimentación.

Una vez que se ha determinado que la topografía del sitio es plana, se ha diseñado la construcción de terrazas en forma trapezoidal las cuales irán conformadas desde el nivel de la celda (3,5m) con una altura de 1 m y el ancho de 2 m a cada lado de la celda.

Para solucionar la posible erosión del suelo se ha diseñado lo siguiente:

- ✓ Los taludes tendrán una pendiente 2:1 (avance: altura) de 27°.
- ✓ La pendiente longitudinal (perfiles “X”) serán del 2%, en sentido Sur-Norte, en tanto que la pendiente transversal (perfiles “Y”) también serán del 2% en el sentido Este-Oeste, con el propósito de que las aguas lluvias, en forma de escorrentía, sean evacuadas rápidamente de la masa de basuras, contribuyendo de esta manera a que éstas no se infiltren y se incremente el caudal de lixiviados.

a) Manejo de lixiviados.

Como se identificó en el diagnóstico la celda de desechos comunes cuenta con una planta de tratamiento de lixiviados la cual ejecuta una serie de procesos permitiendo que los grados de contaminación del mismo se reduzcan, sin embargo los parámetros de descarga de estos al cuerpo receptor no cumplen con la norma ambiental vigente. Para que el lixiviado cumpla con los requerimientos exigidos se debe optimizar la planta de tratamiento implementando y adecuando mejoras al diseño actual en las siguientes áreas:

- ✓ Rejilla ubicada en el primer tanque con la finalidad de impedir del paso de sólidos de tamaño grueso.
- ✓ Tanque sedimentador puede ser aprovechado y rediseñado con una trampa de grasas que permita retirar esta capa que tiene un espesor de 0.02 mm.
- ✓ Implementar un tratamiento de carácter biológico que ayude a la disminución de la DQO (4200 mg/L) y DBO5 (1170 mg/L).

b) Diseño de la capa de cobertura final.

Las capas de cobertura que se deberán colocar sobre la última terraza deberán estar conformada de la siguiente manera:

- ✓ Capa de 0.25 m de material explotado en el sitio, debidamente compactado, la cual servirá para garantizar la cobertura de los desechos sólidos depositados.
- ✓ Geomembrana de polietileno de alta densidad, de mínimo  $e = 1$  mm., para evitar el ingreso de agua lluvia a la celda, la cual se colocará exclusivamente en la plataforma y en las bermas.
- ✓ Capa de 0.25 m. de material explotado en el sitio, debidamente compactado, la cual servirá para cubrir la geomembrana
- ✓ Capa de 0.40 m de tierra vegetal, la cual no deberá compactarse, de tal forma de facilitar el enraizamiento y crecimiento de las especies a ser sembradas.

Finalmente el cierre de esta celda se concluirá con la construcción de muros de contención en las zonas en donde los taludes se han desmoronado. Estos muros serán hechos de hormigón ciclopio con dimensiones de 0,30 m de espesor en la corona y 0,40 m en el pie del muro, 3,6 m de alto y 2 m de largo formando una estructura en ele. En caso de requerirlo adicionalmente estos muros serán sujetos por hormigón pre esforzado con la finalidad de generar tensión en caso de producirse un desmoronamiento evitando que los desechos se dispersen y generen un mayor nivel de contaminación.

c) Obras complementarias.

### **Revegetación**

Esta obra está orientada a mejorar el paisaje una vez finiquitada el cierre técnico de la celda de desechos y las demás zonas afectadas. Para este fin se procederá a revegetar con especies herbáceas, arbustivas y arbóreas nativas según los requerimientos del lugar. En la tabla 11 registra algunas especies que pueden ser empleadas para este fin.

Tabla 11. *Especies nativas que pueden ser aprovechadas para la revegetación de las áreas afectadas del relleno sanitario*

<b>Tipo</b>	<b>Especies –Nombre común</b>	<b>Crecimiento máximo de las especies (m)</b>
Árboles	Pigue, laurel, Batea Caspi, Balsa, Palo barbasco, Urcu dundo.	15 – 25
Arbustos de crecimiento	Pilchi mate, Quilla ishpingo, sangre de drago, Guarumo, Suro, Helecho arborecente	5 – 12,5
Arbustos herbáceos	Uña de gato, Camacho, hierbas rastreras (pasto, escobilla, helechos)	0,5 – 4,5

Fuente: (Cisneros, 2010)

La selección de especies debe realizarse por un técnico experto en botánica, éstas tienen que ser seleccionadas con anterioridad a la aplicación de la segunda fase ya que tienen que ser trasplantadas con un tiempo de 3 meses de crecimiento.

d) Cobertura de las celdas de desechos hospitalarios peligrosos

La celda en la cual se han depositado los desechos sólidos hospitalarios peligrosos, deberá ser cubiertas totalmente con una capa de cobertura intermedia de 0.20 m de espesor, para lo cual se deberá utilizar material explotado en el sitio. Esta cobertura será diaria y permanente, de tal forma que por ningún concepto los desechos, o parte de ellos, queden expuestos al aire libre. Una vez que esta celda se llene, se deberá emprender con su cobertura final, para lo cual se recomienda colocar las siguientes capas:

- ✓ Capa de 0.30 m. de material explotado en el sitio, debidamente compactado, la cual servirá para cubrir los desechos sólidos que en algunas partes afloran a la superficie.
- ✓ Geomembrana de polietileno de alta densidad, de mínimo  $e = 1$  mm., para evitar el ingreso de agua lluvia a la celda
- ✓ Capa de 0.30 m. de material explotado en el sitio, debidamente compactado, la cual servirá para cubrir la geomembrana
- ✓ Capa de 0.40 m de tierra vegetal, la cual no deberá compactarse, de tal forma de facilitar el enraizamiento y crecimiento de especies arbustivas nativas del sector.

#### **4. Plan general de cierre técnico**

##### **Antecedentes y Justificación**

El TULSMA Libro VI, en el catálogo de proyectos, obras y actividades, clasifica a los rellenos sanitarios como una actividad de servicio con impactos ambientales significativos. Para cumplir con los requerimientos legales, el GAD del cantón Pastaza presentó en Abril del 2012 el estudio de impacto ambiental (EIA) y el plan de manejo ambiental para el relleno sanitario con lo cual obtuvo la licencia ambiental. Este estudio, abarca todas las fases del proyecto que son: 1) construcción, 2) operación y mantenimiento, y 3) cierre, clausura y postclausura. En el documento, se identificaron y calificaron los impactos ambientales de acuerdo a su significancia (Tabla 12), y se elaboraron 9 programas de manejo que son: Programa de prevención y reducción de la contaminación ambiental, Programa de manejo de residuos sólidos, Programa de contingencias y atención a emergencias ambientales, Programa de Comunicación, capacitación y educación, Programa de seguridad industrial y salud ocupacional, Programa de monitoreo, control y seguimiento ambiental, Programa de relaciones comunitarias, Programa de rehabilitación de áreas afectadas, y Programa de abandono.

Tabla 12. Jerarquización de impactos ambientales para el relleno sanitario

<b>IMPACTOS NEGATIVOS</b>	
<b>Acción</b>	<b>Agregación de impactos</b>
Construcción de la vía interna de acceso	-33.2
Eliminación de la capa vegetal	-34.1
Movimientos de tierra, adecuación y nivelación del terreno	-26.8
Acopio del material de cobertura	-17.2
Desalojo y disposición del material sobrante	-22
Drenaje perimetral de aguas lluvias	-16.8
Drenaje de lixiviado	-16.2
Tratamiento de lixiviado	-11
Control de Gases	-18
Celda de residuos hospitalarios	-22
Cerramientos, arborización y puerta de acceso	-21.2
Área administrativa, agua potable y casa de vivienda del guardián	-27.2
Proyecto paisajístico Acabado Final	-9.8
Ingreso	-4.3
Tráfico Interno	-6.6
Frente de Operación	-25.1
Manejo de Lixiviados	-13.4
Control de Vectores	-12.8
Control de Polvo	-5.7
Mantenimiento Áreas Administrativas Equipos y Facilidades	-9.2
Terminación de Operaciones	-31.5
Cierre del relleno	-13
Actividades de Clausura-Postclausura	-5.2
<b>IMPACTOS POSITIVOS</b>	
Señalización	7.8
Registro	4.8
Capacitación	6

Fuente: (Cisneros, 2010)

Este trabajo toma como referencia el plan de manejo macro previamente aprobado por la Autoridad Ambiental Competente en lo concerniente a la fase de cierre. El Plan General de Manejo busca complementar el trabajo previo proporcionando medidas de prevención, control y mitigación para los procesos referentes al cierre técnico y que no fueron contemplados en el estudio previo.

## ✓ **Objetivos del Plan de Manejo**

### **Objetivo general**

Establecer las acciones que se requieren para prevenir, mitigar, controlar, corregir y compensar los posibles impactos ambientales negativos, o acentuar los impactos positivos causados en el desarrollo del presente proyecto.

### **Objetivos específicos**

Crear un documento que guíe las buenas prácticas ambientales del proyecto según las actividades que se vayan a realizar.

Establecer procedimientos y especificaciones técnicas para prevenir, mitigar y corregir los posibles impactos ambientales presentados.

Reducir al mínimo el impacto de las actividades de cierre del proyecto

Brindar alternativas para poder cumplir con la normativa ambiental vigente aplicable

## ✓ **Alcance**

El presente plan general de manejo se orienta a los procesos establecidos para el cierre técnico de la celda actual en funcionamiento, debido a que la infraestructura seguirá siendo utilizada para la implementación de una nueva celda.

## ✓ **Programas propuestos para el cierre**

### **Programa de prevención y reducción de la contaminación**

Este plan contiene una serie de medidas y acciones, que procuran minimizar los impactos ambientales negativos y maximizar los positivos que pudieran darse en los diferentes componentes ambientales (físicos, bióticos y socioeconómicos), durante el cierre de la celda de residuos..

### **Objetivos**

- ✓ Establecer medidas adecuadas que permitan prevenir y mitigar los impactos ambientales negativos que se presenten durante la ejecución de las actividades previstas en la etapa de cierre del relleno.

- ✓ Aplicar mecanismos de seguridad para que los impactos adversos se solucionen, se introduzcan medidas de prevención y en caso de ser estas insuficientes, identificar rápidamente los ajustes o mejoras necesarias para evitar los daños al medio ambiente.

## **Medidas**

### **Prevención y reducción de las descargas líquidas.**

- ✓ Prohibir vertidos de tierra, desechos sólidos o líquidos cerca o sobre fuentes de agua cercanos (Río Chilcayacu).
- ✓ Mantener un control de las características del lixiviado que se genera por la descomposición de los residuos.
- ✓ Evitar enviar los lixiviados a un cuerpo de agua sin previo tratamiento de estos, establecido en el TULSMA, Libro 6. Anexo 1. Literal 4.2.

### **Prevención y control de las emisiones de gases**

- ✓ Colocar las chimeneas conforme lo indicado en el diseño, esta medida se ejecutara de acuerdo al avance de operación del relleno.
- ✓ Llevar un registro de control de las emisiones de metano, este registro contendrá al menos la siguiente información: Número o ubicación de la celda; identificación de la chimenea, ubicación de la chimenea en la celda, fecha de colocación, cantidad de gas (metano) que genera, estado de la chimenea (en combustión o no).
- ✓ Colocar señalización de identificación (ubicación de chimeneas) y de prohibición (No fumar, tipo de riesgo existente) en la celda.
- ✓ La tubería que conecta a las chimeneas que serán ubicadas tienen que ser reguladas a medida que el volumen de residuos disminuye, con la finalidad de que la tubería no quede flotando.

### **Prevención y control de la contaminación por ruido**

- ✓ Dotar de equipo de protección auditiva, en las actividades donde el personal se encuentra expuesto directamente al ruido como son: manejo de maquinaria pesada al momento de realizarse la segunda fase del cierre.
- ✓ Colocar señalización interna de promoción de uso del equipo de protección auditiva, para evitar afectaciones en los empleados.

- ✓ Exigir el uso de protección auditiva en las actividades que se determine como obligatorio el equipamiento de la protección.

### **Prevención y reducción de la contaminación del suelo**

#### **Fase de cierre de la celda:**

- ✓ Mantener un control y brindar mantenimiento adecuado de la maquinaria y vehículos que se utiliza en esta fase, para que no produzcan ningún tipo de vertido por aceites o combustibles que se dirijan directamente al suelo y pueda afectar su estructura y composición, por tanto en caso de mantenimiento vehicular se hará en lugares específicos como talleres de mantenimiento del municipio.

#### **Fase de mantenimiento:**

- ✓ Impermeabilizar el área de descarga de los lixiviados tratados para evitar estos puedan infiltrarse y afectar aguas subterráneas.
- ✓ Realizar análisis del suelo una vez año en los mismos puntos establecidos en el EIA para determinar si existe modificaciones, en caso de presentarse se deberán implementar medidas para controlar la situación.
- ✓ Llevar un control de la celda sellada, para detectar la presencia de hundimientos como resultado de la descomposición de los desechos, en caso de presentarse, proceder a arreglar las superficies inmediatamente utilizando nuevo material de cobertura, con la finalidad de evitar fisuras, la infiltración del agua lluvia y el deterioro del estado final de la celda.

### **Paisaje y naturalidad**

- ✓ Mantener la cerca viva en el perímetro del relleno sanitario, para evitar que se produzca una afectación al paisaje de la zona.
- ✓ Aplicar la revegetación con las especies sugeridas considerando que las plantas seleccionadas deben tener raíces superficiales que no sobrepasen la cobertura de la última capa de cobertura de la celda. La cobertura final y el drenaje de gases son importante considerarlos para mantener la vida vegetal sobre el relleno.
- ✓ Realizar mantenimientos de las cunetas de coronamiento para garantizar su funcionalidad, y evitar taponamientos.

- ✓ Aplicar trimestralmente programas de control de roedores, moscas y otro tipo de animales como gallinazos.

### **Programa de manejo de residuos**

#### **Objetivos**

- ✓ Realizar una gestión adecuada de los desechos generados por la la planta de tratamiento de lixiviados.
- ✓ Dar una disposición adecuada a los desechos que se generan producto de las actividades del personal que labora en las instalaciones.

#### **Medidas**

- ✓ Los desechos removidos del tanque sedimentador y de la trampa de grasas se almacenaran en recipientes de 55 galones, una vez que se llenen deberán ser entregados a un gestor para su disposición final.
- ✓ Se deberá realizar adecuaciones para el manejo de los desechos generados por las actividades diarias de los trabajadores dentro del relleno, por lo cual se implementara tachos de basura de 240 lt ubicados estratégicamente para desechos comunes y otro para material reciclable (botellas).
- ✓ Los desechos serán dispuestos adecuadamente en la nueva celda.

### **Programa de contingencias y atención a emergencias ambientales**

Este plan consiste en establecer medidas que la Dirección de Higiene y Salubridad del Gobierno Municipal de Pastaza aplicará para la atención y control de situaciones de emergencia que se puedan suscitar en la etapa de cierre del relleno Sanitario.

#### **Objetivo:**

- ✓ Responder efectivamente ante situaciones de emergencia. Además, prevenir y controlar los eventos de emergencias ambientales asociados a las actividades que se generan en las unidades inhabilitadas.

## **Medidas**

- ✓ Se deberá establecer un mapa de riesgos naturales y antrópicos del lugar.
- ✓ El técnico encargado del relleno deberá asegurarse que el personal se encuentre preparado e instruido para atender situaciones de riesgo (incendios, accidentes laborales, temblores, etc).
- ✓ Se deberá promover la ejecución de simulacros por lo menos 1 vez al año para evaluar la respuesta del personal ante la emergencia.
- ✓ Adecuar el botiquín medico con la indumentaria básica para socorrer en caso de accidentes leves.
- ✓ Verificar al inicio de cada año el funcionamiento de los equipos contra incendios y preparar a los trabajadores en el uso de los mismos.
- ✓ En caso de producirse alguna situación de riesgo debe generarse un informe inmediato para que se tomen las medidas de control necesarias.
- ✓ Colocar un listado actualizado con los números telefónicos de las siguientes Entidades: Cuerpo de Bomberos de Pastaza, Cruz Roja, Defensa Civil, Policía Nacional y Centros de Salud más cercanos. Este listado debe estar en un lugar visible a todo el personal.
- ✓ Mantener actualizado los procedimientos de actuación ante emergencias en caso de que se produzcan cambios significativos en las instalaciones inhabilitadas.

### **Programa de comunicación, capacitación y educación**

Este plan consiste en establecer medidas que la Dirección de Higiene y Salubridad del Gobierno municipal de Pastaza implementará para la comunicación interna y externa, y de capacitación del personal.

#### **Objetivo:**

- ✓ Fortalecer el conocimiento y entrenamiento del personal que trabaja en el área del relleno contribuyendo al correcto manejo del mismo.

## **Medidas**

- ✓ Este programa deberá ser dirigido por un experto del municipio y ejecutarse al menos una capacitación semestral.

- ✓ Se planificara un cronograma en donde se realizaran charlas en temáticas como: manejo adecuado de las instalaciones, manipulación de desechos comunes y peligrosos, medidas de seguridad laboral, primeros auxilios, manejo de extintores entre otros de acuerdo.
- ✓ Para evidenciar el trabajo realizado se llevara registro de asistentes y fotográfico.

CONTROL DE ASISTENCIA					
Nombre de la Charla:					
Facilitador: _____					
Fecha		de		inicio:	Duración:
No.	Nombre del Participante	Área	Firma	Evaluación	Observación
1	_____	_____	_____	_____	_____
2	_____	_____	_____	_____	_____
3	_____	_____	_____	_____	_____
Observaciones:			Coordinador:		

Figura 4. *Formato ejemplo de Hoja de Registro y Control de Asistencia a Cursos*  
Fuente: (Cisneros, 2010)

### Programa de seguridad y salud ocupacional

El presente constituye medidas que permite proveer los requerimientos básicos de obligatoria aplicación para el Gobierno Municipal de Pastaza y sus trabajadores; y deberá ser difundido al ingresar a ejecutar las actividades propias de la etapa de cierre del relleno sanitario. El programa establece medidas, normas y guías que el personal (propio y contratado) deberá cumplir para prevenir incidentes y accidentes que comprometan la salud e integridad de los trabajadores.

#### Objetivos

- ✓ Minimizar y prevenir los riesgos laborales y accidentes de trabajo, así como garantizar un estado de salud idóneo del personal involucrado en la etapa de cierre del relleno sanitario.
- ✓ Reducir al mínimo la incidencia de enfermedades ocupacionales que resten capacidad de trabajo a los empleados.

## **Medidas**

- ✓ Dotar una vez cada 6 meses al personal encargado del mantenimiento de la planta de tratamiento de lixiviados del equipo de protección necesario para las actividades que realizan.
- ✓ Difundir el reglamento interno de Seguridad existente en la dirección de higiene y salubridad.
- ✓ Se deberá identificar, analizar y evaluar los riesgos a los que se exponen cada uno de los trabajadores del sector con el objetivo de controlar y reducir percances.
- ✓ Señalar debidamente las zonas en las que se puede ocasionar accidentes laborales. La señalización debe considerar al menos la siguiente información: identificar y advertir los riesgos, facilitar su identificación, exigir su cumplimiento y manifestar una sola interpretación.
- ✓ Llevar un registro de accidentados y los puntos de trabajo donde se han suscitado para implementar medidas que reduzca mayormente el riesgo.
- ✓ En el caso de los recicladores deberán ser obligatoriamente incluidos para la dotación del EPP.
- ✓ Los trabajadores para laborar dentro de las instalaciones deberán estar vacunados contra el tétano y hepatitis B.
- ✓ Los trabajadores y recicladores deben mantener chequeos médicos por lo menos una vez al año.
- ✓ Inspeccionar el correcto uso de EPP y en caso de no utilizarlo inadecuadamente efectuar las medias correctoras necesarias.

### **Plan de monitoreo, control y seguimiento**

Con el fin de asegurar el cumplimiento de las medidas ambientales delineadas en el PMA y controlar adecuadamente los impactos identificados se ha establecido el presente Plan de Monitoreo, Control y Seguimiento que permitirá detectar las fallas en el sistema operativo y tomar las acciones correctivas de manera oportuna.

Éste programa permitirá la evaluación periódica, integrada y permanente de la dinámica de las variables ambientales, tanto a nivel de medio ambiente natural como medio social, con el fin de suministrar información precisa y actualizada para la toma de decisiones orientadas a la conservación y uso sostenible de los recursos naturales.

**Objetivos:**

- ✓ Verificar el cumplimiento de la reglamentación ambiental ecuatoriana vigente, especialmente el TULSMA.
- ✓ Asegurar la correcta implantación del Plan de Manejo Ambiental durante el desarrollo de las actividades de la fase de cierre del relleno sanitario.
- ✓ Determinar la efectividad de las medidas de prevención y mitigación para los diferentes impactos ambientales.

**Responsable del monitoreo**

La implementación del Plan de Monitoreo estará a cargo de la Dirección de Higiene y Salubridad y la verificación de que se cumpla con lo establecido en este documento será responsabilidad del Gobierno Municipal del Catón Pastaza en coordinación con los demás departamentos responsables del sistema de gestión de residuos en el cantón.

**Medidas**

Los monitoreos se realizarán con laboratorios calificados por el Organismo de Acreditación Ecuatoriana OAE.

**Monitoreo de lixiviados**

- ✓ Después de haber implementado las adecuaciones sugeridas en la planta de tratamiento de lixiviados se deberán realizar muestreos a la entrada y salida de la planta de tratamiento, para determinar la eficiencia del mismo.
- ✓ Estos muestreos se deberán realizar según lo establecido en la norma, puede ir variando, mientras mayor sea el flujo, más seguidos serán los controles de la eficiencia del tratamiento. En caso de que los resultados de los muestreos indiquen que la eficiencia del sistema de tratamiento no es la esperada, es decir que no permite cumplir con los límites permisibles establecidos en la norma para las descargas líquidas, se implementará otras medidas correctivas inmediatas.
- ✓ Los análisis se deberán realizar en un laboratorio acreditado.

### **Monitoreo de calidad de agua**

- ✓ El monitoreo de la calidad físico-química y biológica del cuerpo de agua caracterizado en la línea base, deberá seguirse efectuando durante la fase de cierre de la celda del relleno.
- ✓ Los parámetros a analizarse son los establecidos en la Tabla 12, de las Normas Técnicas correspondientes al Anexo 1, Libro VI del TULSMA.
- ✓ El monitoreo se realizará en los puntos establecidos en la línea base para establecer una comparación antes y durante el funcionamiento del relleno sanitario.

### **Monitoreo de calidad de suelo**

El monitoreo de la calidad físico-química y biológica del suelo caracterizado en la línea base, deberá efectuarse durante la fase de cierre del relleno. Una guía de los parámetros a analizar son los establecidos en la Tabla 2, de las Normas Técnicas correspondientes al Anexo 2, Libro VI del TULSMA. El monitoreo se realizará en los puntos establecidos en la línea base para establecer una comparación antes y durante el funcionamiento del relleno sanitario.

### **Monitoreo de revegetación y reforestación**

Las especies sembradas ya sea en el cerco vivo, como en la celda cerrada, deberán ser monitoreadas cada 15 días durante los 3 primeros meses, los tres meses siguientes 1 vez al mes y luego una vez cada 6 meses, para verificar su prendimiento y éxito de la revegetación y reforestación, en caso de mortalidad de las plantas, éstas serán reemplazadas por nuevas plántulas, actividad que deberá ser supervisada por un botánico o personal afín. En el caso de que la mortalidad de las especies sea menor al siguiente rango 70-80% del total de especies sembradas, deben ser reemplazadas por nuevas plántulas hasta que el éxito de la reforestación sea al menos del 95%.

### **Programa de rehabilitación y restauración de áreas afectadas – revegetación**

El Plan comprenderá todas las actividades a ejecutarse en los sitios que hayan sido afectados por la etapa de operación del relleno sanitario. Las medidas a aplicarse en el plan de rehabilitación, permitirán recuperar las áreas afectadas, facilitando la revegetación natural de las especies y la posterior recuperación del hábitat, restituyendo no solo el paisaje y la cobertura vegetal sino además garantizando el equilibrio del ecosistema.

## **Objetivos**

- ✓ Restablecer en lo posible las condiciones originales de la celda clausurada, a fin de propiciar la re vegetación natural de las especies.
- ✓ Restaurar la vegetación de las áreas de influencia directa.
- ✓ Evitar la generación de pasivos ambientales.

## **Medidas para la revegetación**

- ✓ Las medidas propuestas serán aplicadas en las áreas donde se requiera y permita re vegetar, especialmente en las áreas que fueron ocupadas en la fase operación del relleno.
- ✓ Se deberá re vegetar con especies herbáceas, arbustivas y arbóreas nativas, aquellos lugares del proyecto que ameriten ser re vegetados, donde se requiera restaurar los hábitats afectados por la fase operacional.
- ✓ Para la consecución de las especies se adquirirá material vegetal nativo de viveros de zonas aledañas. Esta medida será responsabilidad de la municipalidad en coordinación con su Dirección de Higiene y Salubridad.
- ✓ La revegetación deberá aplicar medidas de control de la erosión como contracorrientes, cunetas, etc., deberá ser complementada con un plan de revegetación in situ.

## **Cronograma del plan de manejo**

La implementación y seguimiento de las acciones contenidas en este Plan de Manejo estarán sujetas a los cambios que sean impuestos por la realidad económica, operativa y técnica del Municipio de Pastaza, el mismo que se comprometerá a ejecutar los planes y programas contenidos en este documento y mantendrá informada a la Entidad Ambiental de Control. De acuerdo a lo señalado, al final de esta sección se incluyen el cronograma respectivo, en el que se indica:

- a) Actividades propuestas en el PMA
- b) Plazo de ejecución o frecuencia de acción
- c) Presupuesto aproximado para la implementación de las medidas propuestas.
- d) Definición de indicadores o parámetro de seguimiento
- e) Medios de verificación del avance

ACTIVIDADES	PLAZO O FRECUENCIA DE CUMPLIMIENTO	PRESUPUESTO APROXIMADO (POR 1 AÑO)	RESPONSABLE DE LA ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	MEDIO DE VERIFICACIÓN
<b>1. PROGRAMA DE PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL</b>					
<b>Prevención y reducción de las descargas líquidas.</b>					
Prohibir vertidos de tierra, desechos sólidos o líquidos cerca o sobre fuentes de agua cercanos.	Mientras funcione la planta de tratamiento de lixiviados	xxxx	Supervisor de obra	Nº Actividades realizadas / Nº actividades planificadas	Visita de campo
Mantener un control de las características del lixiviado que se genera por la descomposición de los residuos.	Mientras ingrese lixiviado a la planta de tratamiento	700	Supervisor de la obra	Nº de muestras / parametros analizados	Resultados del laboratorio acreditado
Evitar enviar los lixiviados a un cuerpo de agua sin previo tratamiento de estos.	Mientras funcione la planta de tratamiento de lixiviados	xxxx	Supervisor del relleno sanitario	Nº Actividades realizadas / Nº actividades planificadas	Registro de control de descargas de lixiviados.
<b>Prevención y control de las emisiones de gases</b>					
Colocar las chimeneas conforme lo indicado en el diseño.	Durante la fase I de la propuesta de cierre.	500	Supervisor de la obra	% de chimeneas colocadas	Visita de campo
Llevar un registro de control de las emisiones de metano.	De acuerdo al avance del cierre	xxxx	Supervisor del relleno Sanitario Ing. Ambiental	% de chimeneas monitoreadas	Registro de control de emisiones
Colocar señalización de identificación (ubicación de chimeneas) y de prohibición (No fumar, tipo de riesgo existente) en la celda.	Inmediato al cierre de la celda	100	Supervisor del relleno sanitario	% de señalización colocado	Visita de campo Registro fotográfico
Conectar las chimeneas que serán ubicadas, tienen que ser reguladas a medida que el volumen de residuos disminuye.	Inmediato con la primera fase de cierre.	200	Supervisor del relleno sanitario	% de chimeneas conectadas	Visita de campo
<b>Prevención y control de la contaminación por ruido</b>					
Dotar de equipo de protección auditiva, en el manejo de maquinaria pesada.	Mientras dura la Fase II de cierre	300	Dirección de obras públicas del municipio	Nº Actividades realizadas / Nº actividades planificadas	Visita de campo

Colocar señalización interna de promoción de uso del equipo de protección auditiva, para evitar afectaciones en los empleados.	Mientras dura la Fase II de cierre	50	Dirección de obras públicas del municipio	% de señalización colocada	Visita de campo Registro fotográfico
Exigir el uso de protección auditiva en las actividades que se determine como obligatorio el equipamiento de la protección	Mientras dura la Fase II de cierre	xxxx	Supervisor de la obra	Nº Actividades realizadas / Nº actividades planificadas	Registro fotográfico
<b>Prevención y reducción de la contaminación del suelo</b>					
Mantener un control y brindar mantenimiento adecuado de la maquinaria y vehículos, para que no produzcan ningún tipo de vertido por aceites o combustibles, por tanto en caso de mantenimiento vehicular se hará en lugares específicos como talleres de mantenimiento del municipio.	Mientras dura la Fase I y II de cierre	Dentro del presupuesto del Municipio	Dirección de Higiene y Salubridad	Nº Actividades realizadas / Nº actividades planificadas	Registros de mantenimiento
Impermeabilizar el área de descarga de los lixiados tratados para evitar estos puedan infiltrarse y afectar aguas subterráneas.	Etapas de mantenimiento de la planta de tratamiento de lixiviados.	xxxx	Supervisor de la obra	Nº Actividades realizadas / Nº actividades planificadas	Visita de campo Facturas de la compra de material
Realizar análisis del suelo en los mismos puntos establecidos en el EIA para determinar si existen modificaciones, en caso de presentarse se implementara medidas para controlar la situación.	Mientras dure la etapa de cierre	180	Dirección de Higiene y Salubridad	Nº de muestras / parametros analizados	Resultados del laboratorio acreditado
Llevar un control de la celda sellada, para detectar la presencia de hundimientos como resultado de la descomposición de los desechos, en caso de presentarse, proceder a arreglar las superficies inmediatamente utilizando nuevo material de cobertura, con la finalidad de evitar fisuras, la infiltración	De acuerdo al avance del cierre	xxxx	Supervisor de Obra Ing. Ambiental	% de daños	Visita de campo

del agua lluvia y el deterioro del estado final de la celda.					
<b>Paisaje y naturalidad</b>					
Mantener la cerca viva en el perímetro del relleno sanitario, para evitar que se produzca una afectación al paisaje de la zona.	Durante y después del cierre	Dentro del presupuesto de la Dirección de Higiene y Salubridad	Supervisor del relleno Sanitario	Nº Actividades realizadas / Nº actividades planificadas	Visita de campo
Aplicar la revegetación con las especies sugeridas considerando que las plantas seleccionadas deben tener raíces superficiales que no sobrepasen la cobertura de la última capa de la celda.	Durante y después del cierre	Dentro del presupuesto de la Dirección de Higiene y Salubridad	Supervisor de la obra	Nº especies plantadas / área cubierta	Visita campo Número de especies plantadas
Realizar mantenimientos de las cunetas de coronamiento para garantizar su funcionalidad, y evitar taponamientos.	Semestral	Dentro del presupuesto de la Dirección de Higiene y Salubridad	Supervisor del relleno Sanitario	Nº Actividades realizadas / Nº actividades planificadas	Visita de campo
Aplicar programas de control de roedores, moscas y otro tipo de animales como gallinazos.	Trimestralmente	700	Supervisor del relleno sanitario Ing. Ambiental	Nº Actividades realizadas / Nº actividades planificadas	Registros programa efectuado. Visita de campo
<b>2. PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS</b>					
Los desechos removidos del tanque sedimentador y de la trampa de grasas se almacenaran en recipientes de 55 galones, una vez que se llenen deberán ser entregados a un gestor para su disposición final.	Mientras funcione la planta de tratamiento de lixiviados	Dentro del presupuesto de la Dirección de Higiene y Salubridad	Supervisor del relleno Sanitario	volumen producido/ galones usados	Galones de almacenamiento
Realizar adecuaciones para el manejo de los desechos generados por las actividades diarias de los trabajadores dentro del	Mientras funcione el relleno sanitario	100		Nº Actividades realizadas / Nº actividades planificadas	Fotografías Visita de campo

relleno, por lo cual se implementara tachos de basura ubicados estratégicamente.					
<b>3. PROGRAMA DE CONTINGENCIAS Y ATENCIÓN A EMERGENCIAS AMBIENTALES</b>					
Se deberá establecer un mapa de riesgos naturales y antrópicos del lugar.	Durante toda la etapa de cierre	xxxxx	Departamento de Gestión Ambiental y Riesgos	Nº Actividades realizadas / Nº actividades planificadas	Mapa diseñado
El técnico encargado del relleno deberá asegurarse que el personal se encuentre preparado e instruido para atender situaciones de riesgo (incendios, accidentes laborales, temblores, etc).	Durante toda la etapa de cierre	Dentro del presupuesto del Municipio	Supervisor del relleno Sanitario	Nº Actividades realizadas / Nº actividades planificadas	Encuesta
Promover la ejecución de simulacros para evaluar la respuesta del personal ante la emergencia.	Anualmente	Dentro del presupuesto del Municipio	Departamento de Gestión Ambiental y Riesgos	Nº Actividades realizadas / Nº actividades planificadas	Fotografías Registro de simulación.
Adecuar el botiquín medico con la indumentaria básica para socorrer en caso de accidentes leves.	Permanentemente	200	Supervisor del relleno Sanitario	Nº Actividades realizadas / Nº actividades planificadas	Factura de compra
Verificar el funcionamiento de los equipos contra incendios y preparar a los trabajadores en el uso de los mismos.	Anualmente	xxxx	Supervisor del relleno Sanitario	% de extintores vigentes y funcionando	Registro de recargas.
En caso de producirse alguna situación de riesgo debe generarse un informe inmediato para que se tomen las medidas de control necesarias.	Mientras dura la etapa de cierre	xxxx	Supervisor del relleno Sanitario	% de trabajadores heridos	Registro de accidentes.
Colocar un listado actualizado con los números telefónicos de las siguientes Entidades: Cuerpo de Bomberos de Pastaza, Cruz Roja, Defensa Civil, Policía Nacional y Centros de Salud más cercanos. Este listado debe estar en un lugar visible a todo el personal.	Durante y después de la etapa de cierre	xxxx	Supervisor del relleno Sanitario	% de señalización colocada	Visita de campo

Mantener actualizado los procedimientos de actuación ante emergencias en caso de que se produzcan cambios significativos en las instalaciones inhabilitadas.	Mientras dura la etapa de cierre	xxxx	Supervisor del relleno Sanitario	Nº Actividades realizadas / Nº actividades planificadas	Documento actualizado
<b>4. PROGRAMA DE COMUNICACIÓN, CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN</b>					
Deberá ser dirigido por un experto del municipio.	Semestral	Dentro del presupuesto del Municipio		% trabajadores capacitados	Registros de capacitación Material didáctico
Planificar un cronograma en donde se realizarán charlas en temáticas como: manejo adecuado de las instalaciones, manipulación de desechos comunes y peligrosos, medidas de seguridad laboral, primeros auxilios, manejo de extintores entre otros de acuerdo.	Anual	xxxx	Supervisor de Obra Ing. Ambiental	Dirección de Higiene y Salubridad	Registros de capacitación
<b>5. PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL</b>					
Dotar al personal encargado del mantenimiento de la planta de tratamiento de lixiviados del equipo de protección necesario para las actividades que realizan.	Semestral	300	Dirección de Higiene y Salubridad	% trabajadores con EPP	Registro de dotación de indumentaria
Difundir el reglamento interno de Seguridad existente en la dirección de higiene y salubridad.	Durante la etapa de cierre	xxxx	Supervisor del relleno Sanitario	% Trabajadores que conocen los riesgos	Visita de campo
Identificar, analizar y evaluar los riesgos a los que se exponen cada uno de los trabajadores del sector con el objetivo de controlar y reducir percances.	Durante la etapa de cierre	200	Departamento de seguridad y salud ocupacional	% de riesgos generados	Matrices de riesgo
Señalar debidamente las zonas en las que se puede ocasionar accidentes laborales. La señalización debe considerar al menos la siguiente información: identificar y advertir los riesgos, facilitar su identificación, exigir	Durante la etapa de cierre	200	Departamento de seguridad y salud ocupacional	% de señalética solicitada/señalética implementada	Registro fotográfico Visita de campo

su cumplimiento y manifestar una sola interpretación.					
Los trabajadores para laborar dentro de las instalaciones deberán estar vacunados contra el tétano y hepatitis B.	Durante la etapa de cierre	xxxx	Departamento de seguridad y salud ocupacional	% empleados vacunados	Cartillas entregadas por los centros de salud
Los trabajadores y recicladores deben mantener chequeos médicos por lo menos una vez al año.	Durante la etapa de cierre	700	Supervisor del relleno Sanitario	% empleados sanos	Resultados de los chequeos
Inspeccionar el correcto uso de EPP y en caso de no utilizarlo inadecuadamente efectuar las medias correctoras necesarias	Durante la etapa de cierre	xxxx	Supervisor del relleno Sanitario	N° de trabajadores con el EPP completo	Visitas de campo
<b>6. PROGRAMA DE MONITOREO, CONTROL Y SEGUIMIENTO</b>					
Los monitoreos se realizaran con laboratorios calificados por el Sistema de Acreditación Ecuatoriana Ecuatoriana SAE.	Mientras dura la etapa de cierre	1500	Dirección de Higiene y Salubridad	N° monitoreos realizados / N° monitoreos planificados	Resultados de los monitoreos
<b>Monitoreo de lixiviados</b>					
Realizar muestreos de los lixiviados a la entrada y salida de la planta de tratamiento, para determinar la eficiencia del mismo.	Trimestral durante el funcionamiento de la planta de tratamiento	2000	Departamento de Gestión Ambiental y Riesgos Ing. Ambiental	N° monitoreos realizados / N° monitoreos planificados	Registro del control de tratamiento de lixiviados
En caso de que los resultados de los muestreos indiquen que la eficiencia del sistema de tratamiento no es la esperada, es decir que no permite cumplir con los límites permisibles establecidos en la norma para las descargas líquidas, se implementara otras medidas correctivas inmediatas.	Control Trimestral	xxxx	Dirección de Higiene y Salubridad	% de cumplimiento de la norma considerados en la tabla 12 del anexo 1 del Libro VI del TULAS	Parámetros fuera de los límites.
Los análisis se deberán realizar en un laboratorio acreditado.	Durante el funcionamiento de la planta de tratamiento.	xxxx	Dirección de Higiene y Salubridad	% de monitoreos realizados con laboratorios acreditados	Certificado de acreditación por el SAE
<b>Monitoreo de calidad de agua</b>					

Los parámetros a analizarse son los establecidos en la Tabla 12, de las Normas Técnicas correspondientes al Anexo 1, Libro VI del TULSMA. El monitoreo se realizará en los puntos establecidos en la línea base del EIA para establecer una comparación antes y durante el funcionamiento del relleno sanitario.	Semestral	1500	Dirección de Higiene y Salubridad	Nº monitoreos realizados / Nº monitoreos planificados	Resultados de los monitoreos
<b>Monitoreo de calidad de suelo</b>					
El monitoreo de la calidad físico-química y biológica del suelo caracterizado en la línea base, deberá efectuarse durante la fase de cierre del relleno. Una guía de los parámetros a analizar son los establecidos en la Tabla 2, de las Normas Técnicas correspondientes al Anexo 2, Libro VI del TULSMA. El monitoreo se realizará en los puntos establecidos en la línea base para establecer una comparación antes y durante el funcionamiento del relleno sanitario.	Anual	1500	Dirección de Higiene y Salubridad	Nº monitoreos realizados / Nº monitoreos planificados	Resultados del monitoreo
<b>Monitoreo de revegetación y reforestación</b>					
Las especies sembradas ya sea en el cerco vivo, como en la celda cerrada, deberán ser monitoreadas, para verificar su prendimiento y éxito de la re vegetación y reforestación. En caso de mortalidad de las plantas, éstas serán reemplazadas por nuevas plántulas, actividad que deberá ser supervisada por un botánico o personal afín. En el caso de que la mortalidad de las especies sea menor al siguiente rango 70-80% del total de especies sembradas, deben	Durante toda la etapa de cierre. Trimestral durante el primer año. Semestralmente durante 2 años.	1000	Dirección de Higiene y Salubridad Ing. Botánico.	Nº monitoreos realizados / Nº monitoreos planificados	Espacios reforestados. Informe de monitoreo.

ser remplazadas por nuevas plántulas hasta que el éxito de la reforestación sea al menos del 95%.					
<b>7. PROGRAMA DE REHABILITACIÓN Y RESTAURACIÓN DE ÁREAS AFECTADAS – REVEGETACIÓN</b>					
Re vegetar con especies herbáceas, arbustivas y arbóreas nativas, aquellos lugares del proyecto que ameriten ser re vegetados, donde se requiera restaurar los hábitats afectados por la fase operacional. La consecución de las especies sera de viveros de zonas aledañas.	Durante el cierre del relleno	Dentro del presupuesto de la Dirección de Higiene y Salubridad	Municipalidad Dirección de Higiene y Salubridad	% especies usadas	Visita de campo
La revegetación deberá aplicar medidas de control de la erosión como contracorrientes, cunetas, etc., deberá ser complementada con un plan de revegetación in situ.	Durante el cierre del relleno	Dentro del presupuesto de la Dirección de Higiene y Salubridad	Dirección de Higiene y Salubridad	Nº Actividades realizadas / Nº actividades planificadas	Visita de campo

✓ **Presupuesto del Plan de Manejo Ambiental**

<b>PLAN DE MANEJO AMBIENTAL</b>	<b>MEDIDAS AMBIENTALES</b>	<b>COSTO ESTIMADO USD</b>
Programa de Prevención y reducción de la contaminación	Mantener un control de las características de lixiviado que se genera por la descomposición de los residuos	700
	Colocar las chimeneas conforme a lo indicado en el diseño	500
	Colocar señalización de identificación (ubicación de chimeneas) y de prohibición (no fumar, tipo de riesgo existente) en la celda	100
	Conectar las chimeneas que serán ubicadas, tienen que ser reguladas.	200
	Dotación de equipo de protección auditivo en el manejo de la maquinaria pesada.	300
	Colocación de señalización interna de promoción de uso del equipo de protección auditiva.	50
	Realizar análisis del suelo en los mismos puntos establecidos en el EIA.	180
	Aplicar programas de control de roedores, moscas y gallinazos	700
Programa de residuos sólidos	Realizar adecuaciones para el manejo de los desechos generados por las actividades diarias de los trabajadores.	100
Programa de contingencias y atención a emergencias ambientales	Adecuación del botiquín médico con indumentaria básica.	200
Programa de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional	Dotar al personal encargado del mantenimiento de la PTL del equipo de protección necesario.	300
	Identificar, y evaluar los riesgos a los que se exponen los trabajadores del sector.	200
	Señalar debidamente las zonas en las que se puede ocasionar accidentes laborales.	200

	Los trabajadores y recicladores deben mantener chequeos médicos 1 vez al año	700
Programa de monitoreo, control y seguimiento	Realizar muestreos de los lixiviados a la entrada y salida de la planta de tratamiento	2000
	Monitoreo de calidad de agua	1500
	Monitoreo de la calidad del suelo	1500
	Monitoreo de revegetación y reforestación	1000
Programa de rehabilitación y restauración de áreas afectadas/ revegetación	Revegetar con especies herbáceas, arbustivas y arbóreas nativas las zonas afectadas.	1000
Imprevistos		171
<b>TOTAL DEL PRESUPUESTO DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL</b>		<b>11.601</b>

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

- ✓ La Gestión de Residuos Sólidos del cantón se realizan a través de un sistema completo que inicia desde la clasificación de los residuos hasta su disposición final.
- ✓ De la cantidad de residuos sólidos generados en el cantón, el 51,48% corresponde a residuos orgánicos que no son aprovechados en su totalidad en la producción de abonos orgánicos, mientras que la cantidad de residuos inorgánicos es de 48,52%, de los cuales el 6,26% corresponde a material reciclable.
- ✓ Para la disposición final de los desechos sólidos, el cantón contaba con una celda proyectada para una vida útil de 15 años, tiempo que se ha reducido a 7 por el inadecuado manejo.
- ✓ La identificación de falencias en la estructura de la celda, permitió desarrollar las medidas y prácticas correctas que deben ser implementadas por el GAD Municipal para lograr un cierre técnico adecuado.
- ✓ Se determinó que la planta de tratamiento de lixiviados no cumple con el propósito para el cual fue diseñado debido en gran parte a que el material de cobertura (aserrín) es arrastrado hacia a los tanques de tratamiento colapsándolos de manera inmediata al presentarse altas precipitaciones en el área.
- ✓ A medida que el tiempo transcurra y los desechos se descompongan en sus distintas fases, la carga contaminante de los de los lixiviados también lo hará.
- ✓ Las personas directamente afectadas por la instalación del relleno son los trabajadores, encontrándose en mayor vulnerabilidad los recicladores que se encuentran en contacto continuo y sin la indumentaria adecuada.
- ✓ El plan de manejo propuesto se desarrolló a partir de la identificación de los impactos determinados en el EIA en la etapa de cierre.
- ✓ El contar con un plan de cierre técnico que cuente con los parámetros adecuados, permitirá al GAD cumplir con la normativa ambiental vigente.
- ✓ El plan de manejo elaborado será puesto a valoración para determinar el porcentaje de ejecución que se le dará.

## **Recomendaciones**

- ✓ Se recomienda mejorar el sistema de gestión de los residuos promoviendo proyectos de clasificación en la fuente y campañas de educación ambiental que permitan aprovechar mejor los materiales que pueden ser reutilizados, reciclados.
- ✓ Fomentar el emprendimiento de empresas recicladoras en el cantón, debido a que un elevado porcentaje de los residuos, corresponden a papel, cartón y plástico, el cual puede ser transformado en materia prima para producir otros objetos.
- ✓ Implementar un sistema de aprovechamiento del biogás.
- ✓ En la celda nueva que va hacer implementada se recomienda que se tenga 2 tanques sedimentadores con el objetivo de no paralizar los proceso cuando se de mantenimiento.
- ✓ Implementar una Ordenanza relacionada a la clasificación de los residuos en la fuente y su recolección diferenciada, para disminuir la cantidad de desechos que ingresan al relleno sanitario, prolongando la vida útil de éste.
- ✓ Regular el sistema de almacenamiento.

## BIBLIOGRAFIA

- AsamTech. (2012). Manual de procedimiento para la aplicacion de la normativa de evaluacion ambiental y regularizacion ambiental en proyectos del sector saneamiento ambiental. Quito, Pichincha.
- Bertolino, R. (2009). Participacion ciudadana y gestion integral de residuos. *Ecoclubes*, 1(Manejo de Residuos), 137. Retrieved from <https://www.unicef.org/argentina/spanish/EcoclubesbajaWEB.pdf>
- Cisneros, R. (2010). *Estudio de impacto ambiental*. Puyo.
- Collazos, H. (2008). *Diseño y Operación de rellenos sanitarios*. (E. C. de Ingeniería, Ed.) (Tercera Ed).
- Contac, S. (2011). *Diagnóstico integral de los residuos en el Gobierno Municipal Descentralizado del cantón Pastaza*. Puyo.
- Daniel, H., & Perinaz, B.-T. (2012). *What a waste a Global Review of Solid Waste Management*. Washington, DC. Retrieved from [https://siteresources.worldbank.org/INTURBANDEVELOPMENT/Resources/336387-1334852610766/What\\_a\\_Waste2012\\_Final.pdf](https://siteresources.worldbank.org/INTURBANDEVELOPMENT/Resources/336387-1334852610766/What_a_Waste2012_Final.pdf)
- Fernández, I. Y. (2010). *Diseño y factibilidad de Relleno Sanitario Manual Para El Municipio de la Libertad*. Universidad del Salvador.
- Guzmán, D. (2017). *Consultoría y aprovechamiento físico del relleno sanitario para la gestión integral del manejo de residuos sólidos de la ciudad de Puyo*. Puyo.
- Kiss, G., & Encarnación, G. (2006). Los productos y los impactos de la descomposición de residuos sólidos urbanos en los sitios de disposición final, 79, 39–51.
- MAE. (2013). *Informe de gestión mae-pngids 2010-2013 programa nacional de gestión integral de desechos sólidos I.-*.
- MAE. (2015). Programa “PNGIDS” Ecuador – Ministerio del Ambiente. Retrieved May 18, 2017, from <http://www.ambiente.gob.ec/programa-pngids-ecuador/>
- Mena, P., & Josse, C. (2000). *Los suelos del páramo*. Quito.
- Méndez, D. (2015). *Universidad Tecnológica Equinoccial*. Universidad Tecnológica Equinoccial. Retrieved from [http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/11938/1/58621\\_1.pdf](http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/11938/1/58621_1.pdf)
- Organización Panamericana de la Salud, & Sanitaria, C. P. de I. (2004). *Guía técnica para la clausura y conversión de botaderos de residuos sólidos*. LIMA.
- Röben, E. (2002). Diseño, Construcción, Operación y Cierre de Rellenos Sanitarios Municipales Contenido, 151. Retrieved from <http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/36684470/x-Diseno-Constructcion-Operacion-y-Cierre-de-Rellenos->

Sanitarios.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1495149891&Signature=o5seDsyxEZYZcemUN4twAFTlf9E%3D&response-content-disposition=inline

SEDESOL. (2011). *Manual para el manejo de basura en localidades de 100 habitantes, albergues y campamentos*. Retrieved from [http://www.sustenta.org.mx/3/wp-content/files/MT\\_Localidades100hab.pdf](http://www.sustenta.org.mx/3/wp-content/files/MT_Localidades100hab.pdf)

Suazo, Z. (2013). *Desechos solidos*. Retrieved from <https://es.slideshare.net/joseantonioesteveztejeda/desechos-solidos-explicacion>

Tchobanoglous, G., Vigil, S., & Theisen, H. (1994). *Gestion integral de Residuos solidos*. Mexico.

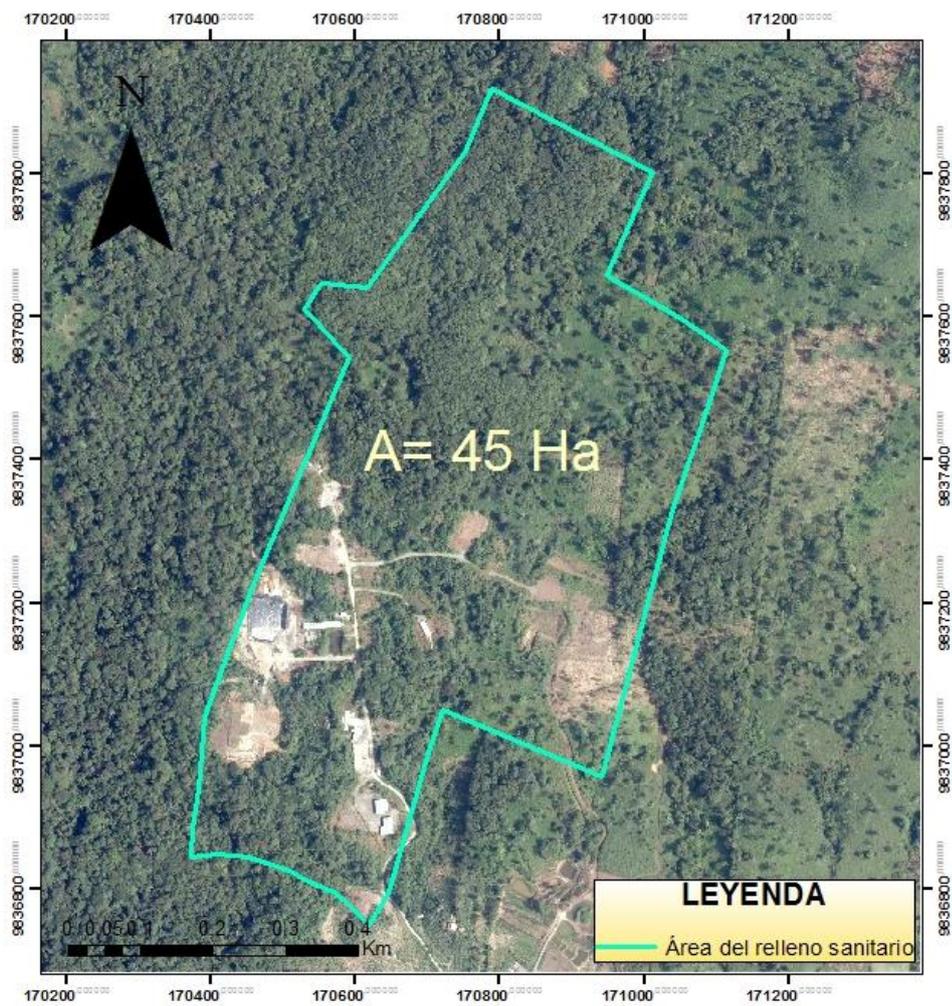
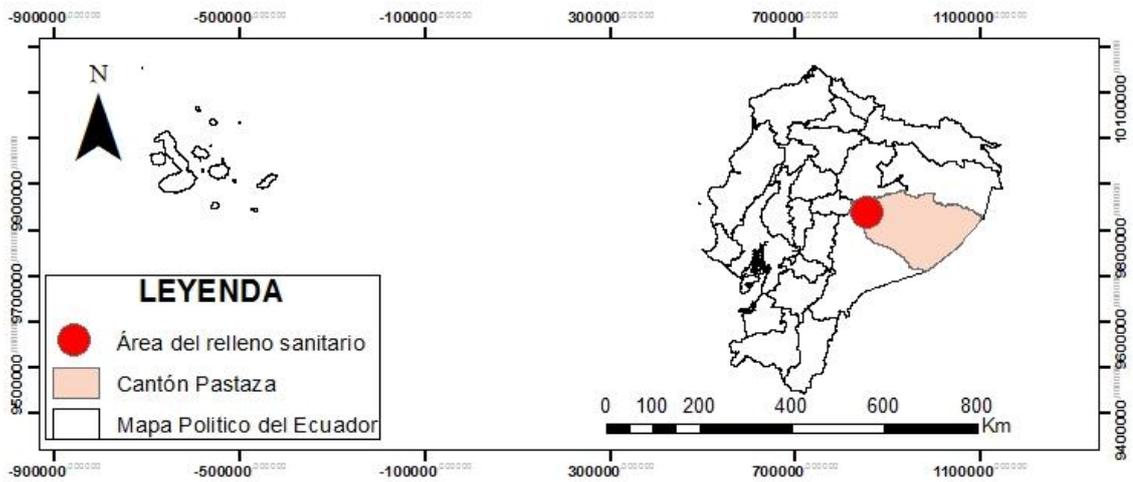
Valverde Carranza, M. (2009). Desechos sólidos, 7. Retrieved from <http://www.progai.ucr.ac.cr/documentos/brochures/TCU-Desechos-solidos.pdf>

Van, B. (2013). *The world population explosion: causes, backgrounds and projections for the future*.

Vesco, L. P. (2006). *Residuos Sólidos Urbanos: Su Gestión en Argentina*. Universidad Abierta Interamericana. Retrieved from <http://imgbiblio.vaneduc.edu.ar/fulltext/files/TC071962.pdf>

## ANEXOS

Anexo 1. Mapa de ubicación geográfica del relleno sanitario del Cantón Pastaza



Fuente: autor

Anexo 2. Formularios ejecutados para la recolección de información

**FORMULARIO #1 PERSONAL**

<b>PROVINCIA:</b>	PASTAZA
<b>CIUDAD:</b>	PUYO
<b>FECHA:</b>	10 de julio del 2017
<b>ENTREVISTADOR:</b>	KAREN GAIBOR
<b>ENTREVISTADO:</b>	ING. MAYRA MEDINA (Jefe de la dirección de higiene y salubridad del GAD municipal Pastaza)

**1. ¿Qué personal trabaja en la Gestión Integral de Residuos Sólidos en el cantón Pastaza?**

<b>Nombre del cargo en la estructura orgánica</b>	<b>Número de trabajadores</b>
<b>ADMINISTRACIÓN</b>	
Jefe de aseo	1
Profesional y técnico operativo	2
Promotor social	N/A
Secretarias	1
<b>BARRIDO Y RECOLECCIÓN</b>	
Jefes	1
Supervisores	2
Choferes	11
Barrenderos	18
Otros	2 personas encargadas de la recolección de los Desechos peligrosos
<b>TRANSFERENCIA Y DISP. FINAL</b>	
Jefe de disposición final	1
Operador tractorista	1
Operador otras máquinas	1
Ayudantes de los operadores	1
Basculista	1 (se encarga el jefe de disposición final)
Guardián	1
Peones/recicladores	20

## FORMULARIO #2 ASPECTOS LEGALES Y DE GESTIÓN

<b>PROVINCIA:</b>	PASTAZA
<b>CIUDAD:</b>	PUYO
<b>FECHA:</b>	11 DE JULIO DEL 2017
<b>ENTREVISTADOR:</b>	KAREN GAIBOR
<b>ENTREVISTADO:</b>	ING. MARCO BARRETO (Encargado de la gestión de residuos sólidos)

**1. ¿El GAD Municipal de Pastaza ha emitido ordenanzas municipales relacionadas con el servicio de aseo?**

➤ Ordenanza para la gestión de residuos sólidos del Cantón Pastaza, 2014

**2. ¿Existen disposiciones legales provinciales respecto al servicio de aseo?**

SI  NO

**3. ¿Existe alguna dependencia Municipal específica responsable del aseo del cantón? ¿Cuál?**

SI  NO

El Departamento encargado es el de Higiene y Salubridad.

**4. ¿Existen contratos por la prestación de servicios de aseo?**

Existe un convenio con la empresa gestora de desechos peligrosos OXIVIDA, la cual se encarga de la recolección de aceites de las lubricadoras del cantón.

**5. ¿Existen planes, estudios y programas sobre residuos sólidos en el cantón Pastaza?**

Programa piloto de Clasificación diferenciada de residuos sólidos en el barrio Miraflores e instituciones públicas del cantón.

### FORMULARIO #3 BARRIDO Y LIMPIEZA DE CALLES

<b>PROVINCIA:</b>	PASTAZA
<b>CIUDAD:</b>	PUYO
<b>FECHA:</b>	11 DE JULIO DEL 2017
<b>ENTREVISTADOR:</b>	KAREN GAIBOR
<b>ENTREVISTADO:</b>	ING. MARCO BARRETO (Encargado de la gestión de residuos sólidos)

**1. ¿Cuál es la longitud de calles recorridas por los colectores?**

Es de 253.4 Km.

**2. ¿Existe un plan de rutas de recolección?**

SI

NO

A nivel urbano, en la ciudad del Puyo, en total existen 15 rutas cubiertas por 18 jornaleros de barrido manual de calles.

**3. ¿Cuál es la cobertura actual en porcentaje en cuanto al servicio de recolección dentro del cantón?**

El 97% de la población del Cantón Pastaza es atendida con el servicio, mientras que el 3% no lo es, por no encontrarse en el momento que pasa la recolección.

**4. ¿Cuántos trabajadores laboran en la unidad de barrido del cantón?**

Cargo	Número de trabajadores
Barrenderos	18
Choferes	11
Supervisores	2

**5. ¿Cuál es el equipo usado por los barrenderos?**

Overol, carritos, botas, faja, guantes, escobas, recogedor.

**6. ¿Cuál es el método de barrido utilizado en el cantón Pastaza?**

El sistema de barrido en el cantón Pastaza de tipo manual se lo realiza en sectores preestablecidos de la zona urbana (barrios con mayor generación de residuos sólidos en las calles), mientras que en la zona rural no se lo hace.

La técnica consiste en ir barriendo los dos lados de las calles en algunos casos con palas de recolección y en otros tachos móviles de barrido (parques), los cuales son vaciados en fundas plásticas y colocados en sitios determinados, para posteriormente ser recogidos por parte del vehículo recolector y finalmente a su disposición final del relleno sanitario de Puyo.

**7. ¿En las zonas de alto tránsito peatonal existen las suficientes papeleras?**

SI

NO

**8. ¿Cree ud necesaria la implementación de un mayor número de papeleras dentro del cantón?**

A criterio de los encargados del servicio se requiere la implementación de papeleras en las zonas de alto tráfico peatonal como en algunos tramos de la Av. Alberto Zambrano, la zona del terminal terrestre, el sector comercial junto a la municipalidad y la zona del malecón.

**9. ¿Cuánta basura aproximadamente es recolectada mensualmente?**

De acuerdo a los informes mensuales entregados por el encargado del Relleno sanitario entre desechos de la celda común, desechos utilizados para el compostaje y desechos sanitarios mensualmente ingresan alrededor de 940839.34 kg/mes es decir 940 ton/mes.

**10. ¿Brinda algún otro servicio la unidad encargada del barrido?**

SI

NO

## FORMULARIO #4 RECOLECCIÓN

<b>PROVINCIA:</b>	PASTAZA
<b>CIUDAD:</b>	PUYO
<b>FECHA:</b>	11 DE JULIO DEL 2017
<b>ENTREVISTADOR:</b>	KAREN GAIBOR
<b>ENTREVISTADO:</b>	ING. MARCO BARRETO (Encargado de la gestión de residuos sólidos)

- 1. ¿Con que equipo vehicular cuenta el GAD Municipal para la recolección de residuos en el cantón?**

No	Marca	Año	Tipo	Sistema de compactación	Capacidad (ton)
1	HINO	2012	Con sistema de volteo	Si	13,5
2	HINO	2012	Con sistema de volteo	Si	13,5
3	HINO	2012	Con sistema de volteo	Si	13,5
4	HINO	2012	Con sistema de volteo	Si	13,5
5	HINO	2010	Con sistema de volteo	Si	18,0

- 2. ¿Para la recolección de desechos sólidos el GAD contrata vehículos particulares?**

SI  NO

- 3. ¿Con que frecuencia los vehículos reciben mantenimiento?**

El mantenimiento es mensual y si el vehículo se avería antes de tiempo se repara.

- 4. ¿Cuál es la dotación diaria de combustible para los vehículos?**

La dotación es de 10 gal/día

- 5. ¿El servicio de recolección se brinda a otras zonas fuera del cantón?**

SI  NO

- 6. ¿Cree ud necesaria la implementación de un mayor número de vehículos recolectores para mejorar el servicio, cuantos?**

SI  NO

- 7. ¿Existen recicladores municipales dentro del cantón que rebusquen la basura previa a su recolección?**

SI  NO

A nivel de municipalidad no se tiene contratado personal para esta actividad pero se tiene conocimiento de que existen recicladores particulares.

## FORMULARIO #5 TRANSPORTE O TRANSFERENCIA

<b>PROVINCIA:</b>	PASTAZA
<b>CIUDAD:</b>	PUYO
<b>FECHA:</b>	13 DE JULIO DEL 2017
<b>ENTREVISTADOR:</b>	KAREN GAIBOR
<b>ENTREVISTADO:</b>	ING. ANDRÉS CARVAJAL (Técnico encargado del Relleno Sanitario)

1. ¿Cuál es la distancia recorrida por el recolector de acuerdo a las rutas establecidas?

RUTAS	COBRETURA	DISTANCIA RECORRIDA	PESO TON/MES
Ruta 1	Barrio Obrero	El promedio recorrido diario de los carros de recolección es de 60,40 Km/día.	204,883
Ruta 2	Barrio Cumanda		199,378
Ruta 3	Barrio El Recreo		171,052
Ruta 4	Barrio La Merced		179,547
Ruta 5	Parroquias		114,572
Ruta 6	Centro nocturno		222,379
Ruta 7	Centro agrícola		24,642

2. ¿Cuál es el sistema de almacenamiento que se maneja dentro del cantón?

En el Cantón Pastaza, se utiliza una variedad de recipientes de almacenamiento temporal, por parte de los usuarios del servicio. El almacenamiento temporal, no se halla regulado por la Municipalidad.

Tipo de recipiente	Porcentaje
Tacho plástico	30 %
Funda plástica	55 %
Saquillo	10 %
Canasta	5 %
Total	<b>100 %</b>

3. ¿Cómo se recolectan y transportan los desechos sólidos peligrosos?

Estos desechos son manejados de acuerdo a la legislación vigente por lo que se utilizan fundas plásticas de color negro rojo y contenedores móviles plásticos, para su posterior desalojo en el furgón de recolección de hospitalarios.

## FORMULARIO #6 TRATAMIENTO, RECICLAJE Y COMPOSTAJE

<b>PROVINCIA:</b>	PASTAZA
<b>CIUDAD:</b>	PUYO
<b>FECHA:</b>	13 DE JULIO DEL 2017
<b>ENTREVISTADOR:</b>	KAREN GAIBOR
<b>ENTREVISTADO:</b>	ING. ANDRÉS CARVAJAL (Técnico encargado del Relleno Sanitario)

1. **¿Los Residuos son sometidos a algún tipo de tratamiento previo a la disposición final?**

SI  NO

Luego de la recolección son llevados al relleno.

2. **¿Cuál es el volumen aproximado que se genera en los mercados en cuanto a desechos orgánicos?**

<i>Generación de desechos sólidos orgánicos</i>			
No	Mercado	Desecho generado	Volumen
1	Municipal	Desechos orgánicos	3,6 m <sup>3</sup>
2	Los Plátanos	Desechos orgánicos	33,6 m <sup>3</sup>
3	El Mariscal	Desechos orgánicos	1,5 m <sup>3</sup>
4	El Dorado	Desechos orgánicos	1,5 m <sup>3</sup>

3. **¿Los residuos orgánicos generados en los mercados son aprovechados en alguna actividad?**

La generación de los desechos orgánicos de los mercados está distribuida de manera equitativa, por lo que el 60% de esto va al área de compostaje del relleno sanitario de Puyo, mientras que el 40% de los desechos son destinados a los distintos centros de acopios de las parroquias como Fátima, Sector Murialdo, Teniente Hugo Ortiz, y El Triunfo, para obtener abono de buena calidad, es decir óptimo para la siembra de productos de la zona.

4. **¿Se recicla algún material antes de la disposición final? En caso de que su respuesta sea Si ¿Qué materiales?**

SI  NO

Cartón, chatarra, papel, plástico duro y suave, cobre, aluminio y botellas.

### Anexo 3. Certificado de validación de formularios



Quito, D.M., 13 de marzo de 2015

#### CERTIFICADO

Por el presente certifico que la Dirección Nacional de Prevención de la Contaminación Ambiental, ha validado los siguientes formularios, utilizados por la Señorita Daisy Alexandra Méndez Bravo para la realización de su trabajo de titulación "Diseño de un Plan de Cierre Técnico del Relleno Sanitario de la Ciudad de Tulcán":

- Formulario para el levantamiento de información en gestión integral de residuos sólidos
- Formulario de aspectos legales y de gestión
- Formulario de barrido y limpieza de calles
- Formulario de recolección
- Formulario de transporte o transferencia
- Formulario de tratamiento, reciclaje y compostaje
- Formulario de evaluación de sitios de disposición final

Ing. Raúl Rodríguez Páramo  
**DIRECTOR NACIONAL DE PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL**



Calle Madrid 1158 y Aníbalce  
Calle - Cuenca  
Código Postal: 170109  
Teléfonos: (0812) 2 987600  
www.ambiente.gub.ec

1/1

Fuente: (Méndez, 2015)

Anexo 4. Entrevista a la presidenta de la asociación el sol sale para todos

**Entrevista**

<b>PROVINCIA:</b>	Pastaza
<b>CIUDAD:</b>	Puyo
<b>FECHA:</b>	15 de julio del 2017
<b>ENTREVISTADOR:</b>	Karen Gaibor
<b>ENTREVISTADO:</b>	Rosa Chimbo (Presidenta de la asociación El sol sale para todos)

**1. ¿Cuál es el nombre de la asociación y cuál es su actividad dentro del relleno?**

Nombre: El Sol sale para todos.

Actividad: Recicladores

**2. ¿Cuántas personas integran la asociación?**

<b>Genero</b>	<b>Número de integrantes</b>
<b>Hombres</b>	1
<b>Mujeres</b>	11

**3. ¿En qué rango de edad se encuentran los integrantes de la asociación?**

<b>Rango de edad</b>	<b>Número de personas</b>
1 – 17	0
18 – 64	10
> 65	2

**4. ¿Cuáles el numero promedio de integrantes por familia de los trabajadores de la asociación?**

El numero promedio es de 5 integrantes.

**5. ¿Cuántos son el sustento del hogar?**

Son 3 de las integrantes de la asociación son responsables en su totalidad del mantenimiento del hogar.

**6. ¿Cuál es su horario de trabajo?**

Laboran en un horario de lunes a sábados a partir de las 7 am hasta las 3 pm

**7. ¿Qué materiales reciclan?**

Cartón, chatarra, papel, plástico duro y suave, cobre, aluminio y botellas.

**8. ¿Quiénes pueden ingresar a las instalaciones a trabajar?**

El acceso al relleno es restringido solo pueden ingresar con el carnet proporcionado por el municipio, además es prohibido el ingreso a niños y mujeres embarazadas.

**9. ¿Qué entidad les proporciona la indumentaria de trabajo?**

Ninguna. La indumentaria tiene que ser adquirida por cada trabajador.

**10. ¿Cuál es la indumentaria que les exigen para ejercer su actividad?**

Botas, sombrero, guantes y chaleco

**11. ¿Los asociados se encuentra afiliados a Seguro?**

SI  NO

**12. ¿Cuentan con un botiquín de primeros auxilios?**

SI  NO

**13. ¿Cuáles son los riesgos con los que frecuentemente se enfrentan en su jornada de trabajo?**

Infecciones, nauseas, cortés, dolores de cabeza y pinchazos con clavos o agujas.

**14. ¿Con que frecuencia entregan o venden el material reciclado?**

En ocasiones cada 8 días y en otras cada 15 días dependiendo de la cantidad de material reciclado.

**15. ¿Cuántos compradores de material reciclado tiene su asociación?**

Actualmente solo hay un comprador de la ciudad de Riobamba

**16. ¿A cuánto asciende su sueldo?**

El sueldo depende del material recolectado de cada integrante de la asociación, pero la paga por el material reciclado mensualmente no llega ni al sueldo básico.

**17. ¿Realizan algún otro trabajo fuera del reciclaje?**

SI  NO

**18. ¿Reciben ayuda o tienen algún convenio con instituciones públicas o privadas?**

En ocasiones instituciones como el MAE y el MIES les donan material para su posterior venta.

Anexo 5

**FORMULARIO #7 EVALUACIÓN DEL SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL**

<b>1. DATOS GENERALES</b>				
FECHA:	14 de julio del 2017			
LEVANTADO POR:	Karen Gaibor			
ENCUESTADO:	Ing. Andrés Carvajal			
CARGO QUE DESEMPEÑA:	Técnico responsable del manejo del relleno sanitario			
TELEFONO:	0999292907			
<b>2. UBICACIÓN</b>				
CANTÓN	PASTAZA			
PARROQUIA	Colinda con las parroquias 10 de Agosto, Veracruz, Fátima y Tarqui			
DISTANCIA DESDE EL CANTÓN	13 Km			
TIPO DE VIA DE ACCESO AL RELLENO	ASFALTADO: X	LASTRADO: X	TIERRA:	
¿El sitio de disposición final se ubica en una distancia inferior a 1 Km respecto a cuerpos de aguas superficiales con caudal continuo?	SI		NO	
	X			
El sitio está ubicado en un área natural protegida	SI		NO	
			X	
Cuál es la distancia del sitio de disposición final a la localidad más cercana	4 Km desde la vía principal			
El sitio de disposición final se ubica en zonas de marisma, manglares, pantanos, humedales, estuarios, recarga de acuíferos, aluviales, fluviales, arqueológicas, fracturas o fallas geológicas.	SI		NO	
			X	
El sitio de disposición final se ubica fuera de las restricciones marcadas por la norma respecto a pozos de extracción de agua en operación o abandonados	SI		NO	
	X			
El sitio de disposición final se encuentra dentro de zonas de inundación.	SI		NO	
	X			
<b>3. INFORMACIÓN GENERAL DEL ACTUAL SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL</b>				
NOMBRE DEL LUGAR	RELLENO SANITARIO MUNICIPAL DEL CANTÓN PASTAZA			
EL RELLENO ES	SEMICONTROLADO	CONTROLADO	MANUAL	MECANICO
	X			X
DESDE QUE FUNCIONAMIENTO	AÑO INICIA SU	2011		
EL ÁREA DONDE SE UBICA EL RELLENO ES	MUNICIPAL	CONSESIONADO	PRIVADO	RENTADO
	X			

NÚMERO DE TRABAJADORES EN EL RELLENO	20		
HORARIO DE PERMANENCIA DE LOS TRABAJADORES	7 AM – 15 PM		
ALTITUD	927 m.s.n.m		
CLIMA	CÁLIDO –SECO		
	CALIDO – HUMEDO		X
	SUBTROPICAL		
	TEMPALDO		
TIPO DE SUELO	ARCILLOSO	ARENOSO	FRANCO
	X		
PENDIENTE DEL SUELO	LLANO (Pendiente < 30%)		X
	ONDULADO (Pendiente > 30%)		
	MONTAÑOSO (Terreno quebrado)		
CALIDAD DEL SUELO	FÉRTIL		SEMIFÉRTIL
			X
PERMEABILIDAD DEL SUELO	PERMEABLE		SEMIPERMEABLE
			X
CONDICIONES DE DRENAJE	MUY BUENA	El agua no se estanca	
	BUENA	Cuando llueve el agua se estanca por unas horas	
	MALA	El agua se estanca incluso con bajas precipitaciones	
ABASTECIMIENTO DE AGUA EN EL PREDIO	AGUA POTABLE		
	CUERPO DE AGUA SUPERFICIALES		
	AGUA LLUVIA		
	AGUA ENTUBADA		
	TANQUERO		
EVACUACIÓN DE AGUAS SERVIDAS DEL PREDIO	ALCANTARRILLADO		
	FOSA SÉPTICA		
	LETRINA		
	OTRO (Especifique)		
ELECTRICIDAD DEL PREDIO	RED PÚBLICA		PLANTA ELECTRICA
	X		
<b>4. ASPECTOS TÉCNICOS</b>			
<b>GENERALES</b>			
ÁREA DEL TERRENO (Ha)	45 Ha		
ÁREA OCUPADA POR EL RELLENO (Ha)	7 Ha		
¿Cuál es el volumen que ingresa diariamente al sitio de disposición final?	36, 83 ton/día		
¿Cuál es su proyección de vida útil?	6 años		
¿El sitio de disposición final cuenta con un EIA?	SI		NO
	X		

¿El sitio de disposición final cuenta con una barrera de impermeabilización?	SI	NO
	X	
¿Existe un área de emergencia?	SI	NO
	X	
¿Con que frecuencia se compacta los desechos ingresados a la celda diaria?	Diariamente	
¿Qué material se emplea para cubrir y compactar los desechos?	Aserrín	
<b>ESTUDIOS Y ANALISIS PREBIOS REALIZADOS PARA LA SELECCIÓN DEL SITIO</b>		
<b>ESTUDIOS Y ANÁLISIS</b>	SI	NO
GEOLÓGICO	X	
HIDROGEOLÓGICO	X	
TOPOGRÁFICO	X	
GENERACIÓN Y COMPOSICIÓN DE RSU	X	
GENERACIÓN DE BIOGÁS	X	
GENERACIÓN DE LIXIVIADOS	X	
FISICOQUÍMICO	X	
MICROBIOLÓGICO	X	
SUELO	X	
FLORA Y FAUNA	X	
<b>5. INFRAESTRUCTURA</b>		
<b>CELDA DIARIA</b>	SI	NO
CANALETAS PERIMETRALES	X	
CHIMENEAS	X	
PLANTA DE TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS	X	
GEOMENBRANA	X	
<b>OTRAS</b>	SI	NO
CAMINOS DE ACCESO	X	
CERCA PERIMETRAL	X	
CASETA DE VIGILANCIA Y CONTROL DE ACCESO	X	
BASCULA	X	
VESTIDORES Y SERVICIOS SANITARIOS	X	
FRANJA DE AMORTIGUAMIENTO	X	
OFICINAS	X	
SERVICIO MEDICO		X

Anexo 6. Carro recolector con compactación y sistema de volteo



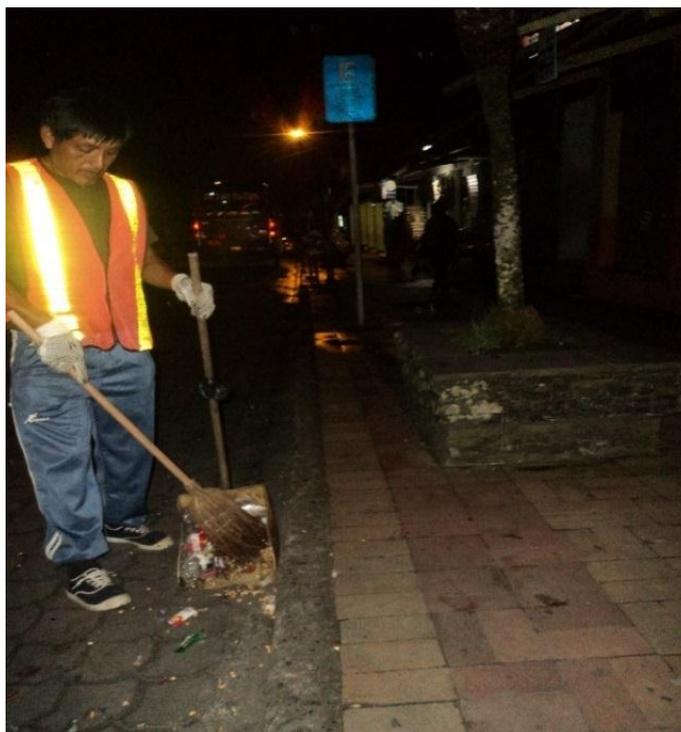
Fuente: Autor

Anexo 7. Sitio de disposición de residuos peligrosos



Fuente: GAD Municipal

### Anexo 8. Barrido de calles



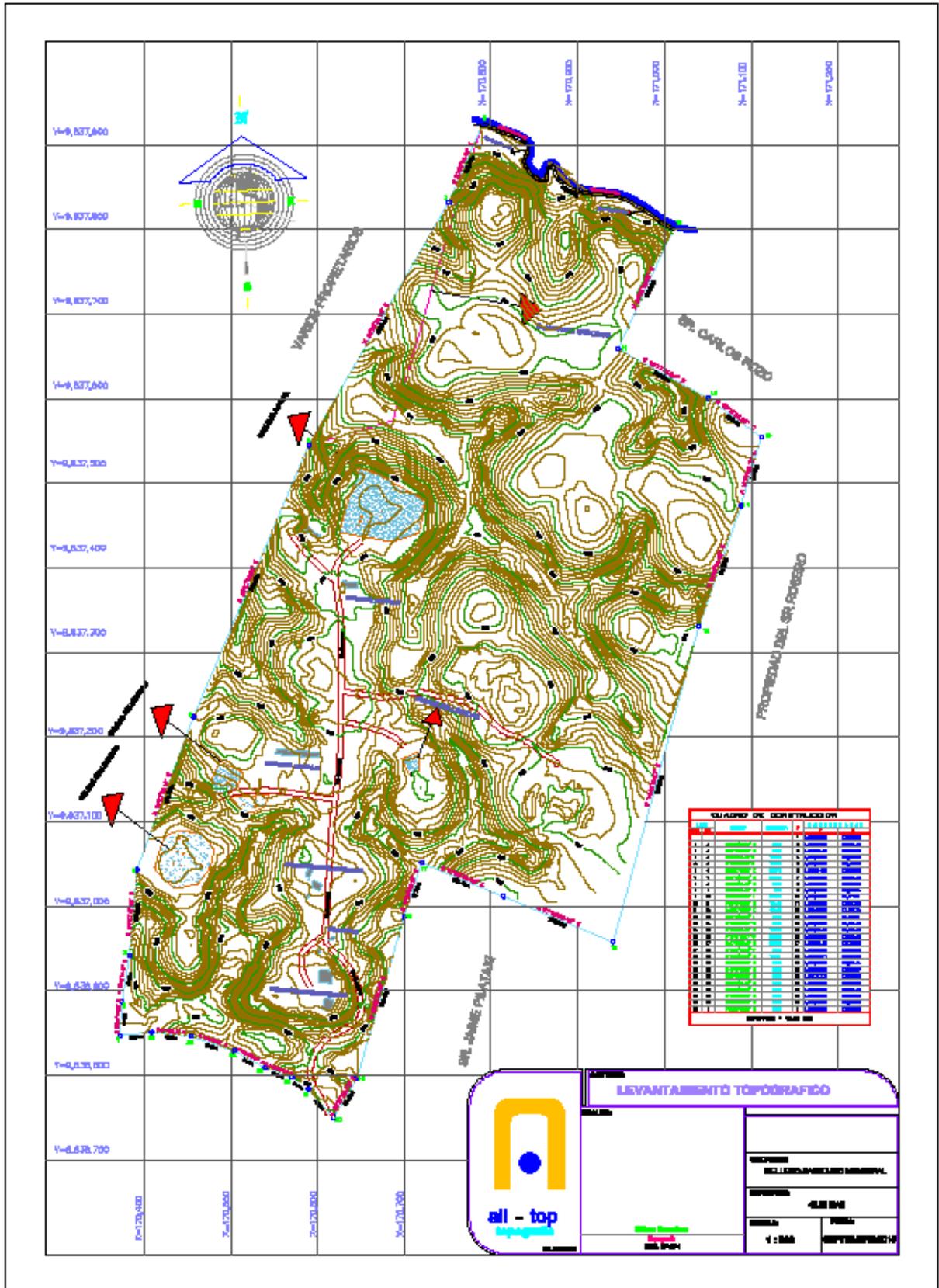
Fuente: Autor

### Anexo 9. Variedad de recipientes de almacenamiento en usuarios de mercado



Fuente: Autor

Anexo 10. Levantamiento topográfico del relleno sanitario del cantón Pastaza



Fuente: GAD Pastaza

Anexo 11. Celda de desechos

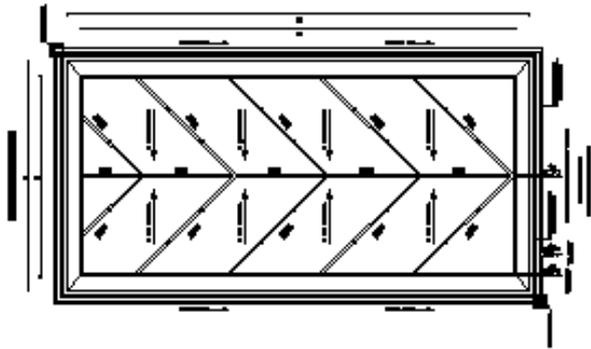


Fuente: Autor



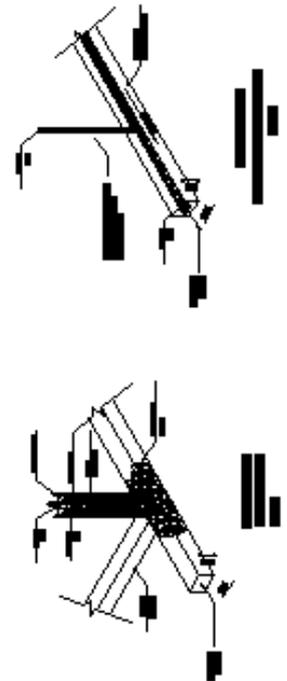
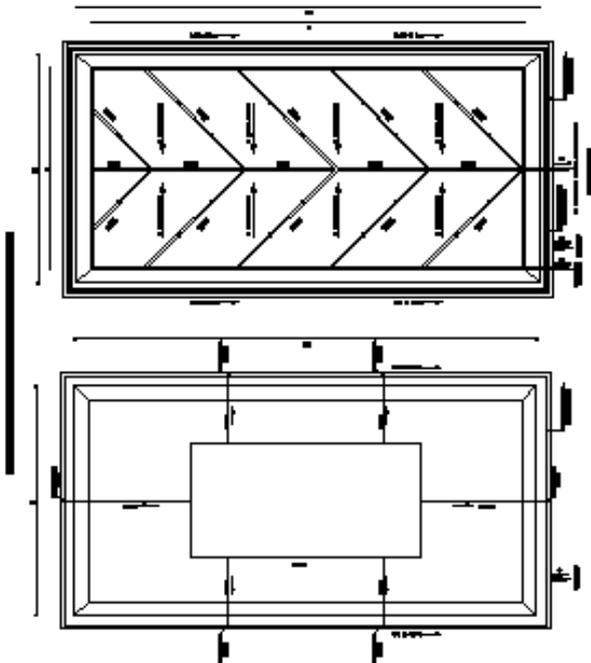
Fuente: Autor

Anexo 12. Diseño de cierre de la celda



MURO DE CONTENCIÓN

Escala .....1: 100



## Anexo 13. Compromiso



GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO  
MUNICIPAL DEL CANTÓN PASTAZA

- GESTIÓN AMBIENTAL Y RIESGOS -

*Juntos progresamos!*



Puyo, 07 de agosto de 2017

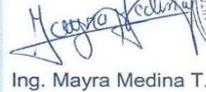
# COMPROMISO

El Departamento de Gestión Ambiental y Riesgos conjuntamente con la Dirección de Higiene y Salubridad del GAD Municipal del Cantón Pastaza por medio de la presente, nos comprometemos a socializar y analizar el Plan de Manejo propuesto para el cierre técnico de la celda realizado por la señorita Karen Gaibor con la finalidad de determinar la factibilidad de medidas que pueden ser implementadas.



Ing. Daniel Cárdenas O.

Director del departamento de Gestión  
Ambiental y Riesgos



Ing. Mayra Medina T.

Directora de Higiene y Salubridad

