UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

TESIS DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN

DEL TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL

PROPUESTA DE DISEÑO DE PLATAFORMA DE DISPOSICIÓN FINAL DE DESECHOS SÓLIDOS EN EL BOTADERO CONTROLADO DEL CANTÓN PASTAZA CON UN TIEMPO DE VIDA ÚTIL DE 3 AÑOS.

AUTOR:

Cristian Marcelo Pavón Saguay

TUTOR:

Ing. Edison Samaniego

Octubre 2012

PRESENTACION DEL TEMA:

PROPUESTA DE DISEÑO DE PLATAFORMA DE DISPOSICIÓN FINAL DE DESECHOS SÓLIDOS EN EL BOTADERO CONTROLADO DEL CANTÓN PASTAZA CON UN TIEMPO DE VIDA ÚTIL DE 3 AÑOS.

Msc. Pablo Enrique Lozano Carpio

Msc. Edison Oliver Segura Chávez

Msc. Billy Daniel Coronel Espinoza

AGRADECIMIENTO

Mi atento y respetuoso agradecimiento:

A Dios por concederme la vida y brindarme la fuerza, fortaleza, sabiduría, perseverancia y conocimientos para seguir el sendero de mi destino y llegar a una de mis metas planteadas, por poner en mis manos la capacidad para que con mis acciones poder ayudar a las personas y a la naturaleza por la que me veo rodeado. A la Universidad Estatal Amazónica, especialmente a sus maestros y profesionales por haber compartido sus conocimientos conmigo. Al Ingeniero Edison Samaniego, que gracias a sus saberes, consejos y experiencias me han ayudado para poder concluir con el presente trabajo. Al Ilustre Municipio del cantón Pastaza, por el apoyo en la recopilación de información de residuos sólidos en el cantón, especialmente al Departamento de Higiene y Salubridad, que me facilitó recursos e información necesaria para la presente tesis de investigación. A mi futura esposa Gabby, y a mi bella hija Katherine, porque gracias a su amor, compañía, apoyo, y comprensión, me han iluminado el camino a la finalización de esta etapa de mi vida. A mis Padres: María y Luis, les agradezco por haber forjado en mi el amor, el respeto a mis semejantes, porque gracias a ellos soy el hijo, hermano, esposo, padre, amigo y persona útil a la sociedad. A mis hermanos Yuri, Luis y Paola por brindarme el apoyo moral que en esos momentos más difícil se necesita para levantarse y seguir adelante. A Carlos mi eterno amigo, compadre y compañero de la vida por ofrecerme su apoyo incondicional durante toda mi etapa colegial y universitaria y finalmente, quiero agradecer a José Luis, Romel, Ruben, Grima, y a todos mis amigos y compañeros por haber compartido nuestros éxitos y derrotas durante mucho tiempo.

DEDICATORIA

La presente tesis quiero dedicar a las personas que me dieron el respaldo incondicional durante mi etapa universitaria. Principalmente a Dios por ser quien guía mi camino. A mi familia y amigos por que con su amor, dedicación y esmero me ayudaron a cumplir cada una de mis metas, me enseñaron a confiar, amar y luchar por lo que uno quiere. A mi esposa por ser mi compañera y apoyo, a mi hija por ser motivo de superación.

RESPONSABILIDAD

Cristian Marcelo Pavón Saguay con C.I. 160038341-6, manifiesto que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido presentado antes para la obtención de ningún grado o calificación profesional, por lo que soy responsable de las ideas y resultados expuestos en esta tesis, y que el patrimonio intelectual de la misma pertenece a la Universidad Estatal Amazónica.

Es todo cuanto puedo manifestar en honor a la verdad.

Cristian Marcelo Pavón Saguay

EGRESADO DE ING. AMBEINTAL UEA

ABREVIATURAS

Abreviatura	Significado
RSU	Residuos sólidos urbanos
RSM	Residuos sólidos municipales
GPC	Generación per capital
CRDRSM	Cantidad de residuos a disponer en el relleno sanitario
CUR	Capacidad útil del relleno
VMU	Volumen mínimo útil
VARD	Volúmenes anuales de residuos dispuestos
VARD	Volúmenes anuales de residuos dispuestos
RSC	Residuos sólidos compactados
DDSRC	Densidad de desechos sólidos recién compactados
RCE	Residuos sólidos estabilizados
DDSE	Densidad de desechos sólidos estabilizados
MDP	Material a disponer en la plataforma
MC	Material de cobertura
ANP	Área necesaria para la plataforma
COOTAD	Código Orgánico de Organización Territorial Autonomía y Descentralización
EPI´s	Equipo de protección industrial
ECORAE	Instituto para el Eco desarrollo Regional Amazónico
US EPA	Agencia Ambiental Norteamericana
OPS	Organización Panamericana de la Salud
OMS	Organización Mundial de la Salud
CEPIS	Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censo
ASTEC	Asesoría Técnica Cía. Ltda.
ASAMTECH	Consultora Hidráulica, Sanitaria y Ambiental
INHAMI	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología
TULAS	Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria

CONTENIDO

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL 7
ÍNDICE DE TABLAS 10
ÍNDICE DE GRÁFICOS 11
ÍNDICE DE ANEXOS 12
1. INTRODUCCIÓN 13
2. REVISIÓN DE LITERATURA 14
2.1. Desechos sólidos 14
2.2. Clasificación de los desechos sólidos 14
2.3. Situación de los desechos sólidos en Ecuador 17
2.4. Residuos Sólidos Municipales 19
2.5. Gestión de RSM 19
2.6. Tratamiento de residuos sólidos municipales 22
2.7. Botadero 22
2.8. Relleno Sanitario 23
2.8.1. Tipos de relleno sanitario 23
2.8.1.1. Relleno sanitario mecanizado: 23
2.8.1.2. Relleno sanitario semi-mecanizado: 24
2.8.1.3. Relleno sanitario manual: 25
2.8.2. Métodos de construcción de un relleno sanitario: 25
2.8.2.1. Método de trinchera o zanja: 25
2.8.2.2. Método de área: 26
2.8.2.3. Combinación de ambos métodos: 27
2.8.3. Criterios de diseño 28
2.9. Diseño de plataforma de disposición final 29
2.9.1. Selección del método 30
2.9.2. Preparación del sitio 30
2.9.2.1. Limpieza y desmonte: 30
2.9.2.2. Movimiento de tierras: 30
2.9.2.3. Sistema de drenaje de aguas de escorrentía: 30
2.9.2.4. Sistema de impermeabilización: 31
2.9.3. Cálculo de la cantidad de residuos a disponer 32
2.9.3.1. Crecimiento poblacional: 32
2.9.3.1.1. Crecimiento lineal: 32
2.9.3.1.2. Crecimiento geométrico: 33
2.9.3.1.3. Curva logística: 33
2.9.3.2. Generación Per Capital (GPC): 34
2.9.4. Capacidad útil del relleno (CUR) 35
2.9.5. Cálculo de la vida útil 35
2.9.6. Generación de lixiviados 36
2.9.7. Generación de gases 36
2.10. Marco Legal 37
2.10.1. Constitución de la República del Ecuador 37
2.10.2. Ley de Gestión Ambiental 38
2.10.3. Código de la Salud 39
2.10.4. Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS) 42
2.10.5. COOTAD 54
2.10.6. Ordenanzas Municipales del Cantón 57
3. MATERIALES Y MÉTODOS 58
3.1. Localización y duración del experimento 58
3.2. Levantamiento de línea base 60

3.2.1. Caracterización del Medio Físico 60
3.2.2. Caracterización del Medio Biótico 63
3.2.3. Condiciones Actuales del Botadero Controlado 68
3.2.4. Área de influencia 69
3.3. Duración del trabajo 71
3.4. Condiciones meteorológicas 71
3.5. Materiales y equipos 72
3.6. Factores de estudio 73
3.6.1. Determinación de la cantidad de basura producida: 73
3.6.2. Determinación de la cantidad de productos reciclados: 73
3.6.3. Determinación de la densidad de desechos sólidos: 73
3.6.4. Determinación de componentes o subproductos: 73
3.7. Diseño del trabajo de campo 73
3.7.1. Producción de desechos sólidos: 73
3.7.2. Cantidad de desechos sólidos reciclados: 74
3.7.3. Densidad de desechos sólidos: 74
3.7.4. Caracterización de desechos sólidos: 75
3.8. Mediciones experimentales 76
3.8.1. Proyección poblacional: 76
3.8.2. Producción de desechos sólidos anuales: 77
3.8.3. Caracterización de desechos sólidos: 77
3.9. Manejo del experimento 77
3.10. Análisis económico 78
4. RESULTADOS EXPERIMENTALES 81
4.1. Producción de desechos sólidos: 81
4.2. Caracterización de desechos sólidos 96
4.3. Reciclaje 112
5. ESTIMACIONES REALIZADAS 114
5.1. Proyección de la población. 114
5.2. Capacidad necesaria de la plataforma 115
Para determinar la capacidad necesaria de la plataforma se necesita calcular además: 115
5.2.1. Generación Per Capital (GPC): 115
5.2.2. Cantidad de residuos a disponer (CRDRSM) 115
5.2.3. Residuos sólidos compactados (RSC) 116
5.2.4. Residuos sólidos estabilizados (RSE) 116
5.2.5. Material a disponer en la plataforma (MDP) 118
5.2.6. Área necesaria para la plataforma (ANP) 118
5.2.7. Capacidad necesaria de la plataforma (Resumen) 120
6. DISCUSIÓN 122
6.1. Producción de desechos sólidos en el cantón Pastaza: 122
6.2. Recolección de desechos sólidos en el cantón Pastaza: 123
6.3. Composición de desechos sólidos en el Cantón Pastaza 128
7. PROPUESTA 130
7.1. Memoria descriptiva 130
7.1.1. Concepción y justificación del proyecto. 130
7.1.2. Descripción del lugar seleccionado. 130
7.1.3. Descripción de los elementos básicos del proyecto 131
7.1.3.1. Áreas de disposición 131
7.1.3.2. Material de cobertura 132
7.1.3.3. Forma de operación 132
7.1.3.4. Drenajes 133
7.1.3.5. Instalaciones 134
7.1.4. Información sobre los desechos sólidos a ser dispuestos 135
7.1.5. Plan de operaciones 135
7.1.6. Medidas de seguridad y Plan de contingencias. 137
7.1.6.1. Seguridad industrial 137

7.1.6.2. Plan de contingencia 138
7.1.7. Evaluación de impacto ambiental. 140
7.1.7.1. Identificación de impactos 140
7.1.7.2. Descripción de impactos 143
7.1.7.2.1. Componente Socioeconómico 143
7.1.7.2.2. Componente físico 143
7.1.7.2.3. Componente biótico 144
7.1.7.3. Calificación de impactos 144
7.1.7.4. Evaluación de impactos ambientales 149
7.1.8. Información acerca de la infraestructura periférica 150
7.1.9. Información acerca de la infraestructura del relleno. 150
7.1.10. Estudio de suelos 150
7.1.11. Del control del tratamiento de efluentes líquidos y gaseosos. 150
7.1.12. Plan de inversiones y costos. 153
7.1.13. Plan de mantenimiento del relleno. 153
7.1.13.1. Mantenimiento de herramientas 153
7.1.13.2. Mantenimiento de la vía de acceso y camino interno 153
7.1.13.3. Mantenimiento del drenaje perimetral 153
7.1.13.4. Mantenimiento del material disperso 154
7.1.13.5. Mantenimiento del sistema de tratamiento de lixiviado 154
7.1.13.6. Mantenimiento de drenaje de gases 154
7.1.13.7. Aseo de instalaciones 154
7.1.14. Plan de clausura y Posclausura 154
6.1.15. Uso futuro del área 156
7.2. Diseño y especificaciones técnicas 156
7.2.1. Localización 156
7.2.2. Cortes generales y de construcción. 157
7.2.3. Construcciones auxiliares. 160
7.2.4. Instalaciones. 161
7.2.5. Sistemas de drenaje de aguas superficiales, drenaje de gases, y drenaje de lixiviados. 161
7.2.6. Tratamiento de efluentes líquidos y gaseosos. 164
7.2.7. Información general 166
7.3. Equipamiento. 168
7.4. Cronograma de ejecución. 169
8. CONCLUSIONES 172
9. RECOMENDACIONES 174
10. RESUMEN 176
11. SUMMARY 176
12. BIBLIOGRAFÍA 177
13. ANEXOS 179

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Especificaciones técnicas mínimas de geomembrana. 31
Tabla 2. Vegetación predominante 66
Tabla 3. Fauna encontrada 67
Tabla 4. Datos meteorológicos de la ciudad de Puyo en los últimos 5 años por años. 72
Tabla 5. Análisis económico 78
Tabla 6. Ficha de registro de datos de la producción de desechos sólidos en R1 (kg./día). 83
Tabla 7. Producción de desechos sólidos en R1 (Ton./día). 83
Tabla 8. Ficha de registro de datos de la producción de desechos sólidos en R2 (kg./día). 86
Tabla 9. Producción de desechos sólidos en R2 (Ton./día). 86
Tabla 10. Ficha de registro de datos de la producción de desechos sólidos en R3 (kg./día). 89
Tabla 11. Producción de desechos sólidos en R3 (Ton./día). 89
Tabla 12. Ficha de registro de datos de la producción de desechos sólidos en R4 (kg./día). 92
Tabla 13. Producción de desechos sólidos en el recorrido de R4 (Ton./día). 92
Tabla 14. Producción de desechos sólidos en el cantón Pastaza (Ton./día). 95
Tabla 15. Caracterización de desechos sólidos en R1 en relación al peso que representa. 96
Tabla 16. Caracterización de desechos sólidos en R1 en relación al volumen que representa. 97
Tabla 17. Caracterización de desechos sólidos en R2 en relación al peso que representa. 100
Tabla 18. Caracterización de desechos sólidos en R2 en relación al volumen que representa. 101
Tabla 19. Caracterización de desechos sólidos en R3 en relación al peso que representa. 103
Tabla 20. Caracterización de desechos sólidos en R3 en relación al volumen que representa. 104
Tabla 21. Caracterización de desechos sólidos en R4 en relación al peso que representa. 106
Tabla 22. Caracterización de desechos sólidos en R4 en relación al volumen que representa. 107
Tabla 23. Caracterización de desechos sólidos en el cantón Pastaza en relación al peso que representa. 109
Tabla 24. Caracterización de desechos sólidos en el cantón Pastaza en relación al volumen que representa. 110
Tabla 25. Materiales reciclados en el botadero controlado del cantón Pastaza (Kg.). 112
Tabla 26. Proyección poblacional del cantón Pastaza 114
Tabla 27. Datos del cantón tomados en cuenta para el diseño. 120
Tabla 28. Volumen de desechos sólidos a disponer y área necesaria para el proyecto. 120
Tabla 29. Lista de control 141
Tabla 30. Criterios de calificación. Matriz de Leopold 145
Tabla 31. Cuadro Resumen de Impactos Ambientales 149
Tabla 32. Cronograma de trabajo para la construcción de la plataforma 169
Tabla 33. Ficha de campo para la recolección de información del pesaje de recolectores. 179
Tabla 34. Ficha de registro para el análisis de información del pesaje de recolectores. 181
Tabla 35. Ficha de datos para la recolección de información de productos reciclados. 182
Tabla 36. Ficha de registro para el procesamiento de información de productos reciclados 184
Tabla 37. Ficha de campo para la recolección de información del cuarteo 186
Tabla 38. Datos meteorológicos de la ciudad de Puyo en los últimos 5 años por meses. 188

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Método de trinchera para construir un relleno sanitario. 26
Gráfico 2. Método de área para construir un relleno sanitario. 27
Gráfico 3. Método combinado (área y trinchera). 28
Gráfico 4. Ubicación del Experimento 58
Gráfico 5. Localización del Proyecto 59
Gráfico 6. Climatología 60
Gráfico 7. Geomorfología 61
Gráfico 8. Hidrología e hidrografía 62
Gráfico 9. Red Vial 63
Gráfico 10. Vegetación 65
Gráfico 11. Área de influencia directa 70
Gráfico 12. Área de Influencia Indirecta. 71
Gráfico 13. Producción de desechos sólidos en R1 (Ton./día). 84
Gráfico 14. Producción de desechos sólidos en R2 (Ton./día). 87
Gráfico 15. Producción de desechos sólidos en R3 (Ton./día). 90
Gráfico 16. Producción de desechos sólidos en R4 (Ton./día). 93
Gráfico 17. Producción de desechos sólidos en el cantón Pastaza (Ton./día). 95
Gráfico 18. Representación porcentual de la caracterización de desechos sólidos en R1 en relación al peso que representa. 96
Gráfico 19. Representación porcentual de la caracterización de desechos sólidos en R1 en relación al volumen que representa. 99
Gráfico 20. Representación porcentual de la caracterización de desechos sólidos en R2 en relación al peso que representa. 100
Gráfico 21. Representación porcentual de la caracterización de desechos sólidos en R2 en relación al volumen que representa. 102
Gráfico 22. Representación porcentual de la caracterización de desechos sólidos en R3 en relación al peso que representa. 103
Gráfico 23. Representación porcentual de la caracterización de desechos sólidos en R3 en relación al volumen que representa. 105
Gráfico 24. Representación porcentual de la caracterización de desechos sólidos en R4 en relación al peso que representa. 106
Gráfico 25. Representación porcentual de la caracterización de desechos sólidos en R4 en relación al volumen que representa. 108
Gráfico 26. Representación porcentual de la caracterización de desechos sólidos en el cantón Pastaza en relación al peso que representa. 109
Gráfico 27. Representación porcentual de la caracterización de desechos sólidos en el cantón Pastaza en relación al volumen que representa. 111
Gráfico 28. Representación porcentual de los materiales reciclados en el botadero controlado del cantón Pastaza (Kg.). 112
Gráfico 29. Recolección de desechos sólidos diario por T1. (Ton./día). 123
Gráfico 30. Recolección de desechos sólidos diario por T2 (Ton./día). 124
Gráfico 31. Recolección de desechos sólidos diario por T3 (Ton./día). 125
Gráfico 32. Recolección de desechos sólidos diario por T4 (Ton./día). 127
Gráfico 33. Ubicación de la propuesta 132

Gráfico 34. Matriz de interacciones 142
Gráfico 35. Matriz de calificaciones de impactos 146
Gráfico 36. Matriz de índice de impacto ambiental 147
Gráfico 37. Límites de descarga de efluentes líquidos a un cuerpo de agua dulce 151
Gráfico 38. Dimensionamiento y vistas de la plataforma de disposición final de desechos sólidos en el botadero controlado del cantón Pastaza. 157
Gráfico 39. Caseta para el almacenamiento del material reciclado 160
Gráfico 40. Recolección y transporte de lixiviados. 162
Gráfico 41. Dimensionamiento de chimeneas. 163
Gráfico 42. Sistema de tratamiento de lixiviados 165
Gráfico 43. Botadero controlado del cantón Pastaza 166
Gráfico 44. Botadero controlado del cantón Pastaza 168
Gráfico 45. Datos meteorológicos de la ciudad de Puyo en los últimos 5 años por meses. 191

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Formato de ficha de campo para determinar la cantidad de desechos sólidos producidos en la ciudad de Puyo. 179
Anexo 2. Formato de ficha de registro para determinar la cantidad de desechos sólidos producidos en la ciudad de Puyo. 181
Anexo 3. Formato de ficha de datos para determinar la cantidad de desechos sólidos reciclados en el botadero controlado del cantón. 182
Anexo 4. Formato de ficha de registro para determinar la cantidad de desechos sólidos reciclados en el botadero controlado del cantón. 184
Anexo 5. Formato de ficha de registro para la determinación del peso volumétrico y caracterización. 186
Anexo 6. Formato de ficha de registro para la determinación del peso volumétrico y caracterización. 188
Anexo 7. Estudio de suelos en el botadero controlado del cantón Pastaza. 191
Anexo 8. Registro fotográfico del trabajo realizado 199

1. INTRODUCCIÓN

La gestión del manejo de los residuos sólidos, en la gran mayoría, en las ciudades del Ecuador es ineficiente y no existe un concepto de integralidad y compatibilidad con los estándares mínimos necesarios para precautelar la salud y el ambiente, limitándose a una recolección básica en los centros urbanos y a un depósito final no controlado, pues no existen en la mayor parte de las ciudades rellenos sanitarios adecuados, siendo depositados los desechos a cielo abierto en terrenos inapropiados como quebradas, lechos de ríos o en laderas inestables, lo que provoca daños ambientales y potenciales riegos de enfermedades en la población (ASTEC, 2008). El cantón Pastaza cuenta con un predio de 45 ha. en la vía Puyo-10 de Agosto destinado a la disposición final de los desechos sólidos del cantón, dicho predio es propiedad del municipio y viene siendo utilizado por más de 20 años abarcando aproximadamente 12 ha., debido a que no está implementado de acuerdo a las especificaciones técnicas se lo considera como un botadero controlado, en el lugar se puede observar la presencia de moscas, gallinazos, y basura derramado en las vías de acceso a la celda abierta. La deficiencia existente en la disposición final está ocasionando impactos negativos en la salud humana y en el ambiente, produciendo alteraciones en la calidad y contaminación del suelo, transmisión de diferentes tipos de zoonosis, aumento de vectores de enfermedades, producción de olores desagradables y ruidos, contaminación del agua subterránea por percolación de lixiviados, contaminación directa de los cuerpos de agua, contaminación atmosférica, riesgos a la salud de los minadores y trabajadores.

OBJETIVOS

O. General

- Diseñar una plataforma de disposición final de los desechos sólidos urbanos en el botadero controlado del cantón Pastaza, ambiental, económica y tecnológicamente adecuada.

O. Específicos

- Describir, caracterizar y analizar los medios físico, biótico y social del lugar.
- Dimensionar la plataforma de disposición final de los desechos sólidos.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Desechos sólidos

Según Chaves (2001) define a los desechos sólidos como aquellas materias generadas en las actividades de producción, consumo, que no alcanzan, en el contexto en que son producidas, ningún valor económico, ello puede ser debido tanto a la inexistencia de tecnología adecuada para su aprovechamiento, como a la inexistencia de mercado para los productos recuperados.

2.2. Clasificación de los desechos sólidos

En el libro 6, anexo VI, del TULAS, dentro de las normas generales para el manejo de los desechos sólidos no peligrosos se plantea la siguiente clasificación de acuerdo a su origen:

- Desecho sólido domiciliario.
- Desecho sólido comercial.
- Desecho sólido de demolición.
- Desecho sólido del barrido de calles.
- Desecho sólido de la limpieza de parques y jardines.
- Desecho sólido hospitalario.
- Desecho sólido institucional.
- Desecho sólido industrial.
- Desecho sólido especial.

La Asociación nacional de recicladores de Colombia propone la siguiente clasificación:

- **Por estado:** Un residuo es definido por estado, según el estado físico en que se encuentre. Pudiendo ser: sólidos, líquidos y gaseosos.
- **Tipo de manejo:** Se puede clasificar un residuo por presentar algunas características asociadas al manejo que debe ser realizado:

- **Residuo peligroso:** Son residuos que por su naturaleza son inherentemente peligrosos de manejar y/o disponer y pueden causar muerte, enfermedad; y son peligrosos para la salud o el medio ambiente cuando son manejados en forma inapropiada.
- **Residuo inerte:** Residuo estable en el tiempo, el cual no producirá efectos ambientales apreciables al interactuar en el medio ambiente.

➢ **Por la fuente:**

- **Doméstica, Comercial e Institucional:** Son los residuos que se extraen de las viviendas, tiendas, restaurantes, mercados, oficinas, hoteles, imprentas, gasolineras, talleres mecánicos, escuelas, hospitales, cárceles y centros gubernamentales como los residuos de comida, papel, cartón, plásticos, textiles, cuero, madera, vidrio, electrodomésticos, baterías, pilas, aceites, neumáticos y metales.
- **Construcción y demolición:** En estos lugares encontramos desechos como arena, piedras, excremento, plásticos, ya que son provenientes de las construcciones, reparaciones, renovación de carreteras, derribos de edificios, pavimentos rotos.
- **Plantas de tratamiento:** En este se encuentra las aguas residuales y procesos de tratamiento industrial. En estos lugares se presentan residuos de plantas de tratamiento, compuestos principalmente por fangos.
- **Residuos sólidos urbanos:** En esta clasificación encontramos los residuos que se encuentran en la ciudad y que provienen de diferentes lugares en general. Por ejemplo: cartón, plástico, metal, vidrios.
- **Industrial:** Son los residuos que se extraen de las áreas de construcción, fabricación ligera y pasada, refinerías, plantas químicas, centrales térmicas, demolición. Por ejemplo: Los residuos de procesos industriales y materiales de chatarra (demolición, domésticos).
- **Agrícolas:** Los residuos que encontramos en las cosechas del campo, árboles frutales, ganadería intensiva, granjas, son residuos de comida, residuos agrícolas, basuras y residuos peligrosos.

Por tanto, nos damos cuenta que los residuos son una realidad, que se encuentran en todos y cada uno de los lugares en los cuales vivimos y que aunque muchos estamos conscientes de este problema, muy pocos han tomado decisiones que puedan erradicar por completo o al menos controlar dicho problema.

2.3. Situación de los desechos sólidos en Ecuador

Según estudios realizados por PATRA (2001) se ha determinado que en el Ecuador se generan alrededor de 7.423 Toneladas diarias de residuos sólidos y únicamente 5.567 Toneladas son transportadas hasta un sitio de disposición final. De las 7.423 Toneladas que se estiman, 3.097 Toneladas corresponden a Quito y Guayaquil, es decir el 41,7%; 1.365 Toneladas (18,4%) corresponden a las ciudades de Machala, Esmeraldas, Durán, Milagro, Quevedo, Portoviejo y Manta, en la región costa y, Cuenca, Riobamba, Ibarra, Santo Domingo de los Colorados y Ambato, en la región sierra. Según esto, se puede concluir que el 60,1% (4.462 Toneladas) de residuos sólidos son generados en el área urbana de 15 ciudades del Ecuador, mientras que el 39,9% (2.961 Toneladas) corresponden al área urbana de las 199 ciudades restantes y al área rural de todo el país. Se estima que en todo el Ecuador se recoge apenas el 49,1% de la basura producida: 62% en la Sierra, 46,9% en la Costa, 27,6% en la región Amazónica, y 38,6% en Galápagos.

Según la OPS (2005) en lo que respecta a la frecuencia de recolección en la mayoría de las ciudades del Ecuador es diaria (62,88%); el 36,59% tiene una frecuencia interdiaria (pasando un día) y 0,54% una frecuencia semanal, debido a gran medida a que el servicio tiene un costo elevado. Los vehículos recolectores de la mayoría del país se encuentran en mal estado para la recolección, lo que repercute en la calidad del servicio.

Teniendo que en la región Costa, el 25,61% de las ciudades cuentan con frecuencia interdiaria, el 70,73% con frecuencia diaria y únicamente el 3,66% con frecuencia semanal. En términos de cantidad de residuos recolectados, 1.578 Toneladas (58,76%) son recogidas con frecuencia diaria, 1.095 Toneladas (40,77%) con frecuencia interdiaria y apenas 12,9 Toneladas (0,48%) con frecuencia semanal. Como se puede ver, en términos de basura recolectada, la frecuencia de recolección predominante en la región costa es la diaria.

En cuanto al transporte de los desechos sólidos, se conoce que en la Sierra el 62% de la basura es conducida al botadero, mientras que el 38% es arrojado a quebradas, ríos, etc. En la región Costa tan

solo 1,799 Ton. De las 3,836 Ton. Son llevadas a lugares de disposición final, en la Amazonía solo el 27,6% es dispuesto y en Galápagos apenas el 38,6%.

En la región Sierra, el 48,9% de las ciudades disponen de frecuencia diaria, 46,6% con frecuencia interdiaria y 4,5% de frecuencia semanal. En términos de cantidad de residuos recolectados, 978 Toneladas (36,91%) son recogidas con frecuencia diaria, 1.655 Toneladas (62,44%) con frecuencia interdiaria y únicamente 17 Toneladas (0,65%) con frecuencia semanal. Como se puede ver, en términos de basura recolectada, la frecuencia de recolección diaria también predomina en la región Sierra.

En la región Amazónica, la frecuencia predominante es la diaria (61,54%), siendo la recolección interdiaria de 38,46%. En términos de cantidad de residuos recolectados, 86 Toneladas (64,48%) son recogidas con frecuencia diarias y 48 Toneladas (35,52%) con frecuencia interdiaria.

En Galápagos, la frecuencia que predomina es la diaria con el 66,66% y el 33,34% con frecuencia interdiaria. En términos de cantidad de residuos recolectados, 2,7 Toneladas (64,58%) son recogidas con frecuencia diarias y 1,5 Toneladas (35,42%) con frecuencia interdiaria.

En el ámbito de país, en términos de cantidad de residuos recolectados, 2.037 Toneladas (36,59%) son recogidas con frecuencia interdiaria, 3.500 Toneladas (62,88%) con frecuencia diaria, y únicamente 30 Toneladas (0,54%) con frecuencia semanal. Como se puede ver, la frecuencia de recolección diaria es la que predomina en el Ecuador, situación que implica mayores costos y la disminución de la vida útil de los equipos, por lo que se hace absolutamente necesario optimizar los recursos existentes a través de adopción de frecuencias acordes a los requerimientos reales de cada comunidad, especialmente en las zonas residenciales.

En lo que respecta a cobertuta se estima que de las 7.423 Toneladas de residuos que se estima se generan en el país, se recogen convenientemente (servicio formal mediante camiones compactadores) apenas 3.645 Toneladas, es decir el 49,1%. Con el uso de otros medios, tales como volquetes y pequeños camiones, con personal contratado, la cobertura de recolección puede incrementarse hasta un

75%. La cantidad restante de desechos sólidos (1.856 Toneladas) normalmente tiene como destino final la vía pública, quebradas, terrenos abandonados o ríos, convirtiéndose en un problema ambiental y de salud pública.

En la región costa, de las 3.836 Toneladas diarias producidas, se recolectan 2.685 que corresponde al 70%. En la sierra, de las 3.312 Toneladas generadas, se recogen 2.650, es decir el 80%, mientras que en la región amazónica se recolectan 134 Toneladas (50%) de las 268 producidas. En Galápagos, de 7 Toneladas producidas, se recogen 4,2 Toneladas, lo que corresponde al 60%.

2.4. Residuos Sólidos Municipales

Para Jaramillo (2002) los residuos sólidos municipales (RSM) son aquellos que provienen de las actividades domésticas, comerciales, industriales (pequeña industria y artesanía), institucionales (administración pública, establecimientos de educación, etc.), de mercados, y los resultantes del barrido y limpieza de vías y áreas públicas de un conglomerado urbano, y cuya gestión está a cargo de las autoridades municipales.

El problema de los RSM está presente en la mayoría de las ciudades y pequeñas poblaciones por su inadecuada gestión y tiende a agravarse en determinadas regiones como consecuencia de múltiples factores, entre ellos, el acelerado crecimiento de la población y su concentración en áreas urbanas, el desarrollo industrial, los cambios de hábitos de consumo, el uso generalizado de envases y empaques y materiales desechables, que aumentan considerablemente la cantidad de residuos.

2.5. Gestión de RSM

Según Jaramillo (2002) la gestión de residuos se define como el conjunto de operaciones encaminadas a dar a los residuos producidos en una zona determinada el destino más adecuado desde el punto de vista económico y ambiental, según sus características, volumen, procedencia, posibilidades de recuperación y comercialización, coste de tratamiento y normativa legal (Jaramillo, 2002).

Para Soria *et al* (2006) la gestión de RSM lo conforma:

- **Generación: Es** la acción de identificar ciertos elementos como innecesarios, sin valor para lo que fueron concebidos originariamente. Para su análisis es importante conocer: La tasa de generación de RSU, la misma varía de acuerdo con el estrato social, las características fundamentales de la zona en estudio, si es principalmente domiciliaria, comercial e industrial. También sufre una variación de acuerdo a la época del año y asimismo ante situaciones económicas y sociales. Conocer correctamente la tasa de generación de RSU, sus variaciones y su proyección en el tiempo nos permitirá prever y dimensionar de la mejor manera posible las herramientas, vehículos, maquinarias e instalaciones en general a utilizar.

- **Su composición:** Referida al tipo de residuo que se desecha y los porcentajes de los materiales que la componen. La misma dependerá fundamentalmente del nivel de vida de la población, sus ingresos económicos, de los servicios básicos con los que cuenta, de la época del año, del clima y de un componente sociocultural marcado por los hábitos de consumo.

- **Manipulación, separación, almacenamiento y procesamiento en origen:**
  - **Manipulación:** Es el ciclo de los RSU desde que se identifican como innecesarios hasta que se eliminan o abandonan en el sitio de recolección.
  - **Separación en origen:** En el domicilio se pueden desarrollar acciones tales como separación en diferentes tipos de residuos: orgánicos e inorgánicos; reciclable y no reciclable, secos y húmedos.
  - **Almacenamiento:** Se denomina así al tiempo y a la forma en que debemos convivir con los RSU generados hasta que son depositados para su recolección.
  - **Procesamiento en origen:** Comprende las acciones que podemos realizar en nuestro domicilio una vez hecha una valorización previa de los desechos, tendiente a disminuir la cantidad de RSU que depositaremos en la vía pública. Estas pueden materializarse como realización de compostaje con los restos orgánicos, re-utilización de algunos elementos (papel, vidrio, plásticos, metales, etc).

- **Disposición inicial:** Es la acción y forma de depositar los RSU en la vía pública para su posterior recolección. La misma puede tener características diferentes pero sumamente importantes en la definición de una gestión de RSU. Puede ser:

- **General:** Sin clasificación y separación de residuos.
- **Selectiva domiciliaria:** Con clasificación y separación de residuos en los domicilios.
- **Selectiva no domiciliaria:** Contenedores públicos para determinados tipos de RSU.

- **Recolección:** Es el transporte desde el punto de generación hasta su puesto de transferencia, de separación, de procesamiento o el sitio de disposición final.
  - **General**: Es la recolección desde el punto de disposición inicial sin clasificación y separación de los residuos.
  - **Selectiva**: Es la recolección desde el punto de disposición inicial ya clasificado el residuo mediante una separación valorativa en el domicilio de generación de los mismos.

La eficiencia de este proceso está íntimamente ligada a factores como: Un buen diseño de recorridos e itinerarios de los camiones recolectores, horarios de recolección, número de recorrido o frecuencia, número de operarios, selección de los modelos de camiones o equipos recolectores en función del tipo de residuo y sus capacidades en peso y volumen, y la distancia desde el sitio de disposición inicial hasta el de disposición final.

- **Separación, procesamiento y transformación:** Es conveniente contar con un sitio, que por lo general se llamará planta de tratamiento de los RSU, para la separación y procesamiento de los mismos antes de su disposición final.

La misma deberá encontrarse lo más cerca posible del sitio de disposición final de acuerdo con la disponibilidad de terreno para tal fin. Deberá contar con espacio suficiente para realizar las tareas de acuerdo con las cantidades y volúmenes de RSU a procesar. En primera instancia, en dicha planta los RSU podrán ser separados y clasifica dos en orgánicos e inorgánicos.

El residuo orgánico se prepara para su posterior etapa de compostaje y su etapa de lombricompuesto. Los residuos inorgánicos se clasifican y se separan de acuerdo con sus

características y se acopian para su posterior preparación según las distintas formas de comercialización.

- **Compostaje**: En la etapa de transformación, se requieren de procesos químicos, físicos o biológicos para lograr productos aprovechables, como ser abonos orgánicos elaborados a partir de los restos de comida y podas mediante compostaje, ya sea aeróbico o anaeróbico. En este último caso, es posible en forma complementaria (por medio de biodigestores) la producción de energía (biogás) aprovechable en distintos consumos tradicionales.

- **Lombricompuesto**: Es la etapa de proceso final a los efectos de mejorar la calidad del compostaje y darle características de humus al mismo, mejorando su estabilización, heterogeneidad orgánica y calidad de abono, utilizando para ello lombrices.

- **Disposición final:** Es la acción de depositar en forma permanente los RSU y las fracciones no recuperables de estos de los tratamientos adoptados, en un lugar determinado.

2.6. Tratamiento de residuos sólidos municipales

Conjunto de procesos y operaciones mediante los cuales se modifican las características físicas, químicas y biológicas de los residuos sólidos, con la finalidad de reducir su volumen y el riesgo para la salud del hombre, los animales y la contaminación del medio ambiente.

2.7. Botadero

El Ministerio del Ambiente de Colombia (2002) define al botadero como un área de disposición final de residuos sólidos sin control, en el cual dichos residuos se arrojan en el suelo sin tener en cuenta los procedimientos técnicos de un relleno sanitario; los rellenos sanitarios indebidamente diseñados o mal operados pueden tener muchas de las características de un botadero. En cualquier caso, presentan u ocasionan impactos ambientales adversos, especialmente sobre el suelo, el agua, el paisaje y la comunidad, es decir, los botaderos presentan tantas deficiencias y problemas que las únicas posibilidades sean su saneamiento y clausura, y después su remplazo por una instalación de disposición final.

2.8. Relleno Sanitario

Jaramillo (2002) define al relleno sanitario como una técnica de disposición final de los residuos sólidos en el suelo que no causa molestia ni peligro para la salud o la seguridad pública; tampoco perjudica el ambiente durante su operación ni después de su clausura. Esta técnica utiliza principios de ingeniería para confinar la basura en un área lo más estrecha posible, cubriéndola con capas de tierra diariamente y compactándola para reducir su volumen. Además, prevé los problemas que puedan causar los líquidos y gases producidos por efecto de la descomposición de la materia orgánica.

Para Chaves (2001) relleno sanitario es un método de disposición sanitaria de basura que evita problemas de:

- **Salud:** Eliminando criaderos de mosquitos, moscas, ratas, raTon.es, los cuales sirven de vectores o huéspedes de algunas enfermedades en seres humanos como: Tifoidea, salmonelosis, disenterías, etc.
- **Sociales:** El alto índice de desocupación plantea como alternativas el trabajo en los basureros, donde se recupera en condiciones insalubres una serie de elementos (papeles, carTon.es, botellas, metales, plásticos) que pueden ser incorporados al proceso productivo.
- **Ambientales:** La basura produce contaminación del aire, agua y suelo. Los botaderos a cielo abierto, no solamente contaminan el suelo y las aguas superficiales y subterráneas sino también el aire con olores y humos por la combustión incompleta que se efectúa.

2.8.1. Tipos de relleno sanitario

Jaramillo (2002) cita tres tipos de relleno sanitario:

2.8.1.1. Relleno sanitario mecanizado:

Diseñado para las grandes ciudades y poblaciones que generan más de 40 Toneladas diarias. Por sus exigencias es un proyecto de ingeniería bastante complejo, que va más allá de operar con

equipo pesado. Esto último está relacionado con la cantidad y el tipo de residuos, la planificación, la selección del sitio, la extensión del terreno, el diseño y la ejecución del relleno, y la infraestructura requerida, tanto para recibir los residuos como para el control de las operaciones, el monto y manejo de las inversiones y los gastos de operación y mantenimiento. Para operar este tipo de relleno sanitario se requiere del uso de un compactador de residuos sólidos, así como equipo especializado para el movimiento de tierra: tractor de oruga, retroexcavadora, cargador, volquete, etc.

2.8.1.2. Relleno sanitario semi-mecanizado:

Cuando la población genere o tenga que disponer entre 16 y 40 Toneladas diarias de RSM en el relleno sanitario, es conveniente usar maquinaria pesada como apoyo al trabajo manual, a fin de hacer una buena compactación de la basura, estabilizar los terraplenes y dar mayor vida útil al relleno. En estos casos, el tractor agrícola adaptado con una hoja topadora o cuchilla y con un cucharón o rodillo para la compactación puede ser un equipo apropiado para operar este relleno.

2.8.1.3. Relleno sanitario manual:

Es una adaptación del concepto de relleno sanitario para las pequeñas poblaciones que por la cantidad y el tipo de residuos que producen (menos de 15 t/día), además de sus condiciones económicas, no están en capacidad de adquirir el equipo pesado debido a sus altos costos de operación y mantenimiento. El término manual se refiere a que la operación de compactación y confinamiento de los residuos puede ser ejecutado con el apoyo de una cuadrilla de hombres y el empleo de algunas herramientas.

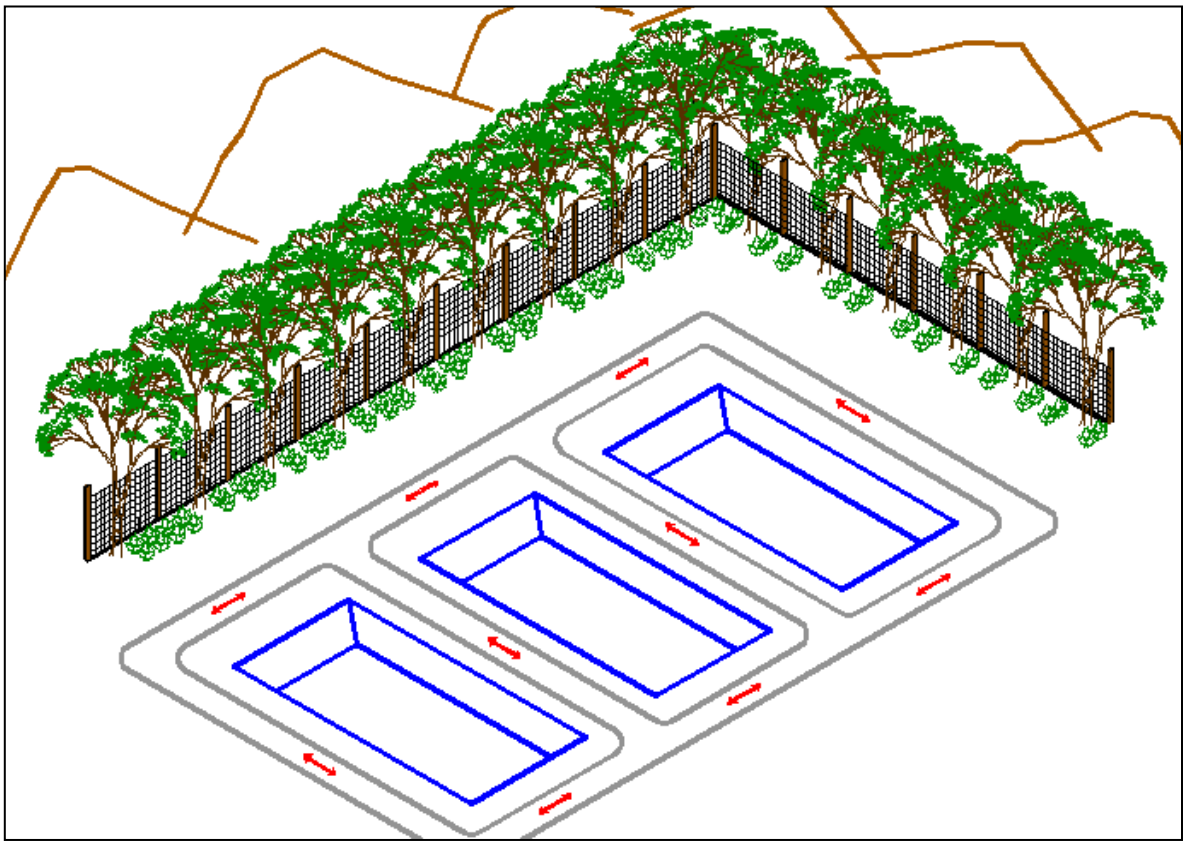
2.8.2. Métodos de construcción de un relleno sanitario:

Eguizabal (2008) propone que el método constructivo y la subsecuente operación de un relleno sanitario están determinados principalmente por la topografía del terreno, aunque dependen también del tipo de suelo y de la profundidad del nivel freático. Existen dos maneras básicas de construir un relleno sanitario, que se describen a continuación:

2.8.2.1. Método de trinchera o zanja:

Método utilizado generalmente en terrenos con pendientes planas y suelos no rocosos para su fácil excavación, donde el nivel freático se encuentra a buena profundidad. Este método consiste en la excavación de zanjas con determinadas dimensiones, de acuerdo al diseño y a lo descrito anteriormente. Para zonas de alta precipitación se debe tener especial cuidado en el manejo de las aguas de escorrentía, ya que pueden ingresar a las trincheras (celdas) incrementando la cantidad del líquido percolado y deteriorando el sistema, por lo que el proyecto debe considerar alternativas de manejo.

Gráfico 1. Método de trinchera para construir un relleno sanitario.



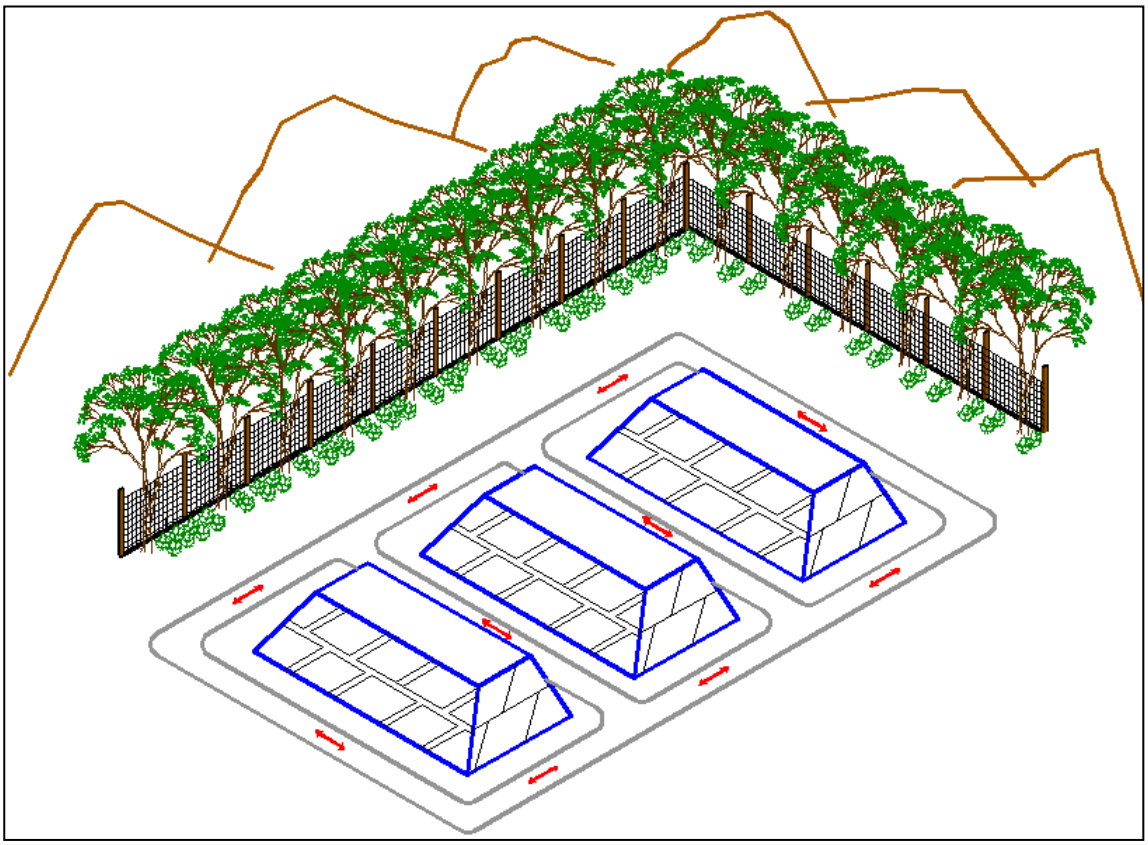
Fuente: Eguizabal (2008)

Elaborado por: Cristian Pavón

2.8.2.2. Método de área:

Método aplicado en terrenos o áreas planas a semi-planas, donde no sea factible excavar zanjas o trincheras para disponer y confinar los residuos. El suelo natural dependiendo de sus características y permeabilidad debe ser acondicionado y nivelado previo a la disposición de residuos.

Gráfico 2. Método de área para construir un relleno sanitario.



Fuente: Eguizabal (2008)

Elaborado por: Cristian Pavón

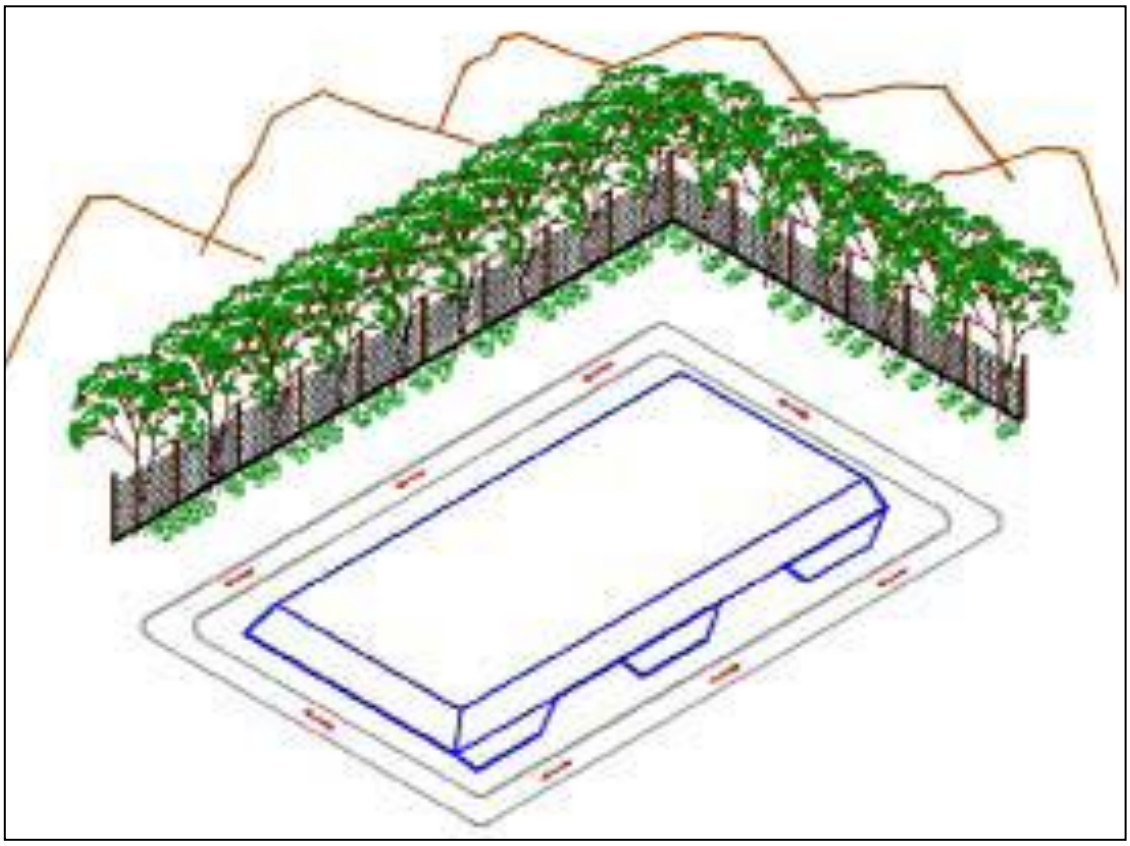
2.8.2.3. Combinación de ambos métodos:

El método combinado se aplica en terrenos planos, donde se inicia la operación por el método de trinchera culminando por el de área. Las principales ventajas de éste método son los siguientes:

- Empleo de menor área para lograr un mayor volumen útil de disposición final.
- Busca aprovechar al máximo el material de la excavación a emplearse como cobertura.

Sin embargo, sólo es posible su aplicación en lugares donde se puede excavar sin afectar el nivel freático y el suelo cuenta con las características adecuadas para ser empleado como material de cobertura.

Gráfico 3. Método combinado (área y trinchera).



Fuente: Eguizabal (2008)

Elaborado por: Cristian Pavón

2.8.3. Criterios de diseño

Se propone como criterios de diseño a: la población, producción per cápital, cantidad de desechos sólidos a disponer, peso volumétrico de la basura suelta, peso volumétrico de la basura compactada, volumen diario requerido, cantidad de material de cobertura, profundidad del manto freático.

2.9. Diseño de plataforma de disposición final

Gudiño (2006) propone un sistema integral de desechos sólidos en la que puntualiza para el diseño:

2.9.1. Selección del método

Como se mencionó anteriormente puede ser:

- Método de trinchera o zanja
- Método de área
- Combinación de ambos métodos

2.9.2. Preparación del sitio

La preparación del terreno incluye las siguientes actividades básicas:

2.9.2.1. Limpieza y desmonte:

Se realizará la limpieza y desmonte en los sitios por donde se construirán la plataforma, los drenajes, las vías, el área destinada al almacenamiento y tratamiento de lixiviados, área de compostaje, etc.; en las áreas a no ser utilizadas no se realizará la remoción de la cobertura vegetal. Se debe indicar que si se tratase de una zona boscosa se debe remover toda la vegetación con sus raíces, en el caso de árboles grandes, se deben retirar todas las raíces, rellenar con tierra y compactar.

2.9.2.2. Movimiento de tierras:

El movimiento de tierras se realiza para la preparación de la plataforma, con este fin se hace un análisis de la topografía del sitio, estableciendo los sitios más adecuados y procurando el menor movimiento de tierras para la preparación de la base, con el fin de minimizar los costos disponibles para el proyecto.

2.9.2.3. Sistema de drenaje de aguas de escorrentía:

La misión fundamental es la de colectar y conducir la escorrentía superficial producto de la precipitación pluvial, la cual procede desde las áreas de aporte y taludes de corte adyacentes, con el fin de minimizar la infiltración de esta agua hacia el interior del relleno y por tanto incrementar

el caudal de líquidos lixiviados. Los líquidos captados serán desviados hasta ser descargados aguas abajo del tratamiento de lixiviados.

2.9.2.4. Sistema de impermeabilización:

Para la definición del sistema de impermeabilización es necesario un estudio de suelos, esto nos garantizará evitar la contaminación de las aguas freáticas y subterráneas con líquidos lixiviados. En dependencia de lo indicado con el fin de prevenir la contaminación se deberá utilizar un sistema artificial de impermeabilización consistente en geomembrana que será ubicado en toda la base de la plataforma del relleno. Los principales aspectos que se deberán tomar en cuenta para la instalación de la geomembrana son los siguientes:

- Descapotar y retirar raíces de árboles y arbustos, rellenar con tierra y compactar.
- Retirar cualquier material pétreo que pueda romper o maltratar la geomembrana.
- Extraer los excesos de agua que se encuentren en el área de la instalación.
- Comprobar el sellado de las juntas realizado por los contratistas encargados de esta actividad.

Las especificaciones técnicas mínimas que cumplirá la geomembrana a instalarse serán según Collazos (2008):

Tabla 1. Especificaciones técnicas mínimas de geomembrana.

PROPIEDAD	NORMA	UNIDAD	VALOR
Densidad	DIN 53479 ASTM D 702	g/cm3	0.940 – 0.964
Resistencia a la tensión (punto de rotura)	DIN 53515	N/mm2	> 24
Elongación (punto de rotura)	DIN 53515	%	> 600
Resistencia (deformación plástica)	ASTM D 638 DIN 53455	N/mm2	> 17
Elongación (deformación plástica)	ASTM D 751	%	> 19
Resistencia (propagación de rasgado)	ASTM D 1004 DIN 53515	N/mm2	> 130
Coeficiente de dilatación lineal	UNI 8202/20 DIN 53328	Mm/ºC	≤ 2.2 x 10-4

Fuente: Collazos (2008)

Elaborado por: Cristian Pavón

2.9.3. Cálculo de la cantidad de residuos a disponer

Según Eguizabal (2008) para proyectar la cantidad de residuos sólidos a disponer en un relleno sanitario es necesario conocer la información demográfica de la población a la cual servirá el proyecto, tales como número de habitantes y la tasa de crecimiento poblacional, así como la generación per cápita de residuos por habitante día.

2.9.3.1. Crecimiento poblacional:

El crecimiento poblacional se define como el cambio que experimenta una población en cierto lapso de tiempo. En general, existe dos formas de medir dicho cambio: de manera directa que consiste en restar a la población existente al final del periodo la población que había al inicio; o por medio de la ecuación compensadora.

Además de las formas anteriores, es posible hacer la proyección sobre la base de un supuesto matemático que suponga que el crecimiento de la misma se ajusta a una función determinada como el crecimiento geométrico o exponencial. Cabe mencionar que en estos casos también es necesario de algunos datos adicionales como: La población inicial, el periodo de tiempo entre el inicio y el final de la proyección así como la tasa de crecimiento que es obtenida mediante el uso de la función respectiva.

Este tipo de metodología no es utilizada para proyecciones grandes, a menos que se trate de periodos cortos de tiempo o bien, cuando no se dispongan de datos confiables que permitan emplear otros procedimientos de proyección.

2.9.3.1.1. Crecimiento lineal:

Es el más sencillo de los supuestos de ritmo de crecimiento ya que considera un crecimiento absoluto constante en el número de individuos en una población año con año o bien periodo tras periodo. La ecuación empleada para el cálculo es la siguiente:

$$Pf = Pi (1 + r * t)$$

Dónde: Pf: Población al final del periodo

Pi: La población al inicio del periodo

r: Tasa anual de crecimiento

t: Intervalo de tiempo en años

2.9.3.1.2. Crecimiento geométrico:

Este método de proyección crece más rápidamente que el lineal ya que en este caso se podría decir que la población existe o inicial se va a estar reinvirtiendo cada intervalo de tiempo. Es decir, la población en el tiempo (t+1), va a estar dado por la población en el tiempo t multiplicada por (1+rt), la población en el tiempo (t+2) va a estar dada por la población inicial en el tiempo t y multiplicado dos veces por (1+rt) y así sucesivamente. Lo anterior se puede representar de la siguiente manera:

$$Pt+1=Pt*(1+rt)$$

$$Pt+2=Pt*(1+rt)\ *(1+rt)=\ Pt*(1+rt)2$$

De este modo, la ecuación generalizada para este tipo de crecimiento estaría dada por:

$$Pf=Pi*(1+ri)^{t}$$

2.9.3.1.3. Curva logística:

Durante mucho tiempo la curva logística sirvió de modelo para representar el crecimiento de diferentes poblaciones, sin embargo, las Naciones Unidas considera que la conducta de los seres humanos varia constantemente a consecuencia de actos deliberados, no debe esperar de ordinario que el crecimiento de una población se ajuste a una fórmula matemática precisa. Aunque ya no se acepta como ley universal, la curva logística todavía se sigue empleando en algunas proyecciones demográficas, pues suele representar una tendencia que por lo menos es razonable. Cabe mencionar que la principal limitante que surge al emplear la curva logística es el hecho de definir una población máxima ya que resulta ser además de difícil, demasiado riesgoso.

La ecuación definida por Shryock *et al* que describe dicha curva es la siguiente:

$$P_t = \frac{K}{(1+e^{a+bt})}$$

Dónde: K: Constante (límite máximo que podría alcanzar la población en el futuro)
Pt: Población estimada al tiempo t
e: Base de logaritmo natural
t: Representa el periodo de tiempo de la proyección
b: Constante (proporción de cambio para periodos sucesivos)
t: Constante

2.9.3.2. Generación Per Capital (GPC):

La estimación de la GPC se podría establecer realizando algunas mediciones de la cantidad de residuos sólidos que recolecta la municipalidad, y dividiendo dicha cantidad entre el número de habitantes.

GPC = CRR /Pob

Dónde: GPC = Generación per cápita (kg../hab./día)
CRR = Cantidad de residuos recolectados (kg..)
Pob = Población (hab.)

Por lo tanto, la cantidad diaria total de generación de residuos sólidos se estimará multiplicando la generación per cápita por el número de habitantes de la población. A partir de este dato se proyectará la cantidad de residuos sólidos a disponer en el relleno sanitario pudiendo ser diaria, mensual, anual y durante el tiempo de vida útil de la infraestructura.

EnTon.ces, la estimación de la cantidad de residuos a disponer en el relleno sanitario se obtendrá aplicando la siguiente fórmula:

CRDRSM = GPC * Pob (Nº Hab)

Dónde: CRDRSM: Cantidad de residuos a disponer en el relleno sanitario (kg../día)
GPC: Generación per cápita (Kg./hab./día)
Pob: Población (hab.)

2.9.4. Capacidad útil del relleno (CUR)

La capacidad útil del relleno se puede definir con precisión, sólo después de contar con el diseño de la(s) celda(s) de disposición final, y luego de definir la proyección de su culminación según el método a emplear, sin embargo preliminarmente, para los fines de tomar decisiones respecto a la capacidad y área o tamaño mínimo del terreno destinada a la infraestructura se puede realizar la estimación en función de:

- El total de residuos sólidos a disponer.
- La densidad de los residuos sólidos estabilizados en el relleno sanitario manual.
- La cantidad del material de cobertura (20-25%) del volumen compactado de residuos sólidos.
- La cantidad mínima de años que es posible opere un relleno sanitario.

En tal sentido para el volumen mínimo útil (VMU) a considerarse es el equivalente a la suma de los volúmenes anuales de residuos dispuestos (VARD).

2.9.5. Cálculo de la vida útil

La capacidad del terreno debe ser lo suficiente como para permitir su utilización por un periodo mínimo de años, a fin de que su vida útil se compatibilice con la gestión, los costos de implementación y las obras de infraestructura.

La vida útil estará en función la cantidad de residuos a disponer en el RSM, la densidad de compactación del relleno, el volumen del material de cobertura, la profundidad o altura del relleno y las áreas adicionales para la infraestructura y zonas de seguridad proyectadas. También depende del área del terreno.

Es el valor de tiempo que puede ser expresado en años, meses o días que se proyecta que el relleno podrá recibir residuos sólidos, en función de la CUR. Para los fines del cálculo, es necesario enTon.ces conocer la CUR y tener los valores de los volúmenes anuales de residuos dispuestos (VARD) para una proyección de varios años.

2.9.6. Generación de lixiviados

Casi todos los residuos sólidos sufren cierto grado de descomposición, pero es la fracción orgánica la que presenta los mayores cambios. Los subproductos de la descomposición están integrados por líquidos, gases y sólidos.

La descomposición o putrefacción natural de la basura produce un líquido maloliente de color negro, conocido como lixiviado o percolado, parecido a las aguas residuales domésticas, pero mucho más concentrado.

Las aguas de lluvia que atraviesan las capas de basura aumentan su volumen en una proporción mucho mayor que la que produce la misma humedad de los residuos sólidos, razón principal por lo que deben ser interceptadas y desviadas para evitar el incremento de lixiviado; de lo contrario, podría haber problemas en la operación del relleno y contaminación del agua subterránea.

2.9.7. Generación de gases

Un relleno sanitario se comporta como un digestor anaerobio. Debido a la descomposición o putrefacción natural de los residuos sólidos, no sólo se producen líquidos sino también gases y otros compuestos. La descomposición de la materia orgánica por acción de los microorganismos presentes en el medio tiene dos etapas: aerobia y anaerobia.

La aerobia es aquella fase en la cual el oxígeno que está presente en el aire contenido en los intersticios de la masa de residuos enterrados es consumido rápidamente.

La anaerobia, en cambio, es la que predomina en el relleno sanitario porque no pasa el aire y no existe circulación de oxígeno, de ahí que se produzcan cantidades apreciables de metano (CH_4) y dióxido de carbono (CO_2), así como trazas de gases de olor punzante, como el ácido sulfhídrico (H_2S), amoniaco (NH_3) y mercaptanos.

El gas metano reviste el mayor interés porque, a pesar de ser inodoro e incoloro, es inflamable tienden a acumularse en los espacios vacíos dentro del relleno y aprovechan cualquier fisura del terreno o permeabilidad de la cubierta para salir.

2.10. Marco Legal

Entre las normas nacionales se establecen las Leyes que requieren aprobación del Poder Legislativo, Reglamentos que son dictados por el Poder Ejecutivo y contienen normas y procedimientos detallados y las Ordenanzas de los Gobiernos Autónomos Descentralizados, dictadas en base a su autonomía en la medida que no sean contrarias a leyes y reglamentos (ASAMTECH, 2009). Estas leyes buscan la protección de los derechos y obligaciones de los ciudadanos, bajo las cuales los distintos municipios deben ejercer su autoridad. Los principales marcos legales a nivel nacional se resumen en los siguientes:

2.10.1. Constitución de la República del Ecuador

La Constitución Política de la República del Ecuador, establece regulaciones y obligaciones sobre el medio ambiente, estableciendo:

En el Titulo II, Capitulo segundo (Derechos del buen vivir), sección segunda (Ambiente Sano):

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

Art. 15.- El estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía enérgica no se alcanzara en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectara el derecho al agua.

En el Titulo II, Capítulo séptimo (Derechos de la Naturaleza):

Art. 71.- La naturaleza o Pacha mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete íntegramente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos.

Art. 72.- La naturaleza tiene derecho a la restauración. Esta restauración será independiente de la obligación que tienen el Estado y las personas naturales o jurídicas de Indemnizar a los individuos y colectivos que dependen de los ecosistemas naturales afectados.

Art. 73.- El estado aplicara medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales.

Art. 74.- Las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades tendrán derecho a beneficiarse del ambiente y de las riquezas naturales que les permitan el buen vivir. Los servicios ambientales no serán susceptibles de apropiación; su producción, prestación, uso y aprovechamiento serán regulados por el Estado.

Art. 88.- Toda decisión estatal que pueda afectar al ambiente deberá contar previamente con los criterios de la comunidad para lo cual ésta será debidamente informada y garantizará su aplicación.

En el Título VII, Capítulo Segundo (Biodiversidad y Recursos Naturales), Sección Primera (Naturaleza y Ambiente):

Art. 396.- El Estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño. En caso de duda sobre el impacto ambiental de alguna acción u omisión, aunque no exista evidencia científica del daño, el Estado adoptará medidas protectoras eficaces y oportunas

Como puede observarse, la Nueva Constitución Política vigente, establece la obligación del Estado de cumplir y de hacer cumplir la normativa existente para la preservación de los recursos naturales.

2.10.2. Ley de Gestión Ambiental

Ley no. 37. ro/ 245 de 30 de julio de 1999 donde se establece los principios y directrices de política ambiental; determina las obligaciones, responsabilidades, niveles de participación de los sectores

público y privado en la gestión ambiental y señala los límites permisibles, controles y sanciones en esta materia (Corporación Interamericana de Inversiones, 2008).

Art.2.- Se sujeta a los principios de solidaridad, corresponsabilidad, cooperación, coordinación, reciclaje y reutilización de desechos; utilización de tecnologías alternativas ambientales sustentables y respeto a las culturas y prácticas tradicionales.

Art.5.- Establece el Sistema Descentralizado de Gestión Ambiental como un mecanismo de coordinación transectorial interacción, y cooperación entre los ámbitos del sistema y subsistema de manejo ambiental y de gestión de recursos naturales.

Art. 19.- Las obras públicas, privados o mixtas y los proyectos de inversión públicos o privados que pueden causar impactos ambientales, serán calificados previamente a su ejecución, por los organismos descentralizados de control, conforme al Sistema Único de Manejo Ambiental, cuyo rector será el precautorio.

Art. 20.- Para el inicio de toda actividad que suponga riesgo ambiental se deberá contar con la licencia ambiental respectiva otorgada por el Ministerio del Ramo.

En el Capítulo III de los Mecanismos de Participación Social, establece:

Art. 28.- Toda persona natural o jurídica tiene derecho a participar en la gestión ambiental, a través de los mecanismos que para el efecto establezca el Reglamento, entre los cuales se incluirán consultas, audiencias públicas, iniciativas, propuestas o cualquier forma de asociación entre el sector público y el privado. Se concede acción popular para denunciar a quienes violen esta garantía, sin perjuicios de la responsabilidad civil y penal por acusaciones maliciosamente formuladas.

2.10.3. Código de la Salud

Publicada en el Decreto Supremo 188, Registro Oficial 158 de 8 de Febrero de 1971, considerando: Que el velar por la salud individual y colectiva es uno de los principales deberes del Estado.

Que para hacer efectiva esta finalidad es necesaria la expedición de un cuerpo de leyes que tienda a llevar a la realidad la promoción, recuperación y protección de la salud de los ecuatorianos.

Que con este objeto, el Ministerio de Salud ha elaborado un Proyecto, el que ha sido estudiado y aprobado por la Comisión Jurídica.

En uso de las facultades de que se halla investida, expide lo siguiente en el Código de la Salud:

LIBRO I. DE LA SALUD EN GENERAL

TITULO I. DEFINICIONES Y TERMINOLOGÍA

Art. 1.- La salud es el completo estado de bienestar físico, mental y social, y no solo la ausencia de enfermedad o invalidez.

Art. 2.- Toda materia o acción de salud pública, o privada, será regulada por las disposiciones contenidas en el presente Código, en las Leyes Especiales y en los Reglamentos.
En aquellas materias de salud vinculadas con la calidad del ambiente, regirá como norma supletoria de este Código, la Ley del Medio Ambiente.

Art. 3.- El Código de la Salud rige de manera específica y prevalente los derechos, obligaciones y normas relativos a protección, fomento, reparación y rehabilitación de salud individual y colectiva.

Art. 4.- Los términos técnicos que se utilizan en este Código se entenderán de conformidad con las disposiciones dadas por el legislador, y en caso de obscuridad o duda, se interpretarán de acuerdo con las leyes especiales, o con las definiciones adoptadas por la Organización Mundial de la Salud.

LIBRO II. DE LAS ACCIONES EN EL CAMPO DE PROTECCIÓN DE LA SALUD

TITULO I. DEL SANEAMIENTO AMBIENTAL

CAPITULO I. Disposiciones Generales

Art. 6.- Saneamiento Ambiental e el conjunto de actividades dedicadas a acondicionar y controlar el ambiente en que vive el hombre, a fin de proteger su salud.

Art. 7.- El saneamiento ambiental está sujeto a la política general de salud, a las normas y a los reglamentos que proponga la Dirección Nacional de Salud, estableciendo las atribuciones propias de las municipalidades y de otras instituciones de orden público o privado.

Art. 8.- La Dirección Nacional de Salud podrá asumir, transitoriamente, las funciones propias de otras Instituciones, cuando haya necesidad de proteger la salud pública.

Art. 12.- Ninguna persona podrá eliminar hacia el aire, el suelo o las aguas, los residuos sólidos, líquidos o gaseosos, sin previo tratamiento que los conviertan en inofensivos para la salud.

Los reglamentos y disposiciones sobre molestias públicas, tales como ruidos, olores desagradables, humos, gases tóxicos, polvo atmosférico emanaciones y otras, serán establecidos por la autoridad de salud.

CAPITULO V. De la Recolección y Disposición de Basuras

Art. 31.- Las basuras deben ser recolectadas y eliminadas sanitariamente.
Toda persona está obligada a mantener el aseo de las ciudades, pueblos, comunidades y domicilios en los que vive, estando impedida de botar basuras en los lugares no autorizados o permitir que se acumulen en patios, predios o viviendas.
Toda unidad de vivienda debe contar con un recipiente higiénico para el depósito de la basura, de acuerdo con el diseño aprobado.

Art. 32.- Las municipalidades están en la obligación de realizar la recolección y disposición final de basuras, de acuerdo con métodos técnicos.

Art. 33.- En los lugares en donde existen servicios de recolección y disposición final de basuras, los habitantes deben hacer uso obligatorio de ellos; y donde no existieren los particulares utilizarán sistemas adecuados de eliminación de basuras.

Art. 34.- Las personas que, de los sitios de disposición final de basuras, deseen recuperar materiales útiles para la industrialización, deben obtener permiso previo de la autoridad de salud.

2.10.4. Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS)

Publicada el 31 de marzo de 2003 en la Edición Especial No. 2 del Registro Oficial por Decreto Presidencial No. 3516. Consta de nueve libros: I. De la Autoridad Ambiental; II De la Gestión ambiental; III. Del Régimen Forestal; IV. De la Biodiversidad; V. De los Recursos Costeros; VI. De la Calidad Ambiental; VII. Del Régimen Especial: Galápagos; VIII. Del Instituto para Ecodesarrollo Regional Amazónico, ECORAE; IX. Del Sistema de Derechos o Tasas por los Servicios que presta el Ministerio del Ambiente y por el uso y aprovechamiento de bienes nacionales que se encuentran bajo su cargo.

En libro 6, anexo VI, encontramos las normas técnicas dictadas bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, siendo de aplicación obligatoria y rigiendo en todo el país. Esta Norma establece los criterios para el manejo de los desechos sólidos no peligrosos, desde su generación hasta su disposición final, estableciendo:

- Las responsabilidades en el manejo de desechos sólidos
- Las prohibiciones en el manejo de desechos sólidos
- Normas generales para el manejo de los desechos sólidos no peligrosos
- Normas generales para el almacenamiento de desechos sólidos no peligrosos
- Normas generales para la entrega de desechos sólidos no peligrosos
- Normas generales para el barrido y limpieza de vías y áreas públicas
- Normas generales para la recolección y transporte de los desechos sólidos no peligrosos
- Normas generales para la transferencia de los desechos sólidos no peligrosos
- Normas generales para el tratamiento de los desechos sólidos no peligrosos
- Normas generales para el saneamiento de los botaderos de desechos sólidos
- Normas generales para la disposición de desechos sólidos no peligrosos, empleando la técnica de relleno manual

- Normas generales para la disposición de desechos sólidos no peligrosos, empleando la técnica de relleno mecanizado
- Normas generales para la recuperación de desechos sólidos no peligrosos

De esta manera tenemos:

4.1. De las responsabilidades en el manejo de los desechos sólidos

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

Las municipalidades o personas responsables del servicio de aseo, de conformidad con las normas administrativas correspondientes podrán contratar o conceder a otras entidades las actividades de servicio. La contratación o prestación del servicio a que hace referencia este artículo, no libera a las municipalidades de su responsabilidad y por lo mismo, deberán ejercer severo control de las actividades propias del citado manejo.

4.2. De las prohibiciones en el manejo de desechos sólidos

4.2.8. Se prohíbe la disposición o abandono de desechos sólidos, cualquiera sea su procedencia, a cielo abierto, patios, predios, viviendas, en vías o áreas públicas y en los cuerpos de agua superficiales o subterráneos. Además se prohíbe lo siguiente:

a) El abandono, disposición o vertido de cualquier material residual en la vía pública, solares sin edificar, orillas de los ríos, quebradas, parques, aceras, parterres, exceptuándose aquellos casos en que exista la debida autorización de la entidad de aseo.

b) Verter cualquier clase de productos químicos (líquidos, sólidos, semisólidos y gaseosos), que por su naturaleza afecten a la salud o seguridad de las personas, produzcan daños a los pavimentos o afecte al ornato de la ciudad.

c) Abandonar animales muertos en los lugares públicos y en cuerpos de agua.

d) Abandonar muebles, enseres o cualquier tipo de desechos sólidos, en lugares públicos.

e) Arrojar o abandonar en los espacios públicos cualquier clase de productos en estado sólido, semisólido, líquido o gaseoso. Los desechos sólidos de pequeño tamaño como papeles,

plásticos, envolturas, desechos de frutas, etc., que produzcan los ciudadanos cuando caminan por la urbe, deberán depositarse en las papeleras peaTon.ales instaladas para el efecto.

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

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

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

4.2.19. Se prohíbe la disposición de desechos radiactivos en los rellenos sanitarios para desechos sólidos no peligrosos.

4.2.20 Se prohíbe la disposición de envases de medicinas, restos de medicamentos caducados, generados por farmacias, centros hospitalarios, laboratorios clínicos, centros veterinarios, etc, en el relleno sanitario, estos serán devueltos a la empresa distribuidora o proveedora, quién se encargará de su eliminación, aplicando el procedimiento de incineración, el cual será normado por los municipios. Las cenizas producto del proceso de incineración, son desechos peligrosos, por consiguiente deberán cumplir con lo establecido en la Normativa para Desechos Peligrosos, que emitirá el Ministerio del Ambiente.

4.2.21. Se prohíbe la disposición de desechos industriales peligrosos provenientes de plantas de tratamiento o de los desechos sólidos generados del proceso de producción, en rellenos sanitarios para desechos sólidos no peligrosos.

4.3. Normas generales para el manejo de los desechos sólidos no peligrosos

4.3.1. Los desechos sólidos de acuerdo a su origen se clasifican:

a) Desecho sólido domiciliario.

b) Desecho sólido comercial.

c) Desecho sólido de demolición.

d) Desecho sólido del barrido de calles.

e) Desecho sólido de la limpieza de parques y jardines.

f) Desecho sólido hospitalario.

g) Desecho sólido institucional.

h) Desecho sólido industrial.

i) Desecho sólido especial.

4.3.2. El manejo de desechos sólidos no peligrosos comprende las siguientes actividades:

j) Almacenamiento.

k) Entrega.

l) Barrido y limpieza de vías y áreas públicas.

m) Recolección y Transporte.

n) Transferencia.

o) Tratamiento.

p) Disposición final.

q) Recuperación.

4.3.3. El manejo de desechos sólidos no peligrosos comprende además las siguientes actividades:

4.3.3.1. De las clases de servicio

Para efectos de esta normativa, el servicio de manejo de desechos sólidos no peligrosos, se clasifica en dos modalidades:

Servicio Ordinario: La prestación de este servicio tendrá como objetivo el manejo de las siguientes clases de desechos sólidos:

a) Desechos sólidos domiciliarios.

b) Desechos sólidos Comerciales.

c) Desechos sólidos Institucionales.

d) Desechos Industriales no peligrosos.

e) Desechos sólidos no peligrosos provenientes de hospitales, sanatorios y laboratorios de análisis e investigación o patógenos.

f) Desechos sólidos que se producen en la vía pública.

g) Desechos sólidos no incluidos en el servicio especial.

h) Desechos sólidos que por su naturaleza, composición, tamaño y volumen pueden ser incorporadas en su manejo por la entidad de aseo y a su juicio de acuerdo a su capacidad.

Servicio Especial: La prestación del servicio especial, tendrá como objetivo el manejo de los desechos especiales, entre los que se pueden mencionar:

a) Los animales muertos, cuyo peso exceda de 40 kilos.

b) El estiércol producido en mataderos, cuarteles, parques y otros establecimientos.

c) Restos de chatarras, metales, vidrios, muebles y enseres domésticos.

d) Restos de poda de jardines y árboles demasiados grandes y que no pueden ser manejados por los carros recolectores de desechos sólidos.

e) Materiales de demolición y tierras de arrojo clandestino que no puedan recolectarse mediante un sistema ordinario de recolección.

4.3.3.4. Para el manejo de los desechos sólidos generados fuera del perímetro urbano de la entidad de aseo, se deberán seguir los lineamientos establecidos en esta norma, como: Almacenamiento, entrega, barrido y limpieza de las vías públicas, recolección, transporte y disposición final.

La disposición final de los desechos sólidos y semi-sólidos se realizará en rellenos sanitarios manuales o mecanizados.

4.3.3.5. Las actividades de manejo de desechos sólidos deberán realizarse en forma tal que se eviten situaciones como:

a) La permanencia continúa en vías y áreas públicas de desechos sólidos o recipientes que las contengan de manera que causen problemas sanitarios y estéticos.

b) La proliferación de vectores y condiciones que propicien la transmisión de enfermedades a seres humanos o animales.

c) Los riesgos a operarios del servicio de aseo o al público en general.

d) La contaminación del aire, suelo o agua.

e) Los incendios o accidentes.

f) La generación de olores objetables, polvo y otras molestias.

g) La disposición final no sanitaria de los desechos sólidos.

4.9. Normas generales para el tratamiento de desechos sólidos no peligrosos

Las presentes disposiciones se refieren a procesos convencionales a los que deben someterse los desechos sólidos, cuando a consideración de las Municipalidades o de las entidades pertinentes así se considere necesario.

4.9.1. Los desechos sólidos cuando luego del análisis de factibilidad técnica, económica y ambiental no puedan ser reciclados o reutilizados, deberán ser tratados por el generador de los desechos, con la finalidad de mejorar sus condiciones para su disposición final o eliminación, por ello los fines del tratamiento son:

a) Reducción del volumen.

b) Reducción del peso.

c) Homogeneización de componentes.

d) Reducción del tamaño.

e) Uniformización del tamaño.

4.11. Normas generales para la disposición de desechos sólidos no peligrosos, empleando la técnica de relleno manual

Un relleno sanitario manual es un método simple de enterramiento sanitario de desechos sólido, bajo el mismo principio de relleno sanitario, pero con el empleo se mano de obra y herramientas simples. En el relleno sanitario manual se podrán disponer, además de desechos sólidos no peligrosos, también desechos semi- sólidos no peligrosos.

Para detalles específicos relacionados con el diseño de rellenos sanitarios manuales, así como los lineamientos a seguir para la disposición de los desechos sólidos en el relleno sanitario manual se deberán utilizar las Normas de Diseño para la Elaboración de Proyectos de Sistemas de Aseo Urbano que emitirá el Ministerio del Ambiente.

4.12. Normas generales para la disposición de desechos sólidos no peligrosos, empleando la técnica de relleno mecanizado

4.12.1. La disposición final de los desechos sólidos consiste en colocar los desechos sólidos no peligrosos en un relleno sanitario, en el cual se realizarán procesos de degradación y transformación de los constituyentes que contiene el desecho.
La disposición sanitaria de los desechos sólidos no peligrosos debe someterse a lo dispuesto en el Código de la Salud.

4.12.2. El relleno sanitario deberá contar con un diseño y manejo técnico para evitar problemas de contaminación de las aguas subterráneas, superficiales, del aire, los alimentos y del suelo mismo.
4.12.3. Los municipios deben expedir las regulaciones técnicas necesarias para el manejo y disposición sanitaria de los desechos sólidos no peligrosas en el relleno sanitario.
Para el efecto los municipios deberán presentar obligatoriamente a la Entidad de Control un Estudio de Impacto Ambiental.

4.12.4. Todo sitio para la disposición sanitaria de desechos sólidos provenientes del servicio de recolección de desechos sólidos deberá cumplir como mínimo, con los siguientes requisitos para rellenos sanitarios mecanizados:

a) El relleno sanitario debe ubicarse a una distancia no menor de 13 Km. de los límites de un aeropuerto o pista de aterrizaje.

b) No debe ubicarse en zonas donde se ocasione daños a los recursos hídricos (aguas superficiales y subterráneas, fuentes termales o medicinales), a la flora, fauna, zonas agrícolas ni a otros elementos del paisaje natural. Tampoco se deben escoger áreas donde se afecten bienes culturales (monumentos históricos, ruinas arqueológicas, etc).

c) El relleno sanitario deberá estar ubicado a una distancia mínima de 200 m de la fuente superficial más próxima.
d) Para la ubicación del relleno no deben escogerse zonas que presenten fallas geológicas, lugares inestables, cauces de quebradas, zonas propensas a deslaves, a agrietamientos, desprendimientos, inundaciones, etc, que pongan en riesgo la seguridad del personal o la operación del relleno.

e) El relleno sanitario no debe ubicarse en áreas incompatibles con el plan de desarrollo urbano de la ciudad. La distancia del relleno a las viviendas más cercanas no podrá ser menor de 500 m. Tampoco se deben utilizar áreas previstas para proyectos de desarrollo regional o nacional (hidroeléctricas, aeropuertos, represas, etc).

f) El relleno sanitario debe estar cerca de vías de fácil acceso para las unidades de recolección y transporte de los desechos sólidos.

g) El lugar seleccionado para el relleno sanitario debe contar con suficiente material de cobertura, de fácil extracción.

h) La permeabilidad de los suelos deberá ser igual o menor que 1 x 10-7 cm/seg; si es mayor se deberá usar otras alternativas impermeabilizantes.

i) Se deberá estimar un tiempo de vida útil del relleno sanitario de por lo menos 10 años.

j) El relleno sanitario deberá poseer: cerramiento adecuado, rótulos y avisos que lo identifiquen en cuanto a las actividades que en él se desarrollan, como entrada y salida de vehículos, horarios de operación o funcionamiento, medidas de prevención para casos de accidentes y emergencias, además se deben indicar la prohibición de acceso a personas distintas a las comprometidas en las actividades que allí se realicen.

k) El relleno sanitario debe contar con los servicios mínimos de: suministro de agua, energía eléctrica, línea telefónica, sistema de drenaje para evacuación de sus desechos líquidos, de acuerdo con la complejidad de las actividades realizadas.

l) El relleno sanitario debe contar con programas y sistemas para prevención y control de accidentes e incendios, como también para atención de primeros auxilios y cumplir con las disposiciones reglamentarias que en materia de salud ocupacional, higiene y seguridad industrial establezca el Ministerio de Salud Pública y demás organismos competentes.

m) El relleno sanitario debe contar con servicios higiénicos apropiados para uso del personal.

n) Se debe mantener un registro diario, disponible para la Entidad Ambiental de Control, en lo relacionado con cantidad, volúmenes y peso de desechos sólidos. El análisis de la composición física y química de los desechos sólidos se realizará anualmente.

o) Debe mantenerse en el relleno sanitario las condiciones necesarias para evitar la proliferación de vectores y otros animales que afecten la salud humana o la estética del entorno.

p) Se debe ejercer el control sobre el esparcimiento de los desechos sólidos, partículas, polvo y otros materiales que por acción del viento puedan ser transportados a los alrededores del sitio de disposición final.

q) Se debe controlar mediante la caracterización y tratamiento adecuado los líquidos percolados que se originen por descomposición de los desechos sólidos y que pueden llegar a cuerpos de agua superficiales o subterráneos.

r) Los desechos sólidos no peligrosos deben ser colocados y cubiertos adecuadamente.

s) Para la captación y evacuación de los gases generados al interior del relleno sanitario se deben diseñar chimeneas de material granular, las mismas que se conformarán verticalmente elevándose a medida que avanza el relleno.

t) Todo relleno sanitario debe disponer de una cuneta o canal perimetral que intercepte y desvíe fuera del mismo las aguas lluvias.

u) Durante la operación del relleno sanitario, los desechos sólidos deben ser esparcidos y compactados simultáneamente en capas que no excedan de una profundidad de 0,60 m.

v) Todas las operaciones y trabajos que demande un relleno sanitario deben ser dirigidos por una persona especialmente adiestrada para este efecto, debiendo estar su planteamiento y vigilancia a cargo de un ingeniero sanitario.

w) El relleno sanitario en operación debe ser inspeccionado regularmente por la entidad ambiental de control correspondiente, dictándose las medidas que se crea adecuadas para

corregir cualquier defecto que se compruebe en las técnicas con las que se opera en el relleno sanitario.

4.12.5. Cuando se utilice la técnica de disposición final de desechos sólidos mediante relleno sanitario, el interesado deberá presentar a la entidad ambiental de control, para su aprobación por lo menos los siguientes requisitos:

a) Memoria descriptiva

b) Diseños y especificaciones técnicas.

c) Equipamiento.

d) Cronograma de ejecución

e) Costos y presupuestos

f) Anexos.

4.12.5.1. Memoria descriptiva

La memoria descriptiva constituye el resumen general del proyecto y contendrá como mínimo los siguientes aspectos:

a) Concepción y justificación del proyecto.

b) Descripción del lugar seleccionado.

c) Descripción de los elementos básicos del proyecto (áreas de disposición, material de cobertura, forma de operación, drenajes, instalaciones, etc).

d) Información sobre los desecho sólidos a ser dispuestos (cantidad, composición, densidad, etc).

e) Plan de operaciones (acceso, cerco perimetral, preparación del lugar, transporte y disposición final de los desecho sólidos, sistemas de tratamiento, control de aguas, etc).

f) Medidas de seguridad y Plan de contingencias.

g) Evaluación de impacto ambiental.

h) Información acerca de la infraestructura periférica.

i) Información acerca de la infraestructura del relleno.

j) Estudios sanitarios, de vías, de estabilidad de taludes, geológicos, geotécnicos, de suelos, hidrogeológicos, hidrológicos e hidráulicos del sector.

k) Estudios de construcción del relleno, construcciones auxiliares y de construcción de lotes especiales.

l) Del control del tratamiento de efluentes líquidos y gaseosos del relleno.

m) De las condiciones paisajísticas.

n) Plan de inversiones y costos.

o) Plan de mantenimiento del relleno.

p) Plan de clausura y Posclausura.

q) Uso futuro del área.

r) Otros.

4.12.5.2. Diseño y especificaciones técnicas

Los diseños y especificaciones técnicas deben contener por lo menos:

a) Localización y topografía.

b) Cortes generales y de construcción.

c) Construcciones auxiliares.

d) Instalaciones.

e) Sistemas de drenaje de aguas superficiales, drenaje de gases, y drenaje de lixiviados.

f) Tratamiento de efluentes líquidos y gaseosos.

g) Información general, acerca de: Vías de acceso, taludes, distribución del área de relleno, impermeabilización de la base del relleno, cobertura.

4.12.5.3. Equipamiento.

Se debe especificar el equipo y maquinaria pesada necesarios para la habilitación, operación y clausura del relleno sanitario, compatibles con la cantidad de desecho sólidos a disponerse.

4.12.5.4. Cronograma de ejecución.

El cronograma se presentará en un diagrama de barras que deberá señalar las actividades principales para la habilitación, operación, clausura y posclausura del relleno sanitario, incluyendo las fechas y plazos previstos.

4.12.5.5. Costos y presupuestos.

Se deben presentar los análisis de costos unitarios de habilitación, operación, clausura, y posclausura del relleno sanitario, los que incluirán la mano de obra, equipo y maquinaria pesada, herramientas, materiales, etc.

El costo de habilitación comprenderá aquellos en los que habrá que incurrir para iniciar las operaciones del relleno sanitario, tales como la limpieza y deforestación, movimiento de tierras, vía de acceso, drenajes, cerco perimetral, instalaciones auxiliares, cartel de identificación, etc.

El costo de operación incluirá los costos necesarios para efectuar la disposición de los desecho sólidos, tales como descarga, esparcido, compactación, cobertura, drenaje de gases, y lixiviados, tratamientos, etc.

El costo de clausura incluirá los costos de las actividades previstas una vez concluida la operación del relleno sanitario hasta lograr su integración al paisaje circundante y su aprovechamiento para fines recreativos u otros, tales como cobertura final, arborización, etc.

El costo de posclausura comprenderá los costos de mantenimiento de la cobertura final, los sistemas de captación y tratamiento de gases y lixiviados u otros sistemas, así como los costos necesarios para efectuar el control de la contaminación ambiental y eventuales trabajos de saneamiento.

4.12.5.6. Anexos.

Los anexos deberán contar con el informe de selección del lugar, estudio geológico, hidrológico y geotécnico, memoria de cálculo, planos y demás documentos de detalle que complementen el estudio.

4.12.6. De las operaciones ejecutadas en el relleno sanitario

La operación del relleno sanitario se refiere a las actividades necesarias para la disposición final de los desechos sólidos, los que se deben llevar a cabo con personal profesional, técnico y obrero

calificado, así como con equipo y maquinaria pesada adecuada. Las operaciones desarrolladas en el relleno deben considerar:

a) Control y registro del ingreso de desechos sólidos no peligrosos.

b) Se deben establecer procedimientos para excluir la presencia de desechos peligrosos en el relleno sanitario

c) Controlar que la disposición de los lodos industriales no peligrosos, esté autorizada previamente por la entidad de aseo.

d) Se deben establecer procedimientos para la descarga de los desechos sólidos en el relleno sanitario.

e) Se deben establecer técnicas o procedimientos adecuados para el esparcido, compactación y cobertura de los desechos.

f) Se deben controlar los gases y lixiviados generados en el relleno, así como las aguas lluvias.

g) Se deberá evitar la contaminación de aguas subterráneas y de aguas superficiales, y se realizarán controles periódicos en el relleno sanitario.

h) Se deberá controlar vectores y roedores.

i) Se deberá controlar la presencia de gases explosivos en el relleno sanitario.

j) Se debe prohibir la quema de desecho sólidos en el área y alrededores del relleno sanitario.

k) Se debe restringir el ingreso de desechos líquidos al relleno sanitario.

l) Se debe controlar la segregación.

m) Se deben implementar medidas de seguridad y plan de contingencias.

n) Se deberán establecer acciones correctivas.

2.10.5. COOTAD

Capítulo III

Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal

Artículo 55.- Competencias exclusivas del gobierno autónomo descentralizado municipal.-

d) Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley.

Capítulo IV

Del Ejercicio de las Competencias Constitucionales

Artículo 136.- Ejercicio de las competencias de gestión ambiental.- De acuerdo con lo dispuesto en la Constitución, el ejercicio de la tutela estatal sobre el ambiente y la corresponsabilidad de la ciudadanía en su preservación, se articulará a través de un sistema nacional descentralizado de gestión ambiental, que tendrá a su cargo la defensoría del ambiente y la naturaleza a través de la gestión concurrente y subsidiaria de las competencias de este sector, con sujeción a las políticas, regulaciones técnicas y control de la autoridad ambiental nacional, de conformidad con lo dispuesto en la ley.

Corresponde a los gobiernos autónomos descentralizados provinciales gobernar, dirigir, ordenar, disponer, u organizar la gestión ambiental, la defensoría del ambiente y la naturaleza, en el ámbito de su territorio; estas acciones se realizarán en el marco del sistema nacional descentralizado de gestión ambiental y en concordancia con las políticas emitidas por la autoridad ambiental nacional. Para el otorgamiento de licencias ambientales deberán acreditarse obligatoriamente como autoridad ambiental de aplicación responsable en su circunscripción.

Para otorgar licencias ambientales, los gobiernos autónomos descentralizados municipales podrán calificarse como autoridades ambientales de aplicación responsable en su cantón. En los canTon.es en los que el gobierno autónomo descentralizado municipal no se haya calificado, esta facultad le corresponderá al gobierno provincial. Los gobiernos autónomos descentralizados municipales establecerán, en forma progresiva, sistemas de gestión integral de desechos, a fin de eliminar los vertidos contaminantes en ríos, lagos, lagunas, quebradas, esteros o mar, aguas residuales

provenientes de redes de alcantarillado, público o privado, así como eliminar el vertido en redes de alcantarillado.

Artículo 137.- Ejercicio de las competencias de prestación de servicios públicos.- Las competencias de prestación de servicios públicos de alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, y actividades de saneamiento ambiental, en todas sus fases, las ejecutarán los gobiernos autónomos descentralizados municipales con sus respectivas normativas. Cuando estos servicios se presten en las parroquias rurales se deberá coordinar con los gobiernos autónomos descentralizados parroquiales rurales.

La provisión de los servicios públicos responderá a los principios de solidaridad, obligatoriedad, generalidad, uniformidad, eficiencia, responsabilidad, universalidad, accesibilidad, regularidad, continuidad y calidad. Los precios y tarifas de estos servicios serán equitativos, a través de tarifas diferenciadas a favor de los sectores con menores recursos económicos, para lo cual se establecerán mecanismos de regulación y control, en el marco de las normas nacionales.

Sección Segunda

Bienes de los Gobiernos Autónomos Descentralizados

Artículo 418.- Bienes afectados al servicio público.- Son aquellos que se han adscrito administrativamente a un servicio público de competencia del gobierno autónomo descentralizado o que se han adquirido o construido para tal efecto.

Estos bienes, en cuanto tengan precio o sean susceptibles de avalúo, figurarán en el activo del balance del gobierno autónomo descentralizado o de la respectiva empresa responsable del servicio.

Constituyen bienes afectados al servicio público:

e) Los activos destinados a servicios públicos como el de recolección, procesamiento y disposición final de desechos sólidos;

Sección Cuarta

Reglas Especiales Relativas a los Bienes de Uso Público y Afectados al Servicio Público

Artículo 431.- De la gestión integral del manejo ambiental.- Los gobiernos autónomos descentralizados de manera concurrente establecerán las normas para la gestión integral del ambiente y de los desechos contaminantes que comprende la prevención, control y sanción de actividades que afecten al mismo.

Si se produjeren actividades contaminantes por parte de actores públicos o privados, el gobierno autónomo descentralizado impondrá los correctivos y sanciones a los infractores sin perjuicio de la responsabilidad civil y penal a que hubiere lugar y pondrán en conocimiento de la autoridad competente el particular, a fin de exigir el derecho de la naturaleza contemplado en la Constitución.

2.10.6. Ordenanzas Municipales del Cantón

Actualmente existe en el municipio del cantón Pastaza la Reforma a la ordenanza municipal que regula el tratamiento de basura, residuos y desperdicios expedida en el 2006, en donde se establecen los valores de las tasas a cobrar por los servicios de recolección y transporte, pero así mismo, establece sanciones a quienes incumplan los reglamentos establecidos en la Ley de Régimen Municipal.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización y duración del experimento

Ubicación Geográfica: El presente estudio se realizó en la provincia de Pastaza, cantón Pastaza, en el botadero controlado del cantón.

A continuación se resume la división política en la que se encuentra el proyecto:

PROVINCIA: Pastaza

CANTÓN: Pastaza

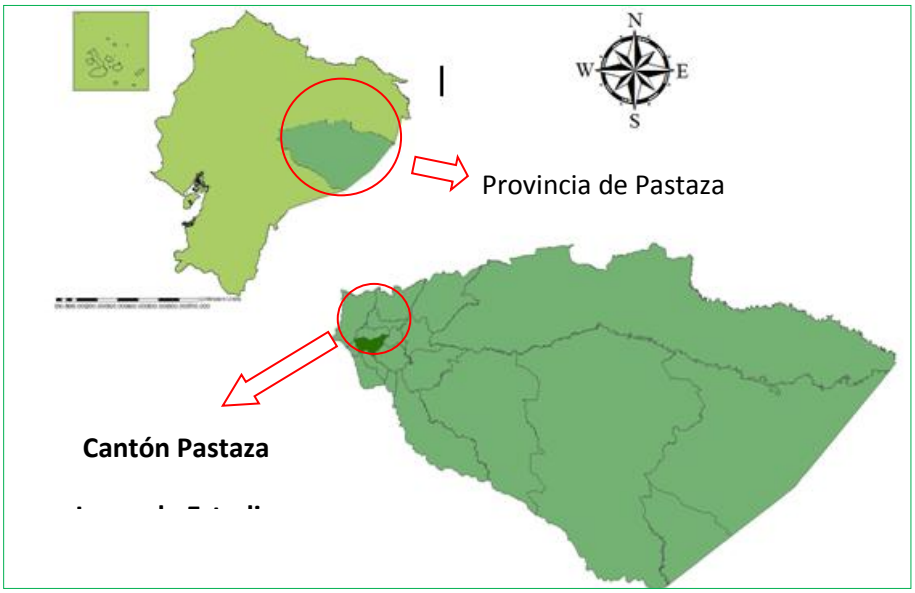
PARROQUIA: El Triunfo

El polígono de incidencia directa, corresponde a una dimensión regular de 45 ha., variable que resulta del levantamiento del área correspondiente a las dependencias del relleno sanitario.

La implantación del proyecto corresponde a las siguientes coordenadas

Id	LATITUD [m.]	LONGITUD [m.]	ALTITUD [msnm]
Centroide del Relleno Sanitario	0170510	9837170	971

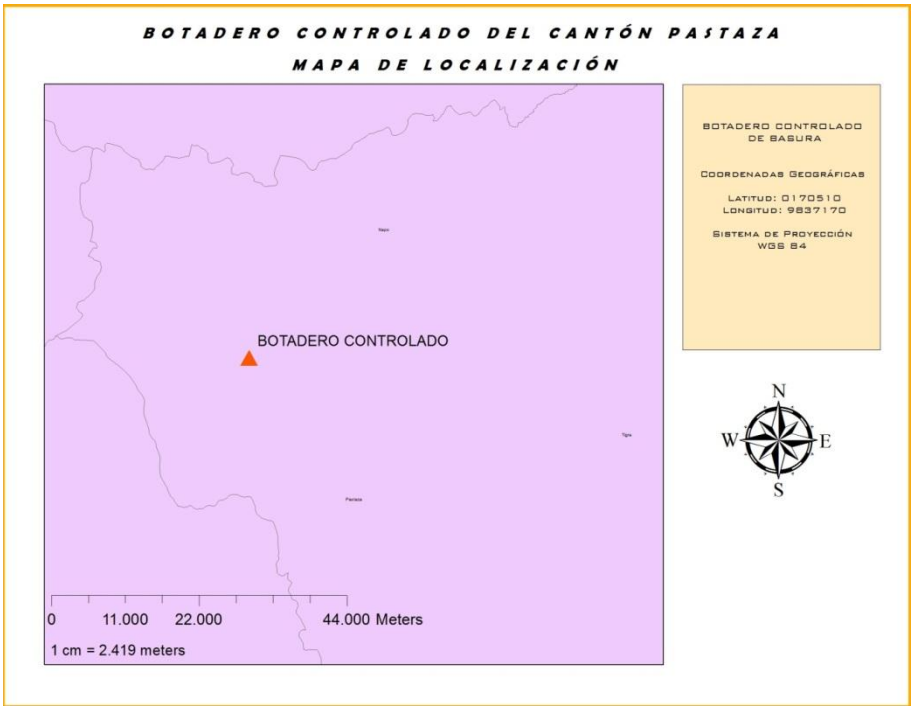
Gráfico 4. Ubicación del Experimento



Fuente: ArcGis

Elaborado por: Cristian Pavón

Gráfico 5. Localización del Proyecto



Fuente: Mapas temáticos CLIRSEN

Elaborado por: Cristian Pavón

Los datos del análisis geomático de proximidad con respecto al área de estudio, puntualizan las siguientes dimensiones lineales:

- 9,4 km. lineales de distancia de la ciudad de Puyo.

- 4,5 km. lineales de la estación meteorológica de Veracruz.

Extensión: El botadero controlado cuenta con un área 450.000 m^2. destinada además de la disposición final de los desechos y los sistemas de tratamiento de sus efluentes, a zonas de guardería, guardianía, bodegas y zonas para trabajos manuales como construcción de basureros, chimeneas, entre otros.

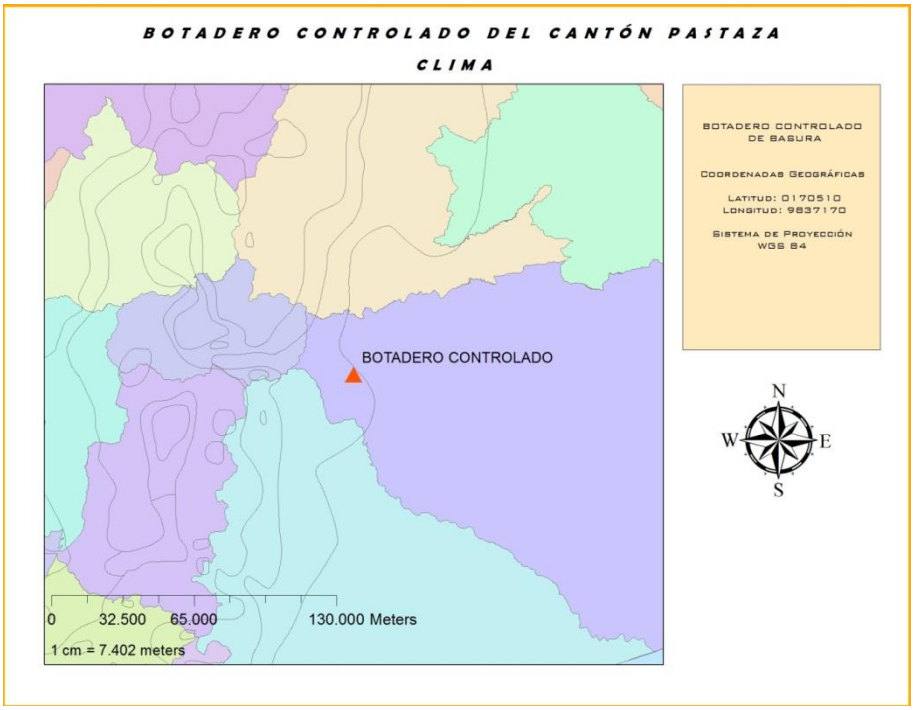
3.2. Levantamiento de línea base

3.2.1. Caracterización del Medio Físico

- **Climatología**

El área de estudio bajo el análisis geomático de superposición, se muestra en la faja climática del tipo Tropical Mega térmico Húmedo. Datos pluviométricos de la zona se establecen los 13,2 mm. por día.

Gráfico 6. Climatología



Fuente: Mapas temáticos CLIRSEN

Elaborado por: Cristian Pavón.

- **Geología**

El área en estudio se asienta, totalmente, sobre estratos conglomerados, arenas y lutitas; pertenecientes al Período de formación Cuaternario". La constitución del suelo se establece en el orden Inseptisol, los terrenos en la zona de incidencia directa se establecen aptos para pastos y cultivos. La textura del suelo es media.

Gráfico 7. Geomorfología



Fuente: Mapas temáticos CLIRSEN

Elaborado por: Cristian Pavón

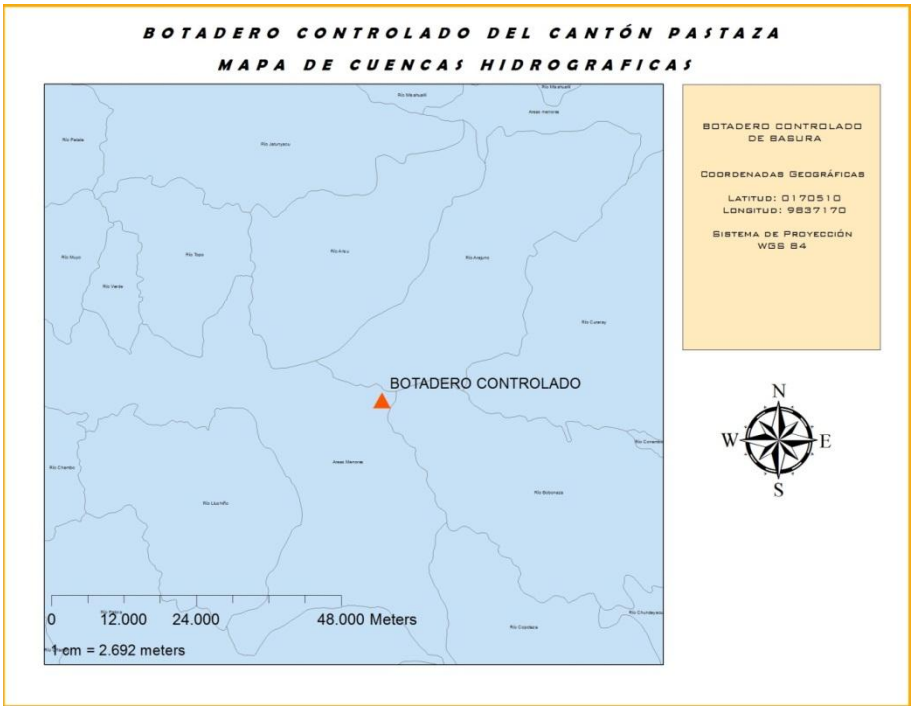
Estudios de mecánica de suelo realizados In Situ realizado por ECUASUELOS21 (2010) develan un suelo del tipo Limo areno arcilloso de alta compresibilidad, mientras que en la parte superficial se tiene material sedimentario menos compacto (Ver Anexo 7).

- **Hidrología e hidrografía**

  El área de estudio se superpone a la cuenca hidrológica del río Pastaza y Subcuenca del río Puyo, a través del análisis geomático de la microcuenca, alusiva al presente estudio, en el área de incidencia directa del proyecto se deduce la presencia de drenajes menores.

  El área de estudio (directa e indirecta), bajo el análisis geomático de proximidad, no expone riesgos asociados a inundaciones por posibles fuertes precipitaciones y/o desbordamientos de cursos superficiales.

Gráfico 8. Hidrología e hidrografía



Fuente: Mapas temáticos CLIRSEN

Elaborado por: Cristian Pavón

In situ, se tiene la presencia del rio Chilcayacu, que además de ser un límite perimetral del botadero controlado es un afluente directo del rio Puyo, se encuentra ubicado a unos dos cientos metros de la actual plataforma abierta, observando la presencia de basura derramada en el rio.

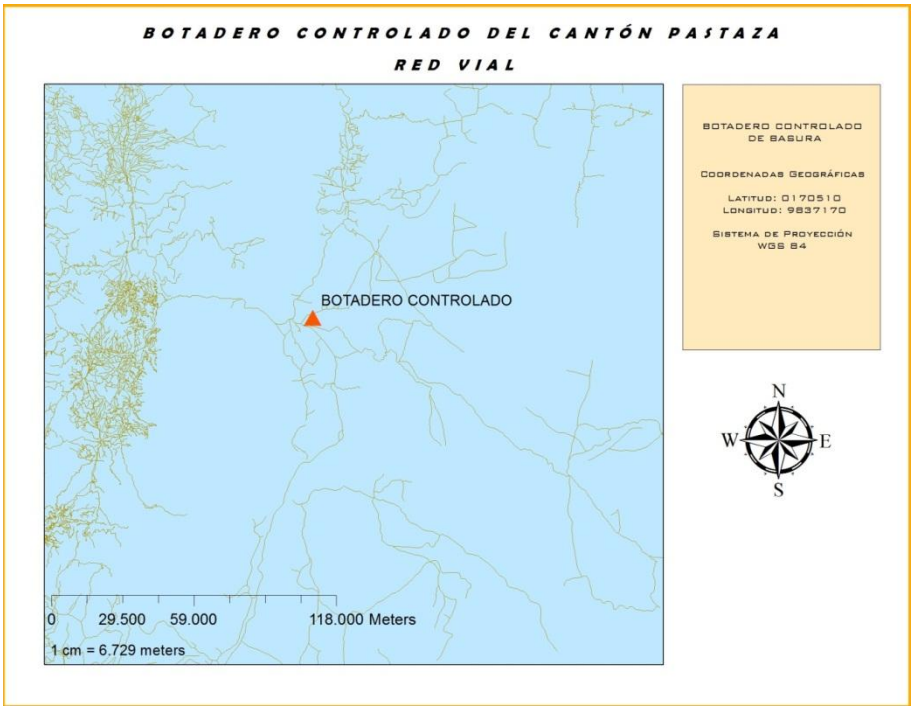
- **Uso del Suelo**

  El área de incidencia directa del estudio, según el análisis geomático y trabajo in situ, se superpone a una zona agrícola y ganadera, antropogénicamente intervenida.

- **Red Vial**

  Se establece en una zona vial consolidada de primer y segundo orden.

Gráfico 9. Red Vial



Fuente: Mapas temáticos CLIRSEN

Elaborado por: Cristian Pavón

3.2.2. Caracterización del Medio Biótico

Para la caracterización de la Fauna y Vegetación en el área de estudio, se consideró la siguiente metodología, desagregada en dos etapas.

La primera etapa consistió en una revisión bibliográfica de antecedentes disponibles para el área de estudio con el objetivo de contextualizar los siguientes parámetros:

- El listado de flora y fauna potencialmente presente en áreas de características similares a las consideradas en el proyecto.
- El estado de conservación de la fauna potencial en el área del proyecto.

La segunda etapa consistió en la prospección en terreno del área de Intervención, y bajo la metodología de observación directa se procedió a establecer la flora y fauna sobre saliente en la zona de incidencia directa.

- **Vegetación**

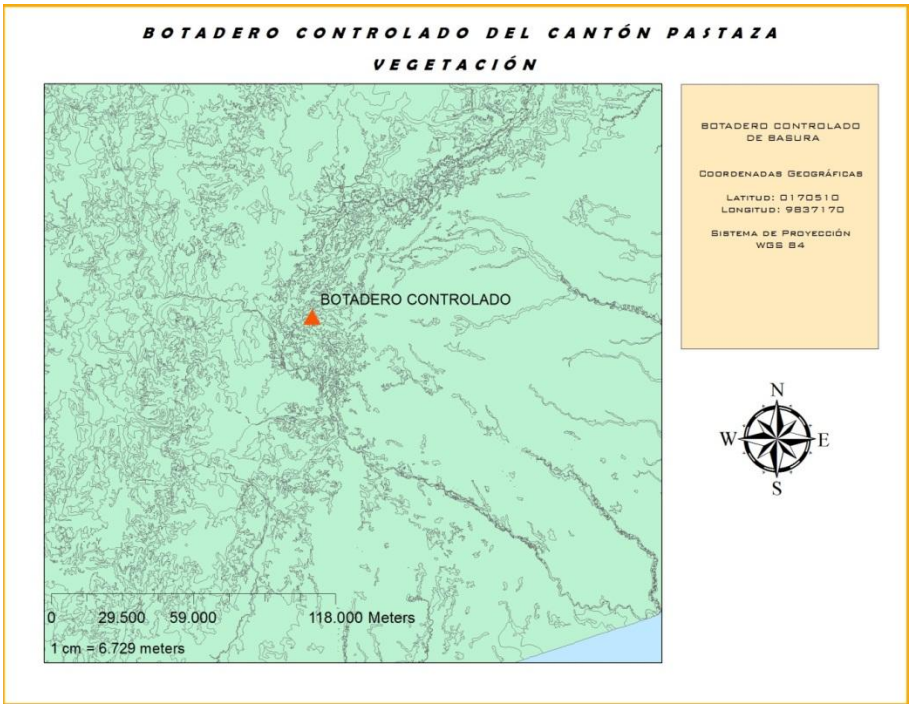
  Para CEGEA (2012) la Amazonía posee abundante vegetación, en ella se encuentran seres vivos que tratan de buscar su espacio, luz y alimento. Esta vegetación brinda elementos indispensables para la existencia del hombre tales como: Frutos, esencias, colorantes, alcohol, carbón, almidones, ceras, caucho y madera. Aquí radica su importancia, ya que muchas industrias dependen de las materias primas de los bosques, aunque es el único recurso natural que el hombre puede renovar con el tiempo no se puede aprovechar de forma indiscriminada, ya que podría afectar al Medio Ambiente y Ecológico.

  Pastaza aloja gran riqueza natural dentro de la Amazonía, su vegetación es única y exuberante, existen árboles que llegan a los 50 [m] de altura, contando con maderas muy apreciadas como: Roble (*Quercus coccifera*), Huarumo (*Paitra ferazi*), Cedro (*Cedrus atlántica*), Pechiche (*Vitex gigantea*), Guayacán (*Febredeust guyaca*,) Laurel, Yusa, Guabilla, Balza (*Ochroma pyramidale*), Chonta Pambil, Colca, Caña, Guadua, entre otros.

  También resalta la presencia de especies de menor tamaño como las herbáceas y árboles jóvenes como: Achiote, Biljao, Pasto de elefante, Hortiga, Nupi, Bromelia, Dormilona, Helechos, Rabo de ratón, Hiumbingue, Bejuco, Pindo, Grama, Espolonia, Monte, Platanillo, además se puede describir cultivos de ciclo corto como: Uva de monte, Plátano Ceda (*Musa Sapientus*), Papachina, Naranjilla, Yuca (*Yucca brevifolia*), Guaba, Papaya, Limón; estos productos son utilizados para la alimentación tradicional.

  El análisis geomático de superposición sobre la zona, establece una bioma Bosque Natural en el piso tropical, exhibe un área de incidencia del proyecto sobre formaciones vegetativas con pastos plantados y cultivos indiferenciados.

Gráfico 10. Vegetación



Fuente: Mapas temáticos CLIRSEN

Elaborado por: Cristian Pavón

El análisis geomático en mención, corrobora el hecho de que el área de estudio, corresponden a sectores intervenidos desde hace ya varios años. En el área de incidencia directa se detectaron especies vegetales comunes de la zona. No se detectaron especies endémicas.

A continuación se detallan las especies predominantes del sector:

Tabla 2. Vegetación predominante

Familia	Nombre Científico	Nombre común
Fabaceae	*Inga edulis*	Guaba
Myrtaceae	*Psidium guajava*	Guayaba
Musaceae	*Musa paradisiacal*	Plátano
Poaceae	*Saccharum officinarum*	Caña de azúcar
Solanaceae	*Solanum quitoense*	Naranjilla
Cucurbitaceae	*Cucúrbita fisifolia*	Zambo
Caricaceae	*Carica papaya*	Papaya
Rutaceae	*Citrus limonun*	Limón
Passifloraceae	*Passiflora Edulis*	Maracuyá
Ciclantaceae	*Carludovica palmata*	Paja Toquilla
Arecaceae	*Ireartea deltoidea*	Chonta Pambil
Cecropiaceae	*Cecropia obtusifolia*	Huarumo
Bixaceae	*Bixa Orellana*	Achiote
Moraceae	*Pourouma cecropiifolia*	Uva de monte
Asteraceae	*Pollalesta discolor*	Pigüe
Marantaceae	*Calathea donnell*	Biljao
Amaranthaceae	*Aerva sanguinolenta*	Escancel silvestre
Heliconeaceae	*Heliconia wagneriana*	Platanillo
Papilonasea	*Arachis pintoi*	Maní forrajero
Euphorbiaceae	*Croton lechleri*	Sangre de grado
Costaceae	*Costus pulverulentus*	Caña Agria
Hipolepidaceae	*Pteridium aquilinum*	Helecho común
Poaceae	*Paspalum fasciculatum*	Gramalote
Heliconeaceae	*Heliconia bihai*	Platanillo
Urticaceae	*Urtica urens*	Ortiga
Poaceae	*Pennisetum purpureum*	Pasto elefante
Fabaceae	*Mimosa púdica*	Dormilona

Fuente: OMAERE (1999)

Elaborado por: Cristian Pavón.

- **Fauna**

Es conocido que en la provincia de Pastaza existía una gran variedad de animales, pero debido a la fuerte actividad destructiva del hombre, ésta diversidad ha ido desapareciendo (CEGEA, 2012). Sin embargo, la observación in situ y el trabajo descriptivo – bibliográfico dan cuenta de la existencia de vida silvestre. Para caracterizar el componente faunístico nos basaremos en el estudio preliminar de los "Vertebrados Ecuatorianos" Albuja (2004).

A continuación se detallan las especies más comunes que se encuentran en el sector:

Tabla 3. Fauna encontrada

Nombre local	Nombre Científico
Guatusa	*Dasyprocta fuliginosa*
Guatín	*Myoprocta acouchy*
Rata	*Rattus norvegicus*
Armadillos	*Dasypus novemcinctus*
Conejo de monte	*Oryctolagus cuniculus*
Cuchucho	*Nasua nasua*
Chorongo	*Lagothrix lagotricha*
Capuchino Blanco	*Cebus albifrons*
Capuchino Negro	*Cebus apella*
Chichico	*Saguinus fuscicollis*
Mono Ardilla	*Saimiri sciureus*
Raposa	*Glironia venusta*
Lagartijas	*Mabouya mabouya*
Boa	*Boa constrictor*
Perico	*Brotogeris versicolurus*
Loro Común	*Amazona autumnalis*
Colibrí	*Archilochus colubris*
Gallinazo	*Coragyps atratus*
Abeja	*Apis mellifera*
Mosca	*Musca domestica*
Saltamontes	*Tettigonia viridíssima*
Libélula	*Gomphus vulgatissimus*
Mariposa	*Danaus plexippus*
Araña	*Latrodectus mactans*

Fuente: Albuja (2004)

Elaborado por: Cristian Pavón.

Cabe destacar que se pudo determinar la presencia de esas especies mediante la observación in situ de madrigueras y excretas.

3.2.3. Condiciones Actuales del Botadero Controlado

- **Construcciones existentes:** Del área total del botadero el 35% del botadero está construido, constando de una garita de entrada destinada a la guardianía, un hangar destinada a la fábrica de adoquín, una guardería para los hijos de los minadores, una bodega, una compostera, una plataforma de hormigón para los desechos hospitalarios, una plataforma de 60x50x5 para los desechos municipales, una zona para depositar los escombros y material chatarra, y alrededor de 20 celdas de disposición final cerradas.

- **Actividades:** Almacenamiento de equipos y materiales, disposición final de desechos comunes municipales y hospitalarios, compostaje, reciclaje, elaboración de basureros comunitarios.

- **Efluentes generados:** Producto de la descomposición de los desechos se produce emisiones de metano y otros gases a la atmosfera y la producción de lixiviado.

- **Vía de acceso:** Existe un fácil acceso para las unidades de recolección y transporte de los desechos sólidos, contando con una vía asfaltada desde la ciudad de Puyo hasta el kilometro dos y medio vía Puyo-10 de Agosto, y un camino empedrado de unos 500 metros hasta el botadero controlado.

- **Material de cobertura:** Cuenta con suficiente material de cobertura, este es producto de la excavación de las plataformas y se encuentra alrededor del mismo.

- **Protección del suelo:** Sobre las paredes y el suelo se tiende geomembrama de 4 mm. de espesor para evitar la filtración del lixiviado y líquidos percolados a través del suelo.

- **Servicios básicos:** Cuenta con energía eléctrica; respecto al agua potable, esta es abastecida semanalmente a través de tanqueros de acuerdo al consumo, cuenta con servicios higiénicos apropiados para uso del personal.

- **Evacuación de líquidos percolados y lixiviados:** Se cuenta con cunetas perimetrales para la evacuación de las aguas lluvias disminuyendo de esta manera la presencia de líquidos percolados,

cuenta además con el sistema espina de pescado para la recolección de lixiviados y su posterior transporte hacia el sistema de tratamiento. De esta manera se evita la contaminación a cuerpos de aguas.

- **Evacuación de gases:** Cuenta con chimeneas verticales con presencia de material granular, su finalidad es evacuar los gases producidos por la descomposición del material dispuesto en la plataforma.

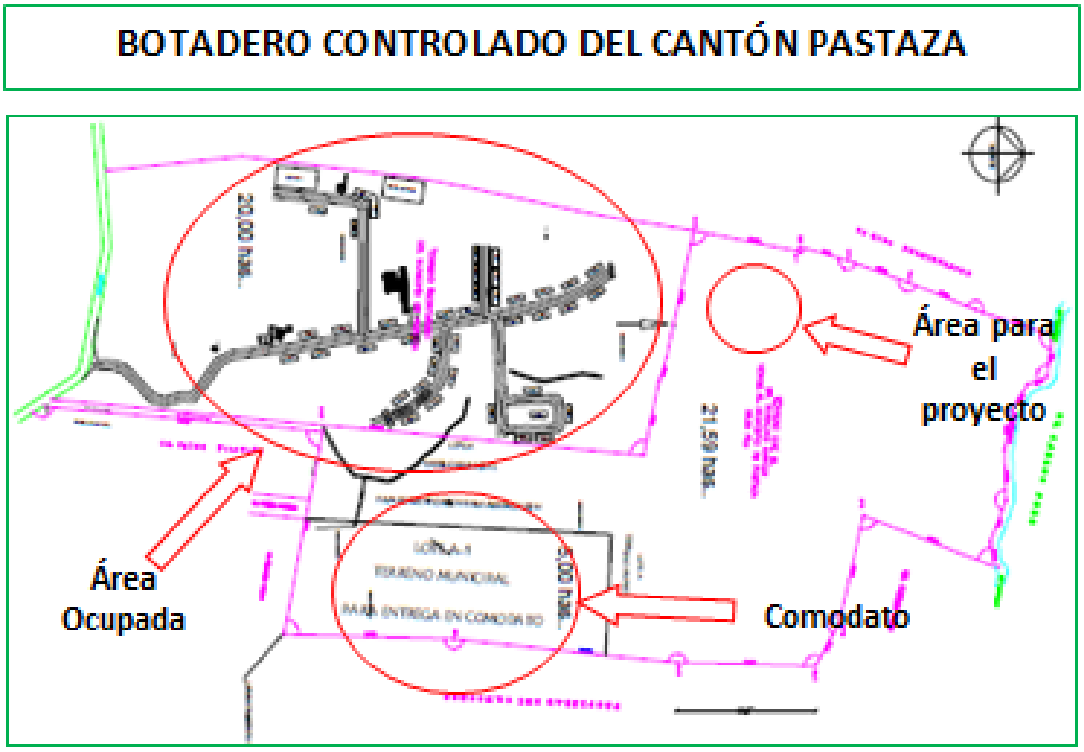
- **Compactación de desechos:** Cuenta con una retroexcavadora a tiempo completo durante la operación del relleno sanitario dedicado a la expansión, compactación y recubrimiento de los desechos.

3.2.4. Área de influencia

Consideramos el área de influencia como el espacio físico en donde las acciones del actual proyecto pueden ocasionar impactos positivos o negativos, al entorno físico, biótico y sociocultural; de esta manera en dependencia del grado de interrelación que tiene el Botadero Controlado del cantón con las distintas variables socio-ambientales, el área de influencia se ha subdividido en dos: directa e indirecta. Esta subdivisión permite tener una mayor comprensión y facilidad de análisis de la situación ambiental del sitio en estudio.

- **Área Directa:** Corresponde al área cercana al botadero, donde los impactos generados por su operación son directos y de mayor intensidad. Se incluye las áreas de uso definidas para las actividades propias del proceso (plataforma de disposición final actual y cerradas, plantas de tratamiento de lixiviados, chimeneas para biogás, etc.); teniéndose como referencia un área de 450.000 m2.

Gráfico 11. Área de influencia directa

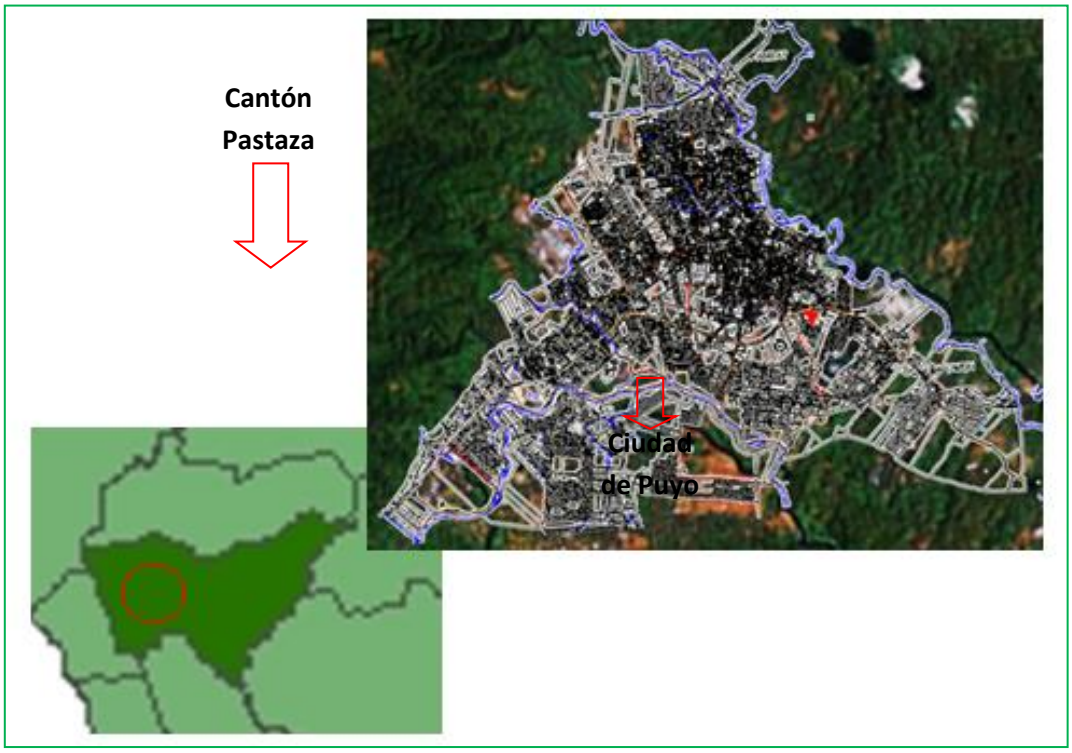


Fuente: Municipio de Pastaza (2010)

Elaborado por: Cristian Pavón

- **Área Indirecta:** Se estableció en base a las áreas o sectores que son afectados indirectamente por las operaciones del botadero controlado, así como áreas potencialmente afectadas a mediano y largo plazo por los efluentes producidos, en este contexto, se abarca la cuenca hidrográfica de río Chilcayacu y el sector urbano de Puyo beneficiado con el servicio de recolección.

Gráfico 12. Área de Influencia Indirecta.



Fuente: Municipio de Pastaza (2010)

Elaborado por: Cristian Pavón

3.3. Duración del trabajo

El presente trabajo se inició en octubre del 2011 y finalizó en julio del 2012, realizándose actividades como presentación de oficios para la realización del trabajo de tesis dentro del botadero controlado municipal, preparación de procedimientos a realizar para la obtención de datos de campo, búsqueda de financiamiento, realización de trabajo de campo, procesamiento de datos, obtención de resultados y redacción del presente.

3.4. Condiciones meteorológicas

Para valorar las condiciones meteorológicas presentes en el lugar se analizó los datos obtenidos en la estación meteorológica del INHAMI de la ciudad de Puyo en los últimos 5 años (Ver Anexo 6) obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 4. Datos meteorológicos de la ciudad de Puyo en los últimos 5 años por años.

Mes	T. Media (°C)	T. Máxima (°C)	T. Mínima (°C)	Humedad Relativa (%)	Precipitación (mm)	Evaporación (mm)	Insolación (horas)
2006	21,2	29,8	14,5	88,4	13,2	2,3	92,4
2007	21,3	30	14,3	88	13,3	2,4	91,8
2008	21,1	27,1	17,1	88	12,3	2,3	90,2
2009	21,4	26,7	17,9	88	13,2	2,3	94,6
2010	21,8	27,2	18,5	87	13,4	2,4	93,2
2011	21,3	26,4	17,8	88	13,9	2,5	90,8
PROMEDIO	**21,35**	**27,87**	**16,68**	**87,90**	**13,22**	**2,37**	**92,17**

Fuente: Estación meteorológica INHAMI, Puyo

Elaborado por: Cristian Pavón

3.5. Materiales y equipos

Destacamos los siguientes materiales y equipos:

Para el pesaje

- Insumos de oficina
- Guantes de nitrilo
- Mascarilla
- Mandil
- Botas de caucho
- Fundas de basura
- Báscula de capacidad de 20 Toneladas

Para el cuarteo

- Insumos de oficina
- Guantes de nitrilo
- Mascarilla
- Mandil
- Botas de caucho
- Fundas de basura
- Balanza romana
- Palas

- Recipiente de volumen conocido

Para la tesis

- Insumos de oficina
- Laptop
- Cámara

3.6. Factores de estudio

3.6.1. Determinación de la cantidad de basura producida:

Se lo realizó a través del pesaje de los recolectores vacíos y cargados de desechos de las distintas rutas de recolección en diferentes días de la semana, este se lo hizo en el barrio Las Américas usando una báscula (balanza camionera) de capacidad de 20 Toneladas. La finalidad fue conocer cuanta basura en peso se está produciendo diariamente en la ciudad de Puyo.

3.6.2. Determinación de la cantidad de productos reciclados:

Se lo realizó en el botadero controlado del cantón en colaboración de los minadores y el comprador de la basura reciclada, se lo realizó todos los miércoles y para ello se utilizó una balanza romana. Su finalidad fue conocer la cantidad de desechos que son reciclados del total de desechos que ingresan al relleno.

3.6.3. Determinación de la densidad de desechos sólidos:

Se lo realizó a través del cuarteo en el botadero controlado del cantón al terminar la jornada de trabajo de los recolectores, se lo hizo en la plataforma abierta con la finalidad de determinar el peso volumétrico de los desechos sólidos.

3.6.4. Determinación de componentes o subproductos:

Se lo realizó a través del cuarteo con la finalidad de saber el porcentaje que representa cada subproducto en relación con la cantidad de desechos sólidos dispuestos en el botadero.

3.7. Diseño del trabajo de campo

3.7.1. Producción de desechos sólidos:

Para la determinación de cuanta basura se produce en la ciudad de Puyo, se solicitó al coordinador de desechos sólidos la autorización para la realización del pesaje de los recolectores en un centro de

reciclaje de chatarra ubicada en el kilómetro 3 vía al Tena, en el barrio Las Américas, debido a que el botadero controlado no cuenta con una báscula para la realización del trabajo. En el lugar se utilizó una báscula de capacidad de 20 Toneladas, siendo pesados los cuatro recolectores encargados del transporte de los desechos sólidos al botadero controlado. Se los peso vacíos y llenos, de esta manera por diferencia de pesos se llegó a obtener el peso real de producción de desechos sólidos. Cabe mencionar que debido a la capacidad de la báscula y producción de los desechos en algunos casos se tuvo que pesar hasta dos veces los recolectores, actuando de la siguiente manera:

- Se recolectó los desechos de cada ruta hasta la mitad del recorrido.
- Se pesa los desechos recolectados.
- Se los transporta al botadero controlado.
- Se recolectó los desechos del resto del recorrido.
- Se pesa los desechos recolectados.
- Se los transporta al botadero controlado.

Se tomaron 32 pesos en un periodo de dos meses, los días de pesaje para cada recolector fueron tomados al azar, los datos obtenidos fueron ingresados en una ficha de campo (Ver Anexo1) y se los proceso en una ficha de registro (Ver Anexo2).

3.7.2. Cantidad de desechos sólidos reciclados:

El reciclaje de desechos sólidos es realizado por personas particulares, por lo que se buscó el apoyo tanto de los minadores como personal que compran los desechos reciclados, por lo que se realizó entrevistas con ellos, su finalidad fue explicar el trabajo que se hizo, obtener información necesaria (tipo y cantidad de material que se recicla) y contar con su debida colaboración en el trabajo de campo. Se procedió pesando los desechos reciclados en una balanza romana, tomándose un total de ocho lecturas para cada material reciclado en un periodo de dos meses. Los datos fueron apuntados en fichas de campo (Ver Anexo3) y procesados en fichas de registro (Ver Anexo4).

3.7.3. Densidad de desechos sólidos:

El trabajo de campo se lo realizó en el botadero controlado del cantón en la plataforma abierta (In-situ), para el mismo se utilizó personal del relleno, el método utilizado para la determinación de la densidad fue el cuarteo, siguiéndose el procedimiento propuesto por Romero (2010):

- Utilizándose la retroexcavadora encargada de la compactación de los desechos sólidos se buscando obtener un pilo de basura homogenizada.
- Con las palas se dividió el pilo en cuatro partes iguales, tomándose los extremos de cada subdivisión. (A y D o B y C).
- Se procedió a remover con las palas las subdivisiones escogidas buscando homogenizar el nuevo pilo de basura.
- Este procedimiento se repitió tres veces hasta obtener un pilo de menor tamaño.
- Luego de contar con muestras de características homogéneas se determinó su peso (se utilizó una balanza romana) y volumen (recipiente de volumen conocido).
- El peso volumétrico fue determinado posteriormente a través de la expresión matemática:

  $Pv = P / V = kg../m^3$.

  Dónde: Pv = Peso volumétrico del residuo sólidos, en $kg../m^3$.
  P = Peso bruto de los residuos sólidos menos recipiente, en kg..

Los datos obtenidos fueron anotados y procesados en fichas de registro (Ver Anexo 5). El trabajo se lo realizo tres veces a la semana, dos semanas al mes, realizando el procedimiento para cada ruta de recolección, Los días destinadas al trabajo de campo fueron tomados al azar.

3.7.4. Caracterización de desechos sólidos:

El trabajo realizado fue In-situ y paralelo a la determinación de la densidad de los desechos sólidos, debido a que se las muestras homogéneas productos del cuarteo se utilizó para separar cada subproducto y caracterizarlo, cada subproducto se colocó en fundas plásticas, y posteriormente fueron pesados, los datos fueron anotados en fichas de registros (Ver Anexo5). El objetivo fue conocer que se está manejando en el botadero controlado actualmente y en qué porcentaje.

3.8. Mediciones experimentales

3.8.1. Proyección poblacional:

A través de datos estadísticos establecidos por el INEC (2010) se procedió a realizar una proyección de la cantidad de habitantes a ser servidos en el tiempo que dura el proyecto, para lo cual se utilizó la metodología propuesta por Hernández (1991), el cual propone el método matemático:

$$Pf = Po + (1 + t)^{n}$$

Dónde: Pf: Población futura a estimar

Po: Población actual

t: Tasa de crecimiento anual

n: Número de años a estimar.

3.8.2. Producción de desechos sólidos anuales:

A través de la determinación de la cantidad de desechos sólidos producidos actualmente se estimó la cantidad de desechos sólidos que se dispondrán en el botadero controlado al término de los tres años, su finalidad será determinar la cantidad de desechos que serán tratados.

3.8.3. Caracterización de desechos sólidos:

Su finalidad fue determinar la cantidad de los distintos componentes presentes en los desechos que son recolectados y su porcentaje en la misma.

3.9. Manejo del experimento

Una vez obtenido los resultados del trabajo de campo y mediciones experimentales se procedió a realizar el diseño de la plataforma de disposición final de desechos sólidos para el botadero controlado del cantón Pastaza con un tiempo de vida útil de 3 años, los datos obtenidos sirvieron como guía para la selección del método y estimación de las dimensiones adecuadas a utilizar para el tratamiento de desechos sólidos del cantón.

Se tomaron en cuenta las guías metodológicas que establecen la OPS (2002), para el manejo de residuos sólidos municipales en ciudades medianas, datos del INEC (2010) y los criterios establecidos en el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS) para el manejo de desechos sólidos no peligrosos en su disposición final.

3.10. Análisis económico

Tabla 5. Análisis económico

CONSTRUCCIÓN DE PLATAFORMA PARA DISPOSICIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS

RUBRO	ACTIVIDAD:	CONSTRUCCIÓN DE LA PLATAFORMA			
	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO ($)	P. TOTAL ($)
1	Excavación manual	día/hombre	5	105,60	528,00
2	Excavación mecánica	día/hombre	1	220,00	220,00
3	Materiales y herramientas	UNIDAD	1	100,00	100,00
				SUBTOTAL	**848,00**

RUBRO	ACTIVIDAD:	RECOLECCIÓN Y EVACUACIÓN DE GASES (CHIMENEAS)			
	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO ($)	P. TOTAL ($)
4	Piedra bola	m^3.	135	7,04	950,40
5	Malla pre-fabricada (10 m2.)	UNIDAD	18	46,60	838,80
6	Tubo PVC 6´ (3 m. de largo)	UNIDAD	90	12,28	1.105,20
7	Materiales y herramientas	UNIDAD	1	25,00	25,00
8	Mano de obra	día/hombre	5	225,00	1.125,00
				SUBTOTAL	**4.044,40**

RUBRO	ACTIVIDAD:	RECOLECCIÓN, TRANSPORTE Y TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS			
	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO ($)	P. TOTAL ($)
9	Piedra bola	m^3.	1197	7,04	8.426,88
10	Sistema de tratamiento de lixiviados	UNIDAD	1	52.800,00	52.800,00
11	Mano de obra	día/hombre	5	225,00	1.125,00
				SUBTOTAL	**62.351,88**

RUBRO	ACTIVIDAD:	ZONA DE RECICLAJE			
	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO ($)	P. TOTAL ($)
12	Zinc 2,40 m.	UNIDAD	16	7,79	124,64
13	Zinc 3,60 m.	UNIDAD	16	8,76	140,16
14	Bigas 8x15 cm. (5 m. de largo)	UNIDAD	25	22,00	550,00
15	Varengas 5x7 cm. (6 m. de largo)	UNIDAD	17	15,84	269,28
16	Materiales y herramientas	UNIDAD	1	50,00	50,00
17	Mano de obra	día/hombre	5	225,00	2.259,08
				SUBTOTAL	**18.263,20**

RUBRO	ACTIVIDAD:	IMPERMEABILIZACIÓN DEL SUELO			
	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO ($)	P. TOTAL ($)
18	Geomembrana (4 mm.)	m^3.	5540	3,08	17.063,20
19	Mano de obra	día/hombre	5	225,00	1.125,00
20	Materiales Y HERRAMIENTAS	UNIDAD	1	75,00	75,00
				SUBTOTAL	**18.263,20**

SUBTOTAL	106.029,76
IVA (12%)	**12.723,57**
TOTAL	**118.753,33**

Fuente: Municipio de Pastaza (2012)

Elaborado por: Cristian Pavón

4. RESULTADOS EXPERIMENTALES

4.1. Producción de desechos sólidos:

La recolección de los desechos sólidos municipales en las distintas rutas corresponden no solo a un barrio especifico sino a varios sectores, nombrándose la ruta de acuerdo al barrio más conocido o de mayor tamaño, de esta manera tenemos que el recolector Nissan Tk20 se encarga de la recolección además del barrio Cumandá, de otros sectores como el Terminal, Miraflores, Las Américas y parte del Vicentino; el recolector Hino GH se encarga de la recolección del barrio Obrero, La Isla, Simón Bolívar, Cdla. del Chofer, parte del Vicentino; el recolector Volqueta KY01 recolecta los desechos del barrio de la Merced, Los Ángeles, Cdla. Municipal, y sus alrededores; el recolector Volvo recolecta los desechos sólidos del barrio La Plaza Aray, El Recreo, Pindo, La Tarqui, y sus alrededores.

Para un mejor manejo de los resultados se vio conveniente usar denotaciones tanto para las rutas de recolección como para los vehículos encargados de transportar los desechos sólidos al botadero, teniendo de esta manera:

Rutas de recolección:

R1: Ruta 1. Barrio Obrero y sus alrededores

R2: Ruta 2. Barrio La Merced y sus alrededores

R3: Ruta 3. Barrio Cumandá y sus alrededores

R4: Ruta 4. Barrio Plaza Aray y sus alrededores

Recolectores:

T1: HINO GH

T2: VOLQUETA KY01

T3: NISSAN TK20

T4: VOLVO

Debido a la capacidad de la balanza camionera se realizó hasta dos pesajes por ruta de recolección, obteniendo de esta manera lo siguiente:

Desechos sólidos en R1

Tabla 6. Ficha de registro de datos de la producción de desechos sólidos en R1 (kg./día).

FICHA DE REGISTRO DE DATOS DEL PESAJE DE RECOLECTORES						
Recolector:	T1					
Chofer:	SEGUNDO GUAMAN					
Ruta:	R1					
Peso Vacío (Kg.):	10.630					
Responsable:	CRISTIAN M. PAVÓN SAGUAY					
	Peso 1	**Peso 2**	**Peso Total**	***Peso 1**	***Peso 2**	***Peso Total**
Muestra 1	13.025	12.925	25.950	2.395	2.295	4.690
Muestra 2	12.330	11.800	24.130	1.700	1.170	2.870
Muestra 3	13.240	12.190	25.430	2.610	1.560	4.170
Muestra 4	12.810	12.280	25.090	2.180	1.650	3.830
Muestra 5	12.539	12.630	25.169	1.909	2.000	3.909
Muestra 6	12.961	12.395	25.356	2.331	1.765	4.096
Muestra 7	11.989	11.397	23.386	1.359	767	2.126
Muestra 8	12.278	12.179	24.457	1.648	1.549	3.197
Total			**198.968**			**28.888**

Fuente: Cristian Pavón y Municipio de Pastaza

Elaborado por: Cristian Pavón

Tabla 7. Producción de desechos sólidos en R1 (Ton./día).

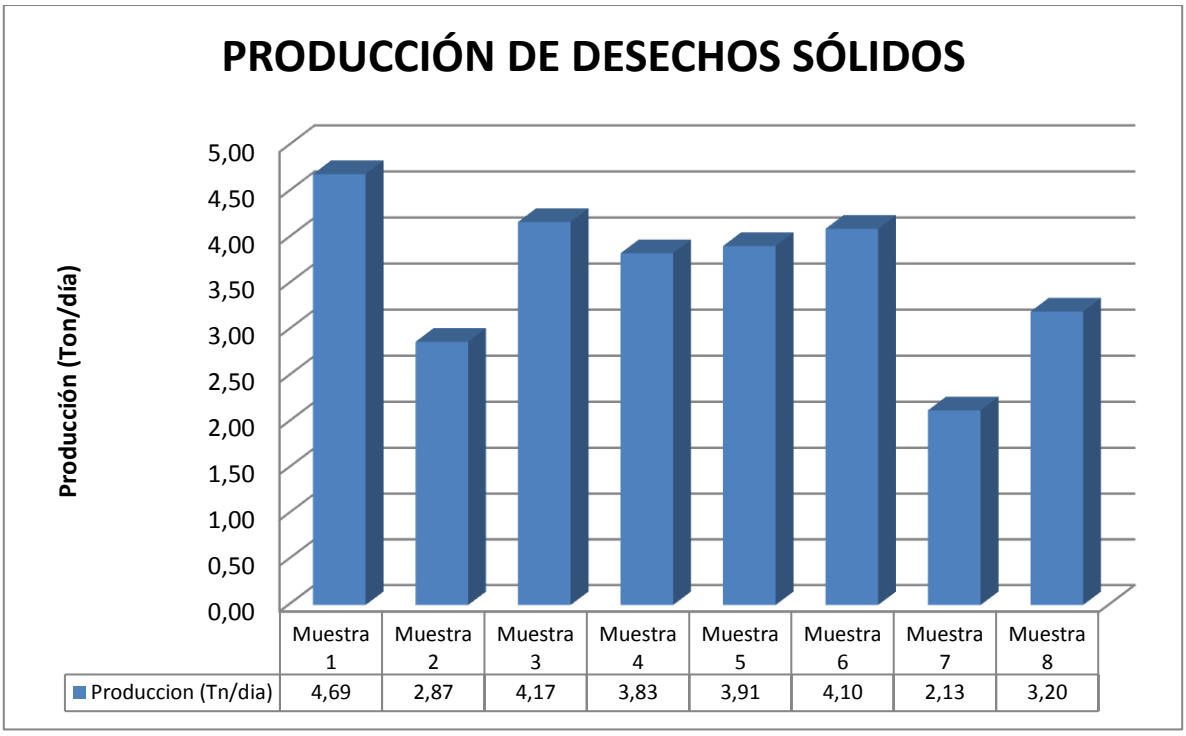
T1	
# Muestra	**Producción (Ton./día)**
Muestra 1	4,69
Muestra 2	2,87
Muestra 3	4,17
Muestra 4	3,83
Muestra 5	3,91
Muestra 6	4,10
Muestra 7	2,13

Muestra 8	3,20
Promedio	**3,61**

Fuente: Cristian Pavón y Municipio de Pastaza

Elaborado por: Cristian Pavón

Gráfico 13. Producción de desechos sólidos en R1 (Ton./día).



Fuente: Cristian Pavón y Municipio de Pastaza

Elaborado por: Cristian Pavón

En la Tabla 6 se puede observar que el recolector fue pesado dos veces al día en cada muestra, llegando a obtenerse un total en peso muestreado de 198.968 kg. (recolector y desechos sólidos) y de 28.888 kg. (desechos sólidos recolectados), de esta manera tenemos que en la Tabla 7 y Gráfico 13 se presenta un promedio de 3,61 Toneladas de desechos sólidos producidos al día, encontrando una mayor producción en la muestra 1 (4,69 Ton./día), muestras 3 (4,17 Ton./día) y muestras 6 (4,10 Ton./día), y una menor

producción en la muestras 7 (2,13 Ton./día), muestras 2 (2,87 Ton./día), además de presentar producciones como la muestra 4 (3,83 Ton./día), muestras 5 (3,91 Ton./día) y muestras 8 (3,20 Ton./día).

Desechos sólidos en R2

Tabla 8. Ficha de registro de datos de la producción de desechos sólidos en R2 (kg./día).

FICHA DE REGISTRO DE DATOS DEL PESAJE DE RECOLECTORES						
Recolector:	T2					
Chofer:	JOSE MUÑOZ					
Ruta:	R2					
Peso Vacío (Kg.):	9.120					
Responsable:	CRISTIAN M. PAVÓN SAGUAY					
	Peso 1	**Peso 2**	**Peso Total**	***Peso 1**	***Peso 2**	***Peso Total**
Muestra 1	11.715	10.975	22.690	2.595	1.855	4.450
Muestra 2	11.335	9.450	20.785	2.215	330	2.545
Muestra 3	11.520	10.800	22.320	2.400	1.680	4.080
Muestra 4	12.280	10.376	22.656	3.160	1.256	4.416
Muestra 5	11.937	10.437	22.374	2.817	1.317	4.134
Muestra 6	11.153	11.045	22.198	2.033	1.925	3.958
Muestra 7	12.058	11.275	23.333	2.938	2.155	5.093
Muestra 8	10.369	10.173	20.542	1.249	1.053	2.302
Total			**176.898**			**30.978**

Fuente: Cristian Pavón y Municipio de Pastaza

Elaborado por: Cristian Pavón

Tabla 9. Producción de desechos sólidos en R2 (Ton./día).

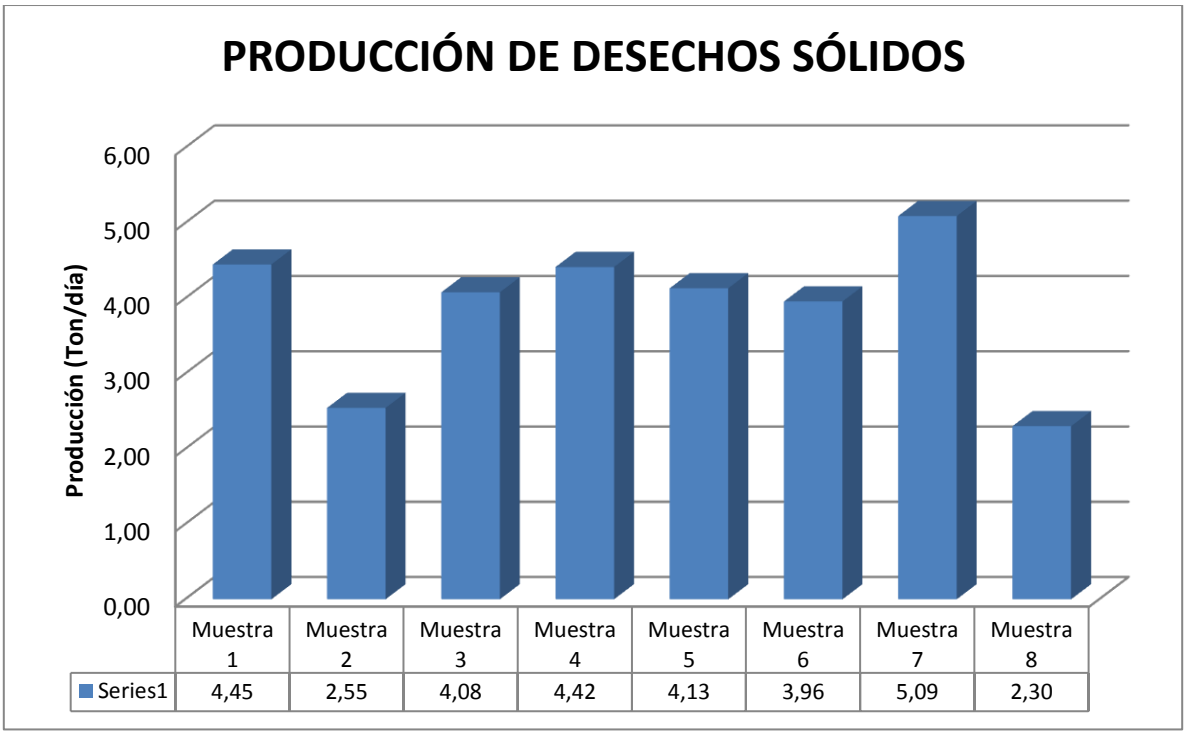
T2	
# Muestra	**Producción (Ton./día)**
Muestra 1	4,45
Muestra 2	2,55
Muestra 3	4,08
Muestra 4	4,42
Muestra 5	4,13
Muestra 6	3,96
Muestra 7	5,09

Muestra 8	2,30
Promedio	**3,87**

Fuente: Cristian Pavón y Municipio de Pastaza

Elaborado por: Cristian Pavón

Gráfico 14. Producción de desechos sólidos en R2 (Ton./día).



Fuente: Cristian Pavón y Municipio de Pastaza

Elaborado por: Cristian Pavón

En la Tabla 8 se puede observar que el recolector fue pesado dos veces al día en cada muestra, llegando a obtenerse un total en peso muestreado de 176.898 kg. (recolector y desechos sólidos) y de 30.978 kg. (desechos sólidos recolectados), de esta manera tenemos que en la Tabla 9 y Gráfico 14 se presenta un promedio de 3,87 Toneladas de desechos sólidos producidos al día, encontrando una mayor producción en la muestra 7 (5,09 Ton./día), muestras 1 (4,45 Ton./día) y muestras 4 (4,42 Ton./día), y una menor

producción en la muestras 8 (2,30 Ton./día) y muestras 2 (2,55 Ton./día), además de presentar producciones como la muestra 3 (4,08 Ton./día), muestras 5 (4,13 Ton./día) y muestras 6 (3,96 Ton./día).

Desechos sólidos en R3

Tabla 10. Ficha de registro de datos de la producción de desechos sólidos en R3 (kg./día).

FICHA DE REGISTRO DE DATOS DEL PESAJE DE RECOLECTORES						
Recolector:	T3					
Chofer:	EDISON MEJIA					
Ruta:	R3					
Peso Vacío (Kg.):	12.030					
Responsable:	CRISTIAN M. PAVÓN SAGUAY					
	Peso 1	**Peso 2**	**Peso Total**	***Peso 1**	***Peso 2**	***Peso Total**
Muestra 1	16.255	15.123	31.378	4.225	3.093	7.318
Muestra 2	14.245	13.325	27.570	2.215	1.295	3.510
Muestra 3	14.780	14.250	29.030	2.750	2.220	4.970
Muestra 4	15.150	13.110	28.260	3.120	1.080	4.200
Muestra 5	14.354	13.854	28.208	2.324	1.824	4.148
Muestra 6	15.750	15.134	30.884	3.720	3.104	6.824
Muestra 7	14.254	13.634	27.888	2.224	1.604	3.828
Muestra 8	14.684	14.176	28.860	2.654	2.146	4.800
Total			**232.078**			**39.598**

Fuente: Cristian Pavón y Municipio de Pastaza

Elaborado por: Cristian Pavón

Tabla 11. Producción de desechos sólidos en R3 (Ton./día).

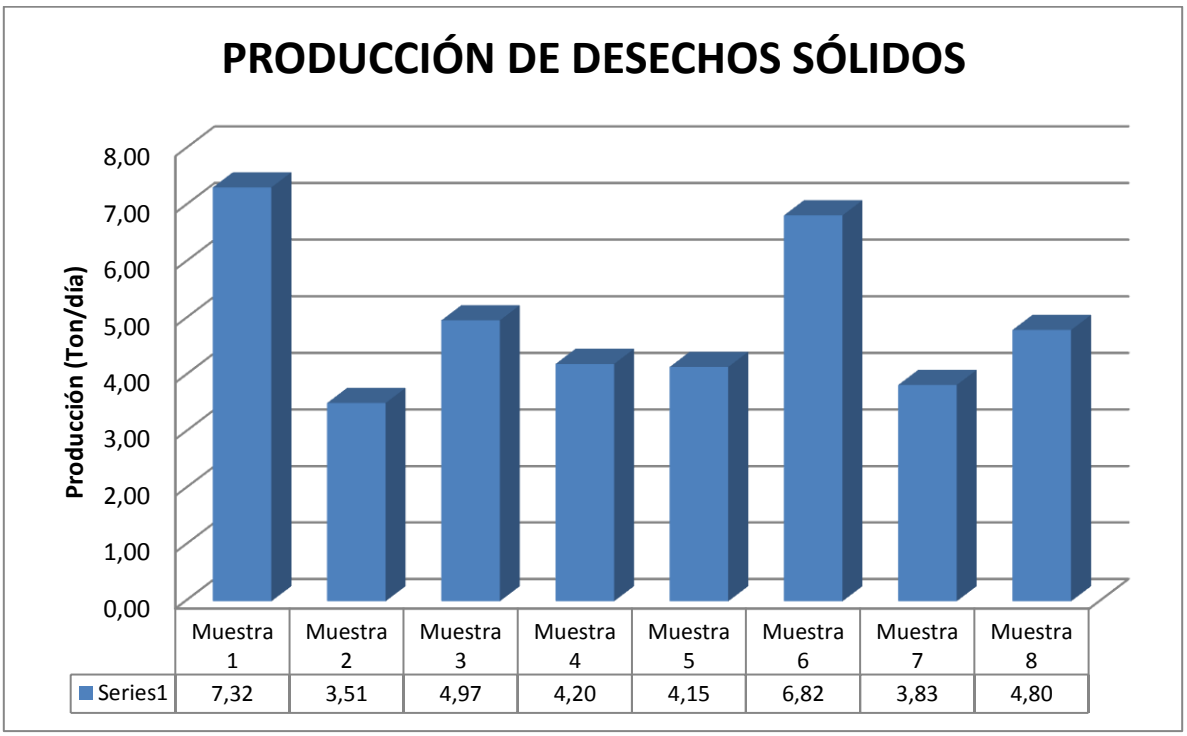
T3	
# Muestra	**Producción (Ton./día)**
Muestra 1	7,32
Muestra 2	3,51
Muestra 3	4,97
Muestra 4	4,20
Muestra 5	4,15
Muestra 6	6,82
Muestra 7	3,83

Muestra 8	4,80
Promedio	**4,95**

Fuente: Cristian Pavón y Municipio de Pastaza

Elaborado por: Cristian Pavón

Gráfico 15. Producción de desechos sólidos en R3 (Ton./día).



Fuente: Cristian Pavón y Municipio de Pastaza

Elaborado por: Cristian Pavón

En la Tabla 10 se puede observar que el recolector fue pesado dos veces al día en cada muestra, llegando a obtenerse un total en peso muestreado de 232.078 kg. (recolector y desechos sólidos) y de 39.598 kg. (desechos sólidos recolectados), de esta manera tenemos que en la Tabla 11 y Gráfico 15 se presenta un promedio de 4,95 Toneladas de desechos sólidos producidos al día, encontrando una mayor producción en la muestra 1 (7,32 Ton./día) y muestras 6 (6,82 Ton./día), y una menor producción en la muestras 2

(3,51 Ton./día) y muestras 7 (3,83 Ton./día), además de presentar producciones como la muestra 3 (4,08 Ton./día), muestras 4 (4,20 Ton./día) muestras 5 (4,15 Ton./día) y muestras 8 (4,80 Ton./día).

Desechos sólidos en R4

Tabla 12. Ficha de registro de datos de la producción de desechos sólidos en R4 (kg./día).

FICHA DE REGISTRO DE DATOS DEL PESAJE DE RECOLECTORES						
Recolector:	T4					
Chofer:	PAUL PAULASIN					
Ruta:	R4					
Peso Vacio (Kg.):	9.875					
Responsable:	CRISTIAN M. PAVÓN SAGUAY					
	Peso 1	**Peso 2**	**Peso Total**	***Peso 1**	***Peso 2**	***Peso Total**
Muestra 1	12.440	11.605	24.045	2.565	1.730	4.295
Muestra 2	12.270	10.840	23.110	2.395	965	3.360
Muestra 3	11.810	11.390	23.200	1.935	1.515	3.450
Muestra 4	11.587	10.649	22.236	1.712	774	2.486
Muestra 5	12.285	11.730	24.015	2.410	1.855	4.265
Muestra 6	11.934	0	11.934	2.059	0	2.059
Muestra 7	12.145	11.686	23.831	2.270	1.811	4.081
Muestra 8	12.982	0	12.982	3.107	0	3.107
Total			**165.353**			**27.103**

Fuente: Cristian Pavón y Municipio de Pastaza

Elaborado por: Cristian Pavón

Tabla 13. Producción de desechos sólidos en el recorrido de R4 (Ton./día).

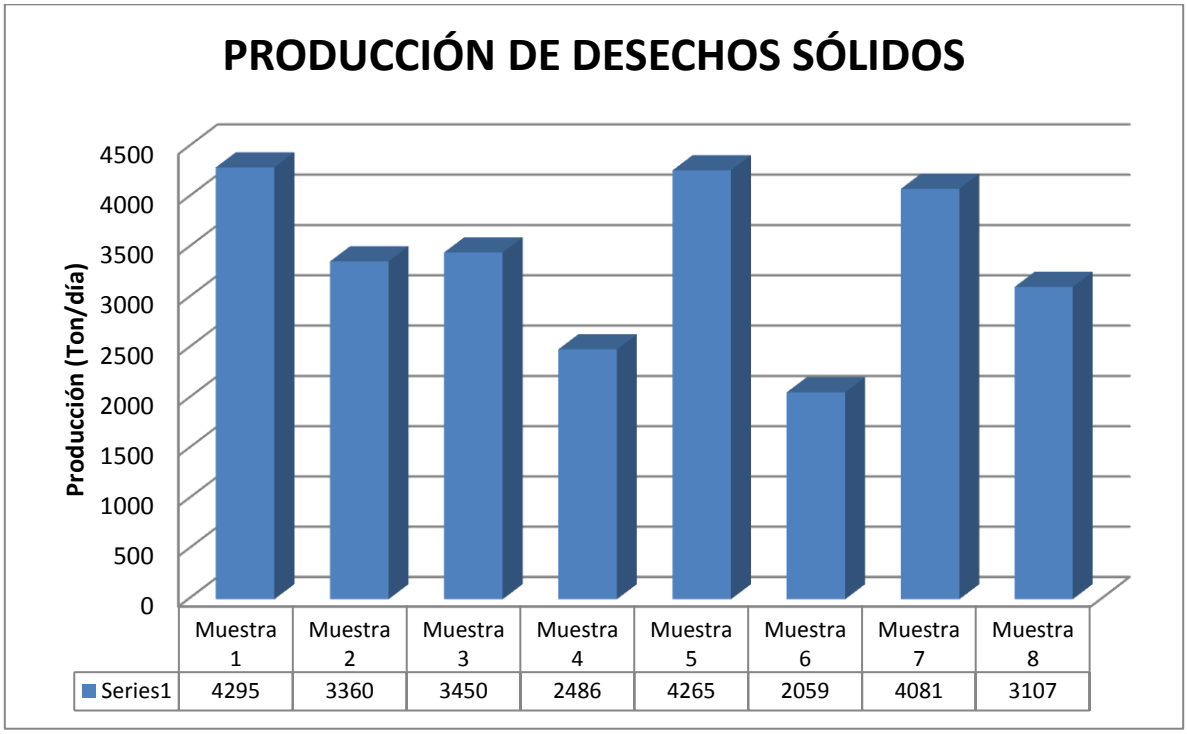
T4	
# Muestra	**Producción (Ton./día)**
Muestra 1	4,30
Muestra 2	3,36
Muestra 3	3,45
Muestra 4	2,49
Muestra 5	4,27
Muestra 6	2,06
Muestra 7	4,08

Muestra 8	3,11
Promedio	**3,39**

Fuente: Cristian Pavón y Municipio de Pastaza

Elaborado por: Cristian Pavón

Gráfico 16. Producción de desechos sólidos en R4 (Ton./día).



Fuente: Cristian Pavón y Municipio de Pastaza

Elaborado por: Cristian Pavón

En la Tabla 12 se puede observar que el recolector fue pesado dos veces al día en cada muestra a excepción de la muestra 6 y 8 en la que se pesa por una vez, llegando a obtenerse un total en peso muestreado de 165.353 kg. (recolector y desechos sólidos) y de 27.103 kg. (desechos sólidos recolectados), de esta manera tenemos que en la Tabla 13 y Gráfico 16 se presenta un promedio de 3,39 Toneladas de desechos sólidos producidos al día, encontrando una mayor producción en la muestra 1 (4,30 Ton./día), muestras 5 (4,27 Ton./día) y muestras 7 (4,08 Ton./día), y una menor producción en la

muestras 6 (2,06 Ton./día) y muestras 4 (2,49 Ton./día), además de presentar producciones como la muestra 2 (3,36 Ton./día), muestras 3 (3,45 Ton./día) y muestras 8 (3,11 Ton./día).

Producción de desechos sólidos en el Cantón Pastaza

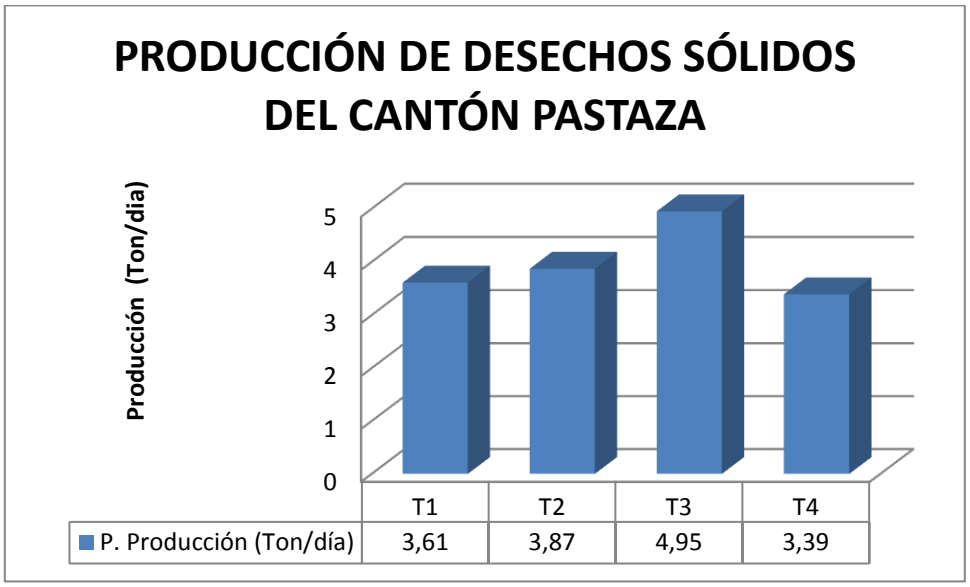
Tabla 14. Producción de desechos sólidos en el cantón Pastaza (Ton./día).

TABULACIÓN PROMEDIOS	
RECOLECTOR	**P. Producción (Ton./día)**
T1	3,61
T2	3,87
T3	4,95
T4	3,39
PROMEDIO	**3,96**

Fuente: Cristian Pavón y Municipio de Pastaza

Elaborado por: Cristian Pavón

Gráfico 17. Producción de desechos sólidos en el cantón Pastaza (Ton./día).



Fuente: Cristian Pavón y Municipio de Pastaza

Elaborado por: Cristian Pavón

En la Tabla 14 y Gráfico 17, se observar que la producción de desechos sólidos del cantón Pastaza es de 3,96 Ton./día, siendo la de T3 la de mayor producción (4,95 Ton./día), seguido por T2 (3,87 Ton./día), T1 (3,61 Ton./día) y T4 (3,39 Ton./día), que corresponden al recorrido del Cumandá (R3), La Merced (R2), Obrero (R1), y Plaza Aray (R4), respectivamente.

4.2. Caracterización de desechos sólidos

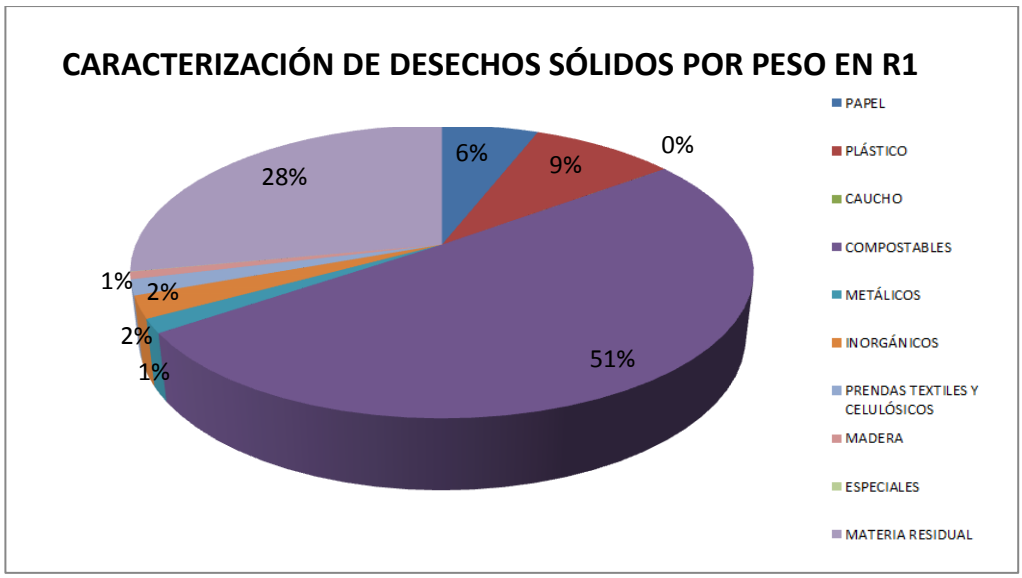
Tabla 15. Caracterización de desechos sólidos en R1 en relación al peso que representa.

CARACTERIZACIÓN DE R1 POR PESO		
COMPONENTE	**TOTAL**	**%**
PAPEL	6,00	5,99
PLÁSTICO	8,95	8,93
CAUCHO	0,01	0,01
COMPOSTABLES	50,73	50,62
METÁLICOS	1,54	1,54
INORGÁNICOS	2,45	2,44
PRENDAS TEXTILES Y CELULÓSICOS	1,71	1,71
MADERA	0,81	0,80
ESPECIALES	0,03	0,03
MATERIA RESIDUAL	27,99	27,93
TOTAL	**100,21**	**100,00**

Fuente: Cristian Pavón y Municipio de Pastaza

Elaborado por: Cristian Pavón

Gráfico 18. Representación porcentual de la caracterización de desechos sólidos en R1 en relación al peso que representa.



Fuente: Cristian Pavón y Municipio de Pastaza

Elaborado por: Cristian Pavón

Podemos observar en la Tabla 15 y Gráfica 18 que dentro de los desechos sólidos muestreados en R1 con relación al peso el componente compostable es el que mayor representación con un 50,62%, seguido del material residual con un 27,93%, el plástico con un 8,93% y el papel con un 5,99%, y los de menor representación tenemos al caucho (0,01%), especiales (0,03%), madera (0,80%), metálicos (1,54%), prendas textiles y celulósicos (1,71%) e inorgánicos (2,44%).

Tabla 16. Caracterización de desechos sólidos en R1 en relación al volumen que representa.

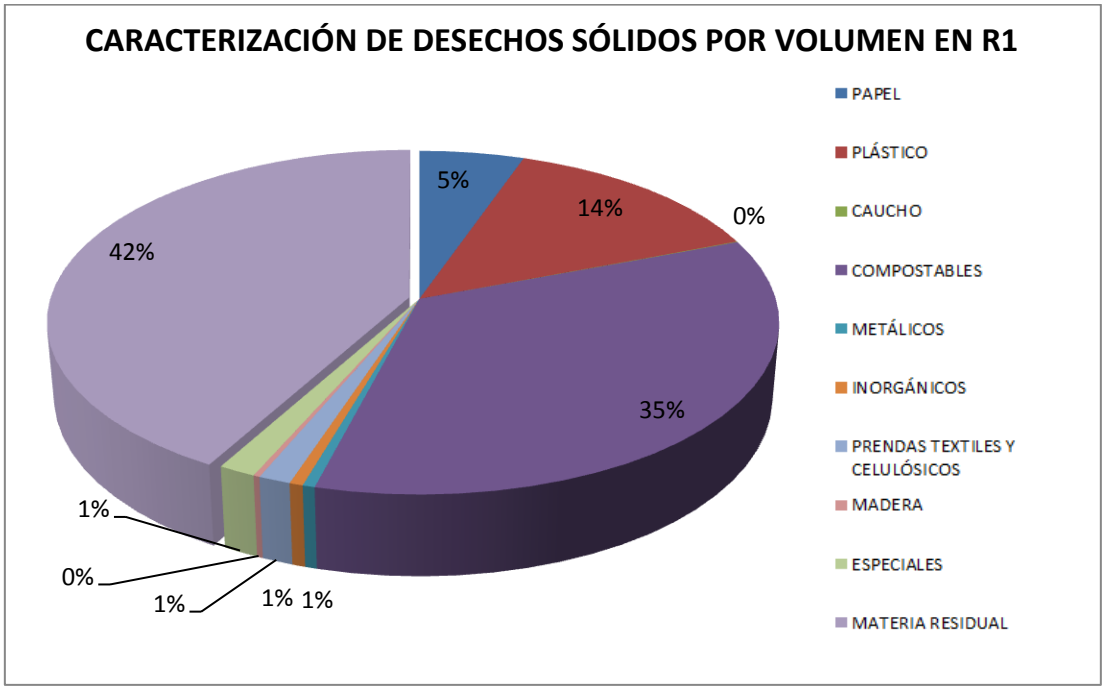
CARACTERIZACIÓN DE R1 POR VOLUMEN		
COMPONENTE	**TOTAL**	**%**
PAPEL	21,00	5,34
PLÁSTICO	54,50	13,85
CAUCHO	0,20	0,05
COMPOSTABLES	137,00	34,82
METÁLICOS	1,90	0,48

INORGÁNICOS	2,10	0,53
PRENDAS TEXTILES Y CELULÓSICOS	5,00	1,27
MADERA	1,00	0,25
ESPECIALES	5,80	1,47
MATERIA RESIDUAL	164,90	41,92
TOTAL	**393,40**	**100,00**

Fuente: Cristian Pavón y Municipio de Pastaza

Elaborado por: Cristian Pavón

Gráfico 19. Representación porcentual de la caracterización de desechos sólidos en R1 en relación al volumen que representa.



Fuente: Cristian Pavón y Municipio de Pastaza

Elaborado por: Cristian Pavón

Podemos observar en la Tabla 16 y Gráfica 19 que dentro de los desechos sólidos muestreados en R1 con relación al volumen el componente material residual es el que mayor representación con un 41,92%, seguido del compostable con un 34,82%, el plástico con un 13,85% y el papel con un 5,34%, y los de menor representación tenemos al caucho (0,05%), madera (0,25%), metálicos (0,48%), inorgánicos (0,53%), prendas textiles y celulósicos (1,27%) y especiales (1,47%).

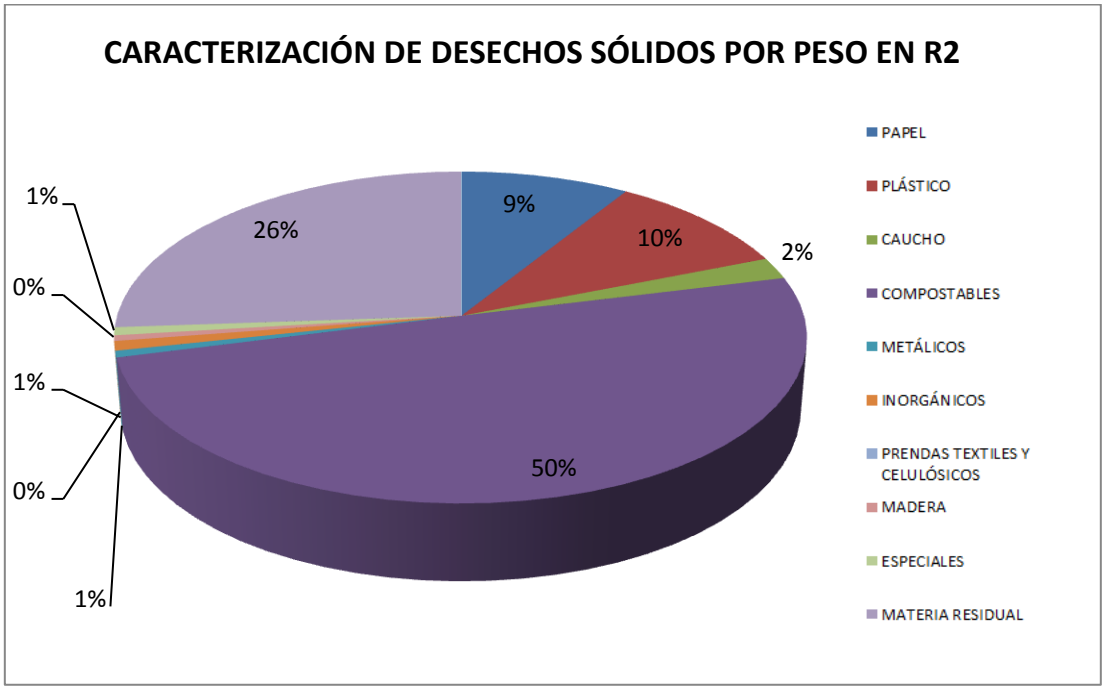
Tabla 17. Caracterización de desechos sólidos en R2 en relación al peso que representa.

CARACTERIZACIÓN DE R2 POR PESO		
COMPONENTE	**TOTAL**	**%**
PAPEL	6,06	8,91
PLÁSTICO	6,89	10,13
CAUCHO	1,44	2,12
COMPOSTABLES	33,90	49,86
METÁLICOS	0,43	0,63
INORGÁNICOS	0,63	0,92
PRENDAS TEXTILES Y CELULÓSICOS	0,00	0,00
MADERA	0,37	0,54
ESPECIALES	0,53	0,78
MATERIA RESIDUAL	17,75	26,11
TOTAL	**67,99**	**100,00**

Fuente: Cristian Pavón y Municipio de Pastaza

Elaborado por: Cristian Pavón

Gráfico 20. Representación porcentual de la caracterización de desechos sólidos en R2 en relación al peso que representa.



Fuente: Cristian Pavón y Municipio de Pastaza

Elaborado por: Cristian Pavón

Podemos observar en la Tabla 17 y Gráfica 20 que dentro de los desechos sólidos muestreados en R2 con relación al peso el componente compostable es el que mayor representación con un 49,86%, seguido del material residual con un 26,11%, el plástico con un 10,13% y el papel con un 8,91%, y los de menor representación tenemos a la madera (0,54%), metálicos (0,63%), especiales (0,78%), inorgánicos (0,92%) y caucho (2,12%); observamos que el componente prendas textiles y celulósicos no se presenta en la muestra.

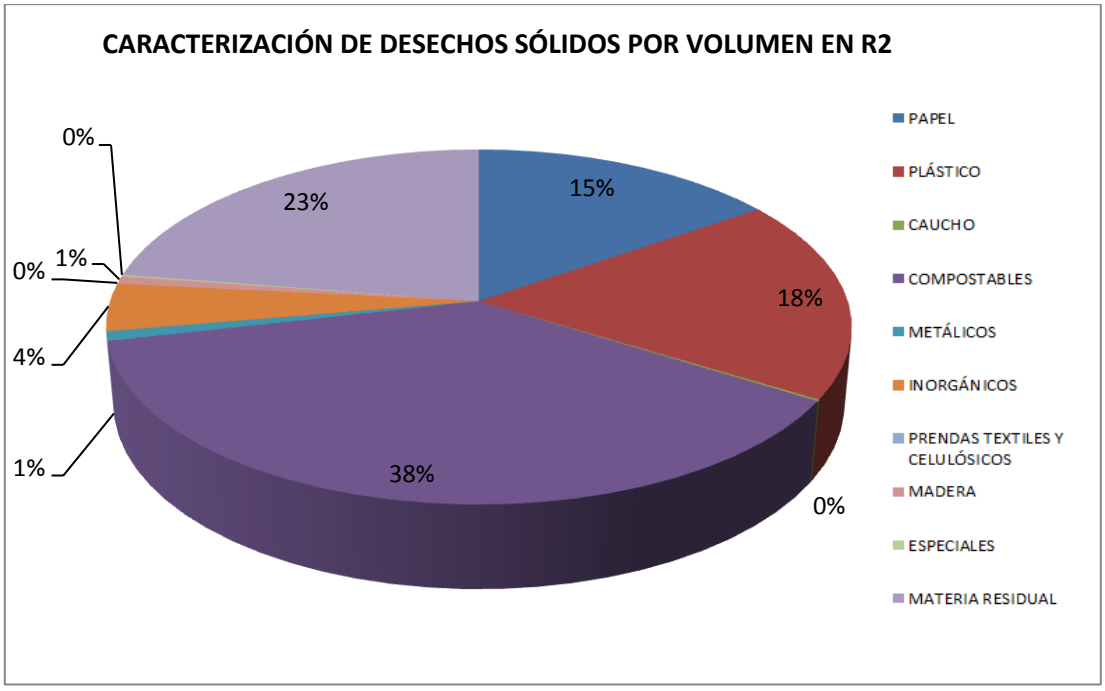
Tabla 18. Caracterización de desechos sólidos en R2 en relación al volumen que representa.

CARACTERIZACIÓN DE R2 POR VOLUMEN		
COMPONENTE	**TOTAL**	**%**
PAPEL	53,00	15,30
PLÁSTICO	64,00	18,47
CAUCHO	0,50	0,14
COMPOSTABLES	130,00	37,52
METÁLICOS	3,00	0,87
INORGÁNICOS	15,00	4,33
PRENDAS TEXTILES Y CELULÓSICOS	0,00	0,00
MADERA	2,50	0,72
ESPECIALES	0,50	0,14
MATERIA RESIDUAL	78,00	22,51
TOTAL	**346,50**	**100,00**

Fuente: Cristian Pavón y Municipio de Pastaza

Elaborado por: Cristian Pavón

Gráfico 21. Representación porcentual de la caracterización de desechos sólidos en R2 en relación al volumen que representa.



Fuente: Cristian Pavón y Municipio de Pastaza

Elaborado por: Cristian Pavón

Podemos observar en la Tabla 18 y Gráfica 21 que dentro de los desechos sólidos muestreados en R2 con relación al volumen el componente compostable es el que mayor representación con un 37,52%, seguido del material residual con un 22,51%, el plástico con un 18,47% y el papel con un 15,30%, y los de menor representación tenemos al caucho y especiales con 0,14%, madera con 0,72%, metálicos 0,87%, e con inorgánicos (4,33%), no existe presencia del componente prendas textiles y celulósicos.

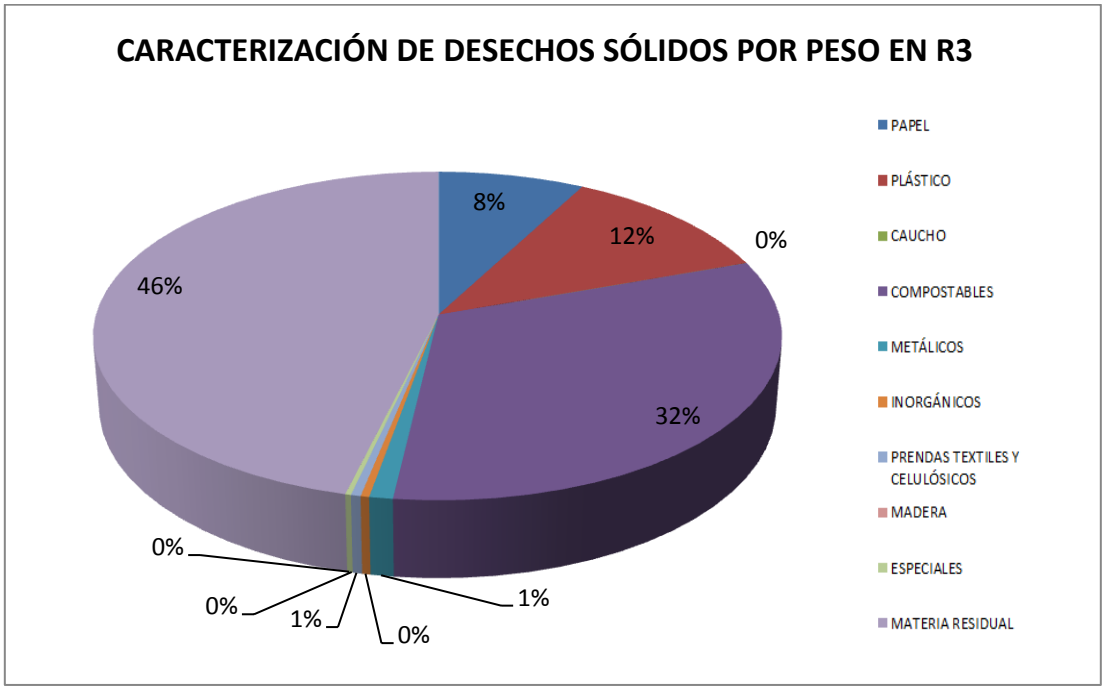
Tabla 19. Caracterización de desechos sólidos en R3 en relación al peso que representa.

CARACTERIZACIÓN DE R3 POR PESO		
COMPONENTE	**TOTAL**	**%**
PAPEL	4,61	7,75
PLÁSTICO	7,03	11,83
CAUCHO	0,01	0,02
COMPOSTABLES	19,18	32,26
METÁLICOS	0,58	0,98
INORGÁNICOS	0,21	0,35
PRENDAS TEXTILES Y CELULÓSICOS	0,24	0,40
MADERA	0,00	0,00
ESPECIALES	0,14	0,24
MATERIA RESIDUAL	27,46	46,18
TOTAL	**59,46**	**100,00**

Fuente: Cristian Pavón y Municipio de Pastaza

Elaborado por: Cristian Pavón

Gráfico 22. Representación porcentual de la caracterización de desechos sólidos en R3 en relación al peso que representa.



Fuente: Cristian Pavón y Municipio de Pastaza

Elaborado por: Cristian Pavón

Podemos observar en la Tabla 19 y Gráfica 22 que dentro de los desechos sólidos muestreados en R3 con relación al peso el componente material residual es el que mayor representación con un 46,18%, seguido del compostable con un 32,26%, el plástico con un 11,83% y el papel con un 7,75%, y los de menor representación tenemos al caucho (0,002%), especiales (0,24%), inorgánicos (0,35%), prendas textiles y celulósicos (0,40%) y metálicos (0,98%), observamos que el componente madera no se presenta en la muestra.

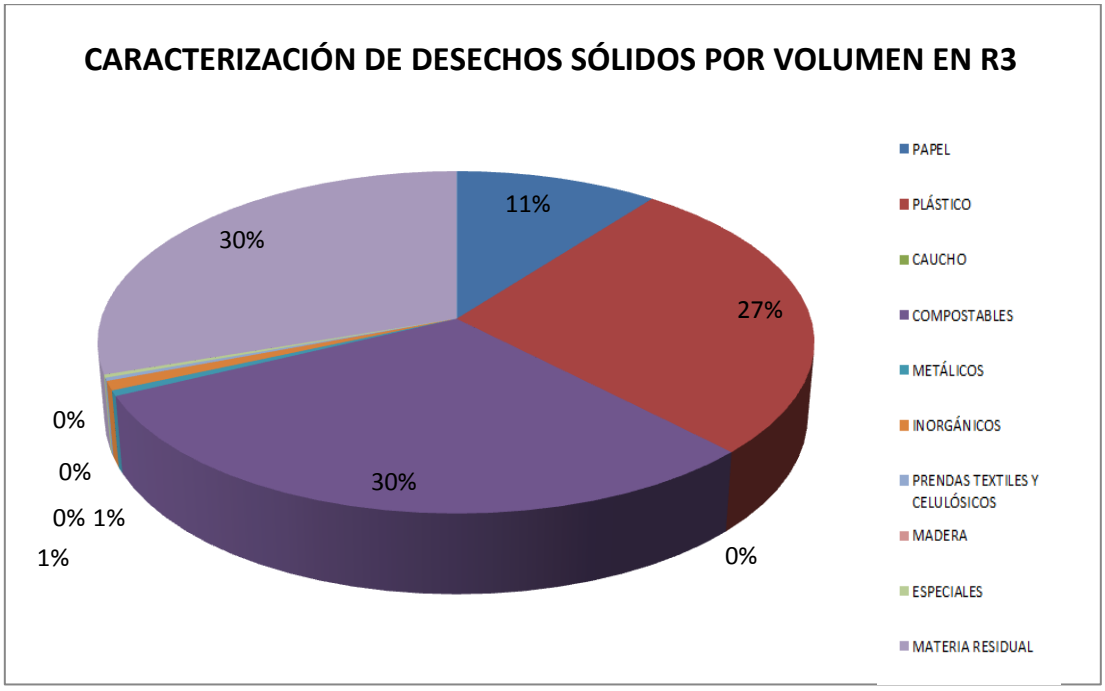
Tabla 20. Caracterización de desechos sólidos en R3 en relación al volumen que representa.

CARACTERIZACIÓN DE R3 POR VOLUMEN		
COMPONENTE	**TOTAL**	**%**
PAPEL	36,00	10,44
PLÁSTICO	94,00	27,26
CAUCHO	0,00	0,00
COMPOSTABLES	104,00	30,16
METÁLICOS	1,80	0,52
INORGÁNICOS	3,00	0,87
PRENDAS TEXTILES Y CELULÓSICOS	1,00	0,29
MADERA	0,00	0,00
ESPECIALES	1,00	0,29
MATERIA RESIDUAL	104,00	30,16
TOTAL	**344,80**	**100,00**

Fuente: Cristian Pavón y Municipio de Pastaza

Elaborado por: Cristian Pavón

Gráfico 23. Representación porcentual de la caracterización de desechos sólidos en R3 en relación al volumen que representa.



Fuente: Cristian Pavón y Municipio de Pastaza

Elaborado por: Cristian Pavón

Podemos observar en la Tabla 20 y Gráfica 23 que dentro de los desechos sólidos muestreados en R3 con relación al volumen el componente compostable y material residual son los de mayor representación con un 30,16%, seguido del plástico con un 27,26% y el papel con un 10,44%, y los de menor representación tenemos a las prendas textiles y celulósicos y especiales con 0,29%, metálicos con 0,52% e inorgánicos con 0,87%, no existe presencia de los componentes caucho y madera.

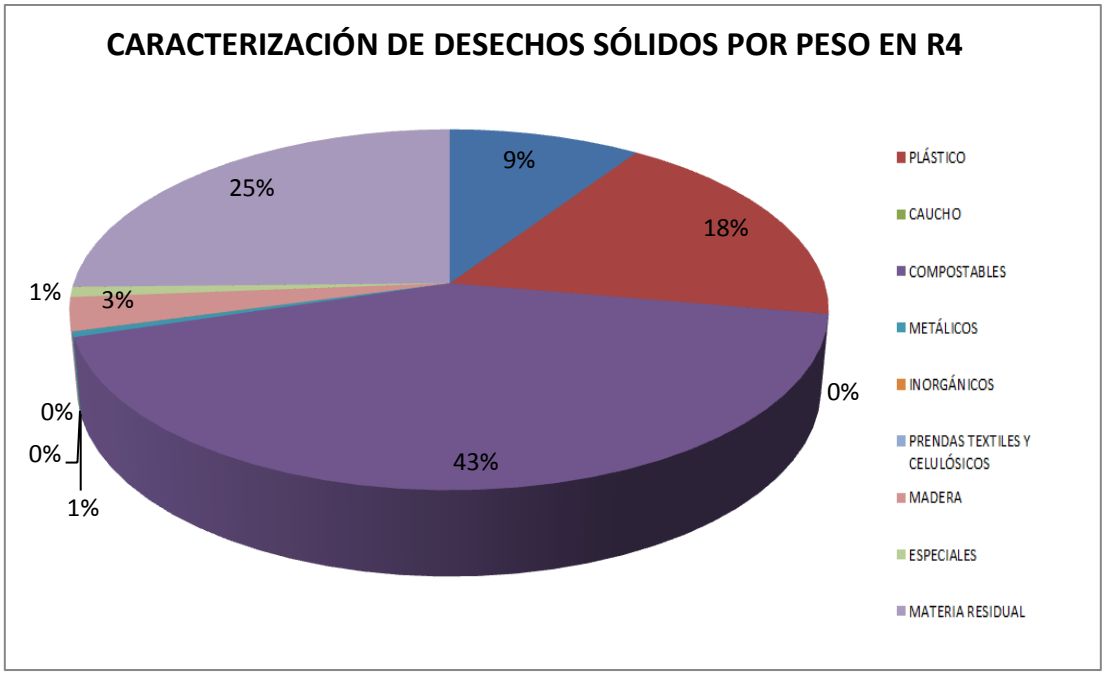
Tabla 21. Caracterización de desechos sólidos en R4 en relación al peso que representa.

CARACTERIZACIÓN DE R4 POR PESO		
COMPONENTE	**TOTAL**	**%**
PAPEL	5,44	9,40
PLÁSTICO	10,61	18,32
CAUCHO	0,00	0,00
COMPOSTABLES	24,64	42,55
METÁLICOS	0,29	0,49
INORGÁNICOS	0,01	0,02
PRENDAS TEXTILES Y CELULÓSICOS	0,00	0,00
MADERA	1,73	2,99
ESPECIALES	0,53	0,92
MATERIA RESIDUAL	14,66	25,32
TOTAL	**57,91**	**100,00**

Fuente: Cristian Pavón y Municipio de Pastaza

Elaborado por: Cristian Pavón

Gráfico 24. Representación porcentual de la caracterización de desechos sólidos en R4 en relación al peso que representa.



Fuente: Cristian Pavón y Municipio de Pastaza

Elaborado por: Cristian Pavón

Podemos observar en la Tabla 21 y Gráfica 24 que dentro de los desechos sólidos muestreados en R4 con relación al peso el componente compostables es el que mayor representación con un 42,55%, seguido del material residual con un 25,32%, el plástico con un 18,32% y el papel con un 9,40%, y los de menor representación tenemos a los inorgánicos (0,02%), metálicos (0,49%), especiales (0,92%) y madera (2,99%) , observamos que el componente caucho y prendas textiles y celulósicos no se presentan en la muestra.

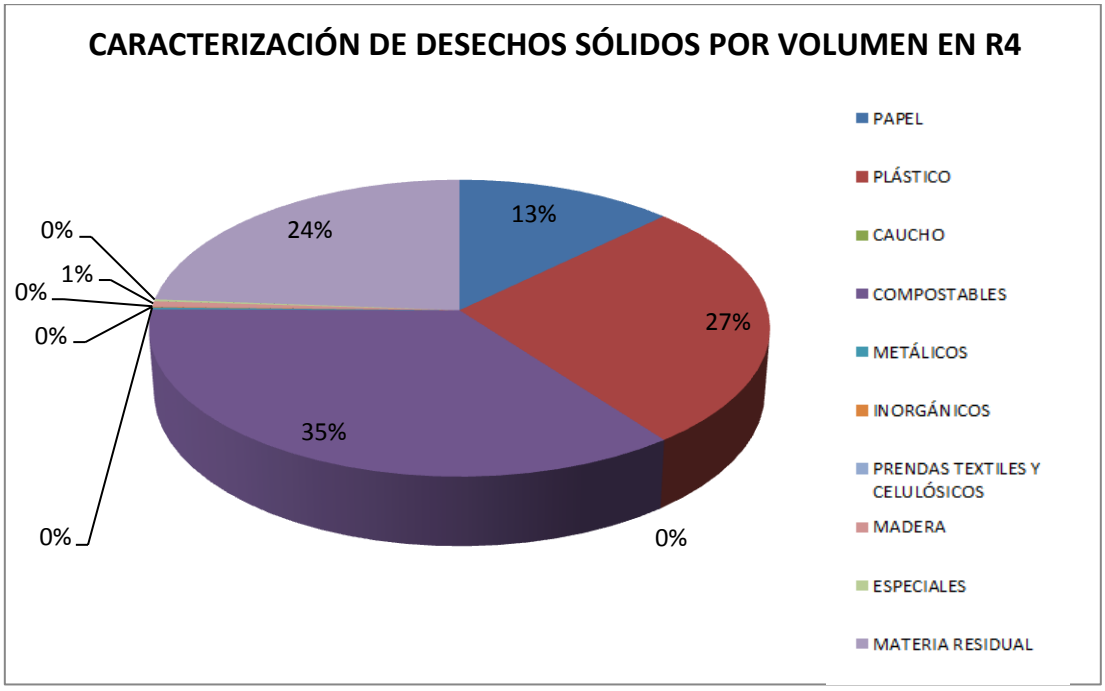
Tabla 22. Caracterización de desechos sólidos en R4 en relación al volumen que representa.

CARACTERIZACIÓN DE R4 POR VOLUMEN		
COMPONENTE	**TOTAL**	**%**
PAPEL	41,50	12,75
PLÁSTICO	88,00	27,03
CAUCHO	0,00	0,00
COMPOSTABLES	115,00	35,32
METÁLICOS	0,70	0,21
INORGÁNICOS	0,20	0,06
PRENDAS TEXTILES Y CELULÓSICOS	0,00	0,00
MADERA	2,00	0,61
ESPECIALES	0,70	0,21
MATERIA RESIDUAL	77,50	23,80
TOTAL	**325,60**	**100,00**

Fuente: Cristian Pavón y Municipio de Pastaza

Elaborado por: Cristian Pavón

Gráfico 25. Representación porcentual de la caracterización de desechos sólidos en R4 en relación al volumen que representa.



Fuente: Cristian Pavón y Municipio de Pastaza

Elaborado por: Cristian Pavón

Podemos observar en la Tabla 22 y Gráfica 25 que dentro de los desechos sólidos muestreados en R4 con relación al volumen el componente compostable es el de mayor representación con un 35,32%, seguido del plástico con un 27,03%, material residual con un 23,80% y el papel con un 12,75%, y los de menor representación tenemos a la madera con un 0,06%, a los metálicos y especiales con un 0,21%, y la madera con un 0,61%, no existe presencia del componentes prenda textiles y celulósicos.

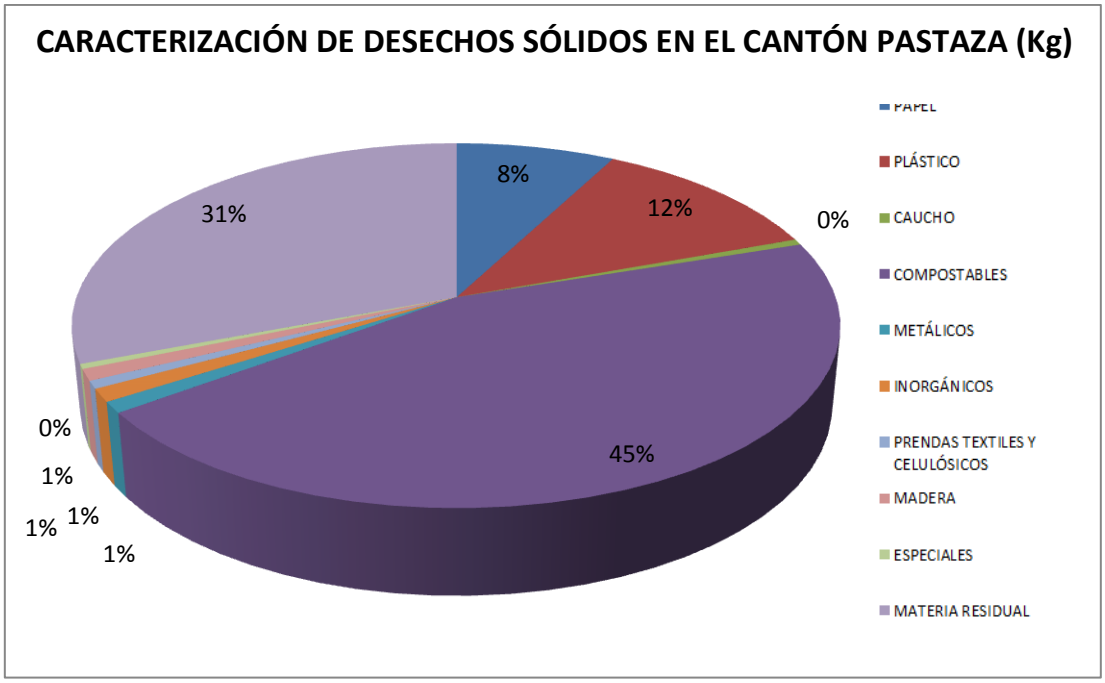
Tabla 23. Caracterización de desechos sólidos en el cantón Pastaza en relación al peso que representa.

CARACTERIZACIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS EN EL CANTÓN PASTAZA (kg.)						
COMPONENTE	**R1**	**R2**	**R3**	**R4**	**TOTAL**	**%**
PAPEL	6,00	6,06	4,61	5,44	22,11	7,74
PLÁSTICO	8,95	6,89	7,03	10,61	33,48	11,72
CAUCHO	0,01	1,44	0,01	0,00	1,46	0,51
COMPOSTABLES	50,73	33,90	19,18	24,64	128,45	44,98
METÁLICOS	1,54	0,43	0,58	0,29	2,84	0,99
INORGÁNICOS	2,45	0,63	0,21	0,01	3,30	1,15
PRENDAS TEXTILES Y CELULÓSICOS	1,71	0,00	0,24	0,00	1,95	0,68
MADERA	0,81	0,37	0,00	1,73	2,91	1,02
ESPECIALES	0,03	0,53	0,14	0,53	1,23	0,43
MATERIA RESIDUAL	27,99	17,75	27,46	14,66	87,86	30,77
TOTAL	**100,21**	**67,99**	**59,46**	**57,91**	**285,58**	**100,00**

Fuente: Cristian Pavón y Municipio de Pastaza

Elaborado por: Cristian Pavón

Gráfico 26. Representación porcentual de la caracterización de desechos sólidos en el cantón Pastaza en relación al peso que representa.



Fuente: Cristian Pavón y Municipio de Pastaza

Elaborado por: Cristian Pavón

Podemos observar en la Tabla 23 y Gráfica 26 que, en el cantón Pastaza en relación al peso el componente compostable es el de mayor representación con un 44,98%, seguido del material residual con un 30,77%, el plástico con un 11,72% y el papel con un 7,74%, y los de menor representación tenemos a los especiales con 0,43%, caucho con 0,51%, prendas textiles y celulósicos con 0,68%, metálicos con 0,99%, madera con 1,02%, e inorgánicos con 1,15%.

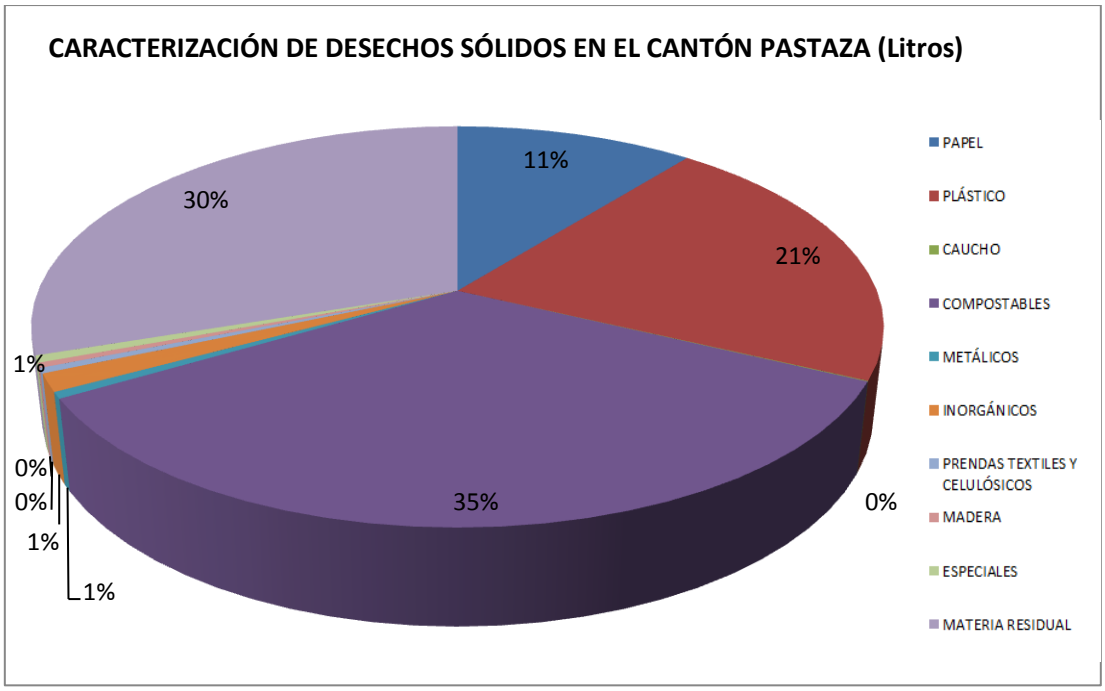
Tabla 24. Caracterización de desechos sólidos en el cantón Pastaza en relación al volumen que representa.

CARACTERIZACIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS EN EL CANTÓN PASTAZA (Litro)						
COMPONENTE	**R1**	**R2**	**R3**	**R4**	**TOTAL**	**%**
PAPEL	21,00	53,00	36,00	41,50	151,50	10,74
PLÁSTICO	54,50	64,00	94,00	88,00	300,50	21,31
CAUCHO	0,20	0,50	0,00	0,00	0,70	0,05
COMPOSTABLES	137,00	130,00	104,00	115,00	486,00	34,46
METÁLICOS	1,90	3,00	1,80	0,70	7,40	0,52
INORGÁNICOS	2,10	15,00	3,00	0,20	20,30	1,44
PRENDAS TEXTILES Y CELULÓSICOS	5,00	0,00	1,00	0,00	6,00	0,43
MADERA	1,00	2,50	0,00	2,00	5,50	0,39
ESPECIALES	5,80	0,50	1,00	0,70	8,00	0,57
MATERIA RESIDUAL	164,90	78,00	104,00	77,50	424,40	30,09
TOTAL	**393,40**	**346,50**	**344,80**	**325,60**	**1410,30**	**100,00**

Fuente: Cristian Pavón y Municipio de Pastaza

Elaborado por: Cristian Pavón

Gráfico 27. Representación porcentual de la caracterización de desechos sólidos en el cantón Pastaza en relación al volumen que representa.



Fuente: Cristian Pavón y Municipio de Pastaza

Elaborado por: Cristian Pavón

Podemos observar en la Tabla 24 y Gráfica 27 que, en el cantón Pastaza en relación al volumen el componente compostable es el de mayor representación con un 34,46%, seguido del material residual con un 30,09%, el plástico con un 21,31% y el papel con un 10,74%, y los de menor representación tenemos al caucho con 0,05%, madera con 0,39%, prendas textiles y celulósicos con 0,43%, metálicos con 0,52%, los especiales con 0,57%, e inorgánicos con 1,44%.

4.3. Reciclaje

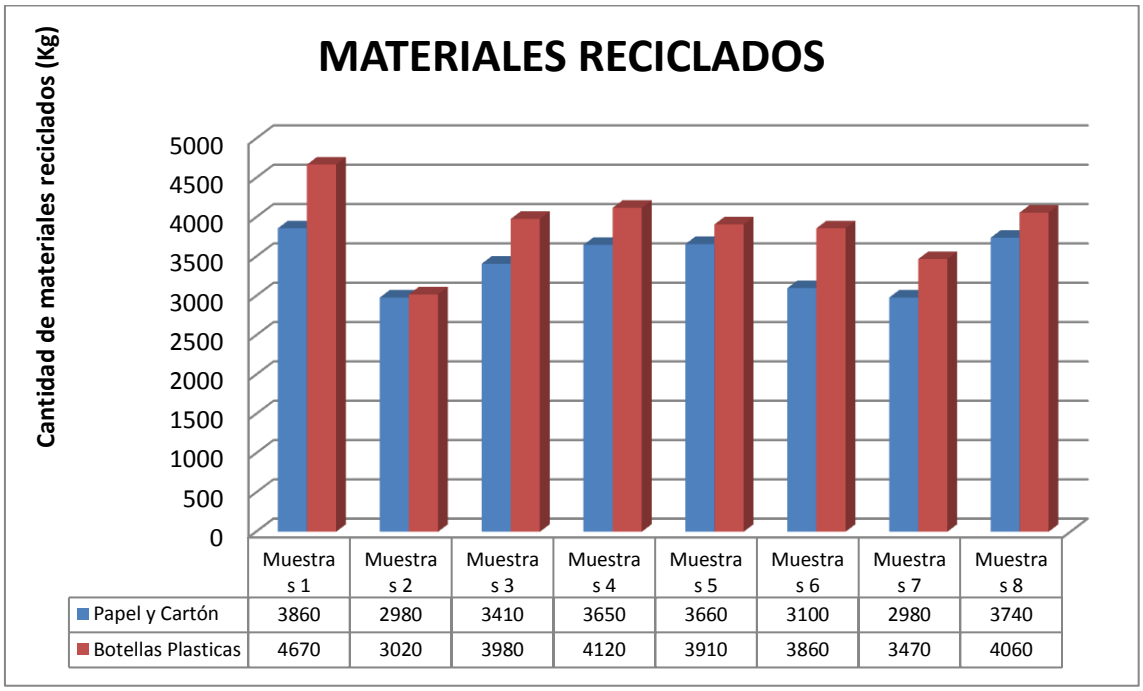
Tabla 25. Materiales reciclados en el botadero controlado del cantón Pastaza (Kg.).

	Papel y Cartón	Botellas Plásticas	Vidrio	Metal
Muestras 1	3.860,00	4.670,00	------	------
Muestras 2	2.980,00	3.020,00	------	------
Muestras 3	3.410,00	3.980,00	------	------
Muestras 4	3.650,00	4.120,00	------	------
Muestras 5	3.660,00	3.910,00	------	------
Muestras 6	3.100,00	3.860,00	------	------
Muestras 7	2.980,00	3.470,00	------	------
Muestras 8	3.740,00	4.060,00	------	------
Promedios	**3.422,50**	**3.886,25**	**------**	**------**

Fuente: Cristian Pavón y Municipio de Pastaza

Elaborado por: Cristian Pavón

Gráfico 28. Representación porcentual de los materiales reciclados en el botadero controlado del cantón Pastaza (Kg.).



Fuente: Cristian Pavón y Municipio de Pastaza

Elaborado por: Cristian Pavón

Podemos observar en la Tabla 25 y Gráfica 28 que, en el cantón Pastaza se recicla en su gran mayoría los componentes botellas plásticas y papel y cartón, sin presentar mucha demanda materiales como vidrio y metales. De los materiales reciclados las botellas plásticas son las que presenta valores altos como de la muestra 1 (4.670 kg.), muestra 4 (4.120 kg.), muestra 8 (4.060 kg.), muestra 3 (3.980 kg.), muestra 5 (3.910 kg.), muestra 6 (3.860 kg.), muestra 7 (3.470 kg.) y muestra 2 (3.020 kg.); en comparación con los papeles y cartones que presentan valores como 3.860 kg., 3.650 kg., 3.740 kg., 3.410 kg., 3.660 kg., 3.100 kg., 2.980 kg. y 2.980 kg. respectivamente. De esta manera encontramos un promedio de reciclaje para las botellas plásticas de 3.886,25 kg., y de 3.422,5 kg. para los papeles y cartones.

5. ESTIMACIONES REALIZADAS

5.1. Proyección de la población.

Pf = Población futura.

Po = Población actual (2010) = 62016 hab. (INEC, 2010)

r = Tasa de crecimiento anual del cantón Pastaza = 1,52 % (INEC, 2010)

Proyección 2010

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

$$Pf = 62.016 * (1 + 0{,}0152)^0$$

$$\boldsymbol{Pf = 62.016}$$

Proyección 2011

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

$$Pf = 62.016 * (1 + 0{,}0152)^1$$

$$\boldsymbol{Pf = 62.636}$$

Proyección 2012

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

$$Pf = 62.016 * (1 + 0{,}0152)^2$$

$$\boldsymbol{Pf = 63.263}$$

Proyección 2013

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

$$Pf = 62.016 * (1 + 0{,}0152)^3$$

$$\boldsymbol{Pf = 63.895}$$

Tabla 26. Proyección poblacional del cantón Pastaza

PROYECCIÓN POBLACIONAL					
AÑO	**# AÑOS**	**P. Poblacional**	**AÑO**	**# AÑOS**	**P. Poblacional**
2010	0	6.2016	2016	6	65.831
2011	1	62.636	2017	7	66.490
2012	2	63.263	2018	8	67.154

2013	3	63.895		2019	9	67.826
2014	4	64.534		2020	10	68.504
2015	5	65.179				

Fuente: INEC (2010)

Elaborado por: Cristian Pavón

5.2. Capacidad necesaria de la plataforma

Para determinar la capacidad necesaria de la plataforma se necesita calcular además:

5.2.1. Generación Per Capital (GPC):

GPC = Generación per cápita (kg../hab./día)

CRR = Cantidad de residuos recolectados = (kg./día)

Pob = Población*Cobertura = (hab.)

$$GPC = \frac{CRR}{Pob}$$

$$GPC = \frac{11.820\ kg./día}{(63.263\ hab. * 0{,}9)}$$

$$GPC = \frac{11.820\ kg./día}{56.936{,}27\ hab.}$$

$$\boldsymbol{GPC = 0{,}278\ \mathbf{kg./hab./día}}$$

$$GPC = \frac{CRR}{Pob}$$

$$GPC = \frac{11.820\ kg./día}{(64.237\ hab. * 0{,}9)}$$

$$GPC = \frac{11.820\ kg./día}{57.813{,}09\ hab.}$$

$$\boldsymbol{GPC = 0{,}281\ \mathbf{kg./hab./día}}$$

5.2.2. Cantidad de residuos a disponer (CRDRSM)

CRDRSM: Cantidad de residuos a disponer (kg./día)

GPC: Generación per cápita (kg./hab./día)

Pob: Población (hab.)

$$CRDRSM = GPC * Pob$$

$$CRDRSM = 0{,}278 \text{ kg./hab./día } * 63.263 hab.$$

$$\boldsymbol{CRDRSM = 17.577{,}778 \text{ kg./día}}$$

$$CRDRSM = GPC * Pob$$

$$CRDRSM = 0{,}281 \text{ kg./hab./día } * 64.237 hab.$$

$$\boldsymbol{CRDRSM = 18.026{,}960 \text{ kg./día}}$$

5.2.3. Residuos sólidos compactados (RSC)

RSC: Residuos sólidos compactados (m^3./día)

CRDRSM: Cantidad de residuos a disponer (kg./día)

DDSRC: Densidad de desechos sólidos recién compactados (kg./m^3.) = 450 kg./m^3.

$$RSC = \frac{\text{CRDRSM}}{\text{DDSRC}}$$

$$RSC = \frac{17.577{,}778 \text{ kg./día}}{450 \text{ kg./}m^3.}$$

$$\boldsymbol{RSC = 39{,}062\ m^3./día}$$

$$RSC = \frac{\text{CRDRSM}}{\text{DDSRC}}$$

$$RSC = \frac{18.026{,}960 \text{ kg./día}}{450 \text{ kg./}m^3.}$$

$$\boldsymbol{RSC = 40{,}060\ m^3./día}$$

5.2.4. Residuos sólidos estabilizados (RSE)

RSE: Residuos sólidos estabilizados (m^3./día)

CRDRSM: Cantidad de residuos a disponer (kg./día)

DDSE: Densidad de desechos sólidos estabilizados (kg./m^3.) = 600 kg./m^3.

$$RSC = \frac{\text{CRDRSM}}{\text{DDSE}}$$

$$RSC = \frac{17.577{,}778 \text{ kg. ./día}}{600 \text{ kg./}m^3.}$$

$$RSC = \frac{\text{CRDRSM}}{\text{DDSE}}$$

$$RSC = \frac{18.026{,}960 \text{ kg. ./día}}{600 \text{ kg./}m^3.}$$

$$RSC = 29,296\ m^3./día$$

$$RSC = 30,045\ m^3./día$$

5.2.5. Material a disponer en la plataforma (MDP)

MPD: Material a disponer en la plataforma (m^3/año)

RSC: Residuos sólidos compactados (m^3./día)

CRDRSM: Cantidad de residuos a disponer (kg./día)

MC: Material de cobertura (20%)

$$MDP = \frac{\text{CRDRSM}}{MC} + \text{RSC}$$

$$MDP = \frac{17.577{,}778\ \text{kg./día}}{1{,}20} + 29{,}296\ m^3./día$$

$$MDP = 39{,}062\ m^3./día + 29{,}296\ m^3./día$$

$$MDP = 85{,}963\ m^3./día$$

$$\boldsymbol{MDP = 31.366\ m^3./año}$$

$$MDP = \frac{\text{CRDRSM}}{MC} + \text{RSC}$$

$$MDP = \frac{18.026{,}960\ \text{kg./día}}{1{,}20} + 30{,}045\ m^3./día$$

$$MDP = 40{,}060\ m^3./día + 30{,}045\ m^3./día$$

$$MDP = 88{,}132\ m^3./día$$

$$\boldsymbol{MDP = 32.168{,}109\ m^3./año}$$

5.2.6. Área necesaria para la plataforma (ANP)

ANP: Área necesaria para la plataforma (m^2./año)

MPD: Material a disponer en la plataforma (m^3./año)

PM: Profundidad media (m.) = 6 m.

$$ANP = \frac{MDP}{PM}$$

$$ANP = \frac{31.366\ m^3./año}{6\ m.}$$

$$\boldsymbol{ANP = 5.227,761\ m^2./año}$$

5.2.7. Capacidad necesaria de la plataforma (Resumen)

A continuación se muestra una tabla resumen de los cálculos realizados para la proyección de la población en el tiempo que dura el proyecto.

Tabla 27. Datos del cantón tomados en cuenta para el diseño.

Población Actual	**63.263**	**hab.**
Tasa de crecimiento anual	0,0154	1,54%
Desechos sólidos recolectados en la semana	110.740	kg./semana
Cobertura	0,9	90%
Densidad de desechos sólidos recién compactados	450	kg./m^3.
Densidad de desechos sólidos estabilizados	600	kg./m^3.
Material de cobertura	1,2	20%
Profundidad media	6	m.
Factor de aumento de área adicional	0,3	

Fuente: Cristian Pavón y Municipio de Pastaza

Elaborado por: Cristian Pavón

Tabla 28. Volumen de desechos sólidos a disponer y área necesaria para el proyecto.

VOLUMEN Y ÁREA NECESARIA														
Año	Población hab.	ppc kg./hab./día	Cantidad de residuos sólidos			Volumen (m^3.)							Área requerida (m^2.)	
			Diaria kg./día	Anual Ton./año	Acumulada Ton.	Residuos sólidos compactados		Material de cobertura (m^3.)		Residuos sólidos estabilizados m^3./año	Relleno sanitario		Relleno (m^2.)	Total (m^2.)
						Diaria m^3./día	Anual m^3./año	Diaria m^3./día	Anual m^3./año		m^3.	Acumulada	AR	AT
2012	0	63.262,52	0,28	17.577,78	6.415,89	6.415,89	39,06	14.257,53	46,87	17.109,04	10.693,15	31.366,57	31.366,57	5.227,76
2013	1	64.236,76	0,28	18.026,96	6.579,84	12.995,73	40,06	14.621,87	48,07	17.546,24	10.966,40	32.168,11	63.534,68	10.589,11
2014	2	65.226,01	0,28	18.487,62	6.747,98	19.743,71	41,08	14.995,52	49,30	17.994,62	11.246,64	32.990,13	96.524,81	16.087,47
2015	3	66.230,49	0,29	18.960,05	6.920,42	26.664,13	42,13	15.378,71	50,56	18.454,45	11.534,03	33.833,16	130.357,97	21.726,33

Fuente: Cristian Pavón y Municipio de Pastaza

Elaborado por: Cristian Pavón

6. DISCUSIÓN

Se procede a analizar los resultados de campo tabulados y anteriormente mostrados, y a proponer el dimensionamiento adecuado de la plataforma, teniendo:

6.1. Producción de desechos sólidos en el cantón Pastaza:

Observamos que en la Tabla 12 y Gráfico 11 se observa una producción promedio de desechos sólidos dentro del cantón Pastaza de 15,82 Toneladas diarias, siendo el recolector Nissan Tk 20 correspondiente a la ruta del barrio Cumandá la de mayor producción con un promedio total de 4,95 Toneladas al día, y siendo el de menor producción el del recolector Volvo correspondiente al barrio La Plaza Aray con un promedio de recolección de 3,39 Toneladas al día. Entre este intervalo encontramos la producción de la ruta del barrio La Merced con una promedio de 3,87 Toneladas al día y la del barrio Obrero con un promedio de 3, 61 Toneladas al día.

Estos valores se deben a la accesibilidad y población servida, tenemos que la ruta del barrio Cumandá en comparación con los otros, es más grande y por lo mismo sirve a una mayor población, además de tener mejores vías para un mayor acceso a los lugares de la ruta. La ruta de la Plaza Aray en cambio es un lugar que está desarrollándose, encontrando una población reducida, cuenta con vías de segunda orden y otras que recién están en proceso de construcción, de tal manera que dificulta el acceso de los recolectores, en esta ruta encontramos a población de campo e indígena por lo que los desechos sólidos están en dependencia de sus consumo, por lo que la producción de los desechos en el momento del pesaje es el de menor valor.

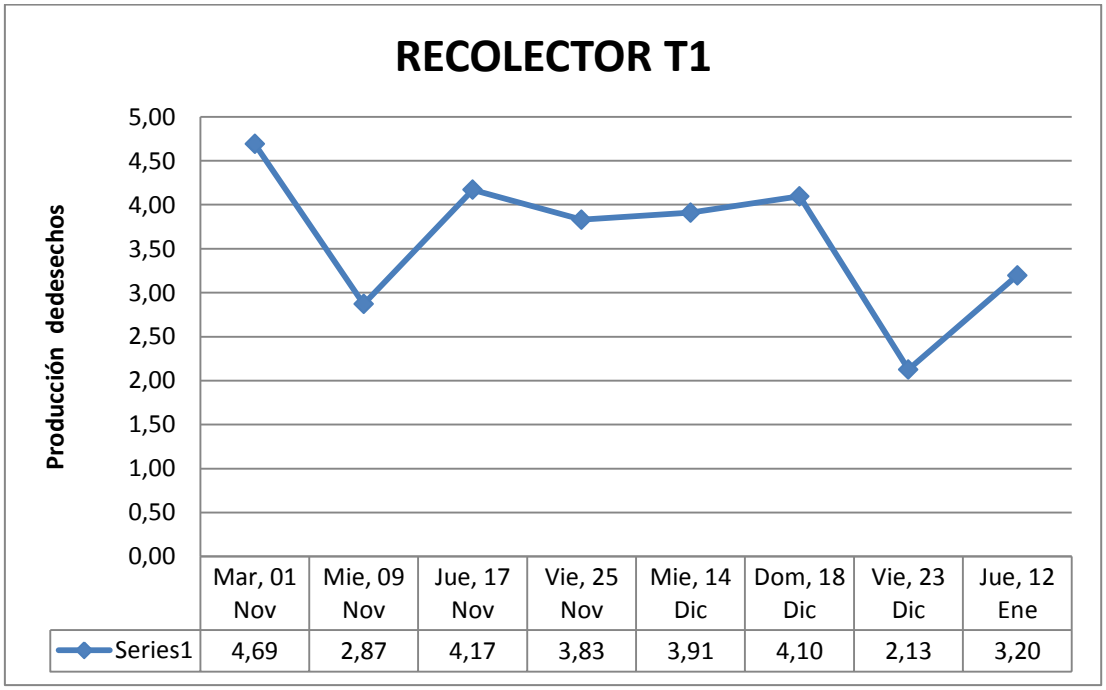
De estudios realizados por el Proyecto Patra (2001) en Ecuador se estima una producción de desechos sólidos de 7.423 Toneladas diarias y únicamente 5.567 Toneladas son transportadas hasta un sitio de disposición final, representando la producción de desechos en el cantón Pastaza del 0,28%, esto se debe además de que en el país existen alrededor de 215 canTon.es, como a la población que es pequeña en comparación con el resto de municipios. La producción de desechos sólidos en el cantón Arajuno es de 0,78 Ton./día, esto se debe a que la población en mencionado cantón es sumamente pequeña, alrededor de 1.327 habitantes en comparación con los 63.263 habitantes del cantón Pastaza (Ver Tabla 28).

6.2. Recolección de desechos sólidos en el cantón Pastaza:

Los datos que se presentaran pertenecen al trabajo de campo realizado a finales del 2011 y comienzos del 2012, además se observó que la recolección de los desechos sólidos es separativa, es decir se recolecta de forma separa los materiales orgánicos e inorgánicos en dependencia de los días, teniendo que los lunes, miércoles, viernes y domingo corresponden a los orgánicos; martes, jueves y sábado a los inorgánicos, sin embargo se pudo observar a través del cuarteo que no existe dicha separación en la fuente, esto se debe a las costumbres de la población.

De esta manera tenemos que:

Gráfico 29. Recolección de desechos sólidos diario por T1. (Ton./día).



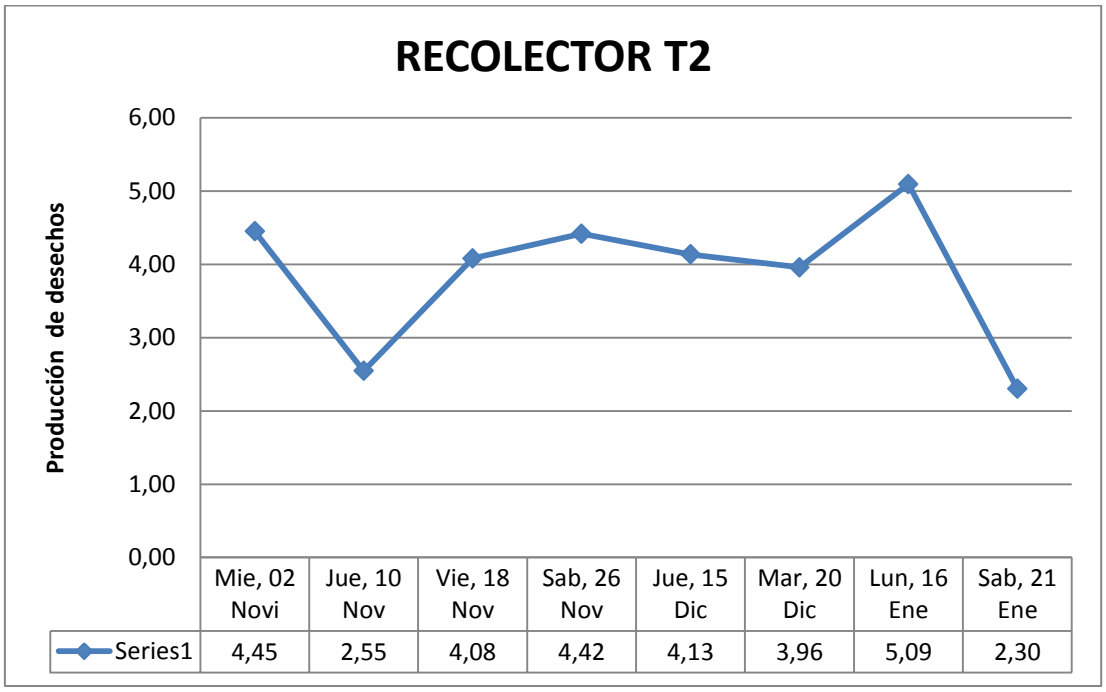
Fuente: Municipio de Pastaza

Elaborado por: Cristian Pavón

En el Gráfico 29, se observa que las muestras pesadas por T1 correspondiente al Barrio Obrero, uno de los barrios más turísticos, se puede observar que el martes 01 de noviembre presenta una mayor producción de desechos (4,69 Ton.) en comparación que el resto de días, esto se debe a que fue uno de los días de feriado de Difuntos en la que se obtuvo gran concurrencia de turistas al cantón evidenciándose así un incremento en la producción de desechos.

Independientemente de la fecha, se puede observar que los días muestreados en esta ruta, no se sigue una tendencia fija o poco variada a seguir, esto se debe a que la población servida tiene diferentes costumbres y hábitos, evidenciando se así una alteración en la producción, almacenamiento y transporte en los desechos sólidos.

Gráfico 30. Recolección de desechos sólidos diario por T2 (Ton./día).



Fuente: Municipio de Pastaza.

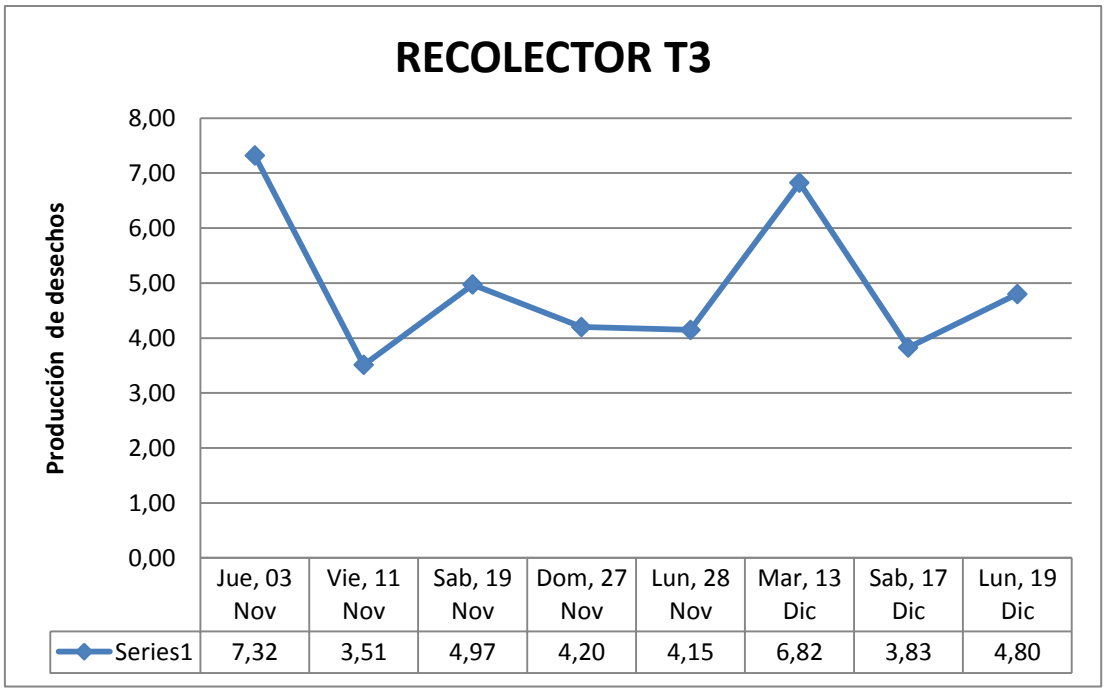
Elaborado por: Cristian Pavón.

En el Gráfico 30, se observa que las muestras pesadas por T2 correspondiente al Barrio La Merced, se puede observar que el lunes 16 de enero es cuando se recolectó una mayor cantidad de desechos

sólidos (5,09 Ton.), esto se debe a que la mayoría de la población no saca sus desechos los fines de semana incrementando cantidad recolectada el primer día de la semana.

Independientemente de la fecha, se puede observar que los días jueves (2,55 Ton. y 4,13 Ton.) y sábados (4,42 Ton. y 2,30 Ton.) se presentan una menor producción de desechos en comparación con los miércoles (4,45 Ton.) y viernes (4,08 Ton.); esto se debe en el caso del día jueves a que la mayoría de la población no saca sus desechos los días martes prefiriendo que sean recolectados al siguiente día; en el caso del sábado, sucede algo parecido a los días de feriado se evidencia un incremento de desechos debido a la población que llega a recrearse a la zona muestreada.

Gráfico 31. Recolección de desechos sólidos diario por T3 (Ton./día).



Fuente: Municipio de Pastaza

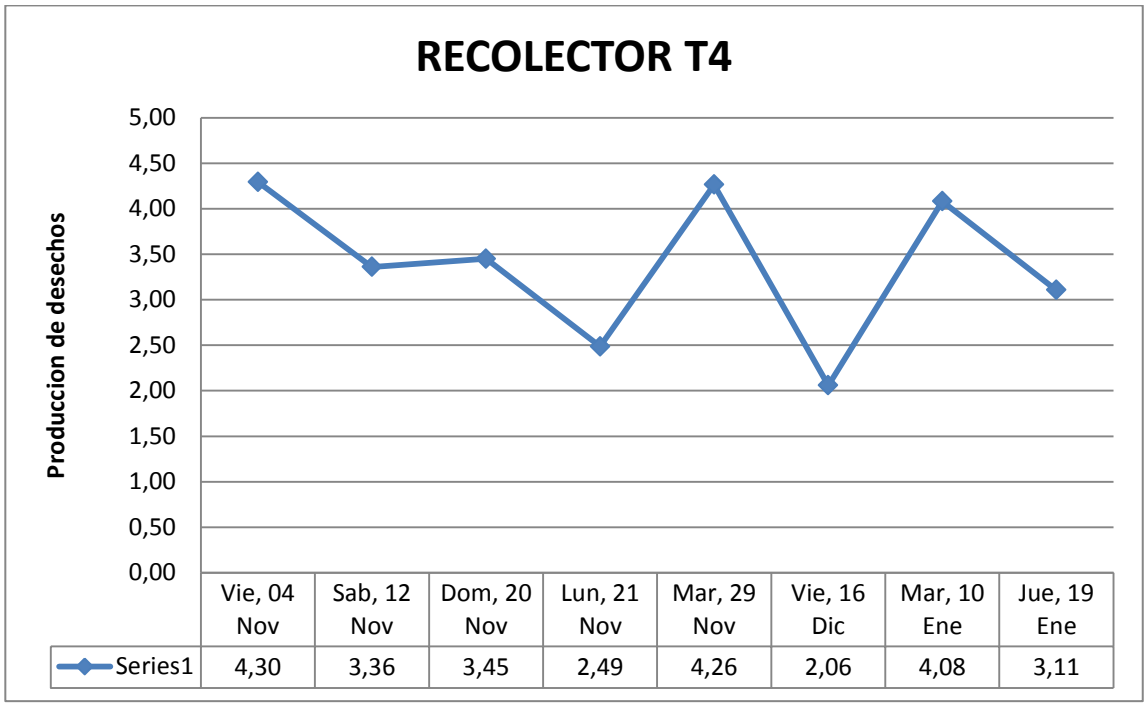
Elaborado por: Cristian Pavón

En el Gráfico 21, se observa que las muestras pesadas por T3 correspondiente al Barrio Cumandá, se puede observar que el jueves 03 de noviembre es cuando se recolectó una mayor cantidad de desechos sólidos (7,32 Ton.), esto se debe a que fue uno de los días de feriado de Difuntos, y la ruta además de recolectar los desechos del barrio Cumandá también lo hace de lugares como el terminal terrestre interprovincial, Parque Acuático, y lugares cercanos donde se realizaron programas

deportivos y artísticos en la que se obtuvo gran concurrencia de turistas. Seguidamente se encuentra el día martes 13 de diciembre (6,82 Ton.)

Independientemente de la fecha, se puede observar que los días sábados (4,97 Ton.) y lunes (4,80 Ton. y 4,15 Ton.) se presentan una mayor producción de desechos en comparación con los viernes (3,51 Ton.) y domingos (4,20 Ton.), esto como en la mayoría de las rutas que hemos visto no sacan la basura el día anterior incrementando la cantidad de a recolectar al siguiente día.

Gráfico 32. Recolección de desechos sólidos diario por T4 (Ton./día).



Fuente: Municipio de Pastaza

Elaborado por: Cristian Pavón

En el Gráfico 32, se observa que las muestras pesadas por T4 correspondiente al Barrio Plaza Aray, se puede observar que el viernes 04 de noviembre (4,30 Ton.), martes 29 de noviembre (4,26 Ton.) y martes 10 de enero (4,08 Ton.) son los días en que se registraron una mayor cantidad de desechos sólidos recolectados, esto se debe a que el día viernes fue feriado de difuntos y por tanto hubo una mayor producción de desechos, y el día martes a que, la población servida en su gran mayoría es gente indígena y de campo, encontrándose ese día una gran cantidad de materia orgánica que independientemente del volumen representaba un peso significativo, además de que el día anterior no se saca los desechos para la recolección.

Independientemente de las fechas tenemos, que lo contrarios sucede con los días lunes y viernes (2,49 Ton. y 2,06 Ton. respectivamente) que presentan la menor cantidad de desechos recolectados, en este caso al igual que en el resto de rutas muestreadas depende mucho de los hábitos y costumbres de la población, la cual por la cantidad de basura que producen las sacan para su recolección pasando uno o dos días, incrementando así la cantidad a recolectar del día siguiente.

Podemos observar además que los días jueves (3,11 Ton.), sábados (3,36 Ton.) y domingos (3,45 Ton.) se presenta una recolección no muy variada, estos son días donde no se observa mucho movimiento en estos lugares, son días dedicados a la convivencia familiar en las fincas o al descanso.

6.3. Composición de desechos sólidos en el Cantón Pastaza

La composición de los residuos sólidos municipales en América Latina mantiene un fuerte componente de residuos orgánicos entre un 50 a 70% y un 25% de materiales reciclables como papel, cartón, plásticos, metales, textiles, cueros, cauchos y madera. En Ecuador se evidencia en la composición de los desechos sólidos municipales al componente materia orgánica como la de mayor representatividad con un 71,4%, seguido por el papel y cartón con un 9,6%, plástico con un 4,5%, vidrio con un 3,7% y metal con un 0,7%., de la misma manera podemos observar en la tabla 23 y Gráfica 21 que el componente compostable (residuos orgánicos) es el que representa un mayor porcentaje en peso en los desechos sólidos recolectados (44,98%) en el cantón Pastaza, seguidos del material residual (30,77%), y los de menor porcentaje son los residuos especiales (0,43%), el caucho (0,52%), las prendas textiles y celulósicas (0,68%).

Los materiales para el reciclaje como son principalmente el papel y el plástico representan un 7,74% y 11,72% respectivamente teniendo un porcentaje medio de representación, estos índices se deben a que en su gran mayoría los materiales reciclables al momento de llegar al botadero controlado no son separados por los minadores debido a que vienen mojados, sucios, entre otras cosas que no le hacen apto al material para su reciclaje o no son comprados en el mercado, esto hace que el segundo componente de mayor porcentaje sea el material residual. En el caso del vidrio, metal y otros materiales reciclables no existe mucha presencia de los mismos en el botadero por lo que no son reciclados.

En el cantón Arajuno se puede evidenciar que el componente orgánico de los residuos sólidos, es de 70%, y por lo tanto lo inorgánico representa el 30%, valores más altos en comparación con el botadero controlado del cantón Pastaza, debido a que Arajuno es un lugar pequeño en población y área, y en su mayoría gente indígena, siendo sus principales productos de consumo lo que cultivan, evidenciándose de esta manera una mayor cantidad de desechos orgánicos que los inorgánicos.

7. PROPUESTA

Basado en el Libro 6, anexo VI, del TULAS, de las normas generales para la disposición de desechos sólidos no peligrosos, empleando la técnica de relleno mecanizado, inciso 4.12.5. cuando se utilice la técnica de disposición final de desechos sólidos mediante relleno sanitario, se propone:

7.1. Memoria descriptiva

7.1.1. Concepción y justificación del proyecto.

La técnica de disposición final de residuos sólidos que se propone es la del relleno sanitario, la que constituye la alternativa técnica y económica más favorable en nuestro país frente a otros métodos de tratamiento como la incineración, el compostaje y el reciclaje, ya que los productos finales de estos últimos métodos deben también ser tratados finalmente a través de un relleno sanitario. La incineración demanda gran inversión y contamina el aire; por lo que el relleno sanitario es la técnica adecuada ante las condiciones reales de la ciudad.

El presente trabajo se lo realizó en el botadero controlado del cantón Pastaza en Ecuador. Dicho lugar tiene una extensión total de 45 ha. y recibe los residuos sólidos municipales que se generan en el cantón, los cuales representan un total de 1,582 toneladas diarias aproximadamente, estando compuesta de un 44,98% de materia orgánica. La construcción, operación, mantenimiento y cierre de las plataformas de disposición final del botadero controlado está a cargo del Departamento de Higiene y Salubridad del gobierno descentralizado del cantón Pastaza. La disposición final de los desechos será en una plataforma utilizando el método constructivo de trinchera.

7.1.2. Descripción del lugar seleccionado.

Del levantamiento de línea base tenemos:

El botadero controlado del cantón Pastaza se encuentra en la faja climática del Tipo Tropical Mega térmico Húmedo, presentando una pluviosidad de 13,2 mm. por día. Presenta una geología del periodo de formación cuaternario, presentando estratos conglomerados, arenas y lutitas, la constitución del suelo se establece en el orden inseptisol y textura media, presenta terrenos aptos para pastos y cultivos. Con relación a la hidrología e hidrografía, se observó la presencia de un cuerpo de agua (río Chilcayacu), el cual es un límite perimetral del botadero controlado, y afluente directo del río Puyo. Se observa un uso de suelo dedicado a zonas agrícolas y ganaderas, antropogénicamente intervenida. La vía de acceso al lugar es de primer y segundo orden.

Presenta una vegetación de bosque natural en el piso tropical, encontrándose áreas con pastos plantados y cultivos indiferenciados. Se evidencia especies vegetales comunes de la zona como: *Inga edulis, Psidium guajava, Musa paradisiacal, Saccharum officinarum, Solanum quitoense, Cucúrbita fisifolia, Carica papaya, Citrus limonun, Passiflora Edulis, Carludovica palmata, Ireartea deltoidea, Cecropia obtusifolia, Bixa Orellana, Pourouma cecropiifolia, Pollalesta discolor, Calathea donnell, Aerva sanguinolenta, Heliconia wagneriana, Arachis pintoi, Croton lechleri, Costus pulverulentus, Pteridium aquilinum, Paspalum fasciculatum, Heliconia bihai, Urtica urens, Pennisetum purpureum, Mimosa pudica.* En lo que respecta a la fauna, se detectaron especies como: *Dasyprocta fuliginos, Myoprocta acouchy, Rattus norvegicus, Dasypus novemcinctus, Oryctolagus cuniculus, Nasua nasua, Lagothrix lagotricha, Cebus albifrons, Cebus apella, Saguinus fuscicollis, Saimiri sciureus, Glironia venusta, Mabouya mabouya, Boa constrictor, Brotogeris versicolurus, Amazona autumnalis, Archilochus colubris, Coragyps atratus, Apis mellifera, Musca domestica, Tettigonia viridíssima, Gomphus vulgatissimus, Danaus plexippus, Latrodectus mactans.*

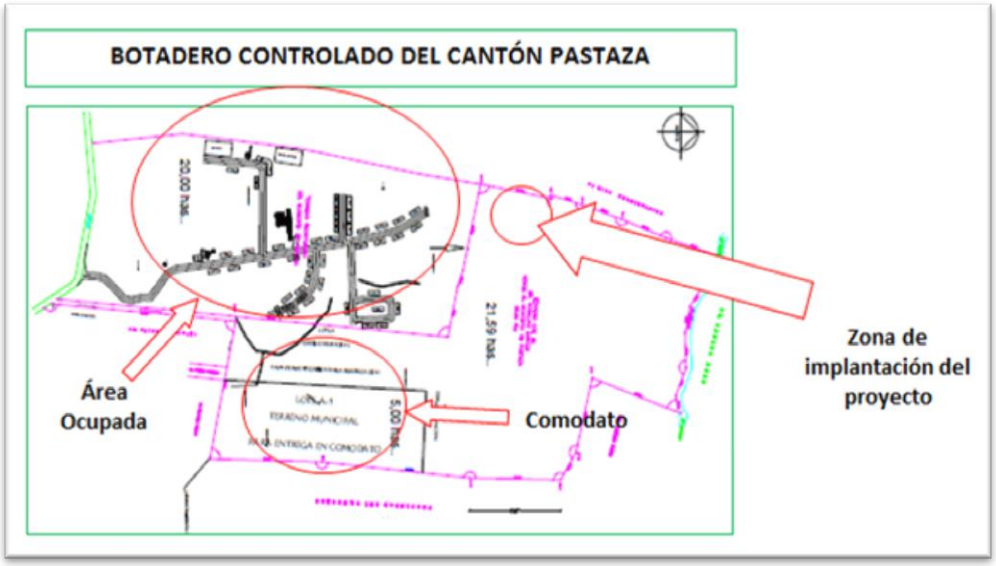
7.1.3. Descripción de los elementos básicos del proyecto

7.1.3.1. Áreas de disposición

El botadero controlado cuenta con un área de 45 ha. Encontrándose aproximadamente 12 ha. ocupadas por celdas cerradas, actualmente la disposición final se la está realizando en una plataforma de 60x50x5. Se presume que dicha celda se llenara hasta inicios del 2013.

Se estima que se necesita de 6.286,782 m^2. para la construcción y operación de la plataforma que se propone construir, esto satisfará la capacidad necesaria para disponer de 125.735,641 m^3. de desechos sólidos. El área mencionada no incluye la zona para almacenamiento de material reciclado, planta de tratamiento de lixiviados, vías de acceso y canales de aguas superficiales.

Gráfico 33. Ubicación de la propuesta



Fuente: Cristian Pavón y Municipio de Pastaza

Elaborado por: Cristian Pavón

7.1.3.2. Material de cobertura

Se contará con suficiente material de cobertura, este será producto de la excavación de la plataforma para la disposición de los desechos, el mismo que se apilará alrededor de la plataforma para su fácil y rápida utilización.

7.1.3.3. Forma de operación

En la plataforma se depositará los desechos sólidos generadas diariamente en las viviendas del cantón Pastaza, y contará con las siguientes operaciones:

- **Recepción y disposición de desechos sólidos**

Los desechos sólidos serán transportados en los recolectores desde las distintas rutas de recolección hasta el botadero controlado, en donde al carecer de una balanza para el registro diario de producción de desechos sólidos, serán depositados directamente a la plataforma. Los desechos serán esparcidos por una retroexcavadora, la misma que se encargará de su compactación, se pretende obtener un mínimo de 450 kg./m^3. en densidad de desechos recién compactados y 600 kg./m3. en densidad de desechos estabilizados. Posteriormente se

cubrirá con material de cobertura todos los desechos dispuestos, utilizando 46,874 m^3./día (20%) para el primer año, valor que se incrementará en dependencia de la producción diaria de basura (Ver Tabla 29). Los desechos sólidos serán recolectados diariamente por lo que este procedimiento se repetirá todos los días.

- **Clasificación de desechos sólidos (papel y cartón, botellas plásticas)**

Una vez los desechos sólidos dispuestos en la plataforma y antes de la compactación se realizará la separación manual de materiales de reciclaje como papel, cartón y botellas plásticas. Los mismos que serán recolectados en sacos y almacenados en la zona de reciclaje.

- **Captación y tratamiento de lixiviados**

Los líquidos producto de la descomposición de los desechos serán recolectados y transportados a través de una serie de canales hacia el sistema de tratamiento de lixiviados (Tratamiento anaerobio) para posteriormente ser evacuados al río Chilcayacu.

- **Captación y evacuación de biogás**

Los gases generados serán recolectados y transportados a través de chimeneas hacia la atmósfera.

- **Actividades de mantenimiento y control de la plataforma**

Se realizará limpieza de los alrededores de la plataforma para evitar la presencia de basura derramada, fumigaciones para el control de vectores, inspecciones para verificar el funcionamiento de la plataforma.

Las operaciones de la plataforma serán manejadas por el personal encargado del botadero controlado del Departamento de Higiene y Salubridad del cantón Pastaza, a excepción de la clasificación de los desechos que será realizado por personal independiente (minadores).

7.1.3.4. Drenajes

- **Evacuación de líquidos percolados y lixiviados:**

Se contará con cunetas perimetrales para la evacuación de aguas lluvias disminuyendo de esta manera la presencia de líquidos percolados, los cuales pueden aumentar el volumen de lixiviados a tratar. Se contará además con el sistema espina de pescado, que consistirá en una serie de canales dispuestos de tal manera que se asemeja al espinazo de un pescado, cuya

finalidad será la recolección de lixiviados y su posterior transporte hacia el sistema de tratamiento. De esta manera se evitará la contaminación a cuerpos de aguas.

- **Evacuación de gases:**

Contará con chimeneas verticales elaboradas de mallas prefabricas en forma cuadrangular de 4 m^2. con presencia de material granular, su finalidad es evacuar los gases producidos por la descomposición del material dispuesto en la plataforma.

7.1.3.5. Instalaciones

Del área total del botadero menos del 50% está construido, constando de:

- Garita de entrada: Destinada a la guardianía.
- Hangar: Destinada a la fábrica de adoquín, actualmente no está en operación.
- Guardería: Proyecto del MIES en cooperación con el gobierno autónomo descentralizado del cantón Pastaza destinada al cuidado y enseñanza de los hijos de los minadores del lugar.
- Bodega: Destinada al almacenaje de materiales y herramientas de construcción.
- Compostera: Dedicada a la producción de abono orgánico, actualmente no está operando.
- Plataforma para desechos hospitalarios: Destinada a la disposición final de desechos peligrosos provenientes de los hospitales, clínicas, sub centros de salud y veterinarias del cantón. Estos desechos se depositan en zanjas recubiertas de hormigón, las cuales son cubiertas con capas de tierra hasta su llenado, luego son selladas con una cubierta de hormigón.
- Plataforma para desechos municipales: Destinada a la disposición final de desechos sólidos, tiene una dimensión de 60x50x5, cuenta con geomebrana de 3mm para la proteger al suelo de filtraciones, chimeneas para la evacuación de gases, canales internos para la evacuación de lixiviados, canales perimetrales para la recolección y evacuación de agua lluvia.
- Tratamiento de lixiviados: Cuenta con un sistema anaerobio para el tratamiento de lixiviados productos de la descomposición de los desechos sólidos dispuestos.

- Área de escombros: Donde se depositan desechos de construcción, materiales de chatarra, neumáticos.
- Celdas cerradas: Cuenta alrededor de 20 celdas de disposición final ya cerradas, sin un previo cierre técnico. Dichas celdas en su gran mayoría no cuentan con chimeneas ni sistemas de evacuación de lixiviados apropiados, además de carecer de geomembrana para protección del suelo y sistema de tratamiento para lixiviados.

7.1.4. Información sobre los desechos sólidos a ser dispuestos

La población servida por el sistema de recolección de desechos es de 63.263 habitantes, de acuerdo a estimaciones realizadas en presente estudio (Ver Tabla 28), la producción per cápita (GPC) promedio de residuos domiciliarios en el cantón es de 2,78 kg./hab./día.

El promedio de producción de desechos sólidos en el cantón Pastaza es de aproximadamente 3,96 Ton/día por cada ruta de recolección, estimándose un total de recolección de 15,84 Ton/día (Ver Tabla 14 y Gráfico 17). Siendo, en relación al peso, el componente compostable el de mayor representación con un 44,98%, seguido del material residual con un 30,77%, el plástico con un 11,72% y el papel con un 7,74%, y los de menor representación tenemos a los especiales con 0,43%, caucho con 0,51%, prendas textiles y celulósicos con 0,68%, metálicos con 0,99%, madera con 1,02%, e inorgánicos con 1,15%.

Teniendo en cuenta el volumen que representa cada componente de los desechos en el botadero controlado tenemos que los compostables es el de mayor representación con un 34,46%, seguido del material residual con un 30,09%, el plástico con un 21,31% y el papel con un 10,74%, y los de menor representación tenemos al caucho con 0,05%, madera con 0,39%, prendas textiles y celulósicos con 0,43%, metálicos con 0,52%, los especiales con 0,57%, e inorgánicos con 1,44% (Ver Tabla 23 y Gráfico 26)

7.1.5. Plan de operaciones

La construcción de la plataforma de disposición final de desechos sólidos seguirá el siguiente plan de operaciones:

- **Acceso**

  Contará con vías de segundo orden para el acceso hacia el sitio de construcción de la plataforma, actualmente existen estas vías por lo que no se realizará ningún tipo de operación.

- **Cerco perimetral**

  La cual rodeará completamente el botadero controlado para evitar la presencia de malos olores a las zonas cercanas. Existe la presencia de vegetación en los alrededores del botadero funcionando como un cerco vivo por lo que no se realizará ninguna operación.

- **Preparación del lugar**

  La plataforma se desarrollará sobre un área 14.520,873 m^2., tendrá una altura de 6 m. con una pendiente de talud de 30^o, y contará con un sistema de impermeabilización del fondo destinado a prevenir las filtraciones de lixiviados en el interior del suelo. En la superficie donde se realizará la plataforma se hará un descapote del material vegetal y luego se realizará la excavación de una zanja de 70 m. de largo, 60 m. de ancho y 6 m. de profundidad. Se verificará la inexistencia de raíces o algún otro material que pueda afectar el diseño de la plataforma.

- **Transporte y disposición final de los desechos sólidos**

  La recolección y transporte de los desechos sólidos se realizará a través de cuatro recolectores cubriendo la ciudad de Puyo y sus alrededores, además se recolectará los desechos de las parroquias del cantón una vez a la semana. Su disposición final será en el botadero controlado del cantón, en plataformas de trincheras.

- **Sistemas de tratamiento**

  Se cuenta con un sistema anaerobio de tratamientos para lixiviados (biodigestor).

  No se utilizará ningún tipo de tratamiento para los gases producidos.

- **Control de aguas**

  Agua lluvia: Se construirá canales de drenaje alrededor de la plataforma para evitar que las aguas lluvias entre a la plataforma y obstruya las labores de operación y aumente la producción de lixiviados.

  Lixiviado: Se construirá canales de recolección en toda la plataforma para la fácil evacuación de los lixiviados hacia la planta de tratamiento.

7.1.6. Medidas de seguridad y Plan de contingencias.

7.1.6.1. Seguridad industrial

Se propone equipos de protección personal, los cuales deberán ser usados por todos los empleados que laboren en el botadero controlado ya sea para la etapa de construcción como de operación. Para ello se ha tenido en cuenta:

- **Protección de la cabeza:** El casco deberá ser usado todos los días por todos los empleados y visitantes al botadero controlado. Su estructura y su suspensión deber estar siempre en buen estado.
- **Protección de cara y ojos:** El equipo de protección de ojos debe ser usado todos los empleados, cuyas asignaciones de trabajo así lo ameriten y este consistirá en anteojos de seguridad catalogados de acuerdo a la actividad recomendada.
- **Protección de manos:** Los trabajadores deberán usar protección en sus manos dependiendo de las actividades y condiciones de trabajo consistiendo esto principalmente en el uso de guantes para: Martillado y uso de cincel, cargado de objetos pesados, manipuleo de vidrio, láminas o cualquier otro material cortante, manipuleo de cables de acero, hierro, etc., reciclaje de desechos.
- **Protección de pies:** Indistintamente de las condiciones de trabajo consistirá en zapatos tipo bota con punta de acero para todo trabajo en la plataforma.
- **Protección respiratoria:** Los trabajadores deberán usar protección respiratoria tipo mascarilla contra polvo cuando trabajen en las siguientes actividades: Descargue de la basura, separación de la basura, labores manuales de acarreo de basura. El uso de la misma se hace más indispensable cuando dichas actividades se realicen en ambientes cerrados o pocos ventilados.
- **Protección del tráfico:** Los trabajadores que se encuentre expuesto al tráfico vehicular deberán utilizar chalecos fluorescentes para su rápida visualización, así como la instalación de conos fluorescentes de tráfico.
- **Uso de equipo de protección y seguridad de los empleados:** Se dará a conocer las prohibiciones y cuidados a tener dentro del lugar de trabajo, informar de la existencia del botiquín de primeros auxilios, informar del listado de los teléfonos de emergencia de la localidad, dar a conocer las medidas de higiene que deben imperar para el uso y

mantenimiento de los servicios sanitarios y la higiene personal para el momento de ingerir alimentos, informar los procedimientos a seguir en caso de cualquier accidente, realizar capacitaciones al personal de trabajo.

7.1.6.2. Plan de contingencia

Contendrá las medidas operacionales tendientes a evitar o minimizar la ocurrencia de situaciones accidentales de riesgo para el ambiente, estos accidentes podrían ocurrir por fallas de equipos u obras, fallas de operación o riesgos naturales.

Las situaciones de riesgo ambiental identificadas para el proyecto son:

- **Infiltración de líquidos percolados**

  La probabilidad de ocurrencia de una infiltración de líquidos percolados es muy baja, prácticamente nula, debido al sistema gravitacional de captación de líquidos percolados y los sistemas de impermeabilización del fondo de la plataforma y del sistema de tratamiento de lixiviados. En principio, la infiltración de líquidos percolados hacia el subsuelo podría producirse por una falla o rotura en el sistema de impermeabilización, para evitar esto se verificará que la geomembrana cumpla con las especificaciones técnicas necesarias antes de su colocación.

  Ante la ocurrencia, las medidas o acciones a adoptar serán las siguientes:

  - Se suspenderá el riego de la superficie del relleno sanitario.
  - En caso de lluvia, se cubrirá la superficie abierta de la plataforma con una capa de material de cobertura para evitar el aumento del volumen de líquidos percolados.
  - Se efectuará el monitoreo de la calidad de las aguas subterráneas y superficiales.

- **Derrames desde la planta de tratamiento de lixiviados**

  La probabilidad de ocurrencia de fugas o derrames desde la planta de tratamiento de lixiviados es baja, debido a la capacidad del mismo, mencionado sistema ha venido siendo utilizado en los últimos años, observándose una acumulación totalidad de los líquidos generados durante un año de precipitación normal, considerando las condiciones meteorológicas de la zona. Para evitar el incremento de los lixiviados por líquidos percolados se cubrirá diariamente los desechos compactados con una capa de material de

cobertura, en caso de precipitaciones extremas, los residuos serán cubiertos con una segunda capa de material de cobertura, de esta manera se evitará que se produzcan derrames o fugas que puedan afectar la calidad de los suelos o aguas superficiales.

- **Incendio o explosión por emanaciones de gases**

  La probabilidad de ocurrencia de un incendio o una explosión por emanación de gas es baja debido al sistema de captación y evacuación de gases mediante chimeneas, la propuesta contempla la instalación de extintores portátiles correspondientes al tipo de fuego y se establecerá una restricción para fumar en el recinto. Además, se controlará diariamente el adecuado funcionamiento del sistema. Independientemente de la probabilidad de un incendio y para prevenir su posible propagación, se considerará, además, una distancia mínima entre la plataforma y cualquier edificación o vegetación en el contorno de 8 metros (zona de cortafuego).

  En el caso de un incendio o una explosión por emanación de gas, se apagará el fuego mediante los extintores previstos o, dependiendo de la magnitud, será apagado mediante el tapado con material previsto para el recubrimiento de los residuos y/o mediante la solicitud de apoyo de los bomberos.

- **Riesgos naturales.**

  Por riesgos naturales se entienden aquellos que se pueden generar como consecuencia de un evento natural, tales como: lluvia intensa, avalancha, derrumbes, erosión o eventos sísmicos.

  El diseño de la plataforma contempla un sistema de manejo y drenaje de aguas superficiales basados en experiencias de antiguas celdas ya cerradas. Frente a la eventualidad de lluvias intensas que produzcan un cierto grado de inundación, las medidas o acciones a adoptar serán:

  - Verificar el buen funcionamiento del sistema de drenaje y se harán las reparaciones pertinentes en el caso en que se encuentre dañado.
  - Cubrir la zona de operación de la plataforma para evitar la acumulación de sedimentos y eventual rebalse.

- Abrir zanjas de desvío de las aguas de escorrentía superficial para proteger la plataforma de la erosión.

Para evitar los derrumbes o deslizamientos, el diseño de la plataforma considera un talud de 30^{o} lo que garantiza un alto nivel de seguridad.

En cuanto al efecto de movimientos sísmicos, en el área del proyecto no se presentan fallas geológicas susceptibles de sufrir una activación catastrófica que pueda afectar las instalaciones previstas.

7.1.7. Evaluación de impacto ambiental.

A continuación se presenta la identificación, descripción y calificación de los posibles impactos ambientales durante la construcción de la plataforma.

7.1.7.1. Identificación de impactos

La identificación se realizó en base al análisis de un proceso interactivo, en el que se relacionan las actividades de construcción con los componentes físico, biótico y socioeconómico del ambiente.

Con el fin de identificar los diferentes impactos ambientales generados se desarrolló una lista de control que permitió establecer para cada actividad, las diferentes afectaciones producidas; en base al resultado de este análisis se pudo definir los componentes ambientales alterados.

Tabla 29. Lista de control

ETAPA	CÓDIGO	ACTIVIDAD	IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS
CONSTRUCCIÓN	A01	Desbroce	Cambio en el uso de suelo Afectación a la flora Afectación a la fauna Generación de empleo Utilización de medios de transporte Afectación al paisaje
	A02	Movimiento de tierra	Afectación a la calidad del aire y ruido Cambio en el uso de suelo Afectación a la flora Afectación a la fauna Generación de empleo Utilización de medios de transporte Afectación al paisaje
	A03	Construcción de canales para aguas lluvia	Afectación a la calidad del agua Cambio en el uso de suelo Afectación a la flora Afectación a la fauna Generación de empleo Afectación al paisaje
	A04	Construcción de canales para lixiviados	Afectación a la calidad del agua Cambio en el uso de suelo Generación de empleo
	A05	Colocación de geomembrana	Afectación a la calidad del agua Cambio en el uso de suelo Generación de empleo Afectación al paisaje
	A06	Construcción de hangar para reciclaje	Cambio en el uso de suelo Afectación a la flora Afectación a la fauna Generación de empleo
	A07	Construcción de chimeneas	Afectación a la calidad del aire y ruido Cambio en el uso de suelo Afectación a la fauna Generación de empleo Afectación al paisaje
	A08	Sistema de tratamiento de lixiviados	Afectación a la calidad del agua Cambio en el uso de suelo Afectación a la flora Afectación a la fauna Generación de empleo Salud y seguridad Afectación al paisaje

Fuente: Municipio de Pastaza Cristian Pavón

Elaborado por: Cristian Pavón

Gráfico 34. Matriz de interacciones

MATRIZ DE INTERACCIONES, BOTADERO CONTROLADO DEL CANTÓN PASTAZA

ACCIONES / PARÁMETROS AMBIENTALES		Desbroce	Movimiento de tierra	Construcción de canales para aguas lluvia	Construcción de canales para lixiviados	Colocación de geomembrana	Construcción de hangar para reciclaje	Construcción de chimeneas	Sistema de tratamiento de lixiviados	NÚMERO DE INTERACCIONES
MEDIO FÍSICO	AIRE		X					X		2
	AGUA			X	X	X			X	4
	SUELO	X	X	X	X	X	X	X	X	8
MEDIO BIÓTICO	FLORA	X	X	X			X		X	5
	FAUNA	X	X				X	X	X	5
MEDIO SOCIO ECONÓMICO	ACTIVIDADES SOCIO ECONÓMICAS									0
	EMPLEO	X	X	X	X	X	X	X	X	8
	SALUD Y SEGURIDAD								X	1
	TRANSPORTE	X	X							2
	TURISMO									0
	DESARROLLO REGIONAL									0
PAISAJE	VISTAS PANORÁMICAS Y PAISAJE	X	X	X		X	X	X	X	7
NÚMERO DE INTERACCIONES		6	7	5	3	4	5	5	7	42

Fuente: Municipio de Pastaza Cristian Pavón

Elaborado por: Cristian Pavón

7.1.7.2. Descripción de impactos

Los impactos fueron descritos para cada componente ambiental y considerando cada etapa contemplada en el proceso de construcción así:

7.1.7.2.1. Componente Socioeconómico

- **Generación de empleo**

Impacto positivo que generará el proyecto, además del personal calificado que el municipio tendrá dentro de su nómina, necesariamente requerirá obreros para su consecución, es necesario resaltar que se dará preferencia a la contratación de la mano de obra que habita en el sector.

- **Utilización de transporte**

Impacto positivo que se generará en las actividades de desbroce y movimiento de tierras. Se verán beneficiados los sectores transportistas.

7.1.7.2.2. Componente físico

- **Afectación a la calidad del aire**

La construcción de la plataforma contemplará la intervención de equipo y maquinaria pesada que generará la alteración de la calidad del aire y acústica del sector por emisión de gases y ruido; sin embargo, serán impactos de frecuencia moderada más no permanentes.
Con la implementación de cercas vivas se facilitará la purificación del aire y, a su vez, se convierten en una barrera natural que amortiguará los olores y ruido.

- **Cambios en el uso del suelo**

La zona de implantación del proyecto es un área intervenida. Su utilización actual es sembrío de pastos. Su alteración no será de forma significativa puesto que no se realizarán alteraciones a infraestructuras existentes.

- **Afectación a la calidad del agua**

Durante la construcción se posibilita la alteración a la calidad del agua producto del funcionamiento de la maquinaria. Se debe cumplir con las especificaciones técnicas de la geomembrana para evitar la contaminación de curso subterráneos de agua por infiltraciones de líquido lixiviado.

- **Afectación al paisaje**

La preparación del terreno (desbroce y limpieza) producirá un efecto de deterioro del paisaje por lo que es necesario tomar medidas para limitar su visibilidad con la implementación de una cerca viva alrededor del área de influencia directa. La recuperación de áreas afectadas mediante la reforestación con especies nativas, permitirá mejorar notablemente la calidad paisajística del sector, como también, mejorar la calidad del aire y la recuperación de flora y fauna en el sitio.

7.1.7.2.3. Componente biótico

- **Afectación a la flora**

Al ser una zona intervenida, la afectación a la flora en la zona de incidencia directa será de baja magnitud. En los alrededores no se detectó la existencia de zonas vulnerables ni de especies endémicas. Es de vital importancia realizar una revegetación a los alrededores de la plataforma usando plantas endémicas de la zona que se adapten a las condiciones del sector.

- **Afectación de la fauna**

En la zona de incidencia directa se observó la existencia de fauna y microfauna correspondiente a aves e insectos, ninguna de las especies identificadas son endémicas o se encuentran consideradas en peligro. La revegetación de la zona ayudará a que se restablezca un equilibrio ecológico en el lugar.

7.1.7.3. Calificación de impactos

El método de calificación de impactos ambientales se lo realizó mediante la Matriz de Leopold modificada y considerando los siguientes aspectos:

Tabla 30. Criterios de calificación. Matriz de Leopold

Aspecto	Nivel de calificación	Criterio
Importancia	1	Baja
	2	Media
	3	Alta
Carácter	+1	Positivo
	-1	Negativo
Magnitud	1	Baja
	2	Media
	3	Alta
Duración	1	Temporal
	3	Permanente

Fuente: Municipio de Pastaza Cristian Pavón

Elaborado por: Cristian Pavón

A continuación se muestra la matriz de calificación de impactos ambientales.

Gráfico 35. Matriz de calificaciones de impactos

MATRIZ DE CALIFICACION DE IMPACTOS. BOTADERO CONTROLADO DEL CANTÓN PASTAZA

PARÁMETROS AMBIENTALES / ACCIONES		Desbroce		Movimiento de tierra		Construcción de canales para aguas lluvia		Construcción de canales para lixiviados		Colocación de geomembrana		Construcción de hangar para reciclaje		Construcción de chimeneas		Sistema de tratamiento de lixiviados	
MEDIO FÍSICO	AIRE			1	-1									3	-1		
				1	1									3	1		
	AGUA					2	-1	3	-1	2	1					3	1
						3	1	3	1	2	3					3	3
	SUELO	3	-1	3	-1	1	-1	2	-1	3	1	2	-1	3	-1	3	1
		3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	1	2	3	3	3
MEDIO BIÓTICO	FLORA	3	-1	3	-1	1	-1					1	-1			2	1
		3	3	2	3	1	3					1	1			2	3
	FAUNA	2	-1	3	-1							2	-1	2	-1	3	1
		2	3	3	3							2	1	2	3	2	3
MEDIO SOCIO ECONÓMICO	ACTIVIDADES SOCIO ECONÓMICAS																
	EMPLEO	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1
		3	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1
	SALUD Y SEGURIDAD															2	1
																2	3
	TRANSPORTE	2	1	2	1												
		2	1	2	1												
	TURISMO																
	DESARROLLO REGIONAL																
PAISAJE	VISTAS PANORÁMICAS Y PAISAJE	3	-1	3	-1	3	-1			1	-1	1	-1	3	-1	3	-1
		3	3	3	3	3	3			2	3	2	1	3	3	3	3

Fuente: Municipio de Pastaza Cristian Pavón

Elaborado por: Cristian Pavón

Gráfico 36. Matriz de índice de impacto ambiental

MATRIZ DEL ÍNDICE DE IMPACTO AMBIENTAL, BOTADERO CONTROLADO DEL CANTÓN PASTAZA

CEGEA,2012

PARÁMETROS AMBIENTALES / ACCIONES		Desbroce	Movimiento de tierra	Construcción de canales para aguas lluvia	Construcción de canales para lixiviados	Colocación de geomembrana	Construcción de hangar para reciclaje	Construcción de chimeneas	Sistema de tratamiento de lixiviados	AFECTACIÓN NEGATIVA	AFECTACIÓN POSTIVA	AGREGACIÓN IMPACTOS
MEDIO FÍSICO	AIRE	0	-1	0	0	0	0	-7,2	0	2	0	-8,20
	AGUA	0	0	-4,8	-7,2	4,6	0	0	9	2	1	6,40
	SUELO	-9	-9	-2,3	-6	9	-3,4	-6,9	9	6	1	-18,60
MEDIO BIÓTICO	FLORA	-9	-6,9	-1,6	0	0	-1	0	4,6	4	0	-13,90
	FAUNA	-4,6	-9	0	0	0	-3,4	-4,6	6,9	4	0	-14,70
MEDIO SOCIO ECONÓMICO	ACTIVIDADES SOCIO ECONÓMICAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
	EMPLEO	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	0	7	57,60
	SALUD Y SEGURIDAD	0	0	0	0	0	0	0	4,6	0	0	4,60
	TRANSPORTE	3,4	3,4	0	0	0	0	0	0	0	2	6,80
	TURISMO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
	DESARROLLO REGIONAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
PAISAJE	VISTAS PANORÁMICAS Y PAISAJE	-9	-9	-9	0	-2,3	-1,7	-9	-9	6	0	-49,00
	AFECTACION NEGATIVA	4	5	4	2	1	4	4	0			
	AFECTACION POSITIVA	2	2	1	1	3	1	1	0			
	AGREGACIÓN IMPACTOS	-21,00	-24,30	-10,50	-6,00	18,50	-2,30	-20,50	32,30			

Fuente: Municipio de Pastaza Cristian Pavón

Elaborado por: Cristian Pavón

7.1.7.4. Evaluación de impactos ambientales

Del proceso de evaluación de impactos ambientales se puede determinar lo siguiente:

- Durante la valoración del componente social, la Generación de empleo temporal mientras se realicen los trabajos de construcción, implicó una alta significancia (Agregación del Impacto).

- Impactos positivos generados por el proyecto constituyen:
  - Generación de empleo.
  - Mejoramiento de las condiciones de salud.
  - Promoverá el transporte.

- Impactos negativos más elevados, se dan en el componente Suelo; esto debido, a las actividades de desbroce y movimiento de tierra.

- Actividades que generan impactos negativos significativos, son:
  - Desbroce.
  - Movimiento de tierras.
  - Construcción de chimeneas.

- Actividades que significan impactos positivos sobre el medio, son:
  - Colocación de geomembrana.
  - Implementación del sistema de tratamiento de lixiviados.

Tabla 31. Cuadro Resumen de Impactos Ambientales

MAGNITUD			IMPORTANCIA		
BAJA	3	7%	BAJA	6	14%
MEDIA	15	36%	MEDIA	11	26%
ALTA	24	57%	ALTA	25	60%
	42	100%		42	100%
CARACTER			DURACIÓN		
POSITIVO	17	40%	TEMPORAL	18	43%
NEGATIVO	25	60%	PERMANENTE	24	57%
	42	100%		42	100%

Fuente: Municipio de Pastaza Cristian Pavón

Elaborado por: Cristian Pavón

En base a la Tabla 31 se puede detallar lo siguiente:

- El 36% de las actividades que comprenden las etapas del proyecto tienen una magnitud media de impacto. El 57% tienen una magnitud alta.
- El 40% de las actividades son de carácter positivo, es decir, la construcción del proyecto promoverá un buen manejo de los residuos.
- Apenas un 60% de las actividades poseen un alto nivel de importancia, el resto de actividades tienen un importancia baja y media.
- El 57% de las actividades tendrán un impacto permanente en el ambiente.
- Pese a que las actividades de construcción, en su mayoría son de carácter negativo, las celdas de disposición de residuos significarán un componente primordial en el manejo integral de desechos del cantón Pastaza.

7.1.8. Información acerca de la infraestructura periférica.

El botadero controlado se encuentra en una zona alejada de la vía principal evidenciándose la no presencia de infraestructura periférica como redes de aguas potable, redes de alcantarillado o viviendas.

7.1.9. Información acerca de la infraestructura del relleno.

- Energía eléctrica: Cuenta con suministro de energía eléctrica proveniente de la red principal del cantón.
- Agua potable: Esta es abastecida semanalmente a través de tanqueros de acuerdo al consumo.
- Servicios higiénicos: Cuenta con servicios higiénicos apropiados para uso del personal del relleno y los niños de la guardería.

7.1.10. Estudio de suelos

Estudios de mecánica de suelo realizados In Situ por ECUASUELOS21 (2010) develan un suelo del tipo Limo areno arcilloso de alta compresibilidad, mientras que en la parte superficial se tiene material sedimentario menos compacto (Ver Anexo7).

7.1.11. Del control del tratamiento de efluentes líquidos y gaseosos.

En el anexo 1, libro VI del TULAS, Tabla 12, se presenta los límites de descarga de efluentes líquidos a un cuerpo de agua dulce (Ver Anexo 12).

Gráfico 37. Límites de descarga de efluentes líquidos a un cuerpo de agua dulce

PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y Grasas.	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Alkil mercurio		mg/l	**No detectable**
Aldehídos		mg/l	2,0
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	2,0
Boro total	B	mg/l	2,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cianuro total	CN^-	mg/l	0,1
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cloroformo	Extracto carbón cloroformo ECC	mg/l	0,1
Cloruros	Cl^-	mg/l	1 000
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Cobalto	Co	mg/l	0,5
Coliformes Fecales	Nmp/100 ml		[8]Remoción > al 99,9 %
Color real	Color real	unidades de color	* Inapreciable en dilución: 1/20
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,2
Cromo hexavalente	Cr^{+6}	mg/l	0,5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	$D.B.O_5$.	mg/l	100
Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O.	mg/l	250
Dicloroetileno	Dicloroetileno	mg/l	1,0
Estaño	Sn	mg/l	5,0
Fluoruros	F	mg/l	5,0
Fósforo Total	P	mg/l	10

los regulados con descargas de coliformes fecales menores o iguales a 3 000, quedan exentos de tratamiento.

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Hierro total	Fe	mg/l	10,0
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20,0
Manganeso total	Mn	mg/l	2,0
Materia flotante	Visibles		Ausencia
Mercurio total	Hg	mg/l	0,005
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitratos + Nitritos	Expresado como Nitrógeno (N)	mg/l	10,0

Continua...

Continuación...

TABLA 12. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Nitrógeno Total Kjedahl	N	mg/l	15
Organoclorados totales	Concentración de organoclorados totales	mg/l	0,05
Organofosforados totales	Concentración de organofosforados totales.	mg/l	0,1
Plata	Ag	mg/l	0,1
Plomo	Pb	mg/l	0,2
Potencial de hidrógeno	pH		5-9
Selenio	Se	mg/l	0,1
Sólidos Sedimentables		ml/l	1,0
Sólidos Suspendidos Totales		mg/l	100
Sólidos totales		mg/l	1 600

PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Sulfatos	$SO_4^=$	mg/l	1000
Sulfitos	SO_3	mg/l	2,0
Sulfuros	S	mg/l	0,5
Temperatura	°C		< 35
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1,0
Tricloroetileno	Tricloroetileno	mg/l	1,0
Vanadio		mg/l	5,0
Zinc	Zn	mg/l	5,0

* La apreciación del color se estima sobre 10 cm de muestra diluida.

Fuente: TULAS.

Elaborado por: Cristian Pavón.

Actualmente no se cuenta con un control del tratamiento de efluentes líquidos ni gaseosos, pero se propone protocolos de muestreo semestral para establecer la eficiencia de la planta de tratamiento comparando los resultados con los límites máximos permisibles del Gráfico 76.

En lo gaseoso recomendar la quema de biogás para evitar malos olores

7.1.12. Plan de inversiones y costos.

La construcción y operación de la plataforma para la disposición final de los desechos sólidos será financiada en su totalidad por el gobierno autónomo descentralizado del cantón Pastaza, departamento de higiene y salubridad. Se cobrará una tasa de recolección de basura prevista por la municipalidad.

7.1.13. Plan de mantenimiento del relleno.

Se realizará una serie de actividades encaminadas al mantenimiento de los sistemas operativos, con el fin de garantizar su apropiado funcionamiento. Entre estas se destacan:

7.1.13.1. Mantenimiento de herramientas

Una vez concluidas las labores de trabajo diarias, las herramientas se las limpiaran y, en caso de daños, serán reparadas o sustituidas a la mayor brevedad.

7.1.13.2. Mantenimiento de la vía de acceso y camino interno

La vía de acceso y el camino interno al frente de trabajo, a las redes de drenaje pluvial y a la superficie terminada del relleno deben mantenerse en adecuadas condiciones de operación. El costo de mantenimiento de la vía de acceso y de la vía interna es menor que el de la reparación por daño de los ejes y resortes o que el deterioro del vehículo recolector ocasionado por el mal estado de la carretera o un volcamiento. El frente de trabajo se debe mantener ordenado y sin material disperso.

7.1.13.3. Mantenimiento del drenaje perimetral

Con el tiempo, estos canales se van obstruyendo por la erosión de los taludes de tierra, por el material que se arrastra en las épocas de lluvia o el disperso por el viento (papeles, plástico, etc.), por lo que se conservará en buen estado de los canales de drenaje periféricos y la superficie de la plataforma,

7.1.13.4. Mantenimiento del material disperso

Se puede producir presencia de desechos sólidos arrastrados por el viento en la plataforma y sus alrededores por lo que es necesario mantener limpias las áreas de trabajo diario. De esta manera al término de la jornada uno de los trabajadores recogerá todos estos materiales dispersos y los depositará en la plataforma.

7.1.13.5. Mantenimiento del sistema de tratamiento de lixiviado

Se producirá el arrastre de una gran cantidad de material fino por las aguas que percolan en el interior del relleno, los drenajes se van colmatando poco a poco, y se pueden obstruir con el tiempo. Por lo que es necesario que el sistema de tratamiento de lixiviados sea revisado periódicamente con el fin de observar el nivel de colmatación o la cantidad de sedimentos que contenga e sistema y así retirar el material sedimentado.

7.1.13.6. Mantenimiento de drenaje de gases

Debido a los asentamientos de la plataforma las chimeneas se van deformando e inclinando; de ahí será necesario mantenerlas verticales a medida que se eleva el nivel del relleno con el fin de evitar su obstrucción y total deterioro.

7.1.13.7. Aseo de instalaciones

El aseo incluirá todas las instalaciones del botadero controlado (unidad sanitaria, compostera, caseta de reciclaje,etc.).

7.1.14. Plan de clausura y Posclausura

La clausura debe entenderse como la suspensión definitiva del confinamiento de residuos sólidos debido al agotamiento de la vida útil de la plataforma. En esta etapa se mantendrá el funcionamiento de los controles ambientales propuestos y se realizarán las siguientes actividades

- **Diseño de la cobertura final**

Consistirá en una capa de material de cobertura que se colocará sobre la superficie de la plataforma, y su función será:

- Controlar el escurrimiento de agua pluvial para minimizar la infiltración y disminuir la erosión

- Controlar el Flujo de biogás dirigiendo el flujo hacia los pozos de captación y facilitando el monitoreo de la calidad el biogás
- Soportar la cubierta vegetal.
- Minimizar la proliferación de fauna nociva (moscas, roedores, etc.).
- Operar adecuadamente durante la clausura de otras plataformas.
- Disminuir el impacto visual negativo al medio ambiente evitando la dispersión de papeles, controlando los malos olores y estableciendo una apariencia agradable del sitio
- Minimizar los posibles incendios confinando los materiales fáciles de incendiarse, controlando y disminuyendo la entrada de oxígeno.

- **Sistemas de control de drenaje de aguas pluviales**

  El control del drenaje de la superficie de la plataforma es de gran importancia, ya que es uno de los factores de los cuales dependerá la producción de lixiviados, así como la estabilidad de la plataforma, por lo que se construirán drenes con el fin de reducir la entrada del agua al sitio, desalojar el agua que se infiltre de manera inevitable, que el agua no circule en cantidades excesivas dentro del área de la plataforma, destruyendo el material de cobertura y originando la formación de charcos.

- **Control del biogás**

  Esto se lo realizará desde la construcción de la plataforma, la técnica propuesta son las chimeneas. Para asegurar la producción del mismo se realizaran monitoreos semestrales.

- **Control y tratamiento de lixiviados**

  La producción de lixiviado estará en función del diseño de la cobertura final, de los tipos de residuos colocados en la plataforma y de los factores climatológicos de la región (precipitación) por lo que el control de lixiviados se llevará a cabo por la red de drenaje interno, así como superficialmente a través de los drenes perimetrales, controlando el volumen de lixiviado

- **Sistemas de supervisión ambiental**

  Se buscará asegurar el buen funcionamiento de la plataforma con respecto a la emisión incontrolada de contaminantes al ambiente, por lo que se propone monitoreos semestrales tanto para la producción de lixiviados como biogás.

6.1.15. Uso futuro del área

El gobierno autónomo descentralizado del cantón Pastaza tiene una proyección a usar el área como una zona recreacional destinada a la creación de un área verde.

7.2. Diseño y especificaciones técnicas

Para el diseño de la plataforma se ha utilizado una serie de métodos y técnicas, basados en trabajos de campo, que permitió realizar las estimaciones necesarias para la realización del presente, encontrando de esta manera:

Utilizando el método geométrico se ha llegado a una estimación poblacional de 66.230 habitantes para el año 2015, siendo esta la población a ser servida durante el tiempo que durara el proyecto.

Se estima que 110740 kilogramos de basura serán producidos a la semana, llegando a contar con un total de 130.357,97 toneladas hasta el año 2015. Para la construcción de una plataforma que satisfaga las necesidades de disposición se necesitará un área de 16.089,201 m^2.

El lugar a ejecutarse el proyecto cuenta con una adecuada topografía del terreno (área de pendiente semiplana), tipo de suelo (no rocoso) y nivel del manto freático (buena profundidad del nivel freático).

Se concluye que el método más práctico a utilizarse es de trinchera, este consistirá en la excavación de una zanja con una determinada dimensión, se considerará alternativas de manejo para las altas tasas de precipitación presentes en la zona, la disminución de los desechos sólidos municipales a través del reciclaje y la minimización de la afectación al medio.

7.2.1. Localización

La plataforma diseñada se localizará dentro del botadero controlado del cantón Pastaza en las siguientes coordenadas (Ver gráfico 33):

Latitud: 0170510

Longitud: 9837170

Altitud: 971 msnm

7.2.2. Cortes generales y de construcción.

Para la realización de la plataforma se deberá realizar algunas actividades entre las cuales tendremos:

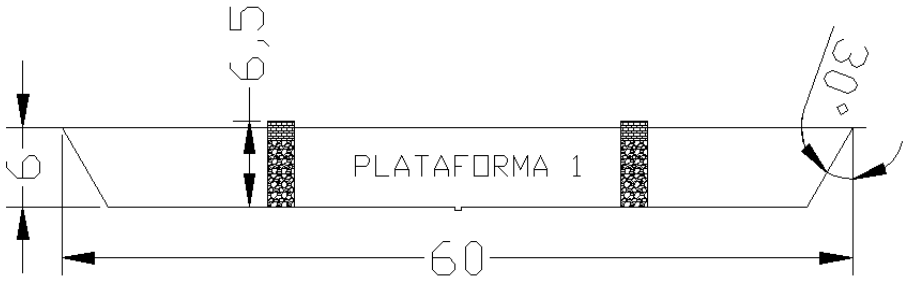
El desmonte, el cual se realizará por etapas y de acuerdo al avance de la obra, se utilizará para limpiar y abrir camino al lugar donde se construirá la plataforma (Ver Gráfico 5.), su finalidad será la accesibilidad al mismo de las máquinas y obreros, se lo hará en la zona donde operara la nueva plataforma, donde se construirán los drenajes, tratamiento de lixiviados y área de compostaje, vías de acceso, y área destinada al almacenamiento de material reciclado. En las áreas a no ser utilizadas no se realizará la remoción de la cobertura vegetal. Para la realización del mismo se utilizará una retroexcavadora y el personal propio del botadero controlado.

Movimiento de tierras, su finalidad será la preparación del suelo para la realización de la plataforma, para ello se deberá realizar un profundo análisis de la topografía del sitio, estableciendo los sitios más adecuados y procurando el menor movimiento de tierras para la preparación del mismo con el objetivo de minimizar los costos del proyecto. El movimiento de tierras se lo realizará a través de una retroexcavadora.

Debido a la cantidad de basura a disponer en el tiempo planteado es conveniente la construcción de 2 plataformas con un tiempo de utilización de 24 meses cada una, incrementando el tiempo de vida útil del proyecto a 4 años, no como se había previsto, cada plataforma de acuerdo a la Tabla 26 tendrá un dimensionamiento de 60 m. de ancho, 70 m. de largo, y 6 m. de profundidad, con un talud de 30° (Ver Gráfico 38). El mismo constara además del sistema de evacuación y transporte de los lixiviados y gases producidos. El trabajo para la construcción del mismo será realizado por una retroexcavadora.

Gráfico 38. Dimensionamiento y vistas de la plataforma de disposición final de desechos sólidos en el botadero controlado del cantón Pastaza.

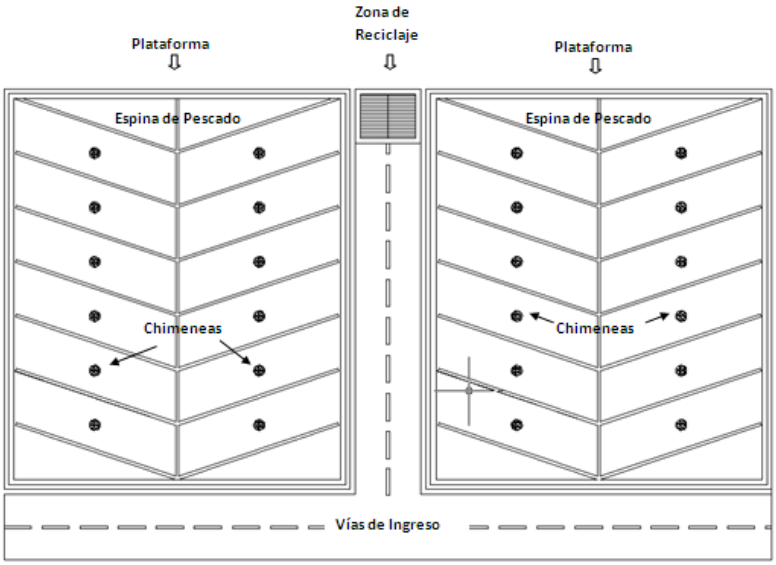
Dimensionamiento


6,5
6
PLATAFORMA 1
30°
60

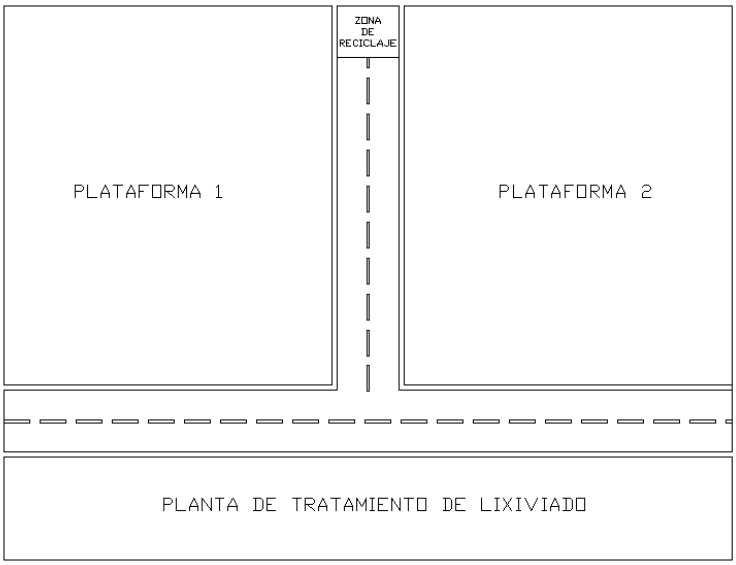
Vista Frontal



Vista Superior



Vista Superior del área total a utilizar



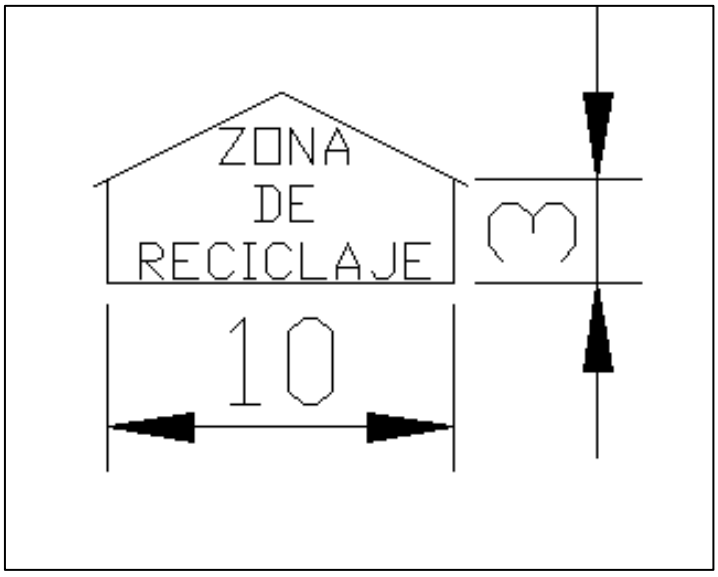
Fuente: Municipio de Pastaza y Cristian Pavón.

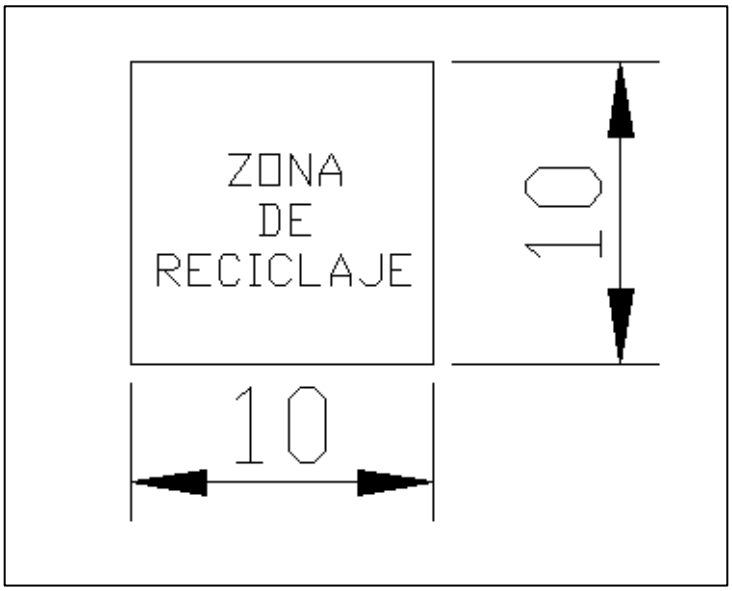
Elaborado por: Cristian Pavón.

7.2.3. Construcciones auxiliares.

Zona de reciclaje, su finalidad será tener un lugar cómodo para el reciclaje de los desechos y su almacenamiento, este será realizado por los mineros del botadero y apoyo del gobierno autónomo descentralizado del cantón , consistirá en un espacio cubierto hecho de madera y techo de zinc, de 10X10X3 m. (Ver Gráfico 39).

Gráfico 39. Caseta para el almacenamiento del material reciclado





Fuente: Municipio de Pastaza y Cristian Pavón.

Elaborado por: Cristian Pavón.

7.2.4. Instalaciones.

No se propone instalaciones auxiliares adicionales a las ya existentes..

7.2.5. Sistemas de drenaje de aguas superficiales, drenaje de gases, y drenaje de lixiviados.

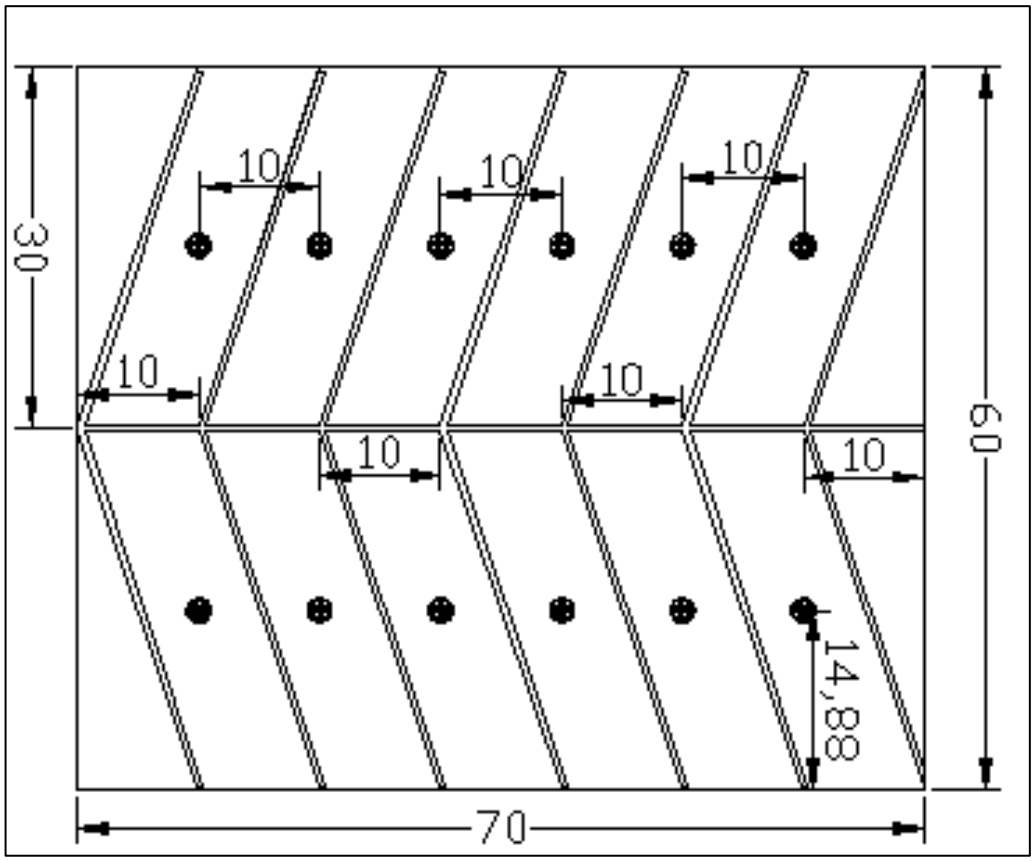
Se instalará u sistema de impermeabilización para el suelo, la cual evitará la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas con líquidos lixiviados. En dependencia de lo indicado con el fin de prevenir la contaminación se utilizará un sistema artificial de que consistirá en una geomembrana de 4 mm. de espesor ubicada en toda la plataforma (base y taludes), y 3 m. en todo su alrededor. Los principales aspectos que tomaremos en cuenta para la instalación de la geomembrana serán: descapotar y retirar raíces de árboles y arbustos, rellenar con tierra y compactar, retirar cualquier material pétreo que pueda romper o maltratar la geomembrana, extraer los excesos de agua que se encuentren en el área de la instalación y comprobar el sellado de las juntas de la geomembrana. Para la misma se utiliza personal propia del botadero y del departamento de Higiene y Salubridad del cantón.

Sistema de drenaje de aguas de escorrentía, debido al alto índice de pluviosidad presente en el cantón, se deberá realizar este sistema, su finalidad será colectar y conducir la escorrentía

superficial producto de la precipitación a las zonas bajas de la plataforma, y minimizar la infiltración de esta agua hacia el interior del relleno evitando el incremento del caudal de líquidos lixiviados. Los canales para aguas lluvias y de escorrentía tendrán un ancho de 0,80 m. y una profundidad de 0,5 m. y bordearan toda la plataforma, estas aguas serán llevadas hasta una caja de revisión protegida por un malla para evitar el arrastre de material grueso (plásticos, cartones, hojas, etc), y finalmente depositadas en el rio Chilcayacu, de esta manera se minimizará la contaminación del rio. Para esto se utilizará al personal propio del botadero.

Recolección y transporte de lixiviados, como se observa en la Gráfica 40 se lo realizará a través del sistema espina de pescado, que consistirá en una serie de canales en toda la plataforma semejantes al espinazo del pescado, de ahí su nombre, que se encargaran de recolectar los líquidos producto de la descomposición de los desechos, que por gravedad llegan al fondo de la plataforma, y transportarlos a la parte baja de la plataforma, hacia un sistema de tratamiento de lixiviados. Este sistema tendrá un dimensionamiento de 0,5 m de ancho y 0,3 m de profundidad, una separación de 10 m entre espinas, impermeabilizado con geomembrana, este sistema además constará con un relleno de piedra bola para disminuir la velocidad del flujo y oxigenar a través del golpeo al lixiviado disminuyendo el grado de contaminación presente en el mismo. Este sistema será realizado por el personal del botadero.

Gráfico 40. Recolección y transporte de lixiviados.

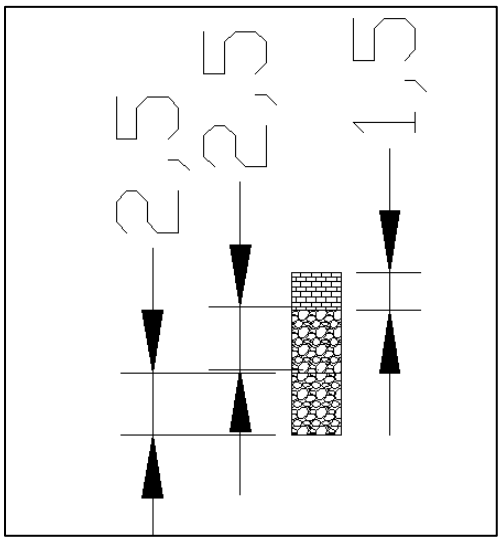


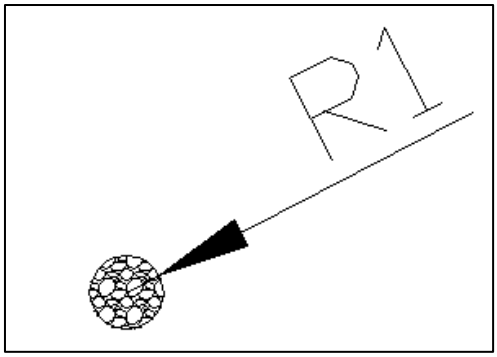
Fuente: Municipio de Pastaza y Cristian Pavón.

Elaborado por: Cristian Pavón.

Sistema de evacuación de gases, como se muestra en el Gráfico 41 se lo realizará a través de chimeneas de 1 m. de radio construido de malla prefabricada y rellenada con piedra bola para disminuir la velocidad de su flujo, y tendrá una separación ente chimeneas de 20 m., las chimeneas se construirán en 3 etapas, las dos primeras etapas tendrán un alto de 2,5 m. y se construirán de acuerdo al rellenamiento de la plataforma, la última etapa consistirá en la construcción de una chimenea de hormigón de 1,5 m. de alto, la separación entre chimeneas será de 10 m., el tratamiento para los gases producidos será la incineración al salir de la chimenea. Las chimeneas serán hechas por el personal del botadero y de acuerdo al rellenado de la plataforma.

Gráfico 41. Dimensionamiento de chimeneas.





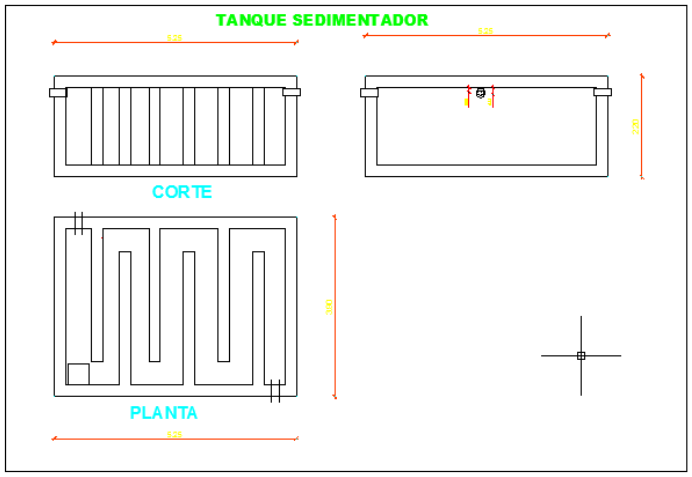
Fuente: Municipio de Pastaza y Cristian Pavón.

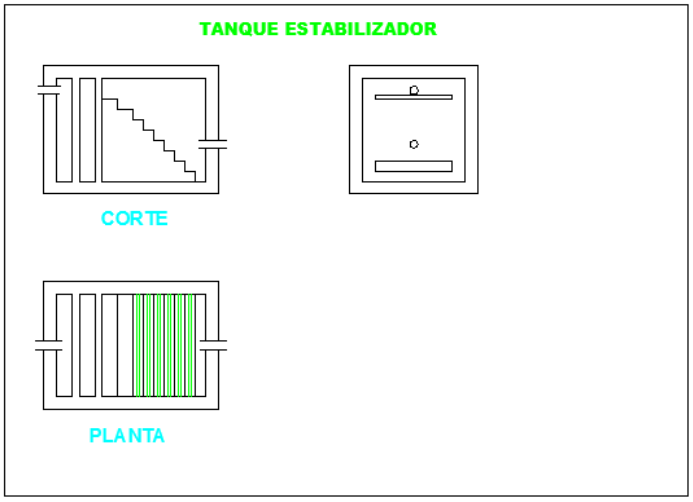
Elaborado por: Cristian Pavón.

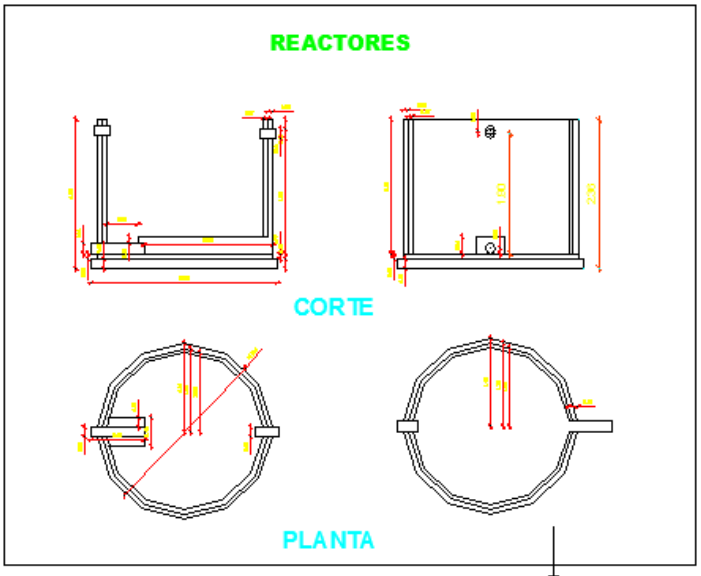
7.2.6. Tratamiento de efluentes líquidos y gaseosos.

Sistema de tratamiento de lixiviados: El lixiviado al salir de la plataforma será llevado a un sistema de tratamiento biológico antes de su descarga al rio Chilcayacu, este constara de un tanque sedimentador, un tanque estabilizador y un biodigestor (sistema de tratamiento actual propuesto por el municipio de Pastaza).

Gráfico 42. Sistema de tratamiento de lixiviados





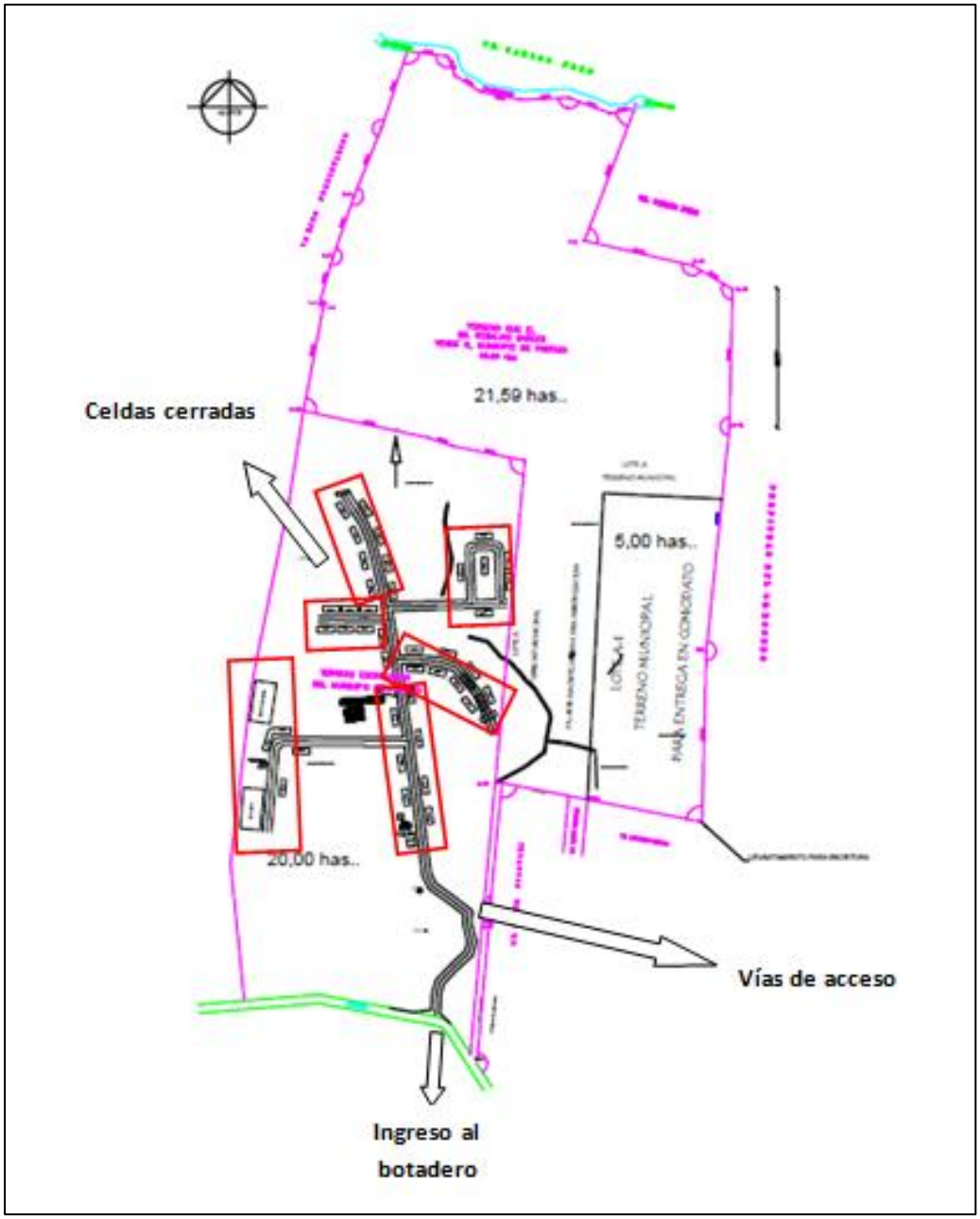


Fuente: Municipio de Pastaza.

Elaborado por: Cristian Pavón.

7.2.7. Información general

Gráfico 43. Botadero controlado del cantón Pastaza



Fuente: Municipio de Pastaza.

Elaborado por: Cristian Pavón.

7.3. Equipamiento.

Para la construcción, mantenimiento y operación de la plataforma de disposición final de los desechos sólidos del cantón será realizada por maquinaria propia del municipio en la que encontramos una retroexcavadora (Ver Gráfico 44) y volquetas y recolectores (Ver Anexo 8).

Gráfico 44. Botadero controlado del cantón Pastaza



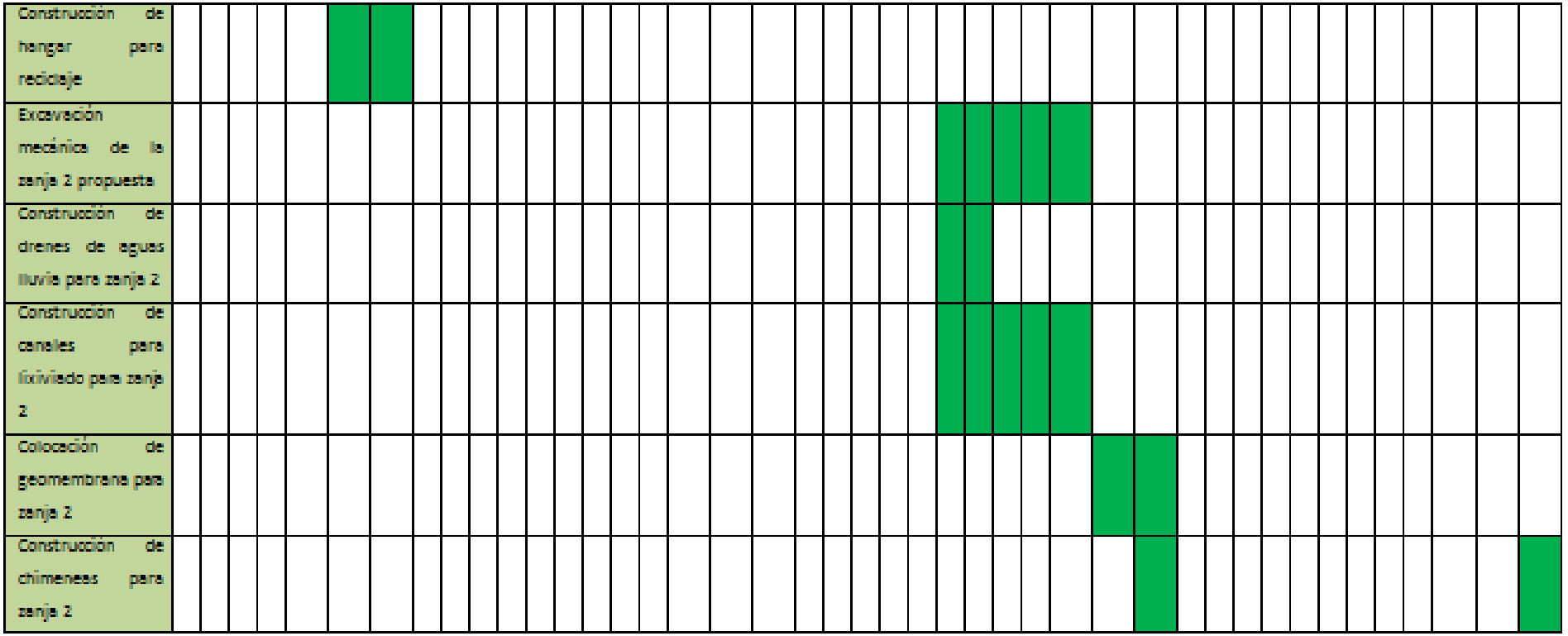
Fuente: Municipio de Pastaza.

Elaborado por: Cristian Pavón.

7.4. Cronograma de ejecución.

Tabla 32. Cronograma de trabajo para la construcción de la plataforma

	AÑO DE CONSTRUCCIÓN							AÑO 1 DE OPERACIÓN											AÑO 2 DE OPERACIÓN											AÑO 3 DE OPERACIÓN										
Actividades	M 6	M 7	M 8	M 9	M 10	M 11	M 12	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	M 9	M 10	M 11	M 12	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	M 9	M 10	M 11	M 12	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	M 9	M 10	M 11	M 12
Excavación mecánica de la zanja 1 propuesta																																										
Construcción de drenes de aguas lluvia para zanja 1																																										
Construcción de canales para lixiviado para zanja 1																																										
Colocación de geomembrana para zanja 1																																										
Construcción de chimeneas para zanja 1																																										
Construcción del sistema de tratamiento de lixiviados																																										



Fuente: Municipio de Pastaza.

Elaborado por: Cristian Pavón.

8. CONCLUSIONES

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

La inexistencia de datos de generación y composición de residuos en la zona, impide la comparación de los datos generados en el presente estudio, sin embargo esta información puede servir de referencia para futuros estudios, lo que permitirá observar el comportamiento de la generación de residuos a lo largo del tiempo. La información obtenida puede contribuir además a la toma de decisiones sobre: programas de reducción de residuos; programas de estímulos para la creación de empresas recicladoras; programas de educación ambiental; optimización de equipo de recolección, entre otros.

A través de la identificación y valoración de impactos se determinó los problemas ambientales que actualmente ocasiona al medio el botadero controlado del cantón Pastaza debido a la inadecuada forma de disposición final de los mismos, concluyendo que del 36% de las actividades que comprenden las etapas del proyecto tienen una magnitud media de impacto, el 57% tienen una magnitud alta, el 40% de las actividades son de carácter positivo, es decir, la construcción del proyecto promoverá un buen manejo de los residuos, apenas un 60% de las actividades poseen un alto nivel de importancia, el resto de actividades tienen un importancia baja y media, el 57% de las actividades tendrán un impacto permanente en el ambiente. Pese a que las actividades de construcción, en su mayoría son de carácter negativo, las celdas de disposición de residuos significarán un componente primordial en el manejo integral de desechos del cantón Pastaza.

Se estima una producción de desechos sólidos en el tiempo previsto para el proyecto de 130.357,97 Ton. necesitando un área de 16.089,201 m^2. y debido a la topografía y estudios realizados en la zona de estudio se propone un método de trinchera con la construcción de dos zanjas, con un tiempo de llenado de dos años cada una, de esta manera se obtendrá la capacidad necesaria para sobrellevar la carga de producción de la población del cantón.

De lo anterior se propone que las dimensiones necesarias para cada zanja es de 70 m. de largo, 60 m. de ancho, y 6 m. de profundidad, con un talud de 30^{o}. Constará con un sistemas de tratamiento de gases (chimeneas) y lixiviados (sistema anaerobio), un sistema de impermeabilización a través de la colocación de geomembrana de 4 mm. de espesor en toda la plataforma, evitando la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas por la filtración de líquidos lixiviados. La recolección y transporte de lixiviados se lo realizará a través del sistema espina de pescado, que no es más que una serie de canales en toda la plataforma, y tendrá un dimensionamiento de 0,5 m. de ancho y 0,3 m. de profundidad y una separación de 10 m entre espinas, constará además con relleno de piedra bola para disminuir la velocidad del flujo y oxigenar a través del golpeo al lixiviado disminuyendo el grado de contaminación presente en el mismo.

En el cantón Pastaza se observa que los desechos compostables son los de mayor producción seguido del material residual, el plástico y el papel, y los de menores valores porcentuales son los especiales, el caucho, las prendas textiles y celulósicos, metálicos, madera e inorgánicos. De estos componentes solo se reciclan las botellas plásticas, el papel y el cartón, en valores estimados de 3.886,25 kg. a la semana y 3.422,5 kg. a la semana respectivamente, sin presentar mucha demanda materiales como los vidrios y los metales. De esta manera se planteó la construcción de un hangar de reciclaje, que servirá para el almacenamiento de los desechos reciclados.

El método y diseño propuesto constituye la alternativa técnica y económica más favorable para la disposición final de los desechos sólidos del gobierno autónomo descentralizado del cantón Pastaza, debido a la existencia de experiencia en la construcción de zangas del administrador y los obreros, y la presencia de materiales y maquinaria necesaria para la construcción y operación del mismo, sin necesitar de mucha inversión para la ejecutación del mismo.

9. RECOMENDACIONES

Se recomienda tener en cuenta lo siguiente:

El trabajo en conjunto entre gobierno y sector académico, puede ayudar a llenar los vacíos existentes respecto a información sobre temas ambientales, en este caso desechos sólidos. Los municipios por si solos tienen dificultad para hacer frente a la problemática de la generación de información sobre el manejo de los residuos. Sería una alternativa muy viable la integración del sector académico como apoyo en las actividades de gestión de residuos, se pudieran combinar recursos e información y con ello generar la información pertinente para una toma de decisiones fundamentada.

Realizar una inversión económica por parte del gobierno descentralizado del cantón Pastaza para mejorar las condiciones higiénicas y de seguridad industrial para los trabajadores de la plataforma y la adecuada disposición de los desechos sólidos, esto permitirá disminuir los impactos y problemas ambientales que el mismo genera al medio.

Implementar el diseño de la plataforma de disposición final de desechos sólidos que se propone en el presente trabajo investigativo, el cual disminuirá los problemas ambientales actualmente existentes, de esta manera se dispondrá de forma más adecuada los desechos sólidos del cantón.

Establecer sistemas de tratamiento alternativos puestos en prácticas en otros municipios con resultados beneficiosos como el compostaje y reciclaje, de esta manera se disminuirá el tiempo de llenado de las zanjas aumentando el tiempo de vida útil de las mismas y económicamente siendo más rentable.

Se debería proponer una guía de gestión de desechos producto del mantenimiento del sistema de tratamiento elegido, así como una guía de buenas prácticas ambientales para el manejo de los desechos sólidos.

10. RESUMEN

El presente trabajo investigativo propone el diseño de una plataforma de disposición final de desechos sólidos en el botadero controlado del cantón Pastaza con un tiempo a utilizarse de 3 años, que consiste en dos zanja de 60X70X6 metros de dimensiones cada una, las cuales tendrán sus respectivos sistemas de transporte y evacuación de lixiviados y gases, el tratamiento que se les dará a los mismos son convencionales, siendo para el gas producido la incineración y al lixiviado un sistema de tratamiento anaerobio que se ha venido utilizando antes de ser descargados al medio, además contarán con una cubierta para evitar la contaminación del suelo, y canales para la evacuación de aguas lluvia. Para llegar al diseño del mismo se hicieron una serie de trabajos de campo con la finalidad de obtener datos indispensables para comprender el comportamiento de los desechos en el tiempo, y de esta manera llegar a una propuesta ambiental y económicamente adecuada.

11. SUMMARY

This research work proposes the design of a platform for solid waste disposal in controlled landfill Pastaza Canton to be used with a time of 3 years, consisting of two trench dimensions 60X70X6 feet each, which have their respective transport systems and disposal of leachate and gas, the treatment given to them are conventional, being for the gas produced leachate incineration and anaerobic treatment system that has been used before being discharged to the environment as well counted with a cover to prevent soil contamination, and channels for rain water evacuation. To reach the same design made a number of field work in order to obtain data necessary for understanding the behavior of the waste in time, and thus arrive at a proposal environmentally and economically appropriate.

12. BIBLIOGRAFÍA

- Albuja L., Ibarra M., Urgilés J., Barriga R. Estudio Preliminar de los Vertebrados Ecuatorianos, Escuela Politécnica Nacional. Quito; 2004. Pag. 133.
- Asamblea Nacional Constituyente. Constitución de la República del Ecuador; 2008.
- ASAMTECH. Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto de Manejo Ecológico de los Desechos Sólidos en las Parroquias Rurales De Maldonado Y Chical. Tulcán: Consultoría independiente; 2009.
- ASTEC. Evaluación de desechos sólidos en el cantón Pastaza. Puyo: ASTEC; 2008.
- Chaves Araya M. Sistema de Manejo de desechos sólidos en el cantón de San Ramón. Inter Sedes 2001; 2(2-3): [173-187].
- Centro de Ingeniería y Geoinformacion Ambiental. Estudio y Plan de Manejo Ambiental del Área Minera Huapuno 1, Provincia de Pastaza. Puyo: CEGEA; 2012.
- Collazos H. Diseño y Operación de Rellenos Sanitarios. 3ra. Ed. Colombia: Escuela Colombiana de ingeniería; 2008.
- Decreto Supremo 188 del Código de la salud. (Registro Oficial 158, de 08-02-71).
- ECUASUELOS21. Informe Técnico de Mecánica de Suelos del Relleno Sanitario de Puyo. Pastaza: Consultoría independiente; 2010. No 456-D.HH.SS.2010.
- Eguizabal R. Guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario manual. Perú: Red de instituciones especializadas en capacitación para la gestión integral de los residuos sólidos; 2008.
- Gudiño M. Manejo integral de desechos sólidos del cantón Atacames. Gobierno Municipal de Pedernales. Atacames; 2006. Pag. 15.
- Hernández R. Metodología de la Investigación. 2nd. ed. México: McGraw Hill; 1991.
- Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental. (TULAS, libro 6, anexo XI).
- Ley no. 37. ro/ 245. Codificación de la Ley Orgánica de Régimen Municipal. (Registro Oficial 159, de 05-12-05).
- Ministerio de Medio Ambiente. Programa de fortalecimiento institucional para la gestión ambiental urbana. Guía ambiental para el saneamiento y cierre de botaderos a cielo abierto. Ministerio de Medio Ambiente. Bogotá; 2002. Pag. 10.
- Municipio de Pastaza. Memoria técnica del relleno sanitario de Puyo; 2010. Pag. 30.

- Naciones Unidas. Métodos para preparar proyecciones de la población por sexo y edad. Pag. 2.
- OMAERE. Parque etnobotánico OMAERE. Puyo; 1999.
- Organización Panamericana de la Salud. Informe regional sobre la evaluación de los servicios de manejo de residuos sólidos municipales en la región de América latina y el Caribe. Área de desarrollo sostenible y salud ambiental. Washington, DC: OPS; 2005.
- Proyecto Patra. Diagnóstico preliminar sectorial para el manejo de residuos sólidos en el Ecuador. Patra-Ministerio del Ambiente. Quito; 2001.
- Reforma a la ordenanza municipal que regula el tratamiento de basura, residuos y desperdicios. (Boletín Oficial del Municipio del Cantón Pastaza, de 19-02-06).
- Romero, Estudio definitivo para el manejo integral de desechos cantón Pastaza, provincia de Pastaza. Puyo: Consultoría independiente; 2010. No 289-D.HH.SS.
- Shryock, Henry & siegel, Jacob. The Methods and Materials of Demography; 1990. Pag. 443.

Páginas Web

- Asociación nacional de recicladores. Nuestras organizaciones. anr.org [En línea] 2008 May 19 [fecha de acceso: 05 de enero del 2012]; URL disponible en: www.anr.org.co/norganizaciones.php.com.. 19/05/2008
- CLIRSEN. Mapas de sitios. clirsen.gob.ec [fecha de acceso: 26 de julio del 2012]; URL disponible en: http://www.clirsen.gob.ec/clirsen/index.php?option=com_frontpage&Itemid=1
- Corporación Interamericana de Inversiones. Marco Legal Medioambiental Ecuador. ceda.org.ec [fecha de acceso: 24 de noviembre del 2011]; URL disponible en: http://www.ceda.org.ec/descargas/biblioteca/Manual_Legal_para_la_Tributacion_Ambiental_en_el_Ecuador.pdf
- INEC. Censo de población 2010. Inec.gov.ec [fecha de acceso: 05 de enreo del 2012]; URL disponible en: www.inec.gov.ec/cpv/index.php?option=comcontent&view=article&id=219%3Aentrega-de-resultados-del-censo-de-poblacion-y-vivienda&catid=35%3Anoticiascpv&Itemid=1&lang=es
- Jaramillo J. Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales. cepis.ops-oms.org [En línea] 2002 [fecha de acceso: 30 de noviembre del 2010]; URL disponible en: http://www.cepis.ops-oms.org/bvsars/e/fulltext/rellenos/rellenos.pdf

- OPS/OMS. Análisis sectorial de residuos sólidos. bvsde.paho.org [En línea] 2002 [fecha de acceso: 18 de octubre del 2011]; URL disponible en: http://www.bvsde.paho.org/bvsars/e/fulltext/analisis/ecuador.pdf
- Soria M., Zeballos D. & Lisa M. Gestión integral de residuos sólidos urbanos. acepweb.org.ar [fecha de acceso: 23 de octubre del 2010]; URL disponible en: http://www.acepweb.org.ar/files/Article/106/09-Gestin-integral-de-residuos-slidos-urbanos.pdf

13. ANEXOS

Anexo 1. Formato de ficha de campo para determinar la cantidad de desechos sólidos producidos en la ciudad de Puyo.

Tabla 33. Ficha de campo para la recolección de información del pesaje de recolectores.

FICHA DE CAMPO DEL PESAJE DE RECOLECTORES			
Recolector:			
Chofer:			
Ruta:			
Responsable:			
Peso Vacío (Kg):			
MUESTRA 1		MUESTRA 5	
Fecha:		Fecha:	
Peso 1 (Kg):		Peso 1 (Kg):	
Peso 2 (Kg):		Peso 2 (Kg):	
MUESTRA 2		MUESTRA 6	
Fecha:		Fecha:	
Peso 1 (Kg):		Peso 1 (Kg):	
Peso 2 (Kg):		Peso 2 (Kg):	

MUESTRA 3		MUESTRA 7	
Fecha:		Fecha:	
Peso 1 (Kg):		Peso 1 (Kg):	
Peso 2 (Kg):		Peso 2 (Kg):	
MUESTRA 4		MUESTRA 8	
Fecha:		Fecha:	
Peso 1 (Kg):		Peso 1 (Kg):	
Peso 2 (Kg):		Peso 2 (Kg):	

Fuente: Municipio de Pastaza.

Elaborado por: Cristian Pavón.

Anexo 2. Formato de ficha de registro para determinar la cantidad de desechos sólidos producidos en la ciudad de Puyo.

Tabla 34. Ficha de registro para el análisis de información del pesaje de recolectores.

FICHA DE REGISTRO DE DATOS DEL PESAJE DE RECOLECTORES						
Recolector:						
Chofer:						
Ruta:						
Peso Vacío (Kg):						
Responsable:						
	Peso 1	Peso 2	Peso Total	*Peso 1	*Peso 2	*Peso Total
Muestra 1						
Muestra 2						
Muestra 3						
Muestra 4						
Muestra 5						
Muestra 6						
Muestra 7						
Muestra 8						
Total						

*Peso del Recolector cargado restado el peso del Recolector vacio

Fuente: Municipio de Pastaza.

Elaborado por: Cristian Pavón.

Anexo 3. Formato de ficha de datos para determinar la cantidad de desechos sólidos reciclados en el botadero controlado del cantón.

Tabla 35. Ficha de datos para la recolección de información de productos reciclados.

FICHA DE CAMPO DEL RECICLAJE		
Responsable:		
Fecha:		
Lugar:		
MUESTRA 1		
Nombre:		
COMPONENTES RECICLADOS		PESO (Kg)
Papel y Cartón		
Botellas Plásticas		
Vidrio		
Metal		
MUESTRA 2		
Nombre:		
COMPONENTES RECICLADOS		PESO (Kg)
Papel y Cartón		
Botellas Plásticas		
Vidrio		
Metal		
MUESTRA 3		
Nombre:		

COMPONENTES RECICLADOS	PESO (Kg)
Papel y Cartón	
Botellas Plásticas	
Vidrio	
Metal	
MUESTRA 4	
Nombre:	
COMPONENTES RECICLADOS	PESO (Kg)
Papel y Cartón	
Botellas Plásticas	
Vidrio	
Metal	

Fuente: Municipio de Pastaza.

Elaborado por: Cristian Pavón.

Anexo 4. Formato de ficha de registro para determinar la cantidad de desechos sólidos reciclados en el botadero controlado del cantón.

Tabla 36. Ficha de registro para el procesamiento de información de productos reciclados

FICHA DE REGISTRO DE DATOS DEL RECICLAJE					
Responsable:					
Fecha:					
	Papel y Cartón	Botellas Plásticas	Vidrio	Metal	Total
Muestra 1					
Muestra 2					
Muestra 3					
Muestra 4					
Muestra 5					
Muestra 6					
Muestra 7					
Muestra 8					
Muestra 9					
Muestra 10					
Muestra 11					
Muestra 12					
TOTAL					

Fuente: Municipio de Pastaza.

Elaborado por: Cristian Pavón.

Anexo 5. Formato de ficha de registro para la determinación del peso volumétrico y caracterización.

Tabla 37. Ficha de campo para la recolección de información del cuarteo

FICHA DE REGISTRO DEL CUARTEO			
Código de cuarteo[1]:			
Fecha de cuarteo (dd/mm):			
Peso total de la muestral (Kg.):			
Volumen (ltr.):			
Relación Peso–Volumen (Kg./ m^3.):			
CARACTERIZACIÓN DE DESECHOS			
COMPONENTE DE LA MUESTRA	PESO (Kg.)	VOLUMEN (ltr.)	COMPOSICIÓN (%)
PAPEL: Periódico, Papel blanco, Cartón, Otros			
PLÁSTICOS: Fundas, Botellas de: gaseosa, agua, etc.., otros			
CAUCHO: Botas, accesorios de caucho y similares.			
COMPOSTABLES: Verduras, frutas, cortezas, cárnicos, materia vegetal (cortes de césped o poda de jardín), otros…			
METÁLICOS: Artículos de aluminio, artículos de hierro, acero, cobre, etc.…			
INORGÁNICOS: Artículos de vidrio transparente, artículos de vidrio oscuro, otros…			
PRENDAS TEXTILES Y CELULÓSICOS: Textiles, Pieles (cuero), otros…			
MADERA: Artículos de madera, otros…			
RESIDUOS ESPECIALES: Pilas y/o baterías, corto-punzantes, medicamentos, cosméticos			
MATERIA RESIDUAL: Tierra, ceniza, huesos, cortezas duras, poli laminados (tetra pack, tetrabrik, etc.), Bandeja de espuma (poli-estireno), artículos de cerámica, papel higiénico, pañales, toallas sanitarias y similares, excremento, etc.…			
TOTAL:			

(1): Código asignado por persona responsable del cuarteo para facilitar el procesamiento estadístico de la información. Dependerá del recolector y la ruta de recolección.

Fuente: Municipio de Pastaza.

Elaborado por: Cristian Pavón.

Anexo 6. Formato de ficha de registro para la determinación del peso volumétrico y caracterización.

Tabla 38. Datos meteorológicos de la ciudad de Puyo en los últimos 5 años por meses.

Año 2006							
Mes	**T. Media (°C)**	**T. Máxima (°C)**	**T. Mínima (°C)**	**Humedad Relativa (%)**	**Precipitación (mm)**	**Evaporación (mm)**	**Insolación (horas)**
Enero	21,0	29,5	14,5	90	10,8	2,0	74,3
Febrero	21,4	29,5	16,4	90	16,6	1,8	50,8
Marzo	21,1	30,0	15,5	90	12,6	2,0	70,7
Abril	21,5	30,0	15,5	88	19,4	2,4	77,3
Mayo	20,8	29,2	14,0	89	8,7	2,3	80,5
Junio	20,6	28,7	13,0	89	11,6	1,8	76,9
Julio	20,6	29,5	12,4	87	7,1	2,1	96,3
Agosto	21,1	30,6	12,6	86	12,5	2,7	118,0
Septiembre	21,2	31,0	13,0	86	16,3	2,9	146,6
Octubre	22,3	30,5	15,8	86	15,4	3,0	139,8
Noviembre	21,6	29,5	15,9	89	10,8	2,6	102,3
Diciembre	21,5	29,4	15,5	91	16,1	2,2	75,3
TOTAL	**254,7**	**357,4**	**174,1**	**1061,0**	**158,1**	**27,7**	**1108,8**
PROMEDIO	**21,2**	**29,8**	**14,5**	**88,4**	**13,2**	**2,3**	**92,4**
Año 2007							
Mes	**T. Media (°C)**	**T. Máxima (°C)**	**T. Mínima (°C)**	**Humedad Relativa (%)**	**Precipitación (mm)**	**Evaporación (mm)**	**Insolación (horas)**
Enero	21,4	29,6	14,0	92	11,6	1,9	57,2
Febrero	22,2	31,2	15,0	85	6,0	2,9	103,5
Marzo	21,5	30,2	15,0	89	14,6	2,2	68,0
Abril	21,6	29,2	16,6	90	18,5	2,2	86,1
Mayo	21,5	30,3	16,0	88	16,8	2,2	90,9
Junio	20,3	28,0	14,5	90	16,6	1,6	45,3
Julio	20,8	29,5	12,0	88	9,0	2,6	132,8
Agosto	21,2	30,2	13,5	85	14,1	2,8	120,6
Septiembre	20,7	30,8	12,4	86	6,1	2,4	102,1
Octubre	21,5	31,2	14	86	12,5	2,8	101,7
Noviembre	21,3	30,4	13,5	89	19,4	2,5	104,5
Diciembre	21,4	29,2	15	88	14,8	2,5	88,6
Total	**255,4**	**359,8**	**171,5**	**1056,0**	**160,0**	**28,6**	**1101,3**
Promedio	**21,3**	**30,0**	**14,3**	**88,0**	**13,3**	**2,4**	**91,8**
Año 2008							
Mes	**T. Media (°C)**	**T. Máxima (°C)**	**T. Mínima (°C)**	**Humedad Relativa (%)**	**Precipitación (mm)**	**Evaporación (mm)**	**Insolación (horas)**
Enero	21,0	29,4	14,6	89	8,2	2,0	61,5
Febrero	20,7	29,5	16,0	90	13,1	2,0	61,5
Marzo	21,0	26,5	17,4	89	8,0	2,6	70,8
Abril	21,3	26,8	17,5	89	14,3	2,6	81,6
Mayo	20,7	25,2	18,0	91	18,5	1,9	67,4
Junio	20,7	25,3	17,9	90	14,4	1,9	83,6
Julio	20,5	25,3	17,2	88	14,6	1,8	81,8
Agosto	21,2	27,1	16,7	85	11,9	2,5	128,8
Septiembre	21,3	27,5	16,9	85	12,0	2,8	119,8
Octubre	21,8	28,2	17,5	85	11,1	3,0	129,3

Noviembre	22	27,7	18	87	12,0	2,5	104,9
Diciembre	21,5	27	17,8	88	9,5	2,3	91,9
Total	**253,7**	**325,5**	**205,5**	**1056,0**	**147,8**	**27,9**	**1082,9**
Promedio	**21,1**	**27,1**	**17,1**	**88,0**	**12,3**	**2,3**	**90,2**
Año 2009							
Mes	**T. Media (°C)**	**T. Máxima (°C)**	**T. Mínima (°C)**	**Humedad Relativa (%)**	**Precipitación (mm)**	**Evaporación (mm)**	**Insolación (horas)**
Enero	20,7	25,0	17,9	92	21,3	1,5	48,3
Febrero	20,6	25,2	17,7	91	16,5	1,8	44,8
Marzo	21,4	26,7	18,1	89	8,9	2,2	66,6
Abril	21,4	26,3	18,2	89	18,0	1,9	62,4
Mayo	21,5	27,2	17,8	88	11,2	2,5	118,2
Junio	20,8	25,8	17,9	90	15,4	1,9	68,5
Julio	21,0	26,5	17,4	88	10,7	2,1	107,3
Agosto	21,2	26,8	17,4	87	12,4	2,4	115,5
Septiembre	21,8	28,3	16,8	84	9,2	3,2	153,3
Octubre	22,3	28,2	18,2	87	15,3	3,1	145
Noviembre	22,5	28,1	18,4	87	8,3	2,7	116,9
Diciembre	21,9	27	18,4	88	10,7	2,1	88,1
Total	**257,1**	**321,1**	**214,2**	**1060**	**157,9**	**27,4**	**1134,9**
Promedio	**21,4**	**26,7**	**17,9**	**88**	**13,2**	**2,3**	**94,6**
Año 2010							
Mes	**T. Media (°C)**	**T. Máxima (°C)**	**T. Mínima (°C)**	**Humedad Relativa (%)**	**Precipitación (mm)**	**Evaporación (mm)**	**Insolación (horas)**
Enero	22,2	27,6	18,1	86	8,2	2,6	112,2
Febrero	22,6	28,0	18,8	86	13,2	2,4	78,0
Marzo	22,4	28,0	18,6	87	12,4	2,8	98,5
Abril	22,1	27,1	18,6	88	15,4	2,5	98,2
Mayo	21,7	26,2	18,5	89	20,2	2,1	98,8
Junio	21,2	25,7	18,2	89	11,4	2,0	73,2
Julio	21,0	26,0	17.1	87	11.5	2.4	110.4
Agosto	21,6	27,4	17.0	84	4.0	2.8	96.3
Septiembre	21,7	28,6	16.3	84	4.8	3.4	153.5
Octubre	22,1	27,8	17.5	86	7.9	3.2	131.9
Noviembre	22	27,4	18.2	88	9.8	2.7	114.0
Diciembre	21,4	26,6	18.0	90	13.9	2.3	81.3
Total	**262,0**	**326,4**	**110,8**	**1044**	**80,7**	**14,4**	**558,9**
Promedio	**21,8**	**27,2**	**18,5**	**87**	**13,4**	**2,4**	**93,2**
Año 2011							
Mes	**T. Media (°C)**	**T. Máxima (°C)**	**T. Mínima (°C)**	**Humedad Relativa (%)**	**Precipitación (mm)**	**Evaporación (mm)**	**Insolación (horas)**
Enero	21.4	26.6	17.6	87	13.2	2.3	108.0
Febrero	21.1	25.9	18.2	90	15.6	1.9	45.6
Marzo	21,0	25,9	17,6	89	13,2	2,3	78,4
Abril	21,6	26,8	18,0	87	14,6	2,7	103,2
Total	**42,6**	**52,7**	**35,6**	**353**	**27,8**	**5,0**	**181,6**
Promedio	**21,3**	**26,4**	**17,8**	**88**	**13,9**	**2,5**	**90,8**

Fuente: Estación meteorológica INHAMI Puyo.

Elaborado por: Cristian Pavón.

Anexo 7. Estudio de suelos en el botadero controlado del cantón Pastaza.

Gráfico 45. Datos meteorológicos de la ciudad de Puyo en los últimos 5 años por meses.

INFORME TECNICO
DE
MECANICA DE SUELOS

PROYECTO: RELLENO SANITARIO DE PUYO
(CARACTERIZACION DE SUELOS)

UBICACIÓN: PUYO – PROVINCIA DE PASTAZA

PARA: ING. EDGARDO MENA, DIRECTOR DE HIGIENE Y SALUBRIDAD DEL MUNICIPIO DE PASTAZA

FECHA: DICIEMBRE – 2010

UBICACION DE LAS PERFORACIONES	ANEXO 1
RESUMEN GRAFICO DE ENSAYOS	ANEXO 2
FORMULARIO DE ENSAYOS	ANEXO 3
RESUMEN FOTOGRAFICO	ANEXO 4

QUITO
...án López de Velasco S11-360 y Canelo
...097 287 511 / (02) 2657 297 / (02) 2286 600

PUYO
Francisco de Orellana Nº 586 y Gral. Villamil
Telfs.: 097 287 511 / (03) 2885 844

E-mail: irubio@interactive.net.ec

1. ANTECEDENTES

El señor Ing. Edgardo Mena, Director del Departamento de Higiene y Salubridad del Municipio de Pastaza, solicitó al Ing. Iván Rubio G., M. Sc., el estudio de suelos (estratigrafía) de un terreno.

El sitio se encuentra localizado, en la vía a la 10 de Agosto – El Triunfo, perteneciente al cantón Puyo, en la provincia de Pastaza.

2. DESCRIPCION DEL PROYECTO

En el área sujeto al estudio, estará destinada para emplazar el relleno sanitario de la ciudad de Puyo.

3. TRABAJOS DE CAMPO Y LABORATORIO

El trabajo realizado en el campo consistió de cinco perforaciones de 10.0 m de profundidad, ubicadas conforme se indica en el anexo 1.

En cada una de las perforaciones se hizo un ensayo de penetración estándar cada 0.5 m y se recuperó muestras alteradas con la misma frecuencia.

Los trabajos de Laboratorio consistieron en humedad natural y clasificación manual - visual de todas las muestras recuperadas; límites de Atterberg y granulometrías en las muestras que se consideraron representativas de cada estrato.

4. RESULTADOS OBTENIDOS

Los resultados del estudio se consignan en los anexos adjuntos que contienen: la descripción estratigráfica del subsuelo, las curvas de resistencia a la penetración, la

humedad natural de las capas atravesadas y los ensayos adicionales de límites de Atterberg y granulometría.

En general los suelos detectados corresponden a limos areno arcillosos de alta compresibilidad, en la parte superficial se tiene material sedimentario menos compacto.

A continuación se describe los estratos encontrados en la presente investigación.

4.1 POZO N° 01

4.1.1 ESTRATO N° 1

El primer y único estrato llega hasta 10.00 m de profundidad, es un limo areno arcilloso de alta compresibilidad, inorgánico, color café, plasticidad alta, humedad media y consistencia baja a media. El número de golpes en el ensayo de penetración estándar, NSPT varía entre 2 y 40, la humedad entre 24 y 40 %. Clasificación MH. No se detecta presencia de nivel freático.

4.2 POZO N° 02

4.2.1 ESTRATO N° 1

El primer y único estrato llega hasta 10.00 m de profundidad, es un limo areno arcilloso de alta compresibilidad, inorgánico, color café, plasticidad alta, humedad media y consistencia baja a media. El número de golpes en el ensayo de penetración estándar, NSPT varía entre 2 y 23, la humedad entre 28 y 34 %. Clasificación MH. No se detecta presencia de nivel freático.

4.3 POZO N° 03

4.3.1 ESTRATO Nº 1

El primer y único estrato llega hasta 10.00 m de profundidad, es un limo areno arcilloso de alta compresibilidad, inorgánico, color café, plasticidad alta, humedad media y consistencia baja a media. El número de golpes en el ensayo de penetración estándar, NSPT varía entre 1 y 20, la humedad entre 29 y 39 %. Clasificación MH. No se detecta presencia de nivel freático.

4.4 POZO N° 04

4.4.1 ESTRATO Nº 1

El primer y único estrato llega hasta 10.00 m de profundidad, es un limo areno arcilloso de alta compresibilidad, inorgánico, color café, plasticidad alta, humedad media y consistencia baja a media. El número de golpes en el ensayo de penetración estándar, NSPT varía entre 5 y 15, la humedad entre 36 y 44 %. Clasificación MH. No se detecta presencia de nivel freático.

4.5 POZO Nº 05

4.5.1 ESTRATO N° 1

El primer y único estrato llega hasta 10.00 m de profundidad, es un limo areno arcilloso de alta compresibilidad, inorgánico, color café, plasticidad alta, humedad media y consistencia baja a media. El número de golpes en el ensayo de penetración estándar, NSPT varía entre 2 y 18, la humedad entre 31 y 38 %. Clasificación MH. No se detecta presencia de nivel freático.

5. RECOMENDACIONES

5.1 Capacidad portante admisible (Profundidad= 1.00 m)

Tiene un valor de 0.40 kg/cm².

5.2 Capacidad portante admisible (Profundidad= 2.00 m)

Tiene un valor de 0.40 kg/cm².

5.3 Capacidad portante admisible (Profundidad= 4.00 m)

Tiene un valor de 0.60 kg/cm².

5.4 Capacidad portante admisible (Profundidad= 6.00 m)

Tiene un valor de 0.70 kg/cm².

5.5 Capacidad portante admisible (Profundidad= 7.00 m)

Tiene un valor de 1.00 kg/cm².

5.6 Capacidad portante admisible (Profundidad= 8.00 m)

Tiene un valor de 1.40 kg/cm².

5.7 Capacidad portante admisible (Profundidad= 9.00 m)

Tiene un valor de 2.20 kg/cm².

QUITO
Juan López de Velasco S11-360 y Canelo
Telfs.: 09/ 287 511 / (02) 2657 297 / (02) 2286 600

PUYO
Francisco de Orellana N° 586 y Gral. Villamil
Telfs.: 037 287 511 / (03) 2885 844

E-mail: inghio@interactive.net.ec

6.- ASENTAMIENTOS

Se estima que los asentamientos totales, no excederán los 2.5 cm y los diferenciales no serán mayores a 1.5 cm.

7. - COMPROBACION DE LAS CONDICIONES EN LA CONSTRUCCION

Las recomendaciones expuestas en este informe se basan en los estudios de campo, laboratorio y gabinete realizados con muestras que se consideran representativas de la zona, tomadas en un número que se estima suficiente.

Sin embargo dada la naturaleza limitada de toda investigación de suelos y las posibilidades de cambio en las condiciones del subsuelo, la presente investigación deberá ser comprobada cuando se haga las excavaciones.

Por los motivos anotados, se deberá comparar las condiciones encontradas, con las conclusiones de esta investigación.

Iván Rubio Gálvez
INGENIERO: CIVIL
ESPECIALISTA: SUELOS y Ha.
MASTER EJECUTIVE: MEDIOAMBIENTE
MASTER OF SCIENCE: CONSTRUCCIONES
R.P. 16-01-0032

Fuente: ECUASUELOS1.

Elaborado por: Cristian Pavón.

Anexo 8. Registro fotográfico del trabajo realizado



Actual plataforma de disposición final de desechos



Maquina encargada de la dispersión y compactación de los desechos



Minadores trabajando en la plataforma



Clasificación de desechos sólidos



Clasificación de desechos sólidos



Desechos clasificados



Trabajo de Campo. Cuarteo.



Caracterización de desechos.



Recolector KY01



Recolector HINO GH



Recolector Nissan TK20



Recolector Volvo