

REPÚBLICA DEL ECUADOR



**UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

TEMA

**“ESTUDIO Y PROPUESTA DE UN PLAN DE CIERRE TÉCNICO PARA EL
BOTADERO DE BASURA SAN JOSÉ DEL GOBIERNO AUTÓNOMO
DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE ARCHIDONA, EN EL CANTÓN
ARCHIDONA, PROVINCIA DE NAPO.”**

Tesis previo a la obtención del Título de Ingeniero Ambiental

Autor: Ledesma Acosta, Rubén Darío

Tutor: Coronel Espinosa, Billy Daniel

Puyo - Ecuador

Noviembre, 2012

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Informe de Investigación sobre el tema:

“ESTUDIO Y PROPUESTA DE UN PLAN DE CIERRE TÉCNICO PARA EL BOTADERO DE BASURA SAN JOSÉ DEL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE ARCHIDONA, EN EL CANTÓN ARCHIDONA, PROVINCIA DE NAPO.” del Autor Ledesma Acosta Rubén Darío, estudiante de la Escuela de Ingeniería Ambiental, considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del jurado examinador designado por el Ing. Ricardo Abril Saltos, presidente del tribunal, MSc. Edison Segura Chávez, miembro del tribunal y MSc. Marco Masabanda Caisaguano, miembro del tribunal.

Puyo, Noviembre de 2012

MSc. Coronel Espinosa Billy

TUTOR DE TESIS

AUTORÍA DE TRABAJO DE GRADO

Los criterios emitidos en el trabajo de **investigación “ESTUDIO Y PROPUESTA DE UN PLAN DE CIERRE TÉCNICO PARA EL BOTADERO DE BASURA SAN JOSÉ DEL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE ARCHIDONA, EN EL CANTÓN ARCHIDONA, PROVINCIA DE NAPO”**, como también los contenidos, ideas, análisis, conclusiones y propuestas son de exclusiva responsabilidad de mi persona, como autor de este trabajo de grado.

Puyo, Noviembre de 2012

Rubén Darío Ledesma Acosta

AUTOR

APROBACIÓN DEL JURADO EXAMINADOR

Los miembros del tribunal examinador aprueban el informe de investigación sobre el tema: **“ESTUDIO Y PROPUESTA DE UN PLAN DE CIERRE TÉCNICO PARA EL BOTADERO DE BASURA SAN JOSÉ DEL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE ARCHIDONA, EN EL CANTÓN ARCHIDONA, PROVINCIA DE NAPO”**, de nombres y apellidos Rubén Darío Ledesma Acosta, estudiante de la Escuela de Ingeniería Ambiental.

Puyo, Noviembre de 2012

Para constancia firman

Ing. Ricardo Abril Saltos
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

MSc. Edison Segura Chávez
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

MSc. Marco MasabandaCaisaguano
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Estatal Amazónica para que haga uso de esta tesis o parte de ella como un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas vigente de la Institución.

Puyo, Noviembre de 2012

Rubén Darío Ledesma Acosta

AUTOR

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo a quienes han sido mi razón de lucha y superación en la vida, tres maravillosos seres que son el regalo máspreciado que Dios pudo darme:

MI PADRE, MI MADRE Y MIS HERMANOS

QUE DIOS LOS BENDIGAN

AGRADECIMIENTO

El mayor de los peligros para la mayoría de nosotros, no es que nuestro objetivo sea demasiado alto y no lo alcancemos, sino que sea demasiado bajo y lo logremos. “*Michelangelo*.”

Al culminar mi carrera universitaria quiero agradecer con mis más agradecimientos:

A Dios por disponerme a que me esfuerces y seas valiente; a que no tema ni desmayes, porque siempre ha estado conmigo en dondequiera que he andado.

A mis Padres que han sido mis Maestros y ejemplos en todo mi lapso de vida, quienes incondicionalmente forjaron mi existencia en mi identidad, integridad y testimonio.

A mis Hermanos por confiar, creer y apoyar en mis metas propuestas en mi vida porque nunca doblegaron sus corazones en momentos de escozor.

A mi Shito por compartir toda mi vida universitaria con pláticas, conocimientos, diversión sana y sincera.

A mis Profesores de nuestro País, que impartieron su sabiduría y experiencia para usar las herramientas de la erudición en el campo laboral.

A mis Profesores extranjeros por apreciarme no solo como alumno, sino también como un amigo e hijo, gracias el sacrificio de tiempo y familia y por compartir su intelectualidad.

PÁGINAS PRELIMINARES

PORTADA.....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA DE TRABAJO DE GRADO.....	iii
APROBACIÓN DEL JURADO EXAMINADOR.....	iv
DERECHOS DE AUTOR.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE GENERAL.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xvi
RESUMEN.....	xviii

INDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN.....	1
1. OBJETIVOS.....	3
1.1. Objetivo General.....	3
1.2. Objetivos Específicos.....	3
2. HIPOTESIS.....	4
2.1. Hipótesis General.....	4
2.2. Hipótesis Específicas.....	4

CAPITULO I

1.....	REVISIÓN DE LA LITERATURA	1
1.1. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS	1	
1.2. MARCO LEGAL APLICABLE AL TEMA DE ESTUDIO	3	
1.2.1. Constitución de la República del Ecuador	3	
1.2.2. Ley de Gestión Ambiental.....	3	
1.2.3. Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULAS).....	3	
1.2.4. Ley Orgánica de Salud.....	4	
1.2.5. Ley de la Prevención y Control de la Contaminación.....	4	
1.2.6. Ley de Aguas.	5	
1.2.7. Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD).....	5	
1.3. PROCESO GENERAL PARA EL CIERRE TÉCNICO DE UN BOTADERO DE BASURA	5	
1.4. NORMAS GENERALES PARA EL SANEAMIENTO DE LOS BOTADEROS DE DESECHOS SÓLIDOS EN EL ECUADOR.....	9	
1.4.1. Requisito para el saneamiento de un Botadero de Desechos Sólidos....	10	
1.5. GENERALIDADES SOBRE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.....	14	
1.6. CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS	15	
1.6.1. Residuos sólidos municipales (RSM).....	16	
1.6.2. Residuos peligrosos (RP).....	16	
1.6.3. Residuos sólidos especiales (RSE).....	17	
1.7. TRANSFORMACIONES FÍSICAS, QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN UN RELLENO SANITARIO O BOTADERO DE BASURA	19	
1.7.1. Transformaciones físicas.	19	

1.7.2.	Transformaciones Químicas.....	20
1.7.3.	Transformaciones Biológicas.....	21
1.8.	REACCIONES QUÍMICAS EN EL RELLENO SANITARIO O BOTADERO DE BASURA	22
1.8.1.	Reacciones físicas.....	22
1.8.2.	Reacciones Química.....	23
1.8.3.	Reacciones Biológicas.....	23
1.9.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS LIXIVIADOS	24
1.9.1.	Proceso de Biodegradación de los Residuos Sólidos en el Relleno Sanitario o Botadero de Basura en la Formación de Lixiviados y Gases.....	25
1.9.2.	Tratamientos más comunes de lixiviados.....	28
1.10.	GENERACIÓN DE GASES EN UN RELLENO SANITARIO O BOTADERO DE BASURA	38

CAPITULO II

2.....	MATERIAL Y MÉTODOS	42
2.1.	LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO.	42
2.1.1.	Localización.....	42
2.1.2.	Duración de la Investigación.....	43
2.2.	CONDICIONES METEOROLÓGICAS.	43
2.2.1.	Temperatura.....	45
2.2.2.	Humedad.....	46
2.2.3.	Precipitación.....	47
2.2.4.	Nubosidad.....	49
2.3.	MATERIALES Y EQUIPOS.	50
2.3.1.	Materiales.....	50
2.3.2.	Equipos.....	51
2.4.	FACTORES DE ESTUDIO.	52
2.4.1.	Características Generales del Botadero de Basura	52
2.4.2.	Ubicación geográfica del Botadero de Basura.....	55
2.4.3.	Características Geofísicas del Botadero de Basura.....	55
2.4.4.	Permeabilidad del Suelo.....	64
2.4.5.	Vulnerabilidad y Riesgos Naturales.....	65
2.4.6.	Hidrogeología.....	68
2.4.7.	Medio Socio Económico, Socio Cultural y Salud.....	69
2.5.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.	79
2.5.1.	Etapas de Investigación Descriptiva Predictiva.....	79

2.5.2.	Planteamiento de las Directrices para el Cierre Técnico del Botadero de Basura.	104
2.6.	MEDICIONES EN LA INVESTIGACIÓN	110
2.6.1.	Caracterización de residuos sólidos	111
2.6.2.	Características y Caudal de Lixiviado	116
2.6.3.	Determinación de Generación de Biogás	120
2.7.	PROPUESTA DEL PLAN DE CIERRE TÉCNICO DEL BOTADERO DE BASURA SAN JOSÉ DE ARCHIDONA	126
2.7.1.	Procesos Previos Administrativos	126
2.7.2.	Etapas de Construcción	128
2.7.3.	Etapas de Operación y Mantenimiento	162
2.7.4.	Otros Controles Necesarios Durante el Cierre del Botadero	170
2.7.5.	Programa de Monitoreo y Seguimiento	175
2.8.	PROPUESTA DEL USO FINAL DEL BOTADERO DE BASURA SAN JOSÉ DE ARCHIDONA	180
2.8.1.	Manejo del Suelo para Arborización	181
2.8.2.	Tratamiento del Suelo para la Implementación de las Especies Vegetales	186
2.8.3.	Proceso para la implementación de cobertura final en las celdas del Botadero de Basura	187
2.9.	MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN	192
2.9.1.	Diagnostico y Caracterización del Lugar Investigativo	192
2.9.2.	Levantamiento de Datos	193
2.9.3.	Información Secundaria	193
2.9.4.	Caracterización de los residuos sólidos, caracterización y caudal de lixiviado y determinación de generación de Biogás	194
2.9.5.	Elaboración de la Propuesta del Plan de Cierre Técnico del Botadero de Basura San José de Archidona	195
2.10.	COSTO DEL PROYECTO	195

CAPITULO III

3.	RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	202
3.1.	ESTIMACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DISPUESTOS EN EL BOTADERO DE BASURA SAN JOSÉ DE ARCHIDONA	202
3.2.	ANÁLISIS DE LIXIVIADO Y CÁLCULO DE CAUDALES	204
3.2.1.	Características del lixiviado del Botadero de Basura de Archidona	204
3.2.2.	Determinación del tipo de lixiviado del Botadero de Basura Archidona	206
3.2.3.	Aforo de caudal de lixiviado del Botadero de Basura de Archidona	209

3.3.	ESTIMACIÓN CUANTITATIVO DE BIOGÁS.....	211
-------------	---	------------

CAPITULO IV

4.....	DISCUSIÓN	213
4.1. TIEMPO DE ESTABILIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DEL BOTADERO DE BASURA SAN JOSÉ.....		213
4.2. ANÁLISIS DE CONCENTRACIONES DEL LIXIVIADO DEL BOTADERO DE BASURA DE ARCHIDONA.....		215
4.2.1. pH		215
4.2.2. Sólidos totales y sólidos disueltos totales.....		215
4.2.3. Nitrógeno Total.....		216
4.2.4. Demanda Química de Oxígeno (DQO).....		216
4.2.5. Demanda Bioquímica de Oxígeno en cinco días (DBO5)		217
4.2.6. Relación DBO/DQO (Biodegradabilidad).....		217
4.2.7. Metales		217
4.3. EFICIENCIA DE LOS FILTROS PERCOLADORES		219

CAPITULO V

5.....	CONCLUSIONES	222
---------------	---------------------	------------

CAPITULO VI

6.....	RECOMENDACIONES	225
---------------	------------------------	------------

CAPITULO VII

7.....	BIBLIOGRAFÍA	226
---------------	---------------------	------------

CAPITULO VIII

8.....	ANEXOS	232
8.1. ANEXO DE FIGURAS		232
8.2. ANEXO. DISEÑO DEL FILTRO PERCOLADOR		237
8.2.1. CÁLCULOS DE LA TUBERÍA PARA EL FILTRO PERCOLADOR.....		237
8.2.2. CÁLCULOS PARA EL DISEÑO DEL FILTRO PERCOLADOR MEDIANTE THE NATIONAL RESEARCH COUNCIL OF UUEE.....		240
8.3. ANEXO DE TABLAS		247
8.4. ANEXO DE MATRICES		248
8.5. ANEXO DE FICHAS DE CAMPO		255

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Tipos de clasificación de residuos sólidos.</i>	18
<i>Tabla 2. Rango de composición de biogás generados en rellenos sanitarios.</i>	41
<i>Tabla 3. Tiempo de duración de la investigación.</i>	43
<i>Tabla 4. Condiciones meteorológicas consideradas para el tema de estudio en el Cantón Archidona.</i>	44
<i>Tabla 5. Promedio de la temperatura media mensual entre los años 2011.</i>	45
<i>Tabla 6. Promedio de la humedad relativa mensual entre los años 2011.</i>	46
<i>Tabla 7. Valores Mensuales de Precipitación.</i>	48
<i>Tabla 8. Nubosidad del año 2011.</i>	49
<i>Tabla 9. Rasgos de permeabilidad.</i>	64
<i>Tabla 10. Distribución de la población parcial por área urbana y rural.</i>	70
<i>Tabla 11. Población en Edad de Trabajar (PET) Archidona.</i>	70
<i>Tabla 12. Población Económicamente Activa (PEA).</i>	72
<i>Tabla 13. PEA según rama de actividad.</i>	73
<i>Tabla 14. Número de comunidades por concentraciones poblacionales.</i>	76
<i>Tabla 15. Población indígena por sectores.</i>	77
<i>Tabla 16. Situación espacial de los doce elementos de un componente tipo.</i>	82
<i>Tabla 17a. Acciones Consideradas durante la Fase de Construcción.</i>	88
<i>Tabla 18. Componentes Ambientales.</i>	95
<i>Tabla 19. Valoración de la importancia del Impacto Ambiental.</i>	96
<i>Tabla 20. Valoración de la importancia de los impactos por etapas.</i>	98
<i>Tabla 21. Representación gráfica de la valoración de la importancia de los impactos por etapas.</i>	99
<i>Tabla 22a. Análisis DAFO.</i>	105
<i>Tabla 23. Generación Per Capital de la Ciudad de Archidona.</i>	111
<i>Tabla 24. Composición Porcentual de los Residuos Sólidos en la Cabecera Cantonal de Archidona.</i>	112
<i>Tabla 25. Composición Porcentual de los Residuos Sólidos en las Parroquias Rurales del Cantón Archidona.</i>	113
<i>Tabla 26. Valores principales en Excel para el cálculo y área del botadero de basura.</i>	115
<i>Tabla 27. Método suizo para estimar el caudal de lixiviado del Botadero de Basura de Archidona.</i>	117
<i>Tabla 28. Resultados de Análisis Físico Químico de lixiviados.</i>	119
<i>Tabla 29. Proyecciones de generación y recuperación de biogás.</i>	124
<i>Tabla 30. Características de la Chimenea.</i>	136
<i>Tabla 31. Equipos para protección personal durante el proyecto en actividades específicas.</i>	154
<i>Tabla 32. Comportamiento de diferentes tipos de suelo empleados como material de cubierta de relleno sanitario.</i>	188
<i>Tabla 33. Volumen teórico de agua que pudiera filtrarse en un relleno sanitario clausurado.</i>	190
<i>Tabla 34. Volúmenes de Material de Cubierta.</i>	192
<i>Tabla 35. Costo Estimado para la Etapa de Construcción.</i>	195
<i>Tabla 36. Costo Estimado para la Etapa de Operación y Mantenimiento.</i>	198
<i>Tabla 37. Otras Acciones Consideradas.</i>	200
<i>Tabla 38. Costo para la Realización de la Investigación.</i>	201
<i>Tabla 39. Análisis comparativo de resultados del laboratorio con la Legislación Ambiental del Ecuador.</i>	204

<i>Tabla 40. Valores de constituyentes para el lixiviado.</i>	<i>207</i>
<i>Tabla 41. Resultados del aforo de lixiviados.....</i>	<i>209</i>
<i>Tabla 42. Densidades en función del grado de compactación.</i>	<i>214</i>
<i>Tabla 43. Eficiencia de los filtros.</i>	<i>220</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Etapas básicas para el proceso de decisión de clausura o conversión de un botadero. .</i>	<i>7</i>
<i>Figura 2. Caracterización de los lixiviados generados en el relleno sanitario de la ciudad de Mérida. México.....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 3. Fases de la biodegradación de los residuos sólidos para la formación de lixiviados....</i>	<i>27</i>
<i>Figura 4. Macro localización del Botadero de Basura.</i>	<i>42</i>
<i>Figura 5. Diagrama de temperatura.</i>	<i>45</i>
<i>Figura 6. Diagrama de humedad relativa.</i>	<i>47</i>
<i>Figura 7. Diagrama de precipitación.....</i>	<i>48</i>
<i>Figura 8. Isoyetas del Cantón Archidona.</i>	<i>49</i>
<i>Figura 9. Valores de nubosidad del año 2011.....</i>	<i>50</i>
<i>Figura 10. Vista panorámica del botadero.....</i>	<i>53</i>
<i>Figura 11. Camión recolector y tendido de los residuos.....</i>	<i>54</i>
<i>Figura 12. Pendiente del Cantón Archidona.</i>	<i>60</i>
<i>Figura 13. Clasificación de suelos.</i>	<i>63</i>
<i>Figura 14. Riesgos Volcánicos para el Cantón Archidona.</i>	<i>66</i>
<i>Figura 15. Movimientos en masa.</i>	<i>67</i>
<i>Figura 16. PET Según Sexo.....</i>	<i>71</i>
<i>Figura 17. PEA.</i>	<i>72</i>
<i>Figura 18. Distrubucion territorail por Parroquias.</i>	<i>75</i>
<i>Figura 19. Representación gráfica de la valoración de importancia del impacto ambiental.</i>	<i>97</i>
<i>Figura 20. Representación gráfica de la valoración de la importancia de los impactos por etapas.....</i>	<i>98</i>
<i>Figura 21. Representación gráfica de la importancia de los impactos en los sistemas.</i>	<i>99</i>
<i>Figura 22. Comportamiento del impacto ambiental.</i>	<i>100</i>
<i>Figura 23. Representación gráfica del análisis DAFO.</i>	<i>107</i>
<i>Figura 24. Representación Gráfica de la Composición Porcentual de los Residuos Sólidos en la Cabecera Cantonal de Archidona.....</i>	<i>113</i>
<i>Figura 25. Representación Gráfica de la Composición Porcentual de los Residuos Sólidos en las Parroquias Rurales del Cantón Archidona.</i>	<i>114</i>
<i>Figura 26. A) Muestra compuesta y mediación de lixiviado total. B) Tubo conductor de lixiviado.</i>	<i>118</i>
<i>Figura 27. Recolección de muestras y preparación para el traslado al laboratorio.....</i>	<i>118</i>
<i>Figura 28a, b, c. Taludes en corte.....</i>	<i>134</i>
<i>Figura 29. Corte de la Topografía del Botadero de Basura.</i>	<i>135</i>
<i>Figura 30. Características gráficas de la chimenea.</i>	<i>137</i>
<i>Figura 31. Diseño de las cercas.</i>	<i>138</i>
<i>Figura 32. Características de la caseta de administracion y control.....</i>	<i>140</i>
<i>Figura 33. Tanque Séptico Imhoff.....</i>	<i>142</i>
<i>Figura 34. Transversal de un canal trapezoidal.....</i>	<i>145</i>
<i>Figura 35 b. Distribución de las especies vegetales.....</i>	<i>185</i>
<i>Figura 36. Ilustración de cobertura final en las celdas A</i>	<i>191</i>
<i>Figura 37. “Reseña histórica” del manejo de residuos sólidos del botadero de basura de Archidona.....</i>	<i>203</i>
<i>Figura 38. Representación gráfica de los análisis comparativos de resultados del laboratorio con el Libro VI, Anexo 1 del Texto Unificado de Legislación Ambiental, Artículo 4.2.3. Tabla 12. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce.</i>	<i>206</i>

<i>Figura 39. Representación gráfica del aforo de lixiviados.</i>	<i>210</i>
<i>Figura 40. Representación Gráfica de la Proyecciones de generación y recuperación de biogás.</i>	<i>212</i>

RESUMEN

Un botadero de Basura es un área de disposición final de residuos sólidos sin control, en la cual, dichos residuos se arrojan sobre el suelo o se entierran sin tomar en cuenta los procedimientos técnicos de un relleno sanitario. En cualquier caso, ocasionan impactos ambientales adversos especialmente sobre el suelo, el agua, el paisaje y la comunidad vecina. En esta investigación se desarrolla el procedimiento general para realizar el saneamiento y cierre del botadero de Basura a partir de actividades fundamentales como la identificación de impactos ambientales, la recopilación de datos y los factores de Estudio que llevan a acciones correctivas para mitigar los impactos indeseables ocasionados por las prácticas inadecuadas de dicha forma de disposición final de residuos sólidos.

SUMARY

A garbage dump is final disposal area without control of solid waste, this waste is dumped on ground or buried without apply technical procedures of a landfill. In any case, these wastes manage causes adverse environmental impacts especially on soil, water, landscape and nears community. In this research is developing the general procedure for sanitation and closing of dump garbage whit applications of basics activities as identification of environmental impacts, data collection and study factors that lead correctives actions for mitigate undesirable impacts produced by inappropriate practices in the final disposal of solid waste.

INTRODUCCIÓN

En términos generales, en los últimos años la producción de residuos sólidos ha crecido ampliamente a nivel mundial, debido a factores diversos entre los cuales se puede destacar el crecimiento de los centros urbanos, la tendencia a consumir productos envasados en empaques desechables y el incremento del uso de artículos tecnológicos que generan residuos que no se les puede dar ningún rehúso como las baterías, electrodomésticos, entre otros. Estos factores traen como consecuencia la necesidad de implementar un manejo adecuado a la creciente producción de residuos sólidos y sobre todo a su disposición final en los lugares como rellenos, botaderos, asilos de desechos, etc.

El manejo de los residuos sólidos en muchos Gobiernos Municipales del Ecuador, se realiza de forma convencional o bien manejada en forma inadecuada al enterrarlos sin ningún tipo de estudio técnico. El Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Archidona (GAD Municipal de Archidona) no escapa a la realidad de los mismos, puesto que su sistema de disposición final de residuos se reducen a un botadero de basuras sin ningún tipo de estudio ni control técnico adecuado para su naturaleza, sumado a ello, el Botadero de Basura denominado “San José” se encuentra ubicado sobre unas depresiones del terreno que colindan hacia el lado sur con el sector las antenas y un pequeño estero intermitente que es afluente del río Lucían. El Botadero está ubicado en el sector de Santa María, aproximadamente a 2.5 Km desde el centro de la Ciudad de Archidona.

El diseño del botadero es circunscrito de recursos económicos por la falta aplicación de políticas ambientales, debilidad institucional, falta de capacitación, desarrollo tecnológico y de instrumentos que faciliten una adecuada gestión. Por el cual, su sistema operacional ha causado que ciertos factores ambientales sean inadmisibles para los seres humanos y el medio ambiente, los efectos más objetivos son: la proliferación de malos olores, la

generación de vectores, como moscas, cucarachas, roedores, aves de rapiña, etc. Por estas razones las Leyes Ambientales del Ecuador, son las directrices para la legislación de todas las actividades que implican un control de impactos negativos a la salud del hombre y el ambiente. Es por eso que, en temas de desechos sólidos el Cierre Técnico del Botadero es una alternativa más inmediata para la recuperación ambiental del lugar a largo plazo para minimizar el impacto ambiental generado.

Esta situación ha puesto en consideración al Ministerio del Ambiente, en aplicar sanciones y exigir medidas de mitigación ambiental del lugar del Botadero de Basura para el Municipio de Archidona, y una de las alternativas planteadas por el Ministerio del Ambiente de acuerdo al informe de la Unidad de Calidad Ambiental del Ministerio del Ambiente de Napo y la Fiscalía de Napo, es el cierre y clausura del actual Botadero “San José”, considerando todos los aspectos de orden técnico-ambiental que tales actividades requieren, involucrando alternativas de manejo integral futuras para los residuos sólidos de ésta municipalidad.

1. OBJETIVOS

1.1. Objetivo General

Elaborar un Plan de Cierre Técnico para el Botadero de Basura “San José” del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Archidona, en el Cantón Archidona, Provincia de Napo, para estabilizar los desechos en la etapa de disposición final y minimizar la contaminación del Botadero de Basura.

1.2. Objetivos Específicos

- Proponer un Plan de Cierre Técnico para el Botadero de Basura “San José” de Archidona.
- Caracterizar los residuos sólidos, los lixiviados y determinar la generación de Biogás en el Botadero de Basura “San José” de Archidona
- Proponer el uso final del suelo del Botadero de Basura “San José” de Archidona.

2. HIPOTESIS

2.1. Hipótesis General

El Plan de Cierre Técnico del Botadero de Basura “San José” del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Archidona, mitigará los impactos ambientales negativos intrínsecos del Botadero de Basura.

2.2. Hipótesis Específicas

- El Plan de Cierre Técnico del Botadero de Basura “San José” de Archidona, logrará la estabilización de los residuos sólidos.
- La caracterización de los residuos sólidos, los lixiviados y la determinación de generación de Biogás en el Botadero de Basura “San José” de Archidona permitirá proponer las medidas de saneamiento ambiental.
- La propuesta del uso final del suelo del Botadero de Basura “San José” de Archidona contribuirá con el saneamiento ambiental.

CAPITULO I

1. REVISIÓN DE LA LITERATURA

1.1. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

Botadero de basura.- Quinchoa, W. (2011) manifiesta que es el “lugar inapropiado donde el municipio o, en general la comunidad, deposita sin ninguna restricción ni cuidado sus residuos sólidos domésticos, comerciales, institucionales, hospitalarios e industriales, peligrosos y no peligrosos” (p.57).

Cierre técnico.- “Es la suspensión definitiva de la disposición final de los residuos sólidos en un botadero. Conlleva a un proceso gradual de saneamiento, restauración ambiental del área alterada debido a la presencia del botadero y las actividades a realizarse después de la clausura” según el Consejo Nacional del Ambiente, Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente & Organización Panamericana de Salud” (CONAM/CEPIS/OPS, (2004)). (p.87).

Compuestos teratogénicos.- Para la CONAM/CEPIS/OPS. (2004) es lapropiedad o potencial que induce malformaciones estructurales permanentes o defectos en un embrión o un feto.

Desechos sólidos.- Es todo solido no peligroso, putrescible o no putrescible con excepción de excretas de origen humano o animal. Se comprende de la misma definición los desperdicios, cenizas, elementos del barrido de calles, desechos industriales, ferias populares, playas, escombros u otros elementos que se consideren como desecho ente este contexto según López, L. (2011).

Estabilización.- Es un proceso que utilizaaditivos (reactivos) para reducir la peligrosidad del residuo, convirtiendo el residuo y sus constituyentes peligrosos en un bloque con el fin de reducir la velocidad de migración de los

contaminantes al medio ambiente y reducir el nivel de toxicidad según Brown, O. (2010).

Lixiviado.- Mendoza, P. & López, V. (2004) sostiene que “es un líquido residual que se genera en la descomposición bioquímica de los residuos o como resultado de la percolación de agua desde fuentes externas (drenaje superficial, lluvia, aguas subterráneas, aguas de manantiales subterráneos), a través de los residuos en procesos de degradación, extrayendo materiales disueltos o en suspensión. Este líquido tiende a salir por gravedad, por la parte inferior del Relleno Sanitario, hasta que una capa impermeable lo impida” (p.9).

Oligocompuestos.- Para la CONAM/CEPIS/OPS, (2004) son bioelementos presentes en cantidades superiores al 0,05% en los seres vivos y tanto su ausencia como una concentración por encima de su nivel característico, puede ser perjudicial para el organismo, llegando a ser hepatotóxicos.

Pasivos ambientales.- Según Ribeiro, M., et al (2006) “es el conjunto de los daños ambientales, en términos de contaminación del agua, del suelo, del aire, del deterioro de los recursos y de los ecosistemas, producidos por una empresa, durante su funcionamiento ordinario o por accidentes imprevistos, a lo largo de su historia” (pp.18-21).

Relleno Sanitario.- Ay Robertos, F. A., Brinckmann, W. E. & Ayllón Trujillo, M. T., (2010) sostiene que es “obra de infraestructura que involucra métodos y obras de ingeniería para la disposición final de los residuos sólidos urbanos y manejo especial, con el fin de controlar, a través de la compactación e infraestructuras adicionales, los impactos ambientales” (p.200).

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

1.2. MARCO LEGAL APLICABLE AL TEMA DE ESTUDIO

1.2.1. Constitución de la República del Ecuador

La Constitución de la República del Ecuador fue publicada en el Registro Oficial No.449 del 20 de octubre de 2008.

Los artículos de la Constitución del Ecuador, que amparan el tema de estudio son:

- El Artículo 14 De la Constitución, Sección Segunda; El Artículo 15 y 32.
- Respecto a los Derechos de las Comunidades, Pueblos y Nacionalidades, el Artículo 57, numeral 7, El Artículo 66, numeral 2, 15 y 27.
- El Capítulo séptimo de la Constitución, trata de los derechos de la naturaleza como el Artículo 72 y 73.
- El Capítulo Noveno de la Constitución, trata de los deberes y responsabilidades de los ecuatorianos y, entre ellos, el numeral 6 del Artículo 83.
- Respecto a la organización del territorio, el Artículo 250.
- En cuanto a las competencias, el Artículo 263, numeral 4 y el Artículo 264. El Artículo 396, El Artículo 397.

1.2.2. Ley de Gestión Ambiental

La Codificación a la Ley de Gestión Ambiental fue publicada en el Suplemento del Registro Oficial No 418 de 10 de septiembre de 2004.

- En el Título I Ámbito y Principios de la Gestión Ambiental; El Artículo 2 y en el Título II, Capítulo II, el artículo 9 literal J.
- El Título IV Del Financiamiento, el Artículo 38.

1.2.3. Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULAS)

El TULAS está en vigencia a partir de su publicación en Registro Oficial No. 725 del 16 de diciembre de 2002, y ratificado mediante Decreto Ejecutivo 3516 publicado íntegramente en el Registro Oficial No. 51 del 31 de marzo de 2003, Edición Especial.

- El Libro VI: De la Calidad Ambiental, Título I, II, III, IV, V y VII.
- Libro VI: De la Calidad Ambiental, Anexo I. El Artículo 4.2.1.10; 4.2.1.21; 4.2.3.
- Libro VI: De la Calidad Ambiental, Anexo VI. El Artículo 4.1.1; 4.1.17; 4.1.21; 4.3; 4.3.32; 4.3.3.3; 4.9.2; 4.9.3; 4.10; 4.11; 4.12; 4.13.

1.2.4. Ley Orgánica de Salud

La Ley Orgánica de Salud, fue publicada en el Suplemento del Registro Oficial No. 423 del 22 de diciembre de 2006.

- Capítulo II De los Desechos Comunes, Infecciosos, Especiales y de las Radiaciones Ionizantes y no Ionizantes. Artículo 97; 98; 99; 100; 103; 112; 133; 147.

1.2.5. Ley de la Prevención y Control de la Contaminación.

La Ley de la prevención y control de la contaminación, fue publicado en la Codificación del Registro Oficial Suplemento 418, del 10 de Septiembre de 2004.

- Capítulo III De la Prevención y Control de la Contaminación de los Suelos. El Artículo 10; 11; 13; 14; 17.

1.2.6. Ley de Aguas.

La Codificación a la Ley de Aguas (Ley No. 2004-016), fue publicada en el Registro Oficial No. 339 del 20 de mayo de 2004.

- Título II De la Conservación y Contaminación de las Aguas. Capítulo I De la Conservación. El Artículo 20.
- Capítulo II De la Contaminación. El Artículo 22.

1.2.7. Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD).

El COOTAD fue publicado en el Registro Oficial Suplemento 303 de fecha 19 de Octubre de 2010.

- Capítulo III Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal. Sección primera Naturaleza Jurídica, Sede y Funciones. El Artículo 55; 136; 137; 417; 431.

1.3. PROCESO GENERAL PARA EL CIERRE TÉCNICO DE UN BOTADERO DE BASURA

De acuerdo al CONAM/CEPIS/OPS, (2004) en el proceso de clausura o cierre de un botadero se debe tener en consideración lo siguiente (Véase también en la Figura 1):

1. Evaluación y categorización del botadero. Comprenderá la evaluación general del botadero y su área de influencia de acuerdo con criterios técnicos, sociales y ambientales, y las metodologías descritas en este documento. La evaluación tendrá como resultado dos alternativas: la clausura con cierre definitivo o la conversión.
2. Cierre definitivo. Si el botadero es clasificado como de alto riesgo se le deberá cerrar y recuperar el sitio. Para ello se tendrá en consideración el tipo de cobertura general, el sistema de control, monitoreo y el uso final del sitio. Es de suma importancia prever un sitio alternativo

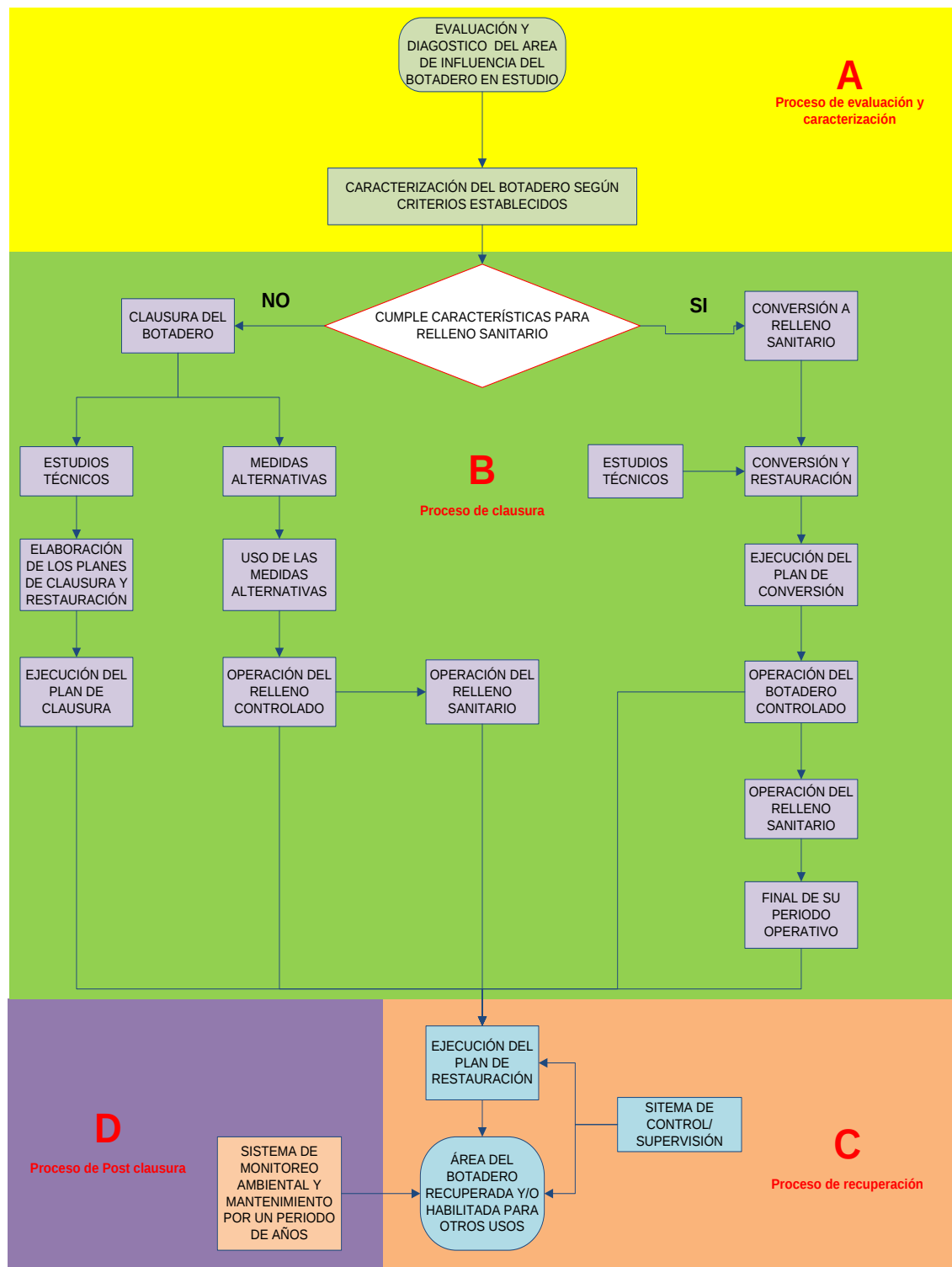
adecuadamente implementado para disponer los residuos sólidos. No se debe clausurar el botadero si no hay una alternativa para la disposición final de los residuos sólidos porque el problema subsistirá.

3. Conversión de un botadero. Durante la conversión de un botadero a un relleno sanitario (temporal o definitivo) se deberán tener presentes el confinamiento de los residuos, el control de olores, la vida útil proyectada, la adecuación del terreno, el control de fauna nociva, la reubicación de los recicladores y el plan operativo del sistema de disposición final. Se recomienda convertir el botadero en un relleno sanitario definitivo de acuerdo con los requerimientos de las Instituciones reguladores en este campo, puesto que es la única manera de garantizar que no se producirán efectos negativos en el ambiente ni en la salud.

Otras consideraciones para la clausura y conversión de un botadero son:

- Hacer de conocimiento público la clausura del botadero y advertir que no se permitirá la disposición de basuras en el lugar. Este proceso se debe realizar con la participación de la población y la municipalidad.
- Informar a la población acerca de las sanciones que se aplicarán a quienes infrinjan las normas, ya sea durante la clausura o la conversión del botadero.
- Realizar calicatas para conocer el tipo de residuo que esta almacenando en el botadero y averiguar con la población local sobre la antigüedad del botadero y los conflictos sociales que se puedan generar al clausurar o convertir el botadero.
- Sanear la situación legal del sitio con participación de la las Instituciones de control.
- Llevar a cabo un programa de eliminación de insectos, roedores y artrópodos de acuerdo con las indicaciones de la autoridad de salud, como fase previa a la clausura o conversión del botadero.

Figura 1. *Etapas básicas para el proceso de decisión de clausura o conversión de un botadero.*



Fuente: CONAM/CEPIS/OPS. (2004).

Adaptado por: Rubén Darío Ledesma.

1.4. NORMAS GENERALES PARA EL SANEAMIENTO DE LOS BOTADEROS DE DESECHOS SÓLIDOS EN EL ECUADOR

En el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundario del Ministerio del Ambiente del Ecuador,(2004); en el Libro VI, Anexo 6, en su Artículo 4.10, relativo a las normas generales para el saneamiento de los botaderos de desechos sólidos, hace referencia a la información previa y a los requisitos mínimos que ha de contener el plan de clausura o de Saneamiento de un botadero de desechos sólidos

Información básica se debe obtener como paso previo para sanear un botadero de desechos sólidos.

- a) Población que atiende el Botadero de desechos sólidos.
- b) Datos generales sobre las características de la Población que se atiende con el Botadero de desechos sólidos.
- c) Cantidad de desechos sólidos producidos por la población atendida.
- d) Producción futura de desechos sólidos.
- e) Cantidad de desechos sólidos recolectados.
- f) Cobertura del servicio.
- g) Composición física de los desechos sólidos.
- h) Composición química de los desechos sólidos.
- i) Peso específico de los desechos sólidos.
- j) Producción de lixiviados y gases.
- k) Localización general del sitio, con relación a la población atendida.
- l) Geología de la zona.
- m) Topografía del área.
- n) Meteorología.
- o) Posibilidad de material de cobertura.
- p) Censo vehicular (viajes de desechos sólidos que entraran en el Botadero).
- q) Títulos de propiedad.

1.4.1. Requisito para el saneamiento de un Botadero de Desechos Sólidos.

1.4.1.1. Información Previa.

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

1.4.1.2. Servicio de Vigilancia.

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

- a) Controlar y vigilar a las personas que llegan.
- b) Controlar y vigilar los vehículos que entran y salen.
- c) Facilitar las obras correspondientes al saneamiento.
- d) Proteger la maquinaria y sacar los animales.

1.4.1.3. Cerco y Puerta.

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

1.4.1.4. Caseta de Control.

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

ropa de los trabajadores y un cuarto donde guardar las herramientas menores de trabajo, tales como palas, picas y carretas.

1.4.1.5. Recolección de Lixiviados.

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

1.4.1.5.1. Medición del Caudal de Lixiviados y dimensionamiento del Tanque de Almacenamiento.

Se deberá diseñar la medición del caudal de lixiviados y dimensionamiento del tanque de almacenamiento, en el sitio donde se concentren o donde lleguen los canales recolectores.

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

El tanque de almacenamiento deberá tener su correspondiente diseño estructural.

1.4.1.5.2. Análisis físico-químicos de lixiviados captados como efluentes del Botadero de desechos sólidos.

Se deberá realizar como mínimo la temperatura, pH, DBO₅, DQO, sólidos totales, nitrógeno total, fósforo total, dureza, alcalinidad, calcio, magnesio, cloruros, sulfatos, hierro, sodio, potasio, sólidos disueltos, plomo, mercurio, cadmio, cromo total, cianuros, fenoles y tensoactivos.

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

1.4.1.6. Manejo de Gases.

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

1.4.1.7. Estabilidad de Taludes.

Se deberá diseñar taludes estables, analizando la estabilidad estática y dinámica (sismos).

1.4.1.8. Control de Aguas Lluvias.

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

1.4.1.9. Otros Controles.

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

- a) Control de Animales Grandes.
- b) Control de Insectos y Roedores.
- c) Control de Papeles y Plásticos.
- d) Control de Olores.
- e) Control de Recuperadores.
- f) Control de Incendios.
 - Control de pequeños incendios.
 - Control de grandes incendios.

1.4.1.10. Compactación y Cobertura.

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

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

1.4.1.11. Diseño de la Celda Diaria.

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

1.4.1.12. Recuperación Edáfica.

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

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

1.4.1.13. Recursos Humanos y Equipos.

Se determinará los recursos humanos y equipos que se necesitarán para sanear el Botadero de Desechos Sólidos.

1.4.1.14. Vías de Acceso.

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

1.4.1.15. Conversión a Relleno Sanitario.

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

1.4.1.16. Costos.

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

1.4.1.17. Normas de Diseño.

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

1.5. GENERALIDADES SOBRE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

La Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), (2007) define desecho como todo lo que es generado como producto de una actividad, ya sea por la acción directa del hombre o por la actividad de otros organismos vivos, formándose una masa heterogénea que, en muchos casos, es difícil de reincorporar a los ciclos naturales.

Vallejo, C. (2008) manifiesta en términos generales el concepto de residuos sólidos que comprende tanto la masa heterogénea de los desechos que genera la comunidad de una población como la acumulación más homogénea de los residuos agrícolas, industriales y minerales.

De acuerdo a las estadísticas de la Organización Panamericana de Salud & Organización Mundial de Salud (OPS/OMS). (2002) en América Latina cerca de 350 millones de habitantes residen en centros urbanos, con una generación de 275.000 toneladas de desechos por día, de los cuales se recolecta el 70% y solamente un 35% se dispone en rellenos sanitarios.

La acumulación exagerada de los residuos sólidos, junto con una inapropiada gestión de los mismos provoca desequilibrios ambientales tales como la contaminación de los recursos naturales como el agua, aire y suelo, así como

también afectaciones indirectas a los componentes bióticos de los ecosistemas y al hombre causando un desequilibrio en la salud o formando nuevas enfermedades.

Ecuador es responsable de aproximadamente 7.400 toneladas de residuos sólidos urbanos por día, desgraciadamente las instituciones encargadas de los servicios han demostrado precariedad tanto en calidad, eficiencia así como cobertura, prueba de ello es que solamente el 49% de la producción de desechos se recolecta de manera formal OPS/OMS, (2002). También su gestión ambiental, partiendo de sus políticas de manejo, no posee la adecuada sistematización respecto a las técnicas de manejo acorde a su realidad; otro problema de los residuos sólidos es la administración de los municipios que carecen de una dependencia que planifique y coordine la gestión de los residuos sólidos municipales, lo que impide su modernización según Vallejo, C. (2008).

La primera limitante técnica administrativa que se enfrentan los municipios para modernizar la gestión de los RSM, es que la mayor parte de éstos carecen de una dependencia que planifique y coordine este rubro. Por lo general, en los municipios pequeños, del servicio de limpia se encarga de la Oficialía Mayor de los ayuntamientos, que además de operar el sistema de aseo público tienen a su cargo otras responsabilidades como el mantenimiento de áreas verdes, panteones, etc. Esto repercute en la calidad de los servicios que se prestan y origina un conflicto en la aplicación de los recursos económicos, ya que no se tiene presupuestada una partida específica para la operación de los sistemas de aseo municipales, lo cual determina que no se integren acciones para el manejo y la disposición final adecuados de los RSM según Buenrostro, F. (2006).

1.6. CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

La clasificación de los desechos sólidos no es uniforme en todos los organismos y países. La Organización Panamericana de la Salud (OPS) clasifica los desechos según su fermentabilidad en desechos orgánicos e inorgánicos; según su inflamabilidad en combustibles y no combustibles; según su procedencia en domésticos, de jardinería, de barrido, etc. Y según su volumen en convencionales y especiales según Bustos, F. (2009).

Las fuentes de generación de residuos sólidos urbanos están en general relacionadas con la actividad económica o social que desarrollan según el Manual Programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos, 2008, citado por Rivera, J., & Zuluaga, L. (2010).

La legislación ecuatoriana no prevé un marco de referencia completo que permita caracterizar los diferentes tipos de residuos sólidos que se producen en el país. Sin embargo, la Dirección de Calidad Ambiental del Ministerio del Ambiente, la Subsecretaría de Saneamiento Ambiental del MIDUVI, así como otras dependencias gubernamentales están produciendo un marco legal apropiado en este sentido. La OPS/OMS, (2002) para efectos del presente análisis se consideró pertinente distinguir tres tipos de residuos, como se definen a continuación.

1.6.1. Residuos sólidos municipales (RSM)

Los provenientes de la generación domiciliaria, institucional, comercial, industrial no peligrosa, establecimientos de salud asimilable a domiciliarios, artesanal y los residuos sólidos resultantes del barrido de calles y áreas públicas, incluyendo malezas y vegetación de jardines.

1.6.2. Residuos peligrosos (RP)

Aquellos residuos sólidos o semisólidos que se producen en tres fuentes principales: i) establecimientos de salud; ii) industrias y iii) viviendas, que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas o inflamables plantean un riesgo sustancial real o potencial a la salud humana o al medio

ambiente, en especial cuando su manejo indebido dentro del área urbana se realiza autorizada o ilícitamente en forma conjunta con los RSM.

1.6.3. Residuos sólidos especiales (RSE)

Aquellos residuos que por su calidad, cantidad, volumen u otras características particulares pueden afectar a los sistemas municipales de manejo de RSM.

Una clasificación más detallada de los desechos sólidos se presenta en la Tabla 1, que incluyen los generados por hospitales, plantas de tratamiento y de incineración, así como, los agrícolas y pecuarios.

Adicionalmente, existen los desechos peligrosos, que son desechos sólidos o combinación de ellos que pueden ocasionar o contribuir a un aumento en la mortalidad o a un incremento en una enfermedad grave que pueda producir incapacidad o plantear un peligro presente o futuro para la salud humana o el ambiente. Los desechos peligrosos pueden ser clasificados en tres categorías: radioactivos, inflamables o tóxicos Henry & Heinke, (1999).

Aye, L. y Widjaya, E. (2006) clasifican los desechos sólidos en dos grandes grupos, orgánicos e inorgánicos. Los orgánicos que incluyen los putrescibles (que se degradan rápidamente y producen mal olor durante la descomposición), papel, cartón, caucho y madera. Los inorgánicos comprenden plásticos, vidrio, metal y otros.

Otra clasificación usada normalmente contempla tres categorías de desechos sólidos: reciclables, no reciclables/no peligrosos y peligrosos. Los reciclables se dividen básicamente en materiales regulados y no regulados, desechos de cocina y desechos a granel Tsai, W. et al., (2007).

De acuerdo con Puerta, S. (2004) quien cita a Acurio, G. et al. (2001) sostiene una clasificación grupal de los residuos sólidos como se presenta en la tabla 1.

Tabla 1. *Tipos de clasificación de residuos sólidos.*

TIPOS DE CLASIFICACIÓN	TIPO DE RESIDUOS
SEGÚN SU ORIGEN	Domestico, comercial, institucional, construcción y demolición, servicios municipales, zonas de plantas de tratamiento, industriales y agrícolas.
SEGÚN EL GRADO DE DESCOMPOSICIÓN	Biodegradables.- Los microorganismos descomponedores de la naturaleza los transforman en micro nutrientes, como los residuos orgánicos, el papel y el cartón. Están formados por recursos naturales renovables.
	No biodegradables.- Los microorganismos descomponedores de la naturaleza no pueden transformar en micro nutrientes por que están formados de recursos naturales no renovables que se forman hace millones de años como los plásticos (derivados del petróleo), latas y chatarras (derivados de metales) y vidrio.
SEGÚN SU USO Y DISPOSICIÓN FINAL	Residuos recicladores.- se pueden volver a transformar en materia prima para nuevos productos como el papel, cartón, vidrio, plástico y objetos metálicos.
	Residuos orgánicos.- se pueden ser transformados en abono orgánico por el proceso de compostaje o lombricultura como los residuos de alimentos, estiércol de animales, residuos de jardinería.
	Desechos.- no pueden volver a usarse, debido a que ya no tiene vida útil por su deterioro o contaminación y deben ir a sitios de vertido o relleno sanitario como son el icopor, los pañales, papel higiénico, toalla

TIPOS DE CLASIFICACIÓN	TIPO DE RESIDUOS
	sanitaria, empaques sucios de alimentos, barrido de calles, empaques de alimentos contaminados, entre otros.

Fuente: Puerta, S. (2004). Adaptado por: Rubén Darío Ledesma.

1.7. TRANSFORMACIONES FÍSICAS, QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN UN RELLENO SANITARIO O BOTADERO DE BASURA

De acuerdo a Montes, M. (2008) “las propiedades físicas, químicas y biológicas que poseen los residuos sólidos urbanos (RSU) deben tenerse en cuenta para diseñar y desarrollar sistemas de gestión integrada de residuos sólidos, así como las transformaciones que pueden afectar a su forma y a su composición. Las transformaciones que se pueden utilizar para la gestión de los RSU pueden producirse por la intervención del hombre o por fenómenos naturales. Los residuos sólidos pueden transformarse por medios físicos, químicos y biológicos” (pp.63-67).

1.7.1. Transformaciones físicas.

En la operación de sistemas de gestión de residuos sólidos las principales transformaciones físicas que se pueden producir incluyen según Montes, M. (2008) son:

- a) Separación de componentes. Es el término utilizado para describir el proceso de separación, por medios manuales y/o mecánicos, de los componentes identificables de los RSU no seleccionados. La separación de los componentes se utiliza para transformar los residuos heterogéneos en un número de componentes más o menos homogéneos.

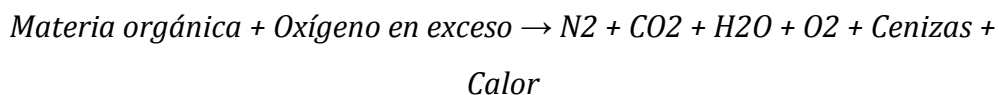
- b) Reducción mecánica de volumen. A veces conocido como densificación, es el término utilizado para describir el proceso mediante el cual se reduce el volumen inicial ocupado por un residuo, normalmente mediante la aplicación de una fuerza o presión.
- c) Reducción de tamaño mecánica. Se aplica a los procesos de transformación utilizados para reducir el tamaño de los materiales residuales. El propósito de este proceso es obtener un producto final que sea razonable uniforme y considerablemente reducido en tamaño en comparación con su forma original.

1.7.2. Transformaciones Químicas.

Montes, M. (2008) manifiesta que las transformaciones químicas de los residuos sólidos normalmente implican un cambio de fase (por ejemplo, sólido a líquido, sólido a gas, etc.). Para reducir el volumen y/o recuperar productos de conversión, los procesos utilizados principalmente para transformar los RSU son:

- a) Combustión (oxidación química). Es la reacción química del oxígeno con materias orgánicas para producir compuestos oxidados, acompañados por emisión de luz y una rápida generación de calor. En presencia de oxígeno en exceso y bajo condiciones idóneas, la combustión de la fracción orgánica de los RSU puede representarse a través de la siguiente ecuación:

Ecuación 1. Principio de la combustión



- b) Pirólisis. Como la mayoría de las sustancias orgánicas son térmicamente inestables pueden romperse en fracciones gaseosas, líquidas y sólidas, mediante una combinación de cracking térmico y reacciones de condensación en un ambiente libre de oxígeno. En

contraste con el proceso de combustión, que es altamente exotérmico, el proceso pirolítico es altamente endotérmico.

- a) Gasificación. Este proceso implica la combustión parcial de un combustible carbonoso para generar un gas combustible rico en monóxido de carbono, hidrogeno y algunos hidrocarburos saturados, principalmente metano. El gas combustible entonces se puede quemar en una caldera o en un motor de combustión interna.

1.7.3. Transformaciones Biológicas.

Las transformaciones biológicas de la fracción orgánica de los RSU se pueden utilizar para reducir el volumen y el peso del material; para producir compost, un material similar al humus que se puede utilizar como acondicionador del suelo, y para producir metano. Los principales organismos implicados en las transformaciones biológicas de residuos orgánicos son bacterias, hongos, levaduras y actinomicetos. Estas transformaciones pueden utilizarse aeróbicamente o anaeróbicamente, según la disponibilidad de oxígeno. Las principales diferencias entre las reacciones de conversión aerobia y anaerobia están en la naturaleza de los productos finales y en el hecho de que sea necesario suministrar oxígeno para realizar la conversión aerobia. Los procesos biológicos que se han utilizado para la conversión de la fracción orgánica de los RSU son:

- a) Compostaje aerobio. La fracción orgánica de los RSU sufre descomposición biológica. La extensión y el periodo de tiempo necesario para que se produzca la descomposición dependerán de la naturaleza del residuo, del contenido de humedad, de los nutrientes disponibles, y de otros factores ambientales.
- b) Digestión anaerobia. La porción biodegradable de la fracción orgánica de los RSU se puede convertir biológicamente bajo condiciones anaerobias en un gas que contiene dióxido de carbono y metano. Esta conversión se puede representar con la siguiente ecuación:

Ecuación 2. Reacción de la Digestión Anaerobia

Materia orgánica + H₂O + Nutrientes → Nuevas células + Materia orgánica resistente

+CO₂ + CH₄ + NH₃ + H₂S + Calor

De esta forma, los principales productos finales son: dióxido de carbono, metano, amoníaco, sulfuro de hidrogeno y materia orgánica resistente. En la mayoría de los procesos de conversión anaerobios el dióxido de carbono y el metano constituyen más del 99 por 100 del gas total producido. La materia orgánica resistente (o lodos digeridos) debe ser deshidratada antes de evacuarse mediante su extensión en el suelo o mediante vertido. Los lodos deshidratados a menudo son comportados aeróbicamente para estabilizarlos más, antes de su aplicación.

Existen otros procesos de transformación biológica, que se están desarrollando y evaluando, entre ellos tenemos a los procesos de digestión anaerobia de sólidos de alta concentración. En el siguiente punto se desarrollara ampliamente dicho proceso según Montes, M. (2008).

1.8. REACCIONES QUÍMICAS EN EL RELLENO SANITARIO O BOTADERO DE BASURA

Los RSM depositados en un relleno sanitario presentan una serie de cambios físicos, químicos y biológicos de manera simultánea e interrelacionada. Estos cambios se describen a continuación a fin de dar una idea de los procesos internos que se presentan cuando los residuos son confinados.

1.8.1. Reacciones físicas.

Entre los cambios más importantes que se producen en los rellenos sanitarios están: la difusión lateral de los gases en el relleno y la emisión de gases del relleno al ambiente circundante, el movimiento de lixiviados dentro

y hacia abajo del relleno, a través del suelo, y el asentamiento causado por la consolidación y descomposición del material vertido.

Tchobanoglous, G. et al., (1994). Citado por López, L. (2011) “El movimiento y las emisiones de gases necesitan una especial e importante consideración en la gestión de los rellenos sanitarios. Mientras se están produciendo gases dentro de un relleno, la presión interna puede crecer causando roturas en la cobertura del vertedero, y por lo tanto escapes. El agua que ingresa al relleno a través de la cobertura rota puede aumentar la velocidad de producción de gas, causando todavía más rupturas. El gas de vertedero que consigue escapar podría llevar al ambiente circundante oligocompuestos cancerígenos teratogénicos. Como los gases suelen contener un alto grado de contenido de metano, existe el peligro de combustión o explosiones internas. El lixiviado migra hacia abajo, puede transportar compuestos y materiales hasta nuevos puntos donde puedan reaccionar con facilidad. El lixiviado se produce en los poros de aire del relleno, interfiriendo así en la migración de gases” (p. 47).

1.8.2. Reacciones Química.

La OPS/OMS, (2002) manifiesta que “las reacciones químicas que ocurren dentro del relleno sanitario e incluso en los botaderos de basura abarcan la disolución y suspensión de materiales y productos de conversión biológica en los líquidos que se infiltran a través de la masa de RSM, la evaporación de compuestos químicos y agua, la adsorción de compuestos orgánicos volátiles, la desalogenación y descomposición de compuestos orgánicos y las reacciones de óxido-reducción que afectan la disolución de metales y sales metálicas. La importancia de la descomposición de los productos orgánicos reside en que estos materiales pueden ser transportados fuera del relleno sanitario o del botadero de basura con los lixiviados” (p. 67).

1.8.3. Reacciones Biológicas.

Las más importantes reacciones biológicas que ocurren en los rellenos sanitarios son aquellas asociadas con la fracción orgánica contenida en los

residuos sólidos, y que evolucionan produciendo gases y eventualmente líquidos. El proceso de descomposición biológica se inicia de forma aeróbica, durante un corto periodo de tiempo, inmediatamente después de la evacuación de los desechos, en razón del oxígeno del aire atrapado dentro de la porosidad, después de la compactación; como dicho aire no es renovable, rápidamente se agota el oxígeno y la descomposición procede en condiciones aeróbicas, en esta etapa la materia orgánica se transforma principalmente en dióxido de carbono, metano y cantidades trazas de amoníaco y ácido sulfhídrico según Collazos, H.(2008).

1.9. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS LIXIVIADOS

Uno de los mayores problemas que presentan los vertederos de Residuos Urbanos (RU) es la generación de un líquido altamente contaminante denominado lixiviado, resultado de la degradación del residuo y de la filtración del agua de lluvia a su través. Las características del mismo dependen fundamentalmente de las características del residuo depositado, de la meteorología del lugar, modo de operación y de la edad del vertedero. Los principales contaminantes son la materia orgánica y el nitrógeno amoniacal. La carga orgánica de los lixiviados alcanza los máximos valores en los primeros años de operación y decrece gradualmente con la edad del vertedero según Rodríguez, J., Castrillón, L., Marañón E., Sastre H. (2000).

En contraste, la concentración de amonio, que en general puede presentar cantidades superiores a 2000 mg/l, no decrece y a menudo constituye su principal contaminante. En cuanto al contenido en metales pesados, las concentraciones son muy bajas en la fase metanogénica cita Kjeldsen, P., Barlaz, M.A., Rooker, A.P., et al. (2002) pero sí son importantes en la fase inicial del vertedero (fase ácida).

Su composición es bastante compleja y variable, pudiendo ser sus componentes clasificados en cuatro grandes categorías: materia orgánica disuelta (expresada en forma de parámetros generales como DQO o COT), componentes inorgánicos (Cl^- , $\text{S}_2\text{O}_4^{2-}$, N-NH_3 , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na), metales pesados

(Fe, Cd, Cr, Cu, Pb, Ni, Zn) y compuestos xenobióticos (PAHs, AOX o fenoles) Según Christensen, T.H., et al. (2001); Kjeldsen, P. et al., (2002). Un ejemplo de lixiviados se presenta en la figura 2 que muestra la composición típica de los diferentes tipos de lixiviado en función de la edad del vertedero de acuerdo con Álvarez-Vázquez et, H., et al., (2004); Kurniawan, T.A., et al., (2005).

Figura 2. *Caracterización de los lixiviados generados en el relleno sanitario de la ciudad de Mérida. México.*

Parámetro (unidad)	Media	Rango	Parámetro (unidad)	Media	Rango
pH	8.3	7.9 - 8.5	O ₂ (mg/L)	0.72	0.15 - 1.30
Turbiedad (NTU)	108	95 - 130	SST (mg/L)	95	42 - 153
Conductividad (mS/cm)	17.9	17.1 - 18.5	SSV (mg/L)	69	38 - 101
Alcalinidad (mg/L)*	4305	548 - 11107	ST(mg/L)	12545	10064 - 16214
Dureza total (mg/L)*	955	720 - 1196	STV (mg/L)	3813	2546 - 5260
Cloruros (mg/L)	3156	2489 - 3654	Redox (mg/L)	19	-133 - 123
DBO ₅ (mg/L)	1098	236 - 2580	Fe (mg/L)	64.05	7.92 - 164.4
DQO Total (mg/L)	5346	4268 - 7610	Mn (mg/L)	0.81	0.12 - 1.49
DQO Soluble (mg/L)	4895	3161 - 7490	Zn (mg/L)	3.2	0.43 - 5.80
COT (mg/L)	2857	2283 - 4380	Na (mg/L)	11850	1632 - 28180
Grasas y aceites (mg/L)	29	4 - 62	K (mg/L)	10252	1636 - 23100
SAAM (mg/L)	6.49	0.88 - 13.80	Cd (mg/L)	0.0069	0.001 - 0.158
N-NH ₃ (mg/L)	1210	795 - 2303	Pb (mg/L)	0.236	0.016 - 0.9
N-org (mg/L)	208	82 - 320	Cr (mg/L)	6.98	4.74 - 14.35
NKT (mg/L)	1419	1004 - 2515	Cu (mg/L)	0.214	0.056 - 0.388
P Total (mg/L)	37.32	7.04 - 75.12	Ni (mg/L)	0.349	0.319 - 0.387
Sulfuros (mg/L)	405	30 - 705	Ag (mg/L)	0.039	0.037 - 0.039

* Medidos como CaCO₃

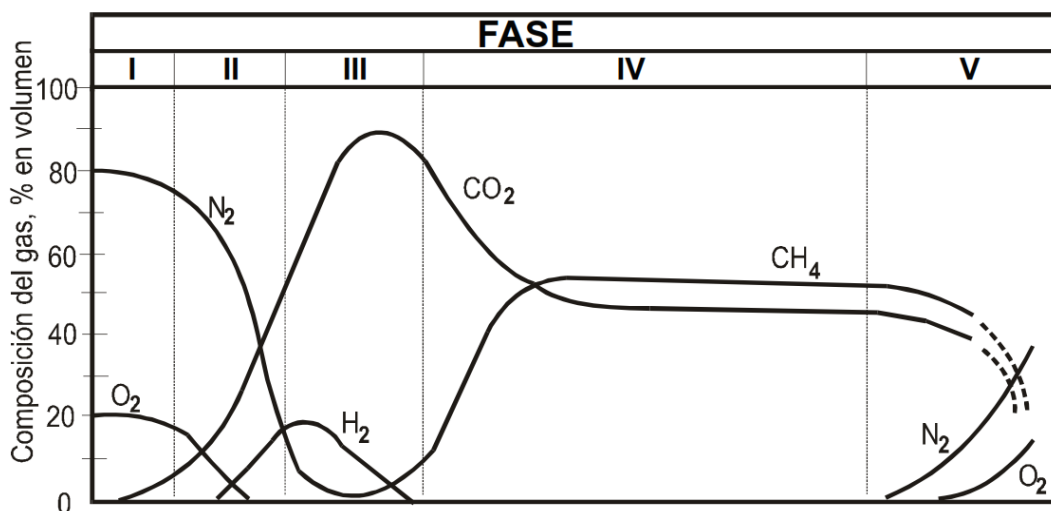
Fuente: Mendez, R., Castillo, E.R., Sauri, M.R., et al (2009).

1.9.1. Proceso de Biodegradación de los Residuos Sólidos en el Relleno Sanitario o Botadero de Basura en la Formación de Lixiviados y Gases.

Bitran y Asociados, (2006) encontró que los “años de experiencia práctica y de investigaciones conducidas en el mundo más desarrollado, se ha logrado alcanzar algún grado de entendimiento del proceso de biodegradación de la basura y de producción de biogás (Ver figura 3), y de su composición, en las distintas etapas de éste. El proceso tiende a seguir el siguiente patrón de cinco etapas” (pp.7-8).

- **Etapa 1:** Esta es una etapa aeróbica que sucede inmediatamente después que la basura es depositada. Las sustancias de fácil biodegradación se comienzan a degradar a partir de su contacto con el oxígeno del aire. Este es un proceso de compostaje donde se produce CO_2 y la temperatura comienza a elevarse. En general es una etapa relativamente corta.
- **Etapa 2:** Esta también es una etapa aeróbica, durante la cual aún no se desarrollan condiciones anaeróbicas. Ocurre un proceso de fermentación, donde se desarrollan ácidos en los líquidos percolados y se produce una caída importante en el pH. En estas condiciones el biogás está compuesto básicamente de CO_2 .
- **Etapa 3:** En esta etapa ya se han establecido condiciones anaeróbicas o metanogénicas, las que surgen de un ambiente apropiado para la actividad microbiana. El biogás empieza a contener cantidades crecientes de metano y la concentración de CO_2 empieza a decrecer. En la medida que los ácidos orgánicos se convierten en biogás, los niveles de pH de los líquidos percolados comenzará a aumentar, la carga orgánica decrecerá y el contenido de amoníaco aumentará.
- **Etapa 4:** Esta etapa es conocida como la fase de estabilidad metanogénica. Es también la fase anaeróbica donde la producción de metano alcanza su más alto nivel, con una concentración estable en el rango de 40% a 60% por volumen de biogás. Los ácidos orgánicos en los líquidos percolados se descomponen inmediatamente en biogás. La carga orgánica de los percolados es baja y consiste principalmente de componentes orgánicos de alta biodegradabilidad. Como las condiciones son eminentemente anaeróbicas, los percolados tendrán una alta concentración de amoníaco.
- **Etapa 5:** Durante esta etapa de estabilización la producción de metano comenzará a disminuir y la presencia de aire volverá a introducir condiciones aeróbicas. Esta condición ocurrirá después de varias décadas en rellenos de baja profundidad, y muchas décadas en rellenos más profundos.

Figura 3. Fases de la biodegradación de los residuos sólidos para la formación de lixiviados.



Fuente: Tchobanoglous, G. et al. (1994).

Las fases 1 y 2 pueden tener una duración de semanas a dos o más años. En general, una mayor temperatura ambiental tenderá a acelerar los procesos de biodegradación. Altas tasas de compactación y acumulación de la basura en capas delgadas también tendrán el mismo efecto. La acumulación de la basura en celdas pequeñas también acelerará las reacciones tendiendo a reducir la duración de estas etapas. Si uno procede a hacer una medición de la composición del biogás en estas etapas encontrará que en su mayoría este está compuesto por CO_2 y muy poco metano.

Las fases 3 y 4, en tanto, pueden llegar a durar aproximadamente 5 años en su nivel más elevado para luego decaer progresivamente, dependiendo de las condiciones de operación del relleno y en particular del contenido de humedad de la basura. Como la humedad tiende a acelerar las bioreacciones que ocurren en la basura, las precipitaciones tenderán a reducir la duración de estas etapas y a aumentar la generación de biogás en el tiempo. La recirculación de los líquidos percolados hacia las celdas de disposición

contribuirá al contenido de humedad de la basura y a acelerar las reacciones. Es en esta etapa de régimen donde los rellenos sanitarios cuyo biogás no se recupera hacen su mayor contribución al problema del cambio climático y donde se encuentra el mayor potencial de reducción de emisiones de Gas de Efecto Invernadero.

La fase 5 del ciclo de vida de un relleno sanitario dependerá en gran parte de las condiciones de operación desarrolladas desde un principio en un relleno. Sin embargo, puede tomar décadas e incluso siglos para que la basura depositada en un relleno finalmente se estabilice. Solamente cuando esta etapa ha terminado o se apronta a terminar, y sus emisiones de biogás se han reducido a un volumen imperceptible, es cuando comienzan los procesos de reclamación de los sitios destinados a relleno sanitario.

1.9.2. Tratamientos más comunes de lixiviados.

Todo el líquido contaminante generado en el relleno sanitario debe tratarse antes de ser vertido en un cuerpo de agua, superficial o subterráneo, utilizando procesos de reconocida viabilidad técnica. Existen diferentes tecnologías para tratar las aguas lixiviadas de un relleno sanitario. La selección del sistema depende del presupuesto disponible, de la cantidad de las aguas lixiviadas y del área disponible.

El manejo de los lixiviados cuando estos están presentes en un relleno sanitario, consiste en eliminar el potencial de contaminación de los acuíferos. Las alternativas para el manejo de los lixiviados según Vásquez, J., Mulás, A. et al (2010) podrían ser:

1.9.2.1. Procesos Anaerobios.

Las tecnologías clásicas para la remoción de materia orgánica, que como en el caso de los lixiviados es predominantemente materia orgánica disuelta, son los procesos biológicos de tratamiento. Para el caso de un lixiviado joven, en especial lixiviados de rellenos con altos contenidos de lamateria orgánica

fácilmente biodegradable (MOFBD), los consecuentemente altos contenidos de materia orgánica parecieran idealmente apropiados para la aplicación de los procesos anaerobios de tratamiento. De hecho existen numerosos reportes de trabajo de todo tipo de tecnologías anaerobias, desde las más simples lagunas anaerobias, hasta complicados sistemas de lecho fluidizado, pasando por filtros anaerobios y reactores UASB. En términos de las reducciones de DBO se reportan muy altas eficiencias a cargas razonables. Usualmente se usan para llegar a niveles de tratamiento secundario, pero cuando se requieren eficiencias superiores se utilizan como pretratamiento, precediendo a sistemas aerobios como los lodos activados.

Las principales ventajas que tienen los procesos anaerobios en este contexto son la mayor simplicidad en el sistema de tratamiento y la menor producción de lodos. Esto se refleja en menores costos de inversión de capital de operación y mantenimiento, y en menores requisitos técnicos en el personal que opera el sistema.

Sin embargo, existen varias precauciones que hay que tener en cuenta al aplicar este tipo de procesos. Los altos contenidos de amoníaco y de minerales disueltos pueden generar problemas de toxicidad para los microorganismos.

Esto implicaría una remoción previa del amoníaco en caso de que este fuera el problema, o la aplicación de cargas de trabajo reducidas debido a las limitaciones en la actividad microbiana por motivo de la toxicidad.

Por otra parte los investigadores que han trabajado con los sistemas de tratamiento anaerobio para lixiviados en rellenos sanitarios coinciden en indicar una acumulación muy significativa de material inorgánico precipitado dentro del reactor y en los lodos mismos del sistema anaerobio.

Como se mencionó anteriormente este es un problema práctico de gran significancia para la operatividad de los sistemas. La acumulación de material precipitado dentro del reactor termina por formar incrustaciones que limitan

el volumen activo del reactor, limitan la actividad de los lodos, y taponan los sistemas de conducciones de los reactores acabando finalmente en un colapso del sistema de tratamiento, o alternativamente, en costos y complicaciones muy grandes en la operación y mantenimiento de las plantas.

Con base en estas experiencias, se concluye que es necesario bien sea hacer pre-tratamientos que minimicen los efectos de la toxicidad y/o de los materiales incrustantes, o, trabajar con diseños de reactores anaerobios que sean más resistentes a éstos fenómenos.

Igualmente debe tenerse en cuenta que las variaciones de los caudales y cargas orgánicas en sistemas como los Reactores Anaerobio de Flujo Ascendente(UASB siglas en ingles) pueden fácilmente desestabilizar el proceso, y por lo tanto con frecuencia se puede requerir una homogenización de los caudales, si se esperan variaciones significativas en los flujos y cargas.

1.9.2.2. Procesos Aerobios.

Los procesos aerobios al igual que los anaerobios han sido ampliamente estudiados para el tratamiento de los lixiviados de rellenos sanitarios. Existe experiencia con una gran variedad de tipos de sistemas, desde las tradicionales lagunas aireadas, hasta sofisticados sistemas que acoplan reactores biológicos con procesos de ultrafiltración con membranas. Su rango de aplicación es conocido al igual que los problemas y limitaciones que pueden surgir en su aplicación. Se utilizan cuando se requiere obtener una baja concentración de DBO en los efluentes.

Vale la pena aclarar que como usualmente las concentraciones de DBO en los lixiviados son muy altas es relativamente fácil tener remociones porcentuales superiores al 90% en este parámetro. Sin embargo la DBO remanente puede ser todavía alta. Los costos de inversión y de operación y mantenimiento son significativamente superiores a los de los procesos anaerobios cuando los lixiviados son concentrados, como es el caso de un lixiviado joven, por lo que

se logran mejores relaciones beneficio / costo cuando se utilizan para tratar lixiviados con concentraciones medias o bajas de DBO.

Por esta razón, y dependiendo de las exigencias del vertimiento, se usan preferencialmente como postratamiento a los sistemas anaerobios, o para lixiviados viejos con bajos niveles de DBO.

En los reportes operativos se mencionan problemas con la generación de espumas, con la precipitación de hierro, y en el caso de los lodos activados, problemas para aceptar altas variaciones en las cargas hidráulicas y orgánicas que caracterizan a los lixiviados, como ya se ha mencionado anteriormente. Esto último puede implicar que los sistemas requieran tanques de ecualización de caudales como parte del tratamiento. Igualmente, y dependiendo de la forma de operación del proceso, se tiene una alta generación de lodos residuales, en mayor cantidad que los procesos anaerobios, que es necesario procesar aumentando los costos de inversión y de operación y mantenimiento. Por otra parte, en casos en donde los lixiviados traigan cantidades importantes de COVs, el aire que se usa en el proceso de la aireación del tanque biológico debe ser tratado a su vez para remover los COV que se arrastran. Esto igualmente hace más compleja la operación de los sistemas de tratamiento y aumenta los costos.

Por la naturaleza misma del proceso que se tiene, la operación de un proceso aerobio requiere mayor capacidad técnica por parte del operador, al igual que mayor necesidad de mantenimiento de equipos.

Una de los tratamientos eficientes dependiendo las cargas de concentración de los contaminantes presentes en el lixiviado, son los filtros percoladores.

Según Reyes-Lara, S., & Reyes-Mazzoco, R. (2009) la materia orgánica disuelta en el agua residual que puede medirse como demanda química de oxígeno (DQO) o como demanda bioquímica de oxígeno (DBO) es degradada por la población microbiana adherida al empaque del filtro percolador. Cuando el agua residual pasa a través del filtro, en contacto con aire, los

nutrientes y el oxígeno se difunden hacia la biopelícula y son consumidos por la población microbiana, formándose algunos productos de desecho y CO_2 que se difunden desde la biopelícula hacia el agua. Con estos procesos la población microbiana se incrementa y hace aumentar el grosor de la biopelícula.

La capa microbiana tiene una parte aerobia que está en contacto con el agua residual donde se consumen la materia orgánica y el oxígeno, es decir, donde se lleva a cabo el proceso de depuración. La zona de la biopelícula que está en contacto con la pared del empaque o soporte es la anaerobia. Los microorganismos en ella alcanzan una fase de metabolismo endógeno debido a que no cuentan con una provisión de sustrato externo cuando la biopelícula es gruesa y producen gases; con la desactivación y presencia de gases la biopelícula es incapaz de mantenerse adherida al material de empaque. Este fenómeno se llama desgajamiento y es función de las cargas orgánica (L) e hidráulica (Q). Q influye en la velocidad de corte sobre la película y L en la de crecimiento de los microorganismos y de la biopelícula en conjunto Metcalf y Eddy, (2003).

Además de la remoción de materia orgánica, los filtros percoladores pueden causar la nitrificación; bajo las condiciones apropiadas pueden crecer también bacterias nitrificadoras en la biopelícula. Éstas oxidan el nitrógeno amoniacal y lo convierten en nitratos. La nitrificación y la remoción de DQO se pueden dar simultáneamente debido a que las bacterias nitrificadoras y heterotróficas (encargadas de la remoción de la materia orgánica) trabajan con el mismo tiempo de residencia de lodos (TRL o SRT por sus siglas en inglés). Sin embargo existen condiciones de operación de un filtro percolador que pueden favorecer ya sea la nitrificación o la remoción de DQO según Mathur, A. K., & Majumder, C.B. (2008).

1.9.2.3. Sistemas Naturales.

Para Vásquez, J., Mulás, A. et al (2010) los sistemas naturales, lagunas y humedales artificiales, también se han propuesto como alternativas para el tratamiento de lixiviados. Tienen la ventaja de la simplicidad en su operación, y la posibilidad de lograr diferentes niveles de tratamiento, desde un pre tratamiento, hasta un tratamiento terciario en caso de necesitarse.

La combinación de las lagunas y los humedales puede manejar adecuadamente muchos de los problemas que en otras tecnologías aparecen como son la acumulación de precipitados, la formación de espumas, la toxicidad a los microorganismos, y las variaciones en cargas hidráulicas y orgánicas. Esto se logra al tener tiempos de retención hidráulica muy altos y volúmenes de procesos igualmente grandes, que permiten acomodar variaciones en caudal, acumulaciones de precipitados, junto con una baja producción de gases y por lo tanto de espumas. Desde el punto de vista de costos en valor presente, la tecnología ha probado ser muy competitiva al compararse con otras alternativas. Es importante mencionar que los análisis financieros deben tener en cuenta el valor presente de los costos de capital y de operación y mantenimiento de los sistemas.

De otra forma se puede llegar a conclusiones erradas con respecto al costo real por volumen de lixiviado tratado en un relleno sanitario. Si bien es cierto que los costos de capital pueden llegar a ser similares en sitios donde el costo del terreno es alto, los bajos costos de operación y mantenimiento son una de las principales razones de los bajos costos en valor presente. En aplicaciones en donde el costo de la tierra no es muy alto, o donde las zonas de amortiguamiento del relleno sanitario se pueden usar en el proceso, la tecnología presenta costos de inversión inicial substancialmente menores que otras alternativas.

La principal desventaja que se tiene con estos sistemas es la cantidad de terreno que requiere para localizar los procesos. Sin embargo, por la naturaleza misma de los diseños de los rellenos sanitarios, en donde hay necesidad de tener áreas de amortiguamiento visual, de ruido, y de olores,

estas áreas que usualmente están localizadas en los alrededores del relleno, podrían utilizarse como parte de los sistemas naturales de tratamiento; en especial en el caso de los humedales.

En el caso de los humedales artificiales, su aplicación al tratamiento de los lixiviados es nueva, con experiencias en Estados Unidos y en Europa principalmente.

1.9.2.4. Evaporación.

Según Vásquez, J., Mulás, A. et al (2010) es una de las alternativas más sencillas para el manejo de lixiviado. En esta alternativa, el lixiviado se almacena en un estanque o laguna de evaporación. (En circunstancias ideales, el estanque se revestiría adecuadamente con material o membrana impermeable). La tasa de evaporación, desde luego, depende las condiciones climáticas. En caso que hubiera una época de lluvias intensas, el estanque debe estar diseñado para retener el volumen asociado de líquido o, si la práctica lo permite, puede estar cubierto con una membrana impermeable. La tasa de evaporación puede aumentarse al rociar el lixiviado sobre la superficie del relleno sanitario en funcionamiento y sobre las áreas terminadas. Aunque el rociado aumenta la tasa de evaporación, el proceso puede generar olores, así como aerosoles que pueden contener bacterias.

La evaporación también puede aumentarse al calentar el lixiviado a través de un intercambiador de calor. En caso que haya un sistema para la colección del gas del relleno sanitario, puede usarse el gas como fuente de energía para el proceso de evaporación. De otro modo, debe buscarse otra fuente de energía. Esta opción puede ser costosa en un país en desarrollo sin reservas de combustibles fósiles. Además, se debe tener mucho cuidado con el control de las potenciales emisiones de compuestos volátiles así como con el manejo de la corrosión y la contaminación de las superficies de transferencia de calor.

La tecnología de la evaporación también ha reportado problemas operativos, que en algunos casos ya se sabe cómo solucionarlos, pero que sin embargo vale la pena mencionar. En general son problemas similares a los reportados para otras de las tecnologías citadas anteriormente, como es el caso de la formación de espumas por la turbulencia generada en el proceso de evaporación, el incrustamiento de precipitados en el sistema, y el arrastre de COVs. Igualmente cuando los lixiviados son jóvenes y existen altas concentraciones de ácidos grasos volátiles y amoníaco, y dependiendo del pH

al cual se realice la evaporación, estos compuestos se pueden arrastrar junto con el vapor de agua. En algunos casos se ha propuesto realizar ajustes de pH para minimizar el arrastre de los ácidos y/o del amoníaco. En otros casos se han propuestos sistemas de evaporación múltiple que en una etapa se controlan las emisiones del amoníaco, mientras que en la otra las emisiones de ácidos grasos. De hecho varias de las tecnologías existentes permiten hacer ajustes de pH durante el proceso de evaporación.

1.9.2.5. Recirculación o Reciclaje.

La recirculación y reciclaje para Vásquez, J., Mulás, A. et al (2010) el lixiviado puede administrarse eficazmente colectándolo y recirculándolo a través del relleno sanitario. Cuando el relleno sanitario empieza a funcionar, es común que el lixiviado contenga concentraciones relativamente altas de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Demanda Química de Oxígeno (DQO), sólidos disueltos totales, metales pesados y nutrientes. La recirculación y el reciclaje del lixiviado atenúan estos constituyentes debido a la actividad biológica y a las reacciones físicas y químicas que se producen dentro del relleno sanitario. Por ejemplo, considerando que el pH en el relleno sanitario se torna neutral o ligeramente básico a medida que se produce metano, algunos de los metales se precipitarán y serán retenidos dentro del relleno sanitario.

El diseño y la operación de un sistema de recirculación de lixiviado debe considerar que, si es que la percolación hacia el interior del relleno sanitario es mayor que la evaporación del lixiviado colectado, la recirculación resulta en un constante aumento del reservorio del lixiviado.

En caso que la rápida estabilización de la sustancia orgánica, así como la recolección y el uso beneficioso del gas del relleno sanitario sean los objetivos principales de la operación, la recirculación del lixiviado puede ocasionar un aumento en la producción de gas debido al incremento del contenido de humedad en el relleno sanitario. Un aumento en la tasa de estabilización conduciría a una mayor tasa de sentamiento del relleno

sanitario. Se puede obtener una reducción considerable de DQO y DBO a través de la recirculación, en particular, durante un período corto. La recirculación de lixiviado es más eficaz en los rellenos sanitarios cuyo funcionamiento incluye la aplicación de residuos sólidos en capas relativamente delgadas.

Se debe prestar atención cuando se adopta la recirculación como una estrategia para manejar el lixiviado. En primer lugar, la introducción de humedad en el relleno sanitario puede conducir a la contaminación del ambiente circundante al relleno sanitario por causa de la migración lixiviado por la base o por los costados del mismo. En segundo lugar, la recirculación continua producirá la acumulación de sales, metales y otros compuestos indeseables en el lixiviado. Además en caso que se hayan aplicado coberturas intermedias, la introducción de lixiviado puede formar acumulaciones de líquido dentro del relleno sanitario que, con el tiempo, pueden escapar por los costados del relleno sanitario.

1.9.2.6. Sistemas de Membranas.

La tecnología del tratamiento de aguas utilizando membranas es una tecnología de rápido desarrollo en la última década. Con mayor frecuencia se observan más aplicaciones de las membranas en el tratamiento de todo tipo de efluentes, incluyendo obviamente los lixiviados de rellenos sanitarios. Se encuentra en la literatura aplicaciones de la microfiltración, la ultrafiltración, la nanofiltración, la ósmosis inversa, la ósmosis directa e inclusive la evaporación al tratamiento de los lixiviados, bien sea de manera directa, o acoplada a otro tipo de proceso de tratamiento. Por ejemplo, se observa que tanto la microfiltración como la ultrafiltración se han acoplado a procesos biológicos de tratamiento aerobio, en remplazo de los sedimentadores, tanto para la remoción de DBO, como para la nitrificación del amoníaco.

Igualmente se encuentran reportes de la aplicación en serie de procesos de ósmosis inversa con procesos de precipitación-cristalización y nanofiltración

para la remoción de sustancias precipitables de lixiviados con alto contenido de sólidos disueltos inorgánicos. De la misma manera se tienen reportes de la aplicación directa de la ósmosis inversa, y la ósmosis directa en el tratamiento de lixiviados según Vásquez, J., Mulás, A. et al (2010).

1.10. GENERACIÓN DE GASES EN UN RELLENO SANITARIO O BOTADERO DE BASURA

El denominado biogás según Montes, M. (2008) “es una mezcla gaseosa que se obtiene de la descomposición de la materia orgánica en condiciones anaeróbicas y cuyos principales componentes son el metano (55-65%) y el anhídrido carbónico (35-45%) y en menor proporción, nitrógeno, (0-3%), hidrógeno (0-1%), oxígeno (0-1%) y sulfuro de hidrógeno (trazas) que se producen como resultado de la fermentación de la materia orgánica en ausencia de aire por la acción de un microorganismo” (p.71).

El período de tiempo que se requiere para que la basura doméstica se degrade y se produzca biogás dependerá de muchas variables, entre ellas el número de organismos presentes en la basura, los nutrientes, la temperatura, acidez (pH), el contenido de humedad, la cobertura y densidad de compactación. Colmenares, W. & Santos, K. (2010) argumenta los factores que influyen en la generación de biogás en 6 factores importantes.

- a) Composición de la basura:** A mayor cantidad de restos de comida presentes en la basura más rápido se generará biogás. El papel y materias orgánicas similares se degradan a una tasa menor y se resisten a la biodegradación.
- b) Contenido de humedad:** El contenido de humedad es uno de los parámetros más determinantes en un relleno sanitario. Si este se aumenta levemente se acelera el proceso de generación de gas considerablemente. De ahí que en los rellenos sanitarios se recomienda recircular los líquidos percolados para adicionar humedad a la basura, o incluso agregar agua, disminuyendo al mismo

tiempo los impactos ambientales de su descarga y los costos de tratamiento. El clima es uno de los elementos determinantes del contenido de humedad en un relleno, y su efecto depende en alguna medida de las características de la cobertura y el grado de impermeabilidad de la base del relleno.

- c) Nutrientes:** Aunque los organismos anaeróbicos se desarrollan naturalmente entre la basura, estos mismos también se encuentran en las excrementos humanos y de animales, por lo que el proceso de generación de gas se acelera cuando en un relleno también se disponen los lodos de los sistemas de tratamiento de aguas servidas. Además esto agrega humedad.
- d) Mezcla:** En un relleno sanitario, al mezclar la basura logra poner en contacto los organismos anaeróbicos con su fuente alimenticia. Lo mismo hace la recirculación de líquidos percolados.
- e) Cobertura:** La cobertura periódica y sistemática de la basura evita que ésta entre en contacto con el aire permitiendo la generación de condiciones anaeróbicas que la degradan y producen biogás. Mientras antes se den estas condiciones más rápido comienza a degradarse la basura.

Algunos autores sugieren que en los vertederos o basurales abiertos, en los cuales la basura no es compactada ni cubierta, ocurre una baja descomposición anaeróbica puesto que la basura se encontraría en contacto con el aire primando un proceso de oxidación. La Environmental Protection Agency (EPA), (2001) argumenta que en estos casos, donde la descomposición de la basura ocurre en condiciones aeróbicas, se generaría en su mayor parte dióxido de carbono y agua y prácticamente nada de metano. Por el contrario, bajo condiciones anaeróbicas, el metano y el CO₂ son los principales gases que se generan en un relleno sanitario. Por otro

lado, cuando la degradación se realiza bajo condiciones que no son controladas, el proceso ocurre en forma aleatoria en la basura depositada y es muy difícil predecir el nivel de biodegradación que ocurre en el relleno y el horizonte de tiempo en que esta se desarrolla.

Vásquez, J., Mulás, A. et al (2010) considera que los “residuos con una gran fracción de material orgánico de fácil degradación producirán mayor cantidad de biogás. La tasa de producción de biogás es gobernada por la velocidad a la que los residuos se descomponen, así como a factores ambientales. Cuando la descomposición cesa, la producción de gas también se termina. La producción de gas comienza casi inmediatamente después de que los residuos sólidos son confinados en el relleno. Además del metano y el bióxido de carbono, en el biogás se pueden encontrar otros componentes, de los cuales se deriva su olor característico, así como orgánicos no metánicos que pueden impactar la calidad del aire cuando son desalojados hacia la atmósfera” (p.130).

Camargo, Y. & Vélez, A. (2009) argumenta que los componentes del biogás que se encuentran en mayor proporción corresponden al metano y al dióxido de carbono, que en su punto máximo de generación presentan una relación 1.2:1, y una composición aproximada resumida en la Tabla 2.

La generación de biogás y de lixiviado ocurren simultáneamente en las condiciones ya mencionadas en la formación de lixiviados, es por eso que la producción de estos dos compuestos son difíciles de estudiarlos.

Tabla 2. *Rango de composición de biogás generados en rellenos sanitarios.*

PARÁMETRO	UNIDAD	RANGO DE VALORACIÓN
Metano	%	30-65
Dióxido de carbono	%	20-40
Nitrógeno	%	5-40
Hidrogeno	%	1-3
Oxigeno	%	0-5
Argón	%	0-0.4
Sulfuro de hidrogeno	%	0-0.01
Sulfato total	%	0-0.01
Cloruro total	%	0.005
Temperatura	°C	10-40
Contenido de humedad	%	0-100
Masa	Kg/m ³	1.1-1.28
Nivel de energía mínimo	MJ/Nm ³	10.8-23.3

Fuente: Johannessen, L. M., (1999).

CAPITULO II

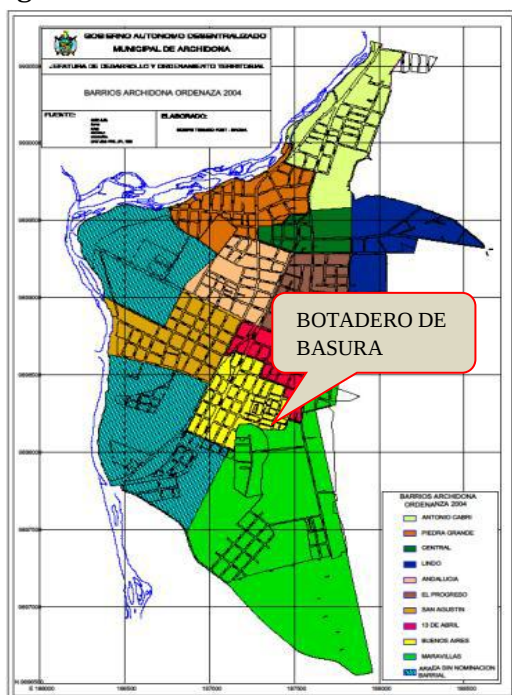
2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO.

2.1.1. Localización.

El Botadero de Basura San José de Archidona, se encuentra en el Cantón Archidona, Provincia de Napo, sector denominado Santa María, aproximadamente a 2.5 Km desde el centro de la ciudad(Ver figura 4). Para llegar al sitio se parte desde el Parque Central de la ciudad por una vía lastrada a aproximadamente 2 Km en dirección a Santa María.

Figura 4. Macro localización del Botadero de Basura.



Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Archidona (GADMA), (2011).

Elaborado por: Dirección de Planificación y Ordenamiento Territorial (DPOT) del GADMA y por Rubén Darío Ledesma.

2.1.2. Duración de la Investigación.

Para el presente estudio se realizará en un tiempo de 6 meses. Ver tabla 3.

Tabla 3. *Tiempo de duración de la investigación.*

TIEMPO MESES	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
6	• Trabajo de campo. • Recopilación de información secundaria. • Procesamiento de la información recopilada. • Estructuración de la información.	Se realizará el trabajo de campo para la obtención de datos, para la realización del proyecto y el alcance de los objetivos específicos.

Elaborado por: Rubén Darío Ledesma.

2.2. CONDICIONES METEOROLÓGICAS.

De acuerdo al Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), (2011) se establece mediante el método de Köppen la siguiente clasificación climática para la región oriental del Ecuador.

La región Oriental se divide en dos zonas climáticas:

- Clima Amazónico Húmedo
- Clima Amazónico Semihúmedo

El Clima Amazónico Húmedo corresponde a la Planicie Central, la misma que tiene los siguientes límites: al Norte desde Archidona, Tena, Puerto Napo, Pastaza, El Puyo, Sangay hasta Sucúa al Sur.

Conforme al mapa ecológico, elaborado en base del sistema de clasificación de zonas de vida Holdridge la zona de la ciudad de Archidona, se encuentra

ubicada en la formación ecológica “bosque muy húmedo Pre Montano” (bmh PM), con presencia de abundantes lluvias.

La vegetación existente es abundante; sin embargo en toda el área prácticamente no existe bosque primario, existiendo grandes áreas que han sido deforestadas e intervenidas por la agricultura, la ganadería y construcciones de viviendas.

Las principales características climatológicas se han determinado a partir de los datos disponibles en la estación meteorológica de tercer orden de Tena, ubicada en el aeropuerto de la ciudad, ubicada en las coordenadas: 00° 59’ de Latitud y 77° 49’ de longitud, a una altitud de 665 m.s.n.m.

En la tabla 4, se detallan las condiciones meteorológicas en los últimos 5 años de la ciudad de Archidona, en base a los datos obtenidos en la estación meteorológica del INHAMI,(2011) de Tena.

Tabla 4. *Condiciones meteorológicas consideradas para el tema de estudio en el Cantón Archidona.*

Período 2006-2011	T. Med. °C	T. Max °C	T. Min °C	Hum. Relativa %	Prec. Mediam	Horas de sol medidas

Fuente. INHAMI Tena, 2011.

Adaptado por: Rubén Darío Ledesma.

Su superficie es de 3039.2 Km², una población de 25678 habitantes; el clima es cálido húmedo, su altitud 613 msnm (Archidona) mínima y máxima de 4294 msnm. (Cordillera de los Wacamayos), una presión atmosférica de 712 mm hg.

2.2.1. Temperatura.

De acuerdo a los datos de la estación meteorológica de Tena, los datos de temperatura se detallan en la tabla 5.

Tabla 5. *Promedio de la temperatura media mensual entre los años 2011.*

Temperatura Media (°C)													
PERIODO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio
2011	23,6	23,5	23,4	23,4	23,4	22,9	22,8	23	23,4	23,7	23,5	23,6	23,4

Fuente: INHAMI Tena, 2011.

Adaptado por: Rubén Darío Ledesma.

Figura 5. *Diagrama de temperatura.*

Fuente: INHAMI Tena, (2011).

Adaptado por: Rubén Darío Ledesma.

Conforme se observa en la tabla 5, los datos Climatológicos en la ciudad de Archidona, se establece que la variación de la temperatura media mensual,

son de carácter monomodal y las variaciones en el flujo anual de la temperatura son mínimas en el transcurso del año, la temperatura permanece prácticamente constante y por lo tanto su amplitud no es significativa.

En la llanura amazónica, de la ciudad de Archidona e incluso la de Tena, la temperatura media es de 23.7º C, con mínimos medios en julio de 22.8º C y máximos medios en octubre de 23.7º C.

2.2.2. Humedad.

La Provincia de Napo, se caracteriza por su alta humedad relativa durante todo el año, variando sus valores medios entre 88% y 91%. En la tabla 6, la humedad relativa mensual de Archidona, se ubica en el 87.6%; con valores mínimos y máximos medios de 87% y 88%, respectivamente.

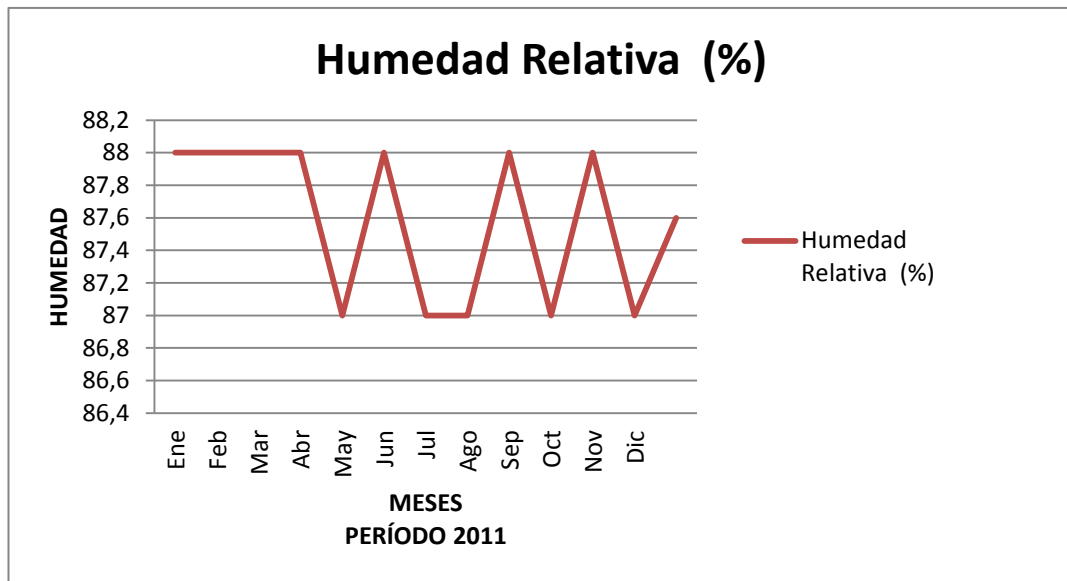
Tabla 6. *Promedio de la humedad relativa mensual entre los años 2011.*

Humedad Relativa (%)													
PERIODO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio
2011	88	88	88	88	87	88	87	87	88	87	88	87	87,6

Fuente: INHAMI Tena, 2011.

Adaptado por: Rubén Darío Ledesma.

Figura 6. Diagrama de humedad relativa.



Fuente: INHAMI Tena, (2011).

Adaptado por: Rubén Darío Ledesma.

2.2.3. Precipitación.

La ciudad se encuentra sometida a la acción de intensas lluvias durante la mayor parte del año, especialmente durante el período comprendido entre los meses de abril a julio, y con un decaimiento moderado de septiembre a octubre, después los meses siguientes se verifican valores constantes. La precipitación media multianual determinada en la estación Tena es de 4231,3 mm.

En algunos años se han registrado variaciones de más de 5000 mm, siendo el mes de junio el más cálido y ventoso; y enero el más seco. Los datos mensuales de precipitación de las estaciones de Tena, se presentan en el tabla 7.

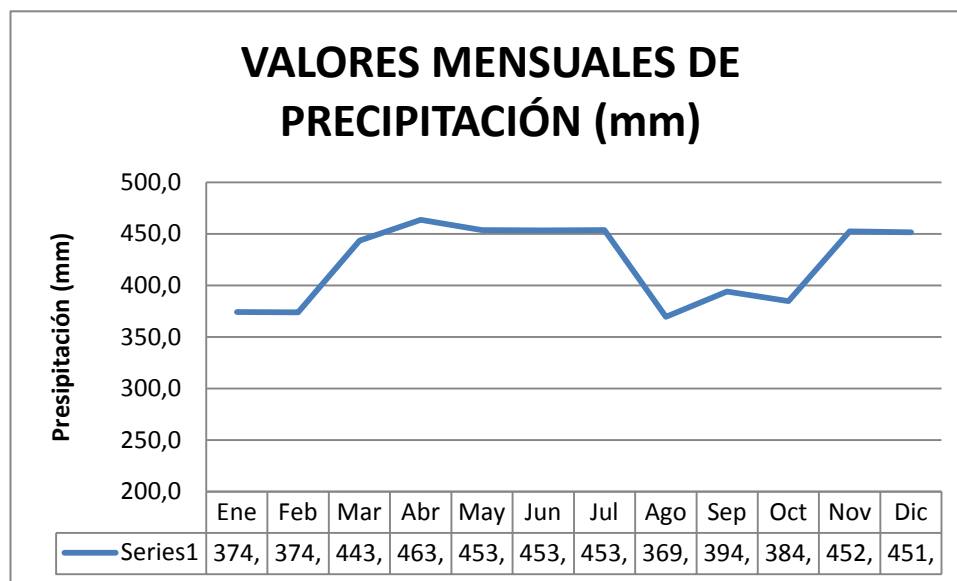
Tabla 7. *Valores Mensuales de Precipitación.*

VALORES MENSUALES DE PRECIPITACIÓN (m m)													
PERÍODO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	PROMEDIO
2011	374,3	374,0	443,3	463,7	453,7	453,5	453,8	369,7	394,1	384,8	452,4	451,6	422,4

FUENTE: Estaciones INHAMI Tena, 2011.

Adaptado por: Rubén Darío Ledesma.

Figura 7. Diagrama de precipitación.

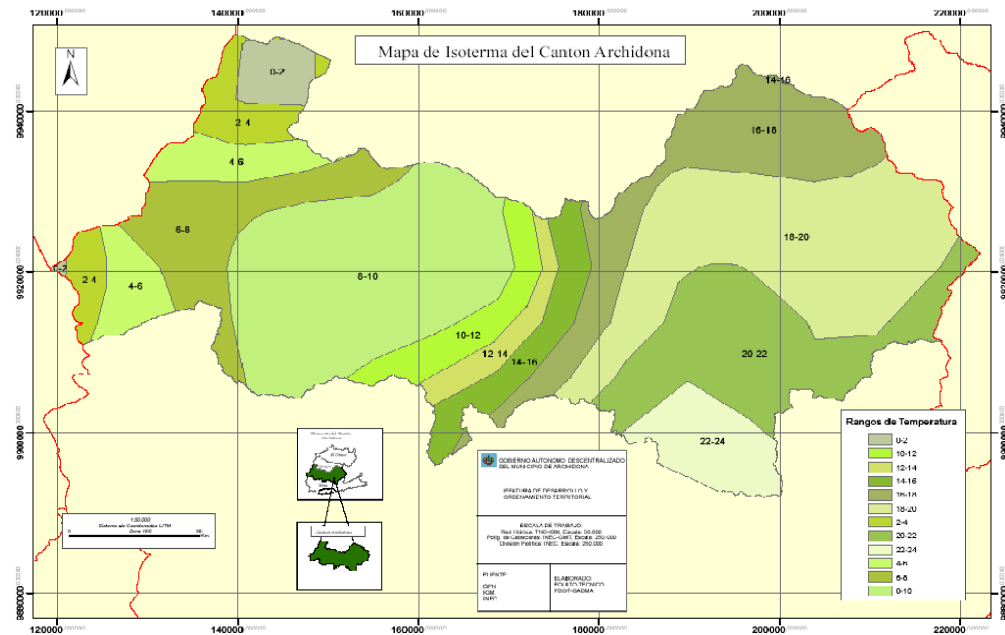


Fuente: Estaciones INHAMI Tena, 2011.

Adaptado por: Rubén Darío Ledesma.

Con respecto a Isoyetas(Ver figura 8) se define como la Línea que une puntos de un plano cartográfico que presentan el mismo índice de pluviosidad durante un periodo determinado. Por ejemplo: Isoyetas de la precipitación mensual y anual. La precipitación baja está en las partes más altas con 1270 mm anuales y 5000mm en las zonas bajas. Estas varían según la altitud y zonas de vegetación natural.

Figura 8. *Isoyetas del Cantón Archidona.*



Fuente: GADMA, (2011).

Elaborado por: (DPOT) del GADMA y por Rubén Darío Ledesma.

2.2.4. Nubosidad

Como se observa de la Figura 9, a continuación, en la región la cantidad de nubosidad es alta durante todo el año, ubicándose la media multianual en el 42.7%. El valor mínimo medio se presenta en junio con el 38.8% y el máximo medio de nubosidad en octubre con el 45%.

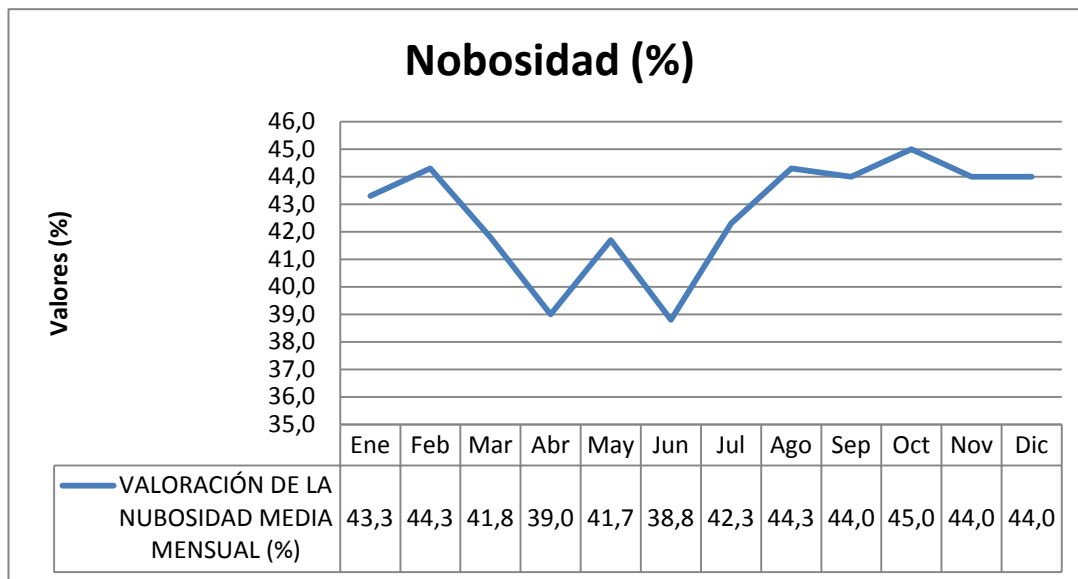
Tabla 8. *Nubosidad del año 2011.*

VALORACIÓN DE LA NUBOSIDAD MEDIA MENSUAL (%)													
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	PROMEDIO
PERÍODO 2011	43,3	44,3	41,8	39,0	41,7	38,8	42,3	44,3	44,0	45,0	44,0	44,0	42,7

Fuente: INHAMI Tena, 2011.

Adaptado por: Rubén Darío Ledesma.

Figura 9. Valores de nubosidad del año 2011.



Fuente: INHAMI Tena, 2011.

Adaptado por: Rubén Darío Ledesma.

Las persistentes precipitaciones registradas en las estribaciones de la Cordillera Oriental, son índices de una fuerte nubosidad lo que disminuye considerablemente las horas de sol. En general, los meses de mayores precipitaciones tienden a tener menos horas de sol y viceversa. En la llanura amazónica la relación es prácticamente la misma por lo que a una menor precipitación (Tiputini 2.646 mm) se registran valores más bajos de nubosidad y en consecuencia mayor número de horas sol. Los registros de horas de sol en la estación del INHAMI son de 896 horas de sol al año.

2.3. MATERIALES Y EQUIPOS.

2.3.1. Materiales.

- **Insumos de Oficina:** Se utilizó en todo tiempo durante el transcurso del desarrollo de la investigación y la realización de la investigación, este recurso fue de responsabilidad del Sr. Rubén Darío Ledesma.

- **Botas de Caucho:** Este instrumento de protección personal sirvió para el cuidado integral del investigador y de sus acompañantes, sirvió para el traslado a los sitios de difícil circulación en el lugar de la investigación durante los días de levantamiento de datos de campo.
- **Mochila:** Instrumento de utilidad personal para llevar todos los materiales y equipos al campo.
- **Cinta métrica de 100 m:** Sirvió para mediciones necesarias durante el levantamiento de datos de campo.
- **Recipiente de 20 litros:** se utilizó para el aforo del caudal de lixiviado.
- **Herramientas menores:** Se refiere a instrumentos como: pala, pico, recipientes de varias medidas, machete, linterna, fundas plásticas, guantes de nitrilo, etc. que se usó para la realización de levantamientos de muestra, aforo de caudales, limpieza de áreas, traslado de materiales, etc.

2.3.2. Equipos.

- **Cronometro:** Se utilizó para medir el tiempo durante el aforo de caudal de lixiviado.
- **Equipo de muestreo de agua:** para la recolección de muestras de lixiviado se uso el equipo de muestre que concite en un recipiente de “espuma flex” que permitió la temperatura interna de los frascos con liquido lixiviado, botellas de ámbar para el almacenamiento de lixiviados, fundas de gel para mantener frio a las muestras.
- **Laptop:** se uso para el almacenamiento y ejecución de documentación en digital de los datos obtenidos.
- **Cámara fotográfica digital:** Se uso para la toma de fotografías de los sucesos más importantes durante la realización de la investigación.
- **GPS:** Se uso para la toma de puntos para cardinales, velocidades, distancias. posicionamiento de puntos del lugar de estudio de acuerdo a las coordenadas geográficas.

- **Vehículo:** Se uso durante todo el trascurso de la investigación para la logística del investigador.

2.4. FACTORES DE ESTUDIO.

Para la extracción de los datos se aplicó la metodología según Gallardo, Y& Moreno, A. (1999) que plantean realizar fichas de información teniendo en cuenta los objetivos de la investigación y realizando un orden cronológico de la información. Para el levantamiento de datos en el campo se realizó una ficha de campo presentada en el anexo de fichas de campo, Anexo A.

Para la elaboración de la propuesta del plan de cierre técnico del Botadero de Basura de Archidona, se consideró los factores de estudio presentados en el Formato de Proyecto de Tesis, estos datos fueron escudriñados en la Unidad de Gestión Ambiental del Municipio de Archidona.

2.4.1. Características Generales del Botadero de Basura

El sitio utilizado como Botadero inició desde el año 2005, donde se han depositado unos 60.000 m³ de desechos. Tiene una altura de basura de 10 m a 8 m. El área actual del lugar es de 3,5 Ha con un área ocupada es de 1.5 Ha. Las celdas para la disposición de desechos son cinco distribuidas de la siguiente manera: en dos celdas de 25m x 35m x 8m y tres celdas de 35m x 45m x 10m (Ver figura 10) de las cuales, una celda de 25m x 35m x 8m tiene descontinuada las chimeneas por razones de mal manejo del botadero

Figura 10. *Vista panorámica del botadero.*



Figura tomada por: Rubén Darío Ledesma.

La celdas del botadero fueron manejados por parte de la municipalidad con paredes y pisos compactados en las cinco celdas y también el tanque de almacenamiento de lixiviados que es usado como laguna de oxidación.

Las condiciones de operatividad del Botadero de Basura son de manejo convencional, esto significa que no cuenta con maquinaria pesada a tiempo completo o tecnología para su operación, su desarrollo es semi mecanizado(Ver figura 11),y los recursos que cuenta son: dos camiones de cajón abierto de dimensiones 2 x 6 x 1.8 metros de capacidad de 5.5 toneladas, 7 jornaleros para la recolección y tendido, 10 barrenderos y su cobertura de recolección es del 85 % y el tiempo de vida se ha determinado para treinta años.

Debido al diseño del botadero y su operación, el Ministerio del Ambiente Regional Napo en el año 2011 realizó un inspección en el lugar y determinó que el botadero San José de Archidona debe ser cerrado y realizar los estudios técnicos para la conversión del botadero controlado de basura de San Pablo a Relleno Sanitario, y que los residuos sólidos generados en el Cantón Archidona incluido su parroquias, comunidades y sectores deberán ser depositados en el Botadero controlado de San Pablo.

El botadero cuenta con sistemas de recolección de lixiviados internos de forma de espina de pescado con tuberías de PVC perforadas y cubiertas con material pétreo. El sistema de drenes de recolección de lixiviados culmina en el tanque de almacenamiento de lixiviado que funciona como una laguna de oxidación.

Figura 11. *Camión recolector y tendido de los residuos.*



Figura tomada por: Rubén Darío

Ledesma.

El sector Santa María, es llamado popularmente como comunidad, esto se debe a los asentamientos de un grupo de personas de nacionalidad kichua, y actualmente ya no es comunidad propiamente dicha pero su nombre aun trasciende en ese sector.

Los sectores aledaños al Botadero de Basura se encuentra el Barrio Lindo a unos 2 km de distancia, la vía San Pablo a 800 m, Sector Santa María a 500 m, y otros lugares de terrenos baldíos a 1 km. En la planificación territorial del Municipio de Archidona, estos sectores tienden a ser áreas urbanas de uso mixto, es decir comerciales y residenciales debido a que se encuentran dentro del área de influencia directa de la zona central de la ciudad. Los recursos potenciales de estos sectores son reducidos, esto quiere decir que

los asentamientos de personas han intervenido en los recursos existentes tanto en los bosques, recursos hídricos, vida silvestre y paisajística.

2.4.2. Ubicación geográfica del Botadero de Basura.

El Cantón Archidona, se extiende desde la cordillera central de los Andes hasta las llanuras del Sumaco. El volcán Antisana sirve de límite con Quijos. El Quilindaña se encuentra en el límite con el cantón Tena. La cordillera de los Guacamayos forma parte del territorio de Archidona, y el volcán Sumaco señala el límite entre Quijos, Loreto y Archidona. La ciudad de Archidona y la parroquia de Cotundo se asientan en el valle del río Misahuallí.

2.4.3. Características Geofísicas del Botadero de Basura.

2.4.3.1. Topografía.

La topografía de la ciudad de Archidona, según el Estudio de Impacto Ambiental Botadero de Basura San José de Archidona (EsIA-BBSJA), (2004) realizado por el Municipio de Archidona, se considera como una estructura topográfica relativamente irregular por la presencia de obstáculos naturales y en razón de encontrarse en las estribaciones de la Cordillera Oriental y no en la planicie amazónica propiamente dicha.

Según el Hito del Instituto Geográfico Militar(IGM) ubicado en el parque central de la ciudad, se tiene una latitud de 613 m.s.n.m. con una variación de niveles entre sus puntos extremos de 75 m. tomando en cuenta como el punto más bajo la cota 409 m.s.n.m., cerca del balneario Sinchi Sacha en el río Misahuallí y como el punto más alto la cota 565 m.s.n.m., en el barrio lindo.

En general la zona del botadero de basura corresponde a un paisaje de montaña, suelos desarrollados en proyecciones volcánicas fuertemente ácidos (pH 4,9 a 5,9), susceptibles a la erosión y a la pérdida de fertilidad, el terreno es de tipo quebrado, existiendo elevaciones al rededor y depresiones en su interior que corresponde a una depresión que actualmente se encuentra rellena con desperdicios de la ciudad en cotas que van desde la

482 a la 500 (altura asumida 500 m). Por la configuración del terreno, las aguas de escorrentía de las laderas de las elevaciones produce en las partes bajas la formación de pequeños cursos de agua, los mismos que son intermitentes y dependen de la estación lluviosa según el EsIA-BBSJA, (2004).

2.4.3.2. Geología, Geomorfología y Edafología.

2.4.3.2.1. Geología.

De acuerdo con Villarroel, B. (1985) describe varias formaciones geológicas, dentro de las cuales se encuentra Cantón Archidona, Esta formaciones son las siguientes:

a) Formación Misahuallí (J-KH)

Está constituido por la formación de amigdaloides vitreos de color pardo oscuro, traquitas felsóferas e ignimfritas de color rosado, tobas deliníticas de color verdosa y rosado, interestratificada con sedimentos detríticos. Su origen es principalmente es volcánica, subaéreo. Villarroel, B. (1985).

b) Formación Hollín (kH)

Está compuesta en su parte basal por lutitas y limonitas compactas alternadas con capas de arenisca cuarzosa de color blanco, de grano medio a grueso y presenta estratificación cruzada. El origen de formación Hollín es continental y en parte marino, fue depositada en la línea de costa de un mar transgresivo. Villarroel, B. (1985).

c) Formación Napo (KN)

Unidad calcárea, se caracteriza por la presencia de abundante fauna fósil y alta presencia de caliza en la parte media y las rocas de esta misma formación existe en el río Misahuallí y río Hollín al Norte. Según Baby, P., et al (2004) clasifica en Napo inferior, Napo medio y Napo Superior, se caracterizan por una variedad de fauna fósil y materia orgánica, se considera que esta

formación se deposita en un mar transgresivo, de allí la alta presencia de calcárea.

d) Formación Tena (K-PCT)

Son areniscas calcáreas, conglomeráticas y de grano grueso de color gris verdoso en capas de dos o tres metros de espesor, presenta además localmente estratificación cruzada. En parte media existe arcilla de color pardo rojizo que predominan en las partes superficiales descubiertas, rojo claro, mientras el color purpura y verdoso se encuentran en profundidades.

e) Formación Tiyuyaku (E-OT)

Las rocas en esta formación están agrupadas en conglomerados y areniscas conglomeráticas, areniscas, limolitas y arcillolitas. Los conglomerados son de grano medio a grueso, con clastos de hasta 10 cm de diámetro, principalmente de cuarzo lechoso y de chert, de bien redondeados o subredondeados y de bien a mal clasificados, englobados de una matriz arenosa de color pardo rojizo, café rojizo y café amarillento, estas rocas forman bancos de 4 a 6 metros de potencia.

f) Formación Chalcana (OC)

Según Baby, P., et al (2004) son areniscas abigarradas de grano de medio a fino en bancos de algunos metros de espesor, de limolitas, arcillas limosas, arcillolitas también abigarradas, micáceas con vetilas esporádicas de yeso, hacen el todo de la formación, con capas de arcillas bentoníticas que ocurren en la parte superior. Se depositan en la parte continental de agua dulce.

g) Formación Arajuno (MA)

Está compuesta por tres unidades: Inferior, medio y superior. El miembro inferior está compuesto por areniscas conglomeráticas de color gris verdoso, con mica y hornablenda, presenta estratificación horizontal e inclinada. Miembro Medio, contiene arcillas de color rojo purpura y rosadas, micáceas y

plásticas en la pared basal, hacia arriba las arcillas son multicolores donde predomina el color rojizo, intercaladas en la parte media con varias capas de areniscas moteadas, de color gris de grano medio, bien clasificadas. Miembro Superior, está compuesta por areniscas grises y multicolores entre rojo y café rojizo, micáceos de grano grueso a fino, mal clasificadas. Baby, P., et al (2004).

h) Formación Chambira (MCH)

Baby, P., et al (2004) describe que está compuesta por tres unidades: inferior, medio y superior. Miembro inferior, compone de areniscas de grano muy grueso a medio, de color gris, presenta estratificación cruzada, presentan horizontes conglomeráticos, indicios de carbón y materia orgánica. Miembro medio, está compuesta por areniscas cuarcíticas, de color gris, mal clasificadas, por conglomerados y microconglomerados de cuarzo y pedernal.

2.4.3.2.2. Geomorfología.

Se distinguen tres grandes conjuntos geomorfológicos, formados por:

a) Cordillera Oriental

Corresponden a la barrera montañosa de Los Andes, con vertientes que caen muy inclinados hacia las partes bajas, se caracteriza por presentar grandes altitudes y unadecreciente al sur. Se encuentran grandes volcanes donde ventila grandes paisajes que van desde vertiente andina, montañas altas rocosos, relieve agudo, etc.

b) Zona Sub andina

Constituye la terminación occidental y al pie de la vertiente o cejas oriental, que paralelamente forman mesas, cuevas y chevrones con superficies irregulares, que van de 500 y 2500 msnm lugares donde producen deslizamientos, derrumbes y erosión en épocas de extenso lluvia. Morfológicamente, Archidona está levantado por los siguientes subconjuntos

c) Mesas

Está compuesta por formas tabulares al norte, este y sur del volcán Sumaco. Presentan estructuras horizontales a sub horizontales con superficies moderadamente disectadas, donde se ha formado colinas con cimas redondeadas, vertientes convexas y pendientes entre 12 y 40%.

d) Cuestas

Se encuentran al este y al norte del río Misahuallí. Se trata de capas sedimentarias que han sido basculadas por movimientos tectónicos. Forman superficies moderadamente disectadas con pendientes entre 12 y 40% y frentes de cuestas con pendientes superiores al 40%.

e) Chevrone

Se ubican en el extremo oriental de la cordillera de los Andes, formando superficies estructurales disectadas, con pendientes entre 40 y superiores a 70%.

f) Superficies estructurales bajas

Formadas sobre un sustrato de bancos calcáreos y lutitas. Tienen la formación de diferentes niveles superficiales estructurales que varían entre 12 y 40%. Se localizan al norte del río Napo, entre Tena y Misahuallí y la Merced de Jondachi.

g) Gargantas, cornisas y relieves muy disectados

Se caracterizan por presentar pendientes superiores al 70% y se encuentran distribuidas en todo el conjunto morfológico. Las gargantas o encañonamientos son el resultado de erosión lineal que ha actuado y actúa sobre los cauces de los ríos combinada con movimientos en masa que se producen en las vertientes de estas formas.

Por otro lado, se tienen construcciones volcánicas recientes, compuesta por la elevación de la cordillera occidental de los Andes, conos Sumaco y el

edificio de la Cordillera de Guacamayos que presentan las siguientes características:

h) Sumaco

Se encuentra en el sector central oeste, con una elevación de 3732 m.s.n.m. entre las siguientes coordenadas: 00° 31' de latitud sur y 77°40' de longitud oeste.

i) Pendientes

El espacio territorial de Archidona está conformado por las cejas de la Cordillera occidental de los Andes, Guacamayos – Sumaco y Napo Galeras, de las cuales nace una extensa explanada hacia abajo que tienen pendientes que van de mayores 80% que comprende 27.920 hectáreas y un rango menor de 0-20% que corresponde a 124.227 hectáreas. (Ver figura 12).

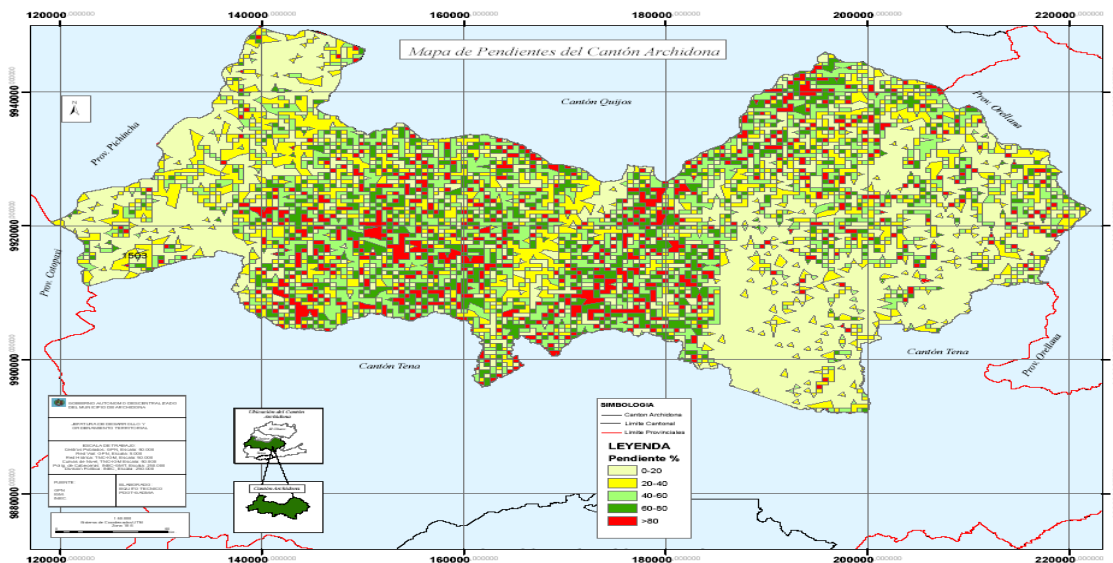


Figura 12. Pendiente del Cantón Archidona.

Fuente: GADMA, (2011).

Elaborado por: (DPOT) del GADMA y por Rubén Darío Ledesma.

2.4.3.2.3. Edafología.

La clasificación del USDA (United States Department of Agriculture) reconoce varios órdenes de suelos, cuyos nombres se forman anteponiendo una partícula descriptiva a la terminación *sol*. Entre las principales clasificaciones por órdenes (Ver figura 13), los suelos de Archidona corresponden a:

a) Entisol

Son suelos minerales derivados tanto de materiales aluviónicos como residuales, de textura moderadamente gruesa a fina, de topografía variable entre plana a extremadamente elevada. No tienen horizontes de diagnóstico. Dentro de este orden se han reconocido los siguientes subórdenes: Fluvent, Acuent y Ortent.

b) Histosol

Suelos orgánicos, depósitos orgánicos: turba, lignito sin distinciones climáticas.

c) Inceptisol

Son suelos derivados tanto de depósitos fluviónicos como residuales, y están formados por materiales líticos de naturaleza volcánica y sedimentaria. Son superficiales a moderadamente profundos y de topografía plana a quebrada.

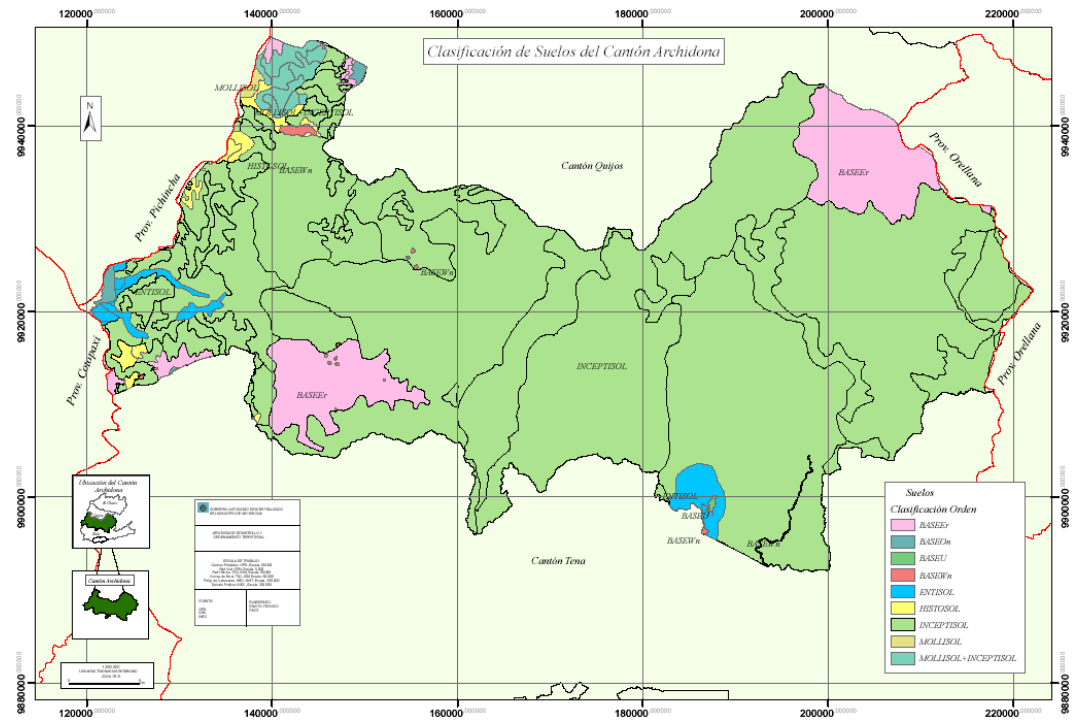
Morfológicamente presentan perfiles de formación incipiente, en los cuales se destaca la presencia de un horizonte cámbico (B) de matices rojizos a pardo amarillento rojizo, excepcionalmente pardo amarillentos, y con evidencias dadas de alteración y no de acumulación de material iluviado.

Dentro de este orden se han diferenciado los siguientes subórdenes: Acuept Y Trocept.

d) Mollisol

Son suelos superficiales a moderadamente profundos, desarrollados de materiales volcánicos y sedimentarios, de climas templados, ricos en materia orgánica, tienen horizontes superficiales oscurecidos, estructurados en gránulos bien desarrollados de consistencia friable y dotados suficientemente de bases, principalmente Ca y Mg. Presentan topografía que varía entre ligeramente inclinada a extremadamente elevada. Se ha reconocido un solo suborden: Udol.

Figura 13. *Clasificación de suelos.*



Fuente: GADMA, (2011).

Elaborado por: (DPOT) del GADMA y por Rubén Darío Ledesma.

De acuerdo al EsIA-BBSJA, (2004) De acuerdo a la Clasificación de Suelos (SoilTaxonomy USDA) aplicada al Ecuador, el área de Botadero de Basura de Archidona corresponden a lo siguiente:

ORDEN:INCEPTISOL. Que son suelos minerales con un incipiente desarrollo de horizontes pedogenéticos (uno o más horizontes de alteración o concentración). Representan una etapa subsiguiente de la evolución en relación con los Entisoles.

SUBORDEN:TROPETS. Se los encuentra en áreas tropicales y/o amazónicas; no tienen una cantidad significativa de arcillas amorfas o material piroclástico; contienen una baja cantidad de vidrio volcánico y una alta densidad aparente, superior a 0.85 g/cc.

GRAN GRUPO:HIDRANDEPTS. Tienen como material de origen las proyecciones volcánicas, con presencia de ceniza antigua suave y permeable. Se presenta en climas húmedos a muy húmedos como los amazónicos y en relieves planos a ondulados.

2.4.4. Permeabilidad del Suelo.

Para la realización de la propuesta de cierre técnico del botadero de basura se consideró la determinación cualitativa de la permeabilidad de acuerdo a la litología de las unidades geológicas existentes y a los resultados de la investigación geofísica realizada en el EsIA-BBSJA, (2004) que ha permitido parametrizar los valores de resistividad para las diversas unidades. El objetivo de esta determinación fue evaluar el potencial de acumulación de agua en los estratos encontrados y las posibilidades de infiltración de las aguas superficiales a las formaciones.

A continuación se presenta en la tabla 9 los rangos de permeabilidad basada en la realidad litológica de las formaciones.

Tabla 9. *Rasgos de permeabilidad.*

UNIDAD DE FORMACIÓN	LITOLOGÍA	RANGO DE PERMEABILIDAD	DRENABILIDAD INTERSTICIAL	TIPO DE PERMEABILIDAD
Aluviales (Coluviales)	Granulares Estratificados (Finos y Granul. Suelos)	$10^{-1} - 10^{-4}$ Permeable	Buena	Primaria
Terrazas Aluviales	Granulares Diversos Estratificados, finos	$10^{-1} - 10^{-4}$ Permeable	Buena	Primaria

UNIDAD DE FORMACIÓN	LITOLOGÍA	RANGO DE PERMEABILIDAD	DRENABILIDAD INTERSTICIAL	TIPO DE PERMEABILIDAD
Formación Tiayacu	Areniscas Diversos Estratificados, finos	10^{-4} – 10^{-4} Semipermeable	Media a Baja	Primaria Secundaria
Formación Tena	Arcillas, Limonitas, Areniscas	10^{-5} – 10^{-7} Semipermeable	Media a Baja	Secundaria Primaria
Formación Napo	Lutitas, Calizas.	10^{-5} – 10^{-9} Impermeable	Media a Nula	Secundaria
Formación Misahuallí	Lavas, Drechas, Tobas	10^{-5} – 10^{-9} Impermeable	Media a Nula	Secundaria
Granitos Abitagua	Granitos	10^{-5} – 10^{-9} Impermeable	Media a Nula	Secundaria

Fuente: EsIA-BBSJA, (2004).

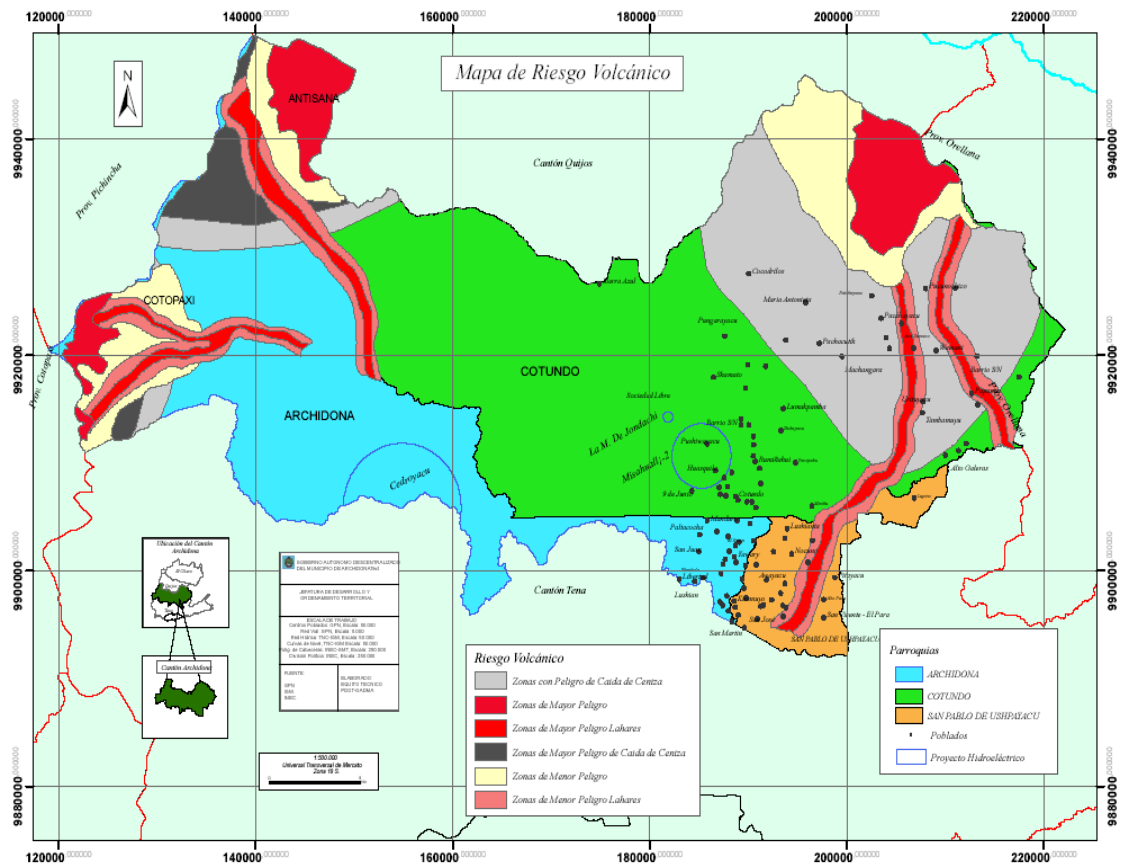
Adaptado por: Rubén Darío Ledesma.

2.4.5. Vulnerabilidad y Riesgos Naturales.

2.4.5.1. Riesgos Volcánicos.

Está determinado por la presencia de volcanes activos como el Sumaco al interior de la Reserva Biológica Sumaco (RBS), el Reventador y Cotopaxi en sus cercanías (Ver figura 14). Según el diagnostico realizados por Ordóñez, M., Jiménez, N., et al (2006) “acerca de peligros volcánicos, Archidona se encuentra relativamente bajo (grado 1) por encontrarse alrededor de volcanes que no tuvieron erupciones históricas, entre ellos citados por el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional, se encuentra el Sumaco” (pp.199–205).

Figura 14. Riesgos Volcánicos para el Cantón Archidona.



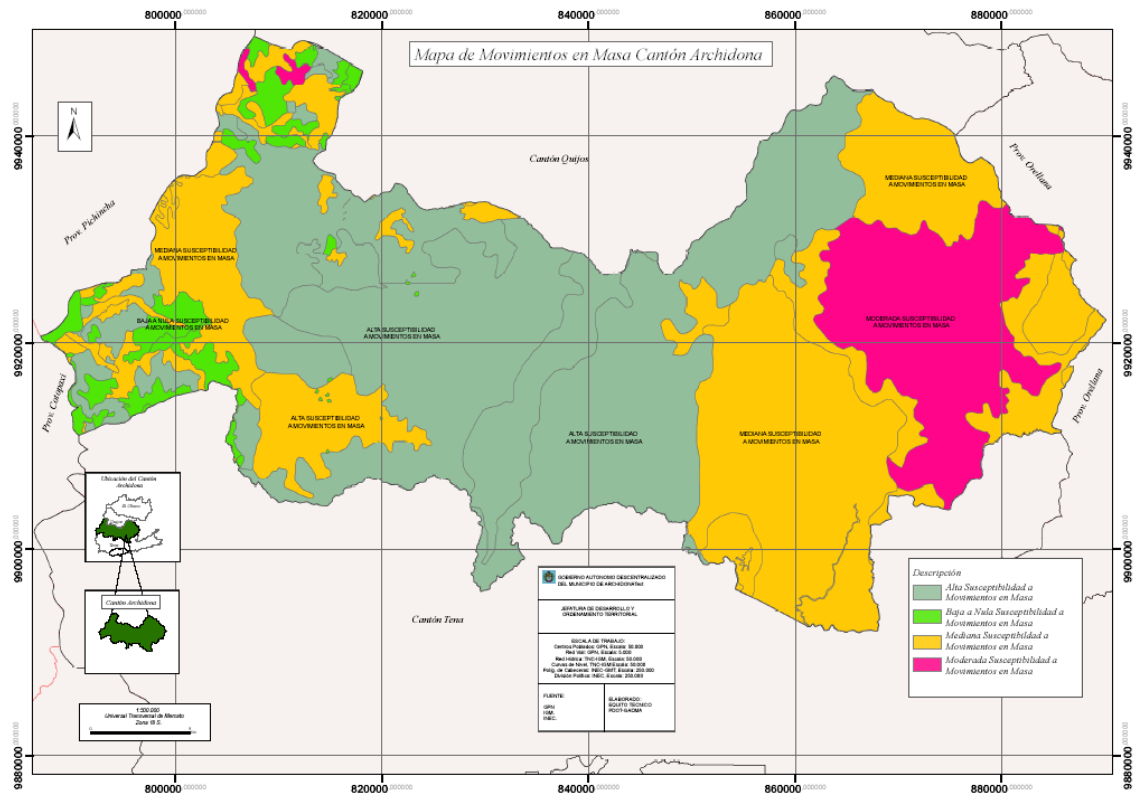
Fuente: GADMA, (2011).

Elaborado por: (DPOT) del GADMA y por Rubén Darío Ledesma.

2.4.5.2. Riesgos Sísmicos.

El sector occidental y parte de Cordillera Sumaco del área de la zona tiene pendientes altas y es sumamente fracturada, fallada, muy inestable y por consiguiente altamente sísmica. Este factor de sismicidad está confirmada con los datos históricos desde el tiempo de la conquista hasta la actualidad, tiempo en los cuales se han producido desde sismos leves hasta destructivos y catastróficos: Temblores terrestres, Flujos de lodo e inundaciones y Movimientos en masa (Ver figura 15) donde mayor parte del territorio tiene alta susceptibilidad, sin embargo donde se concentra la población está dentro de mediana y moderada susceptibilidad.

Figura 15. Movimientos en masa.



Fuente: GADMA, (2011).

Elaborado por: (DPOT) del GADMA y por Rubén Darío Ledesma.

2.4.5.3. Riesgos de Inundaciones.

Generalmente el cauce de los ríos está en la profundidad, sin embargo puede causar desbordamiento en las partes bajas causando daños en cultivos y viviendas ubicadas cercanas al río, específicamente con el río Misahuallí.

Presencia de lomas y colinas con deslave.

Archidona cuenta con una colina al margen oriental que en temporadas de extensa lluvia puede causar estragos naturales con el deslave, tal es el caso en 2010 provocó la muerte de una niña por el deslave producto de una intensa lluvia.

2.4.5.4. Presencia de Cuarteles.

Existe un destacamento de la Policía Nacional en el Barrio el Progreso que cuenta con cierto número de personal de tropa, cuyo objetivo es dar seguridad a la ciudadanía del Cantón.

Fuera del límite urbano, se encuentran el destacamento militar se localiza a un kilómetro vía Baeza-Quito y la cárcel de máxima seguridad se encuentra a las inmediaciones de los barrios Lindo y Progreso, muy cerca del Colegio Nacional de Archidona.

2.4.5.5. Presencia de Actividad Productiva Industrial.

El centro de acopiopara la fermentación y secado de cacao y café, construido por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (MAGAP) aún no se encuentra en funcionamiento, se ubica en el Barrio San Agustín, las que probablemente tenga consecuencias negativas en lo posterior cuando entre en funcionamiento por el olor que emite durante la fermentación y secado, aunque este no es tan fuerte y dañino para el hombre pero puede causar molestias para quienes viven en su alrededor. Este local aún es incierto su funcionamiento porque no hay ninguna institución u organización quien se haga cargo.

Existen otros centros de fermentación y secado de cacao, similares que se encuentran fuera del perímetro urbano, el WIÑAY cuya infraestructura es de CONAKINO, sin embargo a futuro con la expansión de la ciudad puede causar problemas

2.4.6. Hidrogeología.

El sitio del Cierre Técnico del Botadero de Basura de la ciudad del Archidona se ubica en la cuenca del río Misahuallí, donde se reportan las siguientes características:

- El río Misahuallí es una de las principales arterias hídricas de la Provincia de Napo, nace en las estribaciones de la cordillera de los Huacamayos, constituyendo esta última un ramal de la cordillera oriental, su principal afluente en la zona del proyecto es el río hollín.
- Las características hidráulicas de acuerdo con los datos del estudio hidrológico realizado para el proyecto, señalan que el río Misahuallí dispone de un caudal mínimo de 6.9 m³/s. adicionalmente la población de Archidona, vierte directamente sus aguas servidas a éste río, incluyendo la descarga del Hospital de Archidona y otras fuentes de contaminación constituyen las actividades agropecuaria y turística (balnearios). Los usos del agua de este curso hídrico son para abrevadero de animales.
- El estero que se encuentra en el botadero de basura, es un afluente intermitente, esto se debe a la topografía del lugar formada por pendiente entre los 20 metros y se forman por las precipitaciones del lugar. Estos afluentes no forman parte de la tomas de agua para consumo para la población de Archidona, pero desembocan al Río Lucian que éste a su vez converge al río Misahuallí, la distancia desde el botadero de basura al río Misahuallí es aproximadamente 3 Km y del río Lucian a 2 km.

2.4.7. Medio Socio Económico, Socio Cultural y Salud.

Para realizar este análisis, se baso en las estadísticas del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos del Ecuador (INEC) del 2010.

2.4.7.1. Medio Socio Económico.

La población del cantón se encuentra distribuida en el área urbana y en el área rural como demuestra la tabla 10.

Tabla 10. *Distribución de la población parcial por área urbana y rural.*

PARROQUIA	ZONAS		PORCENTAJE
	Urbana	Rural	
Archidona	5478	6211	46%
Cotundo	549	7827	34%
San Pablo de Ushpayaku	163	4741	20%
Total	24969		100%

Fuente: INEC, (2010).

Adaptado por: Rubén Darío Ledesma.

La mayor concentración poblacional se encuentra en el área rural llegando a 78,1% únicamente en el área urbana el 21,9% que corresponde a la cabecera cantonal.

2.4.7.1.1. Población en Edad de Trabajar (PET).

La Población en Edad de Trabajar, (es decir a todas las personas mayores a 10 años) asciende a 17970 habitantes que representa el 71,24% de la población de Archidona. Ver tabla 11.

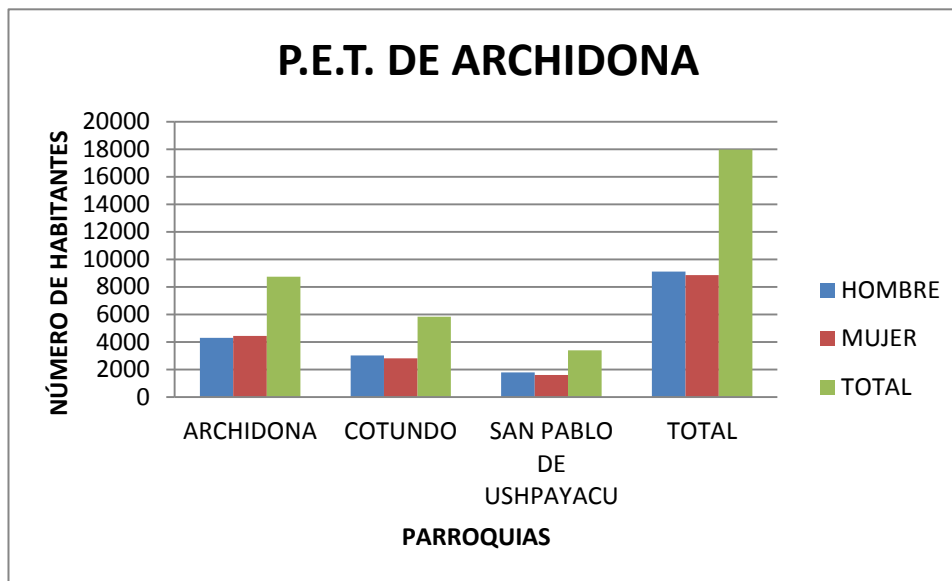
Tabla 11. *Población en Edad de Trabajar (PET) Archidona.*

PARROQUIAS	SEXO		TOTAL
	HOMBRE	MUJER	
ARCHIDONA	4300	4431	8731
COTUNDO	3022	2822	5844
SAN PABLO DE USHPAYACU	1787	1608	3395
TOTAL	9109	8861	17970
PORCENTAJE	50,69%	49,31%	100%

Fuente: INEC, (2010).

Adaptado por: Rubén Darío Ledesma.

Figura 16. *PET Según Sexo.*



Fuente: INEC, (2010).

Adaptado por: Rubén Darío Ledesma.

La PET refleja indirectamente la oferta de trabajo y da cuenta del número de personas que tienen edad de trabajar. Incluye tanto a las personas activas cuanto a las inactivas por ejemplo, rentistas, jubilados o pensionistas, estudiantes, discapacitados y quienes se dedican sólo a quehaceres domésticos, etc.).

2.4.7.1.2. Población Económicamente Activa (PEA).

La PEA se diferencia porque la constituyen todas aquellas personas de 10 años y más que durante la semana de referencia se encontraban ocupadas y desocupadas, es decir de la Población Económicamente Activa (PEA) solo el 50.09% (8511 personas) se encontraba ocupada. Además es menester señalar la participación laboral de las mujeres alcanza el 39.69% que es inferior a la de los hombres que cubren el 60.32%. Ver tabla 12.

Tabla 12. *Población Económicamente Activa (PEA).*

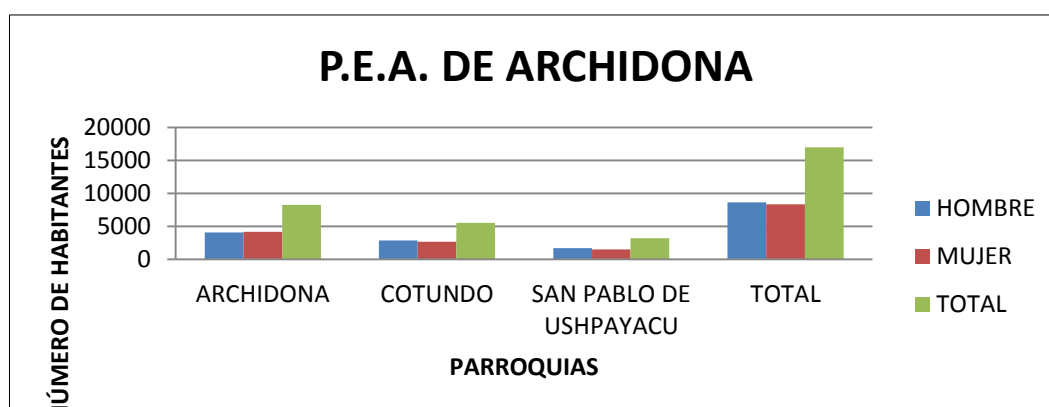
PARROQUIAS	SEXO		TOTAL
	HOMBRE	MUJER	
ARCHIDONA	4064	4168	8232
COTUNDO	2876	2671	5547
SAN PABLO DE USHPAYACU	1702	1508	3210
TOTAL	8642	8347	16989
PORCENTAJE	50,87 %	49,13 %	100 %

Fuente: INEC, (2010).

Adaptado por: Rubén Darío Ledesma.

Entre los indicadores más relevantes se puede advertir que solamente el 9,9% (1278 personas) que se encuentran ocupadas y afiliadas al seguro social situación que afecta en especial a quienes realizan trabajos de autoconsumo y/o de cuidado humano, y que un porcentaje importante 2.63% de niños están dedicados a trabajar y no estudian (145 niños); que no tienen acceso a la educación o lo hacen con dificultades debido a que deben trabajar, constituyéndose atentatoria a los derechos.

Figura 17. *PEA.*



Fuente: INEC, (2010).

Adaptado por: Rubén Darío Ledesma

2.4.7.1.3. Población Económicamente Activa (PEA) por Rama de Actividad.

Según el Censo INEC 2010 la estructura de la Población PEA ocupada por rama de actividad económica muestra que 4112 personas se dedican a la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca y que corresponde al sector primario, la segunda es la enseñanza con 690 personas y la tercera el comercio al por mayor y menor, reparación de vehículos automotores y motocicletas con 467 personas y que corresponde al sector terciario de la economía como muestra la tabla siguiente.

Tabla 13. PEA según rama de actividad.

CATEGORÍA	TOTAL	PORCENTAJE
Actividades de organizaciones y órganos extraterritoriales	1	0,01
Distribución de agua. Alcantarillado y gestión de desechos	7	0,08
Actividades inmobiliarias	8	0,09
Actividades financieras y de seguros	13	0,15
Artes, entretenimiento y recreación	23	0,27
CATEGORÍA	TOTAL	PORCENTAJE
Explotación de minas y canteras	36	0,42
Información y comunicación	38	0,45
Actividades profesionales, científicas y técnicas	59	0,69
Otras actividades de servicios	67	0,79
Actividades de servicios administrativos y de apoyo	95	1,12
Transporte y almacenamiento	151	1,177
Actividades de los hogares como empleadores	161	1,89
Actividades de la atención de la salud humana	175	2,06
Actividades de alojamiento y servicios de comidas	196	2,30
Industrias manufactureras	261	3,07
Trabajador nuevo	334	3,92
Administración pública y defensa	403	4,74
Construcción	415	4,88
Enseñanza	690	8,11

No declarado	791	9,29
Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	4112	48,31
TOTAL	8511	100

Fuente: INEC, (2010). Adaptado por: Rubén Darío Ledesma.

2.4.7.2. Medio Socio Cultural.

2.4.7.2.1. Caracterización General Socio Territorial del Cantón Archidona.

Archidona es el tercer cantón en extensión territorial de la provincia de Napo con 3026,95 Km²; habitado por 24.696 personas; de los cuales el 49,87% son mujeres y el 50,13% son hombres; culturalmente el 83,7% se identifican como Kichwa; 13,6% como mestizos, el 1,7% como blancos, y el 0,9% con otros grupos culturales. El área urbana es compartida por el 52,48% por la población mestiza, y el 39,96% por la población Kichwa; mientras que el área rural por el 91,68 de población Kichwa y el 7,28% de población mestiza. Los otros grupos se distribuyen indistintamente.

Se divide administrativamente en tres parroquias; San Pablo de Ushpayaku, Archidona y Cotundo que representan al 5,06%; 31,61% y 63,33% del territorio yacen al 19,64%, 46,81% y 33,55% de la población. El 68,12% de la población habla el idioma Kichwa, mientras que el 38,69% habla el castellano. Las lenguas de las nacionalidades Awa, Achuar, Cofán, Siona, Secoya, Shuar, Waorani, Zapara, que son propias de la Amazonía; y que son habladas por personas que han migrado hacia estos territorios están al borde de la extinción porque solo lo hablan entre 1 a 12 personas.

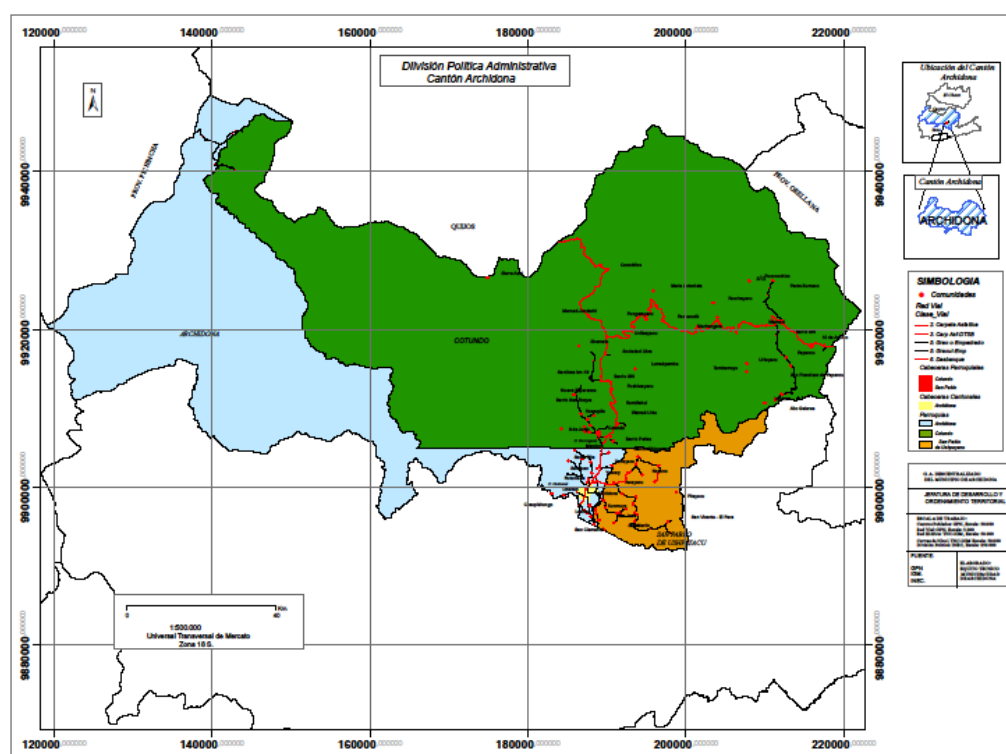
Los indicadores demográficos permiten proyectar que la población total del cantón para el año 2030 llegaría a 44.109 personas; con el 80,33% de población Kichwa, el 17,2% de Mestizos, 1,41% blancos; 0,44%, afroecuatorianos; el 0,62% de otras culturas; y que la densidad poblacional por parroquias se distribuiría en 56,61; 21,58; 7,72 habitantes por Km² en San Pablo de Ushpayaku, Archidona y Cotundo respectivamente.

Los jóvenes de 15 a 29 años representan el 26,89% de lapoblación; la tasa de dependencia demográfica es de 0,832 por mil mientras quela tasa de dependencia infantil es de 76,01%; la razón niños-mujeres es de 33menores de 5 años por cada 100 mujeres en edad fértil. La tasa de natalidad seestima en 19,96 por mil habitantes, la tasa de mortalidad en 5 por cada milhabitantes, el índice de feminidad es de 0,97%. El promedio de edad general de lapoblación del cantón es de 23,52 años.

2.4.7.2.2. Parroquias Rurales del Cantón.

En la siguiente figura18se ubican las tres parroquias rurales del Cantón.

Figura 18. *Distrubucion territorial por Parroquias.*



Fuente: GADMA, (2011).

Elaborado por: Dirección de Planificación y Ordenamiento Territorial (DPOT) del GADMA y por Rubén Darío Ledesma.

El GADMA en el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial, (2011) establece que la “parroquia con mayor extensión territorial es Cotundo, con 1.917,07 Km²; seguida de Archidona, con 956,85km² y San Pablo de Ushpayaku con 153Km²; Cotundo y San Pablo de Ushpayaku son consideradas rurales” (p.3).

2.4.7.2.3. Comunidades Específica.

Archidona cuenta con 104 (Ver tabla 14) asentamientos humanos rurales entre comunidades y autodenominados barrios cerca de otras comunidades; pobladas mayoritariamente por población Kichwa. Las comunidades se han organizado en Circunscripciones Territoriales Administrativas (CTI) con la finalidad tener una unidad básica para la administración del territorio. El centro urbano cuenta con 10 barrios, organizados en la Federación de Barrios de Archidona.

Tabla 14 *Numero de comunidades por concentraciones poblacionales.*

CONCENTRACIONES FAMILIARES	NUMERO DE COMUNIDADES	PROMEDIO DE FAMILIAS	PERSONAS POR HOGAR (PROMEDIO CANTONAL)	POBLACIÓN PROMEDIO
1 A 20 FAMILIAS	41	11,62	5,26	61,12
21 A 40 FAMILIAS	43	27,23	5,26	143,23
41 A 60 FAMILIAS	12	48,58	5,26	255,53
60 A MÁS FAMILIAS	8	104,75	5,26	550,99
TOTAL	104			

Fuente: INEC, (2010).

Adaptado por: Rubén Darío Ledesma.

Es necesario definir los requisitos que deben reunir los asentamientos humanos para tener la categoría de Comunidad. La proliferación de barrios en las comunidades facilita la dispersión de la población, divisiones familiares, debilitamiento de la organización social, afectación al territorio

productivo, ambiente, paisaje; dificultad de dotación de servicios de agua y obras de saneamiento.

2.4.7.2.4. Pueblos o Nacionalidades.

La población indígena reside tanto en el área urbana como rural como se presenta en la tabla 15.

Tabla 15. *Población indígena por sectores.*

NACIONALIDADES INDÍGENAS	URBANO	RURAL	TOTAL
AWA	1	2	3
ACHUAR	1	3	4
COFAN	0	5	5
SIONA	6	1	7
SECOYA	0	2	2
SHUAR	4	14	18
TSACHILA	0	3	3
WAORANI	3	5	8
ZAPARA	1	1	2
ANDOA	4	42	46
KICHWA	1906	17639	19545
OTAVALO	12	3	15
KARINKI	1	5	6
KAYANBI	2	2	4
KITUKARA	1	0	1
PANZALEO	17	1	18
SALAZACA	2	0	2
KISAPINCHA	0	1	1
TOMABELA	2	0	2
PURUHÁ	40	0	40
OTRAS NACIONALIDADES	14	53	67
SE IGNORA	172	87	259
TOTAL	2189	17869	20058

Fuente: INEC, (2010).

Adaptado por: DPOT y Rubén Darío Ledesma.

La población Kichwa representa al 97,44% de la población indígena del cantón; considerada como población ancestral e históricamente ligada a guerreros como Jumandy, Wami, Dahuano; estos dos últimos líderes Kichwa del sector de Loreto.

La presencia de otras nacionalidades es reciente como producto de la migración interna del país y por uniones familiares; los mayores conservan su lengua materna mientras que su descendencia habla el español.

2.4.7.3. Salud.

En cuanto a los servicios de salud por cada 10000 habitantes la población cuenta 2,42 médicos, 3,64 enfermeras, 0,08 tecnólogos, 5,66 odontólogos, 0,88 obstétricas y 2,8 auxiliares repartidos en 5 sub centros de salud pública; 1 dispensario médico del Seguro Campesino; no existen servicios de hospitalización, ambulancia, atención materno infantil. Existe un Hospital de tipo 2 de carácter privado que suple algunas de los requerimientos de atención médica en casos de emergencia.

Bajo la administración del Hospital se ejecutan programas de atención a favor de 20 adultos mayores; pese al orden, y calidez en el servicio los ambientes son reducidos; si tomamos en cuenta que el índice de envejecimiento de la población es de 3,97% y 6,72% de sobre envejecimiento; éste asilo en los próximos años no será suficiente. La enfermedades relacionadas directamente al consumo de agua no segura, eliminación de excretas y basuras son la parasitosis, diarrea y gastroenteritis.

Las tasas de infección y mortalidad por VIH siendo importantes no son alarmantes; la prevalencia de la tuberculosis es menor a 10 personas.

El promedio de hacinamiento por dormitorio es de 1,10 personas en el sector urbano y 1,40 en el sector rural; aunque un 39,35% de hogares registran entre 3,3 y 4,4 personas por dormitorio y el 33,17% entre 2 y 2,5 personas por dormitorio.

Desde el año 2005 la municipalidad no ha realizado inversiones específicas en infraestructura de salud; la inversión ha estado direccionada a obras de sistemas de agua y mantenimiento por montos de \$ 3.955.507,88 y \$ 96.743,88 respectivamente para 1469 instalaciones domiciliarias internas y 2189 viviendas que toman agua fuera de la vivienda; obras de alcantarillado y mantenimiento por \$ 4.360.692,96, y \$ 112.563,14, a donde se conectan 1226 acometidas domiciliarias; y, obras de higiene ambiental por un valor de \$ 491.937,87.

Las Unidades de Salud tienen un equipamiento básico para la atención al público; en algunas Unidades los ambientes de trabajo son insuficientes; carecen de parqueaderos; baterías sanitarias para el uso del público; obras de mejoramiento de la infraestructura actual. La Infraestructura del Dispensario del Seguro Campesino ha cumplido su vida útil. Los servicios de laboratorio clínico, ambulancia, hospitalización y atención materna infantil no son equiparables con la necesidad de la población.

2.5. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.

El diseño de la investigación se consideró dos etapas: Una investigación descriptiva predictiva, y la formulación de la propuesta del plan de cierre técnico del Botadero de Basura San José de la municipalidad de Archidona.

2.5.1. Etapa de Investigación Descriptiva Predictiva.

La disposición final de residuos del Cantón Archidona, en la última etapa de la gestión de residuos, no fue percibida inicialmente por los funcionarios encargados de los servicios de limpieza pública como una actividad importante, cuyo manejo inadecuado de los residuos sólidos genera problemas ambientales que ponen en riesgo la salud de la población. Esto se debe a que la disposición final de los desechos sólidos fue manejada convencionalmente y sin un estudio amplio.

Actualmente el Botadero de Basura de Archidona, se encuentra intervenido por el Ministerio del Ambiente de Napo, entidad reguladora del manejo de residuos sólidos, que declaró mediante un informe de la Unidad de Calidad Ambiental, que el botadero debe ser cerrado y que los residuos deben ser manejados mediante un relleno sanitario. Esta denuncia del Ministerio del Ambiente pasa hacer administrada por la Fiscalía de Napo, en la cual, la Fiscal Ambiental Dra. Bella Abata, manifestó por orden del Fiscal Superior que el Botadero debe ser cerrado por órdenes administrativos del Ministerio del Ambiente.

El Estudio de Impacto Ambiental del Botadero es del año 2005 y no han sido actualizados ni ejecutados por debilidad institucional por administraciones anteriores.

La municipalidad de Archidona, encargó el manejo del Botadero al contratista Sr. Álvarez, quien se dedica al recorrido, transporte, y disposición final de los residuos. No cuenta con un estudio de manejo del Botadero de Basura acorde a su naturaleza, sino que sigue la metodología que el Municipio implementó desde el principio.

Desde el punto de vista de la participación ciudadana, el botadero de basura no cuenta con los estudios ambientales integrales. Los comuneros en varias ocasiones han impedido el ingreso de los camiones recolectores hacia el botadero, debido a que la municipalidad no ha ejecutado varios acuerdos en el manejo del Botadero para no afectar al sector Santa María, según la información del Presidente del sector Santa María.

La municipalidad para dar tratamiento a los residuos recolectados sin la entrada al Botadero "San José", éstos se disponían en el botadero de San Pablo a unos 3km aproximadamente del sector Santa María. Estas paralizaciones han trascurrido frecuentemente desde la creación del Botadero de Basura "San José".

Con los antecedentes mencionados anteriormente en esta etapa, y en cumplimiento al Marco Legal anteriormente presentado, el Botadero de Basura San José de Archidona, cumplirá los parámetros establecidos en el Artículo 4.10, relativo a las “Normas generales para el saneamiento de los botaderos de desechos sólidos” por ordenes del Ministerio de Ambiente y La Fiscalía de Napo. En amparo al Artículo 4.10, se elabora el Estudio y Propuesta de un Plan de Cierre Técnico para el Botadero de Basura San José del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Archidona, En El Cantón Archidona, Provincia de Napo.

Para el desarrollo del tema de investigación, se utilizó el sistema de recolección y evaluación de datos específicamente para cumplir con los objetivos propuestos. Con los Factores de Estudios expuesto en el Capítulo anterior y con los puntos desarrollados anteriormente se elaboró la Matriz de Impactos ambientales y la Matriz de Importancia.

La metodología que se utilizó para la elaboración de la Matriz de Impacto fue la de Coneza, V. (2010). Previo al desarrollo se siguió las recomendaciones propuestas del autor que fueron desarrolladas en el capítulo anterior que fueron:

- Análisis general del proyecto
- Definición del entorno del proyecto
- Descripción general del entorno
- Previsiones de los efectos que el proyecto generará sobre el medio.

A partir de esta fase del proceso, se comenzó la Valoración Cualitativa propiamente dicha. La Matriz de Impactos, que es del tipo causa-efecto, consiste en un cuadro de doble entrada en cuyas columnas figuraran las Acciones impactantes y en las filas los Factores medioambientales susceptibles de recibir impactos. Para su ejecución se identificó las Acciones que puedan causar impactos, sobre una serie de Factores del medio, o

seadeterminar la Matriz de Identificación de Efectos. Que pueden causar durante la ejecución del Cierre Técnico del Botadero de Basura de Archidona.

Una vez que se identificó las Acciones y los Factores del medio que, presumiblemente, serán impactados por aquellas. La Matriz de Importancia permitió obtener una valoración cualitativa al nivel requerido por una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) simplificada. En esta fase del EIA, se cruzan las dos informaciones, obtenidas con el fin de prever las incidencias ambientales derivadas tanto de la ejecución del Proyecto, como de su explotación, y poder así valorar su Importancia.

Los elementos tipo, o casillas de cruce de la matriz fueron ocupados por la valoración correspondiente a once elementos con sus respectivos símbolos (Ver tabla 16), siguiendo el orden espacial plasmado por Coneza, V. (2010) a los que se añade uno más que sintetiza en una cifra la importancia del impacto en función de los once primeros elementos anteriores. De estos once, el primero corresponde al signo o naturaleza del efecto, el segundo representa el grado de incidencia o intensidad del mismo, reflejando los nueve siguientes, los atributos que caracterizan a dicho efecto.

Tabla 16. *Situación espacial de los doce elementos de un componente tipo.*

±(signo)	I (Intensidad)
EX (Extensión)	MO (Momento)
PE (Permanencia)	RV (Reversibilidad)
SI (Sinergia)	AC (Acumulación)
EF (Efecto)	PR (Periodicidad)
MC (Recuperabilidad)	I (Importancia)

Fuente: Coneza, V. (2010).

- **Signo.**-El signo del impacto hace alusión al carácter beneficioso (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados.

Existe la posibilidad de incluir, en algunos casos concretos, un tercer carácter: previsible pero difícil de cualificar o sin estudios específicos (x) que reflejaría efectos cambiantes difíciles de predecir.

- **Intensidad (I).**- Este término se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa. El baremo de valoración estará comprendido entre 1 y 12, en el que el 12 expresará una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto, y el 1 una afección mínima. Los valores comprendidos entre esos dos términos reflejarán situaciones intermedias.
- **Extensión (EX).**- Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto (% de área, respecto al entorno, en que se manifiesta el efecto).

Si la acción produce un efecto muy localizado, se considerará que el impacto tiene un carácter Puntual (1). Si, por el contrario, el efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto, teniendo una influencia generalizada en todo el, el impacto será Total (8), considerando las situaciones intermedias, según su gradación, como impacto Parcial (2) y Extenso (4).

Si el efecto es puntual pero se produce en un lugar crítico se le atribuirá un valor de 4 unidades por encima del que le correspondería en función del porcentaje de extensión en que se manifiesta. Si se considera que es peligroso y sin posibilidad de introducir medidas correctoras, habrá que buscar inmediatamente otra alternativa al proyecto, anulando la causa que nos produce este efecto.

- **Momento (MO).**-El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción (t_0) y el comienzo del efecto (t_j) sobre el factor del medio considerado.

Así pues, cuando el tiempo transcurrido sea nulo, el momento será Inmediato, y si es inferior a un año, Corto Plazo, asignándole en ambos casos un valor (4). Si es un periodo de tiempo que va de 1 a 5 años,

Medio Plazo (2), y si el efecto tarda en manifestarse más de cinco años, Largo Plazo, con valor asignado (1).

Si concurriese alguna circunstancia que hiciese crítico el momento del impacto, cabría atribuirle un valor de una o cuatro unidades por encima de las especificadas.

- **Persistencia (PE).**- Se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales, o mediante la introducción de medidas correctoras. Si la permanencia del efecto tiene lugar durante menos de un año, consideramos que la acción produce un efecto Fugaz, asignándole un valor (1).

Si dura entre 1 y 10 años, Temporal (2); y si el efecto tiene una duración superior a los 10 años, consideramos el efecto como Permanente asignándole un valor (4).

- **Reversibilidad (RV).**- Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez que aquella deja de actuar sobre el medio.

Si es a Corto Plazo, se le asigna un valor (1), si es a Medio Plazo (2) y si el efecto es Irreversible le asignamos el valor (4). Los intervalos de tiempo que comprende estos periodos, son los mismos asignados en el parámetro anterior.

- **Recuperabilidad (MC).**- Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctoras).

Si el efecto es totalmente Recuperable, se le asigna un valor (1) o (2) según lo sea de manera inmediata o a medio plazo, si lo es parcialmente, el efecto es

Mitigable, y toma un valor (4). Cuando el efecto es Irrecuperable (alteración imposible de reparar, tanto por la acción natural, como por la humana) le asignamos el valor (8). En el caso de ser irrecuperables, pero existe la posibilidad de introducir medidas compensatorias el valor adoptado será (4).

- **Sinergia (SI).**- Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría de esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea.

Cuando una acción actuando sobre un factor, no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el atributo toma el valor (1), si presenta un sinergismo moderado (2) y si es altamente sinérgico (4).

Cuando se presenten casos de debilitamiento, la valoración del efecto presentará valores de signo negativo, reduciendo al final el valor de la Importancia del Impacto.

- **Acumulación (AC).**- Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera. (La ingestión reiterada de DDT, al no eliminarse de los tejidos, da lugar a un incremento progresivo de su presencia y de sus consecuencias, llegando a producir la muerte).

Cuando una acción no produce efectos acumulativos (acumulación simple), el efecto se valora como (1). Si el efecto producido es acumulativo el valor se incrementa a (4).

- **Efecto (EF).**- Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción.

El efecto puede ser directo o primario, siendo en este caso la repercusión de la acción consecuencia directa de esta. En el caso de que el efecto sea indirecto o secundario, su manifestación no es

consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando este como una acción de segundo orden. Este término toma el valor 1 en el caso de que el efecto sea secundario y el valor 4 cuando sea directo.

- **Periodicidad (PR).**- La Periodicidad se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, Bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular), o constante en el tiempo (efecto Continuo).

A los efectos continuos se les asigna un valor (4), a los periódicos (2) y a los de aparición irregular, que deben evaluarse en términos de probabilidad de ocurrencia, y a los discontinuos (1).

- **Importancia del impacto (I).**- Ya se ha apuntado que la importancia del impacto, o sea, la importancia del efecto de una acción sobre un factor ambiental, no debe confundirse con la importancia del factor ambiental afectado.

La importancia del impacto viene representada por un número que se deduce mediante el modelo propuesto en la ecuación, en función del valor asignado a los símbolos considerados.

Ecuación 3. Importancia del Impacto

$$I = \pm [3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

La importancia del impacto toma valores entre 13 y 100. Presenta valores intermedios (entre 40 y 60) cuando se da alguna de las siguientes circunstancias:

- a) Intensidad total, y afección mínima de los restantes símbolos.
- b) Intensidad muy alta o alta, y afección alta o muy alta de los restantes símbolos.
- c) Intensidad alta, efecto irrecuperable y afección muy alta de alguno de los restantes símbolos.

d) Intensidad media o baja, efecto irrecuperable y afección muy alta de al menos dos de los restantes símbolos.

Los impactos con valores de importancia inferiores a 25 son irrelevantes o sea, *compatibles*.

Los impactos *moderados* presentan una importancia entre 25 y 50.

Serán *severos* cuando la importancia se encuentre entre 50 y 75.

Críticos cuando el valor sea superior a 75.

2.5.1.1. Acciones y Elementos a Evaluar

Siguiendo la metodología de Coneza, V. (2010) se realizó la Matriz de Impacto para el Cierre Técnico del Botadero de Basura San José de Archidona, la matriz se presenta en el Anexo de Matrices.

Tanto las Acciones como los Factores a evaluar, se consideró de acuerdo a los Factores de Estudio y se analizó las Acciones, que debido a la ejecución del proyecto van a actuar sobre el medio, de esta manera elaborando un listado presentado en la tabla 17 a & b y. A continuación se procederá con los Factores del medio de acuerdo a la metodología de Coneza, V. (2010).

Tabla 17a. Acciones Consideradas durante la Fase de Construcción.

ACCIONES	TRABAJOS CONSIDERADOS	DESCRIPCIÓN
ACCESOS VIALES	Eliminación de la capa vegetal	Comprende el levantamiento de la capa vegetal en toda el área del proyecto, a fin de permitir el replanteo y construcción de las obras tanto de infraestructura como de edificaciones.
	Desalojo y disposición de material sobrante	Comprende la disposición del material sobrante producto del movimiento de tierras, que no será utilizado posteriormente para recubrir los residuos dispuestos.
	Construcción de vías de acceso secundario	Se realizará todas las estabilizaciones en las áreas para la creación y mantenimiento de las vías. Comprende la apertura de nuevos caminos, lo que implica la remoción de cobertura vegetal.
DESBROCE Y TALA	Eliminación de la capa vegetal	Comprende el levantamiento de la capa vegetal en toda el área del proyecto, a fin de permitir el replanteo y construcción de las obras tanto de infraestructura como de edificaciones. También se realizará la ampliación con nuevas áreas para la elaboración de contracciones primarias y secundarias.
MOVIMIENTO DE TIERRAS	Estabilización de pendientes, taludes, zanjas profundas.	Comprende todo trabajo de movimiento de tierras y/o excavación de plataformas, zanjas, obras civiles, cimentaciones, vías de acceso.

ACCIONES	TRABAJOS CONSIDERADOS	DESCRIPCIÓN
	Destape de celdas para implementación de chimeneas	Esta acción comprende el destape de la celda de 25m x 35m x 8m ya cerrada para la colocación de las 5 chimeneas hasta llegar a una profundidad de 3 a 2 metros para seguir con el sistema de conducción de biogás.
MAQUINARIA PESADA	Operación de maquinarias pesadas y livianas	En esta actividad se generará ruido y vibraciones, además de la emisión de polvo durante toda la etapa de construcción, líquidos y derrames en pequeñas cantidades de hidrocarburos como combustibles o lubricantes tanto en el área de influencia directa como indirecta.
CONSTRUCCIONES	Movimiento Maquinaria Pesada	Se refiere al traslado y movimiento de máquinas para realizar diferentes actividades en el área del proyecto.
	Desalojo y disposición de material sobrante	Comprende la disposición del material sobrante producto del movimiento de tierras, que no será utilizado posteriormente para recubrir los residuos dispuestos
	Implementación Geomembrana	Trata sobre la implementación de Geomembrana en las construcciones donde se dispone las normas y reglas de construcción civil.
	Implementación Tuberías para Lixiviados	Se refiere a todas las actividades relacionadas con implementación y almacenamientos de canales, tuberías para canalizar los lixiviados
	Construcción del	De acuerdo a la naturaleza del

ACCIONES	TRABAJO CONSIDERADO	DESCRIPCIÓN
	sistema de tratamiento de lixiviados	proyecto se debe construir un sistema adecuado para el tratamiento de lixiviado en un área específica.
	Implementación de Chimeneas	Paso en el cual se realiza la construcción de las chimeneas para la quema de los gases generados de manera natural y canalizados a través de canales de lixiviados y celdas de las plataformas
	Implementación Canales Perimetrales	Se refiere a la colocación de canales perimetrales ubicados en los alrededores de las plataformas evitando que se mezcle el agua lluvia con los lixiviados, disminuyéndolos en volumen y facilitando su tratamiento
	Implementación de cerca perimetral	A cerramiento de seguridad para el control del paso al área del proyecto.
	Construcción de infraestructura mayor y menor	Comprende la construcción de garita de control, construcción de vivienda, celdas, etc.

Fuente: Conesa, V. (2010)

Elaborado por: Rubén Darío Ledesma.

Tabla 17 b. *Acciones Consideradas durante la fase de Operación y Mantenimiento.*

ACCIONES	TRABAJO CONSIDERADOS	DESCRIPCIÓN
SEGURIDAD OCUPACIONAL Y DE RIESGOS	Seguridad Industrial personal	Se trata de dar todos los implementos de seguridad industrial al personal directos e indirectos en el lugar del trabajo
	Seguridad de salud	Se trata de la seguridad de salud que tendrá todo el personal directo e indirecto respecto a enfermedades ocupacionales.
	Seguridad laboral	Se trata de la estabilidad laboral en el Municipio para la garantía en la administración de los empleados encargados y consideró que es fijo.
GENERACIÓN Y EMISIONES DE RESIDUOS GASEOSOS	Evacuación de gases	Se refiere a la recolección y ventilación de los gases producidos por la descomposición de la basura.
	Operación del centro de acopio de material orgánico	Consiste en el proceso de tratamiento de los residuales orgánicos como compost, bocashi, biol, etc que deben mantener controlado la emanación de olores.
	Evaporación de residuales líquidos	Se refiere a la efluvió de olores del tratamiento de lixiviados, charco, lagunas no deseadas, esteros, etc. Los cuales, que deben ser manejados correctamente.
	Generación y Mantenimiento del sistema debiogás	Se refiere a los gases que por acción de descomposición biológica de lafracción orgánica de los residuos sólidos generarán biogás al interior de la masa de basura y es las áreas donde se produzcan grietas, desbordamientos, erosiones. También está asociado a la limpieza de los canales de lixiviado y a su tratamiento.
EXPLOSIONES	Sistema de	Se refiere a la posibilidad de

ACCIONES	TRABAJO CONSIDERADOS	DESCRIPCIÓN
	evacuación de biogás	producirse una explosión causada por el biogás en situaciones de fallas de funcionamiento, errores laborales del personal, negligencia del personal laboral, situaciones naturales, etc.
ESCAPES Y FUGAS	Sistema de chimeneas	Se considera al funcionamiento y manejo de las chimeneas que funciones y operen de acuerdo a su forma de manejo y se consideró en casos de mala operación o función.
	Sistema de tratamiento de lixiviados	Se refiere a la posibilidad en el desbordamiento de lixiviado no tratado por varias causa naturales o negligencia del personal laboral.
	Control de efluentes asociados al sistema de tratamiento de lixiviados	Se considero a los líquidospercolados por las escorrentías superficiales de las precipitacionesu otras no asociadas en sus funciones normales.
	Manejo de aguas de lluvias y escorrentías superficiales	Se refiere a los sistemas de drenes de lixiviados, canales perimetrales, u otros en casos de derrames por varios factores que pueden causar derrames superficiales.
	Manejo del control de escorrentías subterráneas.	Se refiere a los sistemas de drenes de lixiviados, canales perimetrales, u otros en casos de derrames por varios factores que pueden causar derrames incontrolados que se mezclen con el suelo y provocar infiltraciones. También está asociado a rupturas de tuberías o membranas internas en el sistema de tratamiento de lixiviados y biogás.
GENERACIÓN DE RESIDUOS TÓXICOS	Sistema de tratamiento de lixiviados	Se refiere a la posibilidad de mal funcionamiento del sistema que puede generar un incremento de

ACCIONES	TRABAJOS CONSIDERADOS	DESCRIPCIÓN
		concentraciones químicas o biológicas en momentos de fallas de funcionamiento, errores laborales del personal, negligencia del personal laboral, situaciones naturales, etc. También se consideró en el caso del manejo del biogás.

Fuente: Conesa, V. (2010)

Elaborado por: Rubén Darío Ledesma.

Temáticamente, el “*entorno*” del lugar para el Cierre Técnico está constituido por elementos y procesos interrelacionados, los cuales pertenecen a los siguientes Sistemas: Medio Físico y Medio Socio-Económico y Cultural. También se incluye Subsistemas (Medio Inerte, Medio Biótico y Medio Perceptual por una parte y Medio Rural, Medio de Núcleos Habitados, Medios Socio-Cultural y Medio Económico por otra) (Ver tabla 18). Se hace notar que, en función del proyecto y del “*entorno*” estudiado, puede variar los Subsistemas, los componentes y los Factores ambientales.

A cada uno de los Subsistemas pertenecen una serie de “*componentes ambientales*” susceptibles de recibir impactos, entendidos como los elementos, cualidades y procesos del entorno que pueden ser afectados por el proyecto, es decir, por las Acciones impactantes consecuentes de aquél.

Los Subsistemas del Medio Físico y Socio Económico, están compuestos, por un conjunto de componentes ambientales que, a su vez pueden descomponerse en un determinado número de Factores o parámetros, dependiendo el número de estos de la minuciosidad con que se pretenda afrontar el Estudio de Impacto Ambiental.

En definitiva, en esta fase, llevaremos a cabo la identificación de Factores ambientales con la finalidad de detectar aquellos aspectos del Medio Ambiente cuyos cambios motivados por las distintas acciones del Proyecto en

sus sucesivas fases (construcción, explotación o funcionamiento, ampliación o reforma y abandono o derribo).

Tabla 18. *Componentes Ambientales.*

SISTEMA	SUBSISTEMA	FACTORES	UNIDAD DE IMPACTO PONDERABLES (UIP)	VALOR TOTAL UIP
MEDIO FÍSICO	M. INERTE	CALIDAD DE AIRE	50	300
		NIVEL DE RUIDO	50	
		SUELO	50	
		CONFORT CLÍMATICO	50	
		CALIDAD DE AGUA	50	
		NIVEL DE OLOR	50	
	M. BIÓTICO	FLORA	100	200
		FAUNA	100	
M.PERCEPTUAL	PAISAJÍSTICO	100	100	
MEDIO SOCIOECONÓMICO				
	M. SOCIOCULTURAL	USO DEL TERRITORIO	75	275
		CULTURA	50	
		CALIDAD DE VIDA	50	
		SALUD E HIGIENE	100	
	M. ECONÓMICO	NIVEL DE EMPLEO	75	125
		ACTIVIDAD ECONÓMICA	50	
TOTAL				1000

Fuente: Conesa, V. (2010)

Elaborado por: Rubén Darío Ledesma.

El la Matriz de Impacto se valoró de acuerdo al propuesto por Coneza, V. (2010) los cuales se distinguen los impactos positivos y negativos para el Cierre Técnico del Botadero de Basura San José de Archidona, dado un valor de 55 acciones impactantes con los factores medioambientales susceptibles a recibir impactos; de los cuales se presentan 8 positivos y 47 negativos (Ver Anexo. Matriz de Impacto).

2.5.1.2. Elaboración de la Matriz de Impactos.

Una vez identificadas las Acciones y los Factores del medio la valoración cualitativa se efectuó a partir de la Matriz de Impacto. Cada cruce en la matriz o elemento tipo, nos dará idea del efecto de cada acción impactante sobre cada Factor ambiental impactado. Al determinar la Importancia del impacto, de cada elemento tipo, en base al algoritmo desarrollado de acuerdo a Coneza, V. (2010) se construyó la Matriz de Importancia (Ver Anexo. Matriz de Importancia).

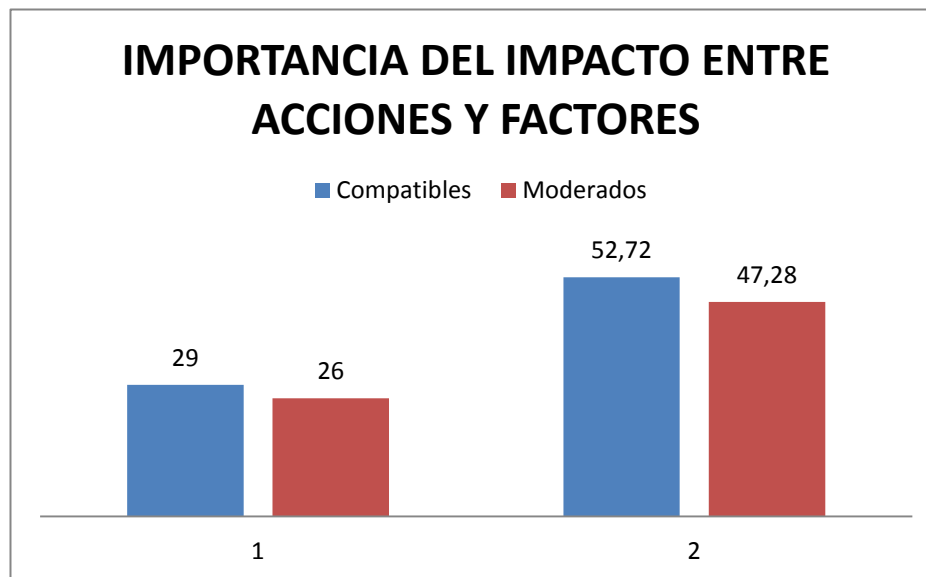
La importancia del impacto entre las Acciones y Factores se presenta en la tabla 19 a continuación.

Tabla 19. *Valoración de la importancia del Impacto Ambiental.*

IMPORTANCIA DEL IMPACTO ENTRE ACCIONES Y FACTORES		%
Compatibles	29	52,72
Moderados	26	47,28

Elaborado por: Rubén Darío Ledesma.

Figura 19. Representación gráfica de la valoración de importancia del impacto ambiental.



Elaborado por: Rubén Darío Ledesma.

La importancia de las Acciones y Factores valorados se obtiene que el 52,72 % son compatibles con el entorno, y 47,28 % son impactos moderados sin distinción de las Etapas y de los Sistemas establecidos.

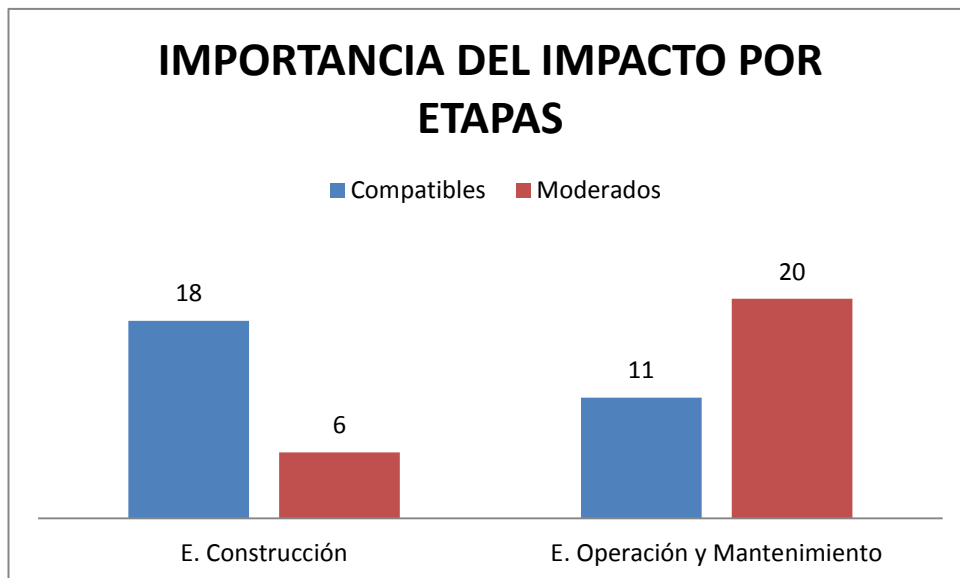
Valorando la Importancia del Impacto en la etapa de Construcción, y de Operación y Mantenimiento se determina que la naturaleza del proyecto en la Etapa de Construcción es compatible con el entorno debido que se trata de la implementación de construcciones en un medio ya intervenido antrópicamente y que en esta fase se realizará un "acondicionamiento" para el Cierre Técnico. En la Etapa de operación y mantenimiento se destaca que predictivamente prevalecerá impactos ambientales de gran importancia (Ver tabla 20).

Tabla 20. Valoración de la importancia de los impactos por etapas.

	IMPORTANCIA DEL IMPACTO POR ETAPAS	
	E. Construcción	E. Operación y Mantenimiento
Compatibles	18	11
Moderados	6	20

Elaborado por: Rubén Darío Ledesma.

Figura 20. Representación gráfica de la valoración de la importancia de los impactos por etapas.



Elaborado por: Rubén Darío Ledesma.

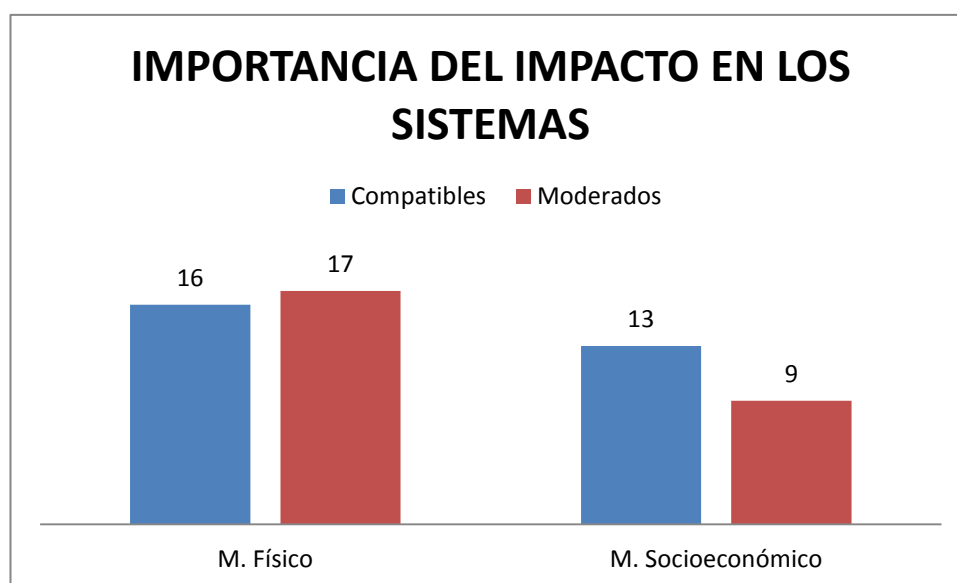
La afectación ambiental en los Sistemas considerados se presenta en la tabla 21, de los cuales, en el Medio Físico se presume un leve equilibrio con las Acciones consideradas, este resultado se debe a que se consideró al Medio Físico como un medio con altos antecedentes de impacto ambiental debido al Sistema de manejo de los residuos en el Botadero; de igual forma se consideró los Sistemas en el Medio Socioeconómico que se presume que existirá impactos de Importancia compatibles con el medio por razones antes mencionadas.

Tabla 21. Representación gráfica de la valoración de la importancia de los impactos por etapas.

	IMPORTANCIA DEL IMPACTO EN LOS SISTEMAS	
	M. Físico	M. Socioeconómico
Compatibles	16	13
Moderados	17	9

Elaborado por: Rubén Darío Ledesma.

Figura 21. Representación gráfica de la importancia de los impactos en los sistemas.



Elaborado por: Rubén Darío Ledesma.

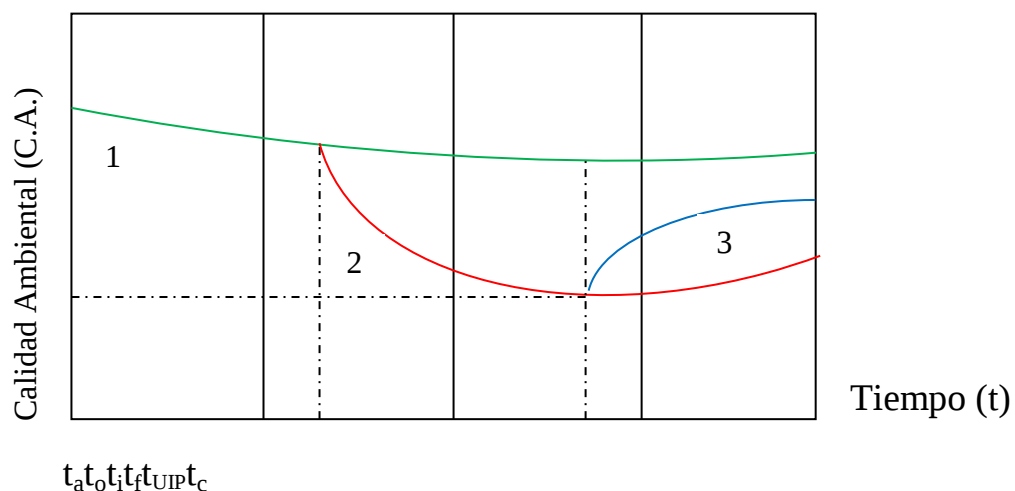
Los análisis de los valores de la Matriz de Importancia mencionados anteriormente no son resultados de confiabilidad debido a que no se considera a los análisis con las Unidades de Impacto Ponderados (UIP), los valores de UIP son determinados por la metodología de Conesa, V. (2010) en

los cuales se consideró la importancia que tienen los sistemas antes de ejercer la intervención del Cierre del Botadero.

La perspectiva que nos da este análisis sin la integración de los valores de UIP, es de ejecutar decisiones con acciones sin tener la predicción de los daños verdaderos que puede proporcionar a los Sistemas, como también, la manifestación de recuperabilidad o de retornar a un equilibrio a largo plazo (ver figura 22).

En la figura siguiente, se ilustra el comportamiento del impacto sin la integración de las UIP en los Factores. El número 1 representa al botadero de basura en el tiempo actual; 2 es el pronunciamiento del impacto sin la integración de los UIP y 3 son los impactos verdaderos predictivamente con la integración de las UIP.

Figura 22. *Comportamiento del impacto ambiental.*



Fuente: Coneza. V. (2010)

Adaptado por: Rubén Darío Ledesma.

2.5.1.3. Valoración de la Matriz de Importancia.

En la valoración de la Matriz de Impacto se consideró las UIP en los Sistemas y en los Subsistemas ambientales presentes en cada caso como se presentó en la tabla 18. El medio ambiente que representa el sitio del Botadero se consideró un valor total de UIP de 1000 de acuerdo a la metodología de Conesa, V. (2010).

No obstante lo anterior, respecto a los valores de UIP propuestos por la metodología seguida, se asignó los valores acorde con los datos mencionados en los capítulos de Condiciones Meteorológicas y Factores de Estudio, siguiendo el algoritmo propuesto mencionado que es función del grado de manifestación sobre los Sistema y el “*supra*” sistema medio ambiente.

Según Conesa, V. (2010) “una vez efectuada la ponderación de los distintos factores del medio contemplados en el estudio, podemos desarrollar el modelo de valoración cualitativo, en base a la importancia de los efectos, que cada acción de la actividad produce sobre cada factor del medio” (p.263).

Al contrario de la Matriz de Impacto, la Matriz de Importancia se aproxima suficientemente a la realidad medioambiental estudiada haciendo siempre la salvedad de que, en esta valoración cualitativa, estamos considerando aspectos de los efectos como un grado de manifestación cualitativo y por tanto sujeto a errores de mayor magnitud que en los apartados posteriores desarrollados.

Valorando los resultados de la Matriz de Importancia podemos predecir las Acciones más impactantes para los Factores como en el caso de la Etapa de Construcción la Acción de Movimientos de Tierras, Generación, Emisiones de Residuos Gaseosos y Movimientos de Tierras son Acciones más sobresalientes debido a los trabajos considerados en la tabla 17 a. Podemos acotar en estas Acciones, la manipulación de las celdas para colocación de las chimeneas, lo que implica emanaciones de malos olores, atracciones de

vectores, generación de percolados etc. afectando a la calidad de aire con un peso de UIP de 50.

En las Acciones de Fallas de Funcionamiento y Generación de Residuos Tóxicos en la Etapa de Operación y Mantenimiento se predestina que afectará la Calidad de Agua considerando que el valor de UIP es de 50. Puntualizado estas Acciones con el Cierre del Botadero, la afectación de este Factor no solo es puntual, sino también es parcial que podría cubrir al área de influencia directa e indirecta entre el 25 – 50 % teniendo en cuenta las descripciones de las Acciones.

El Movimiento de Tierras, la Generación y Emisiones de Residuos Gaseosos y Escapes y Fugas en la Etapa de Construcción y en la Etapa de Operación y Mantenimiento la afectación predestinada sería al Factor de Nivel de Olor que tiene un peso de las UIP de 50. Estas Acciones están asociadas con la Acción de Maquinaria Pesada, que está relacionada más en el área de trabajo e implícitamente al personal que laborará en esta Etapa.

Yuxtapuesto a la Acción anterior, está el Desbroce y Tala que de igual forma a pesar de tener un valor inferior a los dos Acciones, se asume que puede presentar impactos in situ durante la limpieza de ciertas áreas que sirve de amortiguamiento de emanación de olores y la retención de vectores como también el hábitat de microorganismos que ayudan a la estabilización superficial del área.

En el Medio Socioeconómico la Generación de Residuos Tóxicos en la Etapa de Operación y Mantenimiento el Factor Flora con un valor de UIP de 100, considerado que es un factor muy importante en el Cierre Técnico del Botadero de Basura debido a la estabilización de múltiples interacciones internas del cuerpo del lecho de los residuos cerrados como el equilibrio de temperatura y humedad, actúa como hábitat de microorganismos que ayudan a la descomposición de la materia orgánica y un reten de vectores sería

removido en las plataformas que no tienen el tratamiento de compactación lo que ocasionaría un alargamiento para la renovación de este Factor.

El Factor de Uso del Territorio de UIP de 50, está asociado al área de influencia indirecta del lugar del Botadero de Basura, se valoró teniendo en cuenta el pasivo ambiental que ocasionaría el Cierre Técnico del Botadero, esto hace que el lugar sea inapropiado para la comunidad de Archidona. También se consideró el nivel comercial, en nuestro caso Actividades Económicas de UIP de 50, que tendría una derivación por causas de pasivos ambientales y otros intrínsecamente excluidos en el análisis. La Acción que se predestina a la afectación del Factor de Escapes y Fugas por suceso mencionados en la tabla 17 b.

Un Factor asociado al uso del territorio es de Salud e Higiene con peso de UIP de 100, que vendría hacer un objetivo importante para la utopía de nuevas tecnologías para lograr el bien estar del ser humano. Desde el punto de vista del Cierre Técnico del Botadero, éste Factor estaría asociado a la mayoría de las Acciones procedidas, deduciendo que las Acciones son antropogénicamente negativas para el medio ambiente, pero; la naturaleza de los proyectos de cierre de botaderos con las Acciones de nuestro caso como Generación de Residuos Tóxicos, Generación y Emisiones de Residuos Gaseosos y en casos extrínsecos graves de Explosiones que afectaría a este Factor.

La predicción de los resultados de acuerdo a la Matriz de Importancia se presenta en el Anexo de Matrices. Y las directrices para las medidas de prevención de los impactos mencionados en este capítulo se verificará en Capítulo siguiente de Mediciones de la Investigación.

2.5.2. Planteamiento de las Directrices para el Cierre Técnico del Botadero de Basura.

Para el desarrollo de éste apartado se discurió acorde a la Etapa de Investigación Descriptiva Predictiva y en los Factores de Estudio.

Reseñando componentes en los dos apartados mencionados, se pudo direccionar las directrices para el Plan de Cierre Técnico de Botadero de Basura San José de Archidona, adecuado a la realidad Ambiental del territorio del Botadero y a la capacidad Institucional del Municipio de Archidona para la administración del Cierre Técnico. Para determinar la capacidad administrativa municipal para el Cierre del Botadero, se realizó un análisis de Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades (DAFO) como se muestra a continuación en las tablas 22 a y 22 b.

Para la realización del análisis DAFO se asignó un valor de 1-10 (positivo para las Fortalezas y Oportunidades y negativo para las Debilidades y Amenazas). La generación de los cuadrantes se siguió los siguientes criterios:

- En el cuadrante Fortalezas se colocarán todos los Factores Internos cuyo valor es mayor que 0.
- En el cuadrante Debilidades, los Factores Internos cuyo valor es menor a 0.
- En el cuadrante Oportunidades, los Factores Externos con valor mayor a 0, y en el de Amenazas los que tienen un valor menor a 0.

Realizado los cuadrantes del DAFO muestra un gráfico de la situación actual del municipio, calculado sobre el promedio del valor de los factores en los ejes Debilidades-Fortalezas y Amenazas-Oportunidades.

Tabla 22a. *Análisis DAFO.*

FORTALEZAS	VALOR	DEBILIDADES	VALOR
Creación de Políticas para El Proyecto de Cierre	6	Perspectiva de la Población en la Preocupación Ambiental Municipal	8
Personal Experimentado en la Materia Ambiental	5	Inversión en Nuevas Tecnologías Ex Post del cierre	8
Intervención en Recursos de Interés Ambiental Local	7	Interés de Inversión para el Proyecto	8
Intervención en Recursos de Interés Ambiental Nacional	5	Ubicación Geográfica	8
Tecnologías	7	Proyectos de Saneamiento Ambiental Ex Post del Cierre	9
Inversión para el Cierre del Botadero	7	Implementación de Tecnología Amigable con el Ambiente	7
Condiciones Ecológicas Acorde al proyecto	8	Estado Financiero para el Proyecto	7
Interés en el Saneamiento del Lugar	8	Intervención en Poblados Cercanos	7
Personal Institucional a Tiempo Completo	9	Administración en Políticas Ambientales	7
Implementación de Proyectos de Desarrollo en el Lugar	7	Reputación del Proyecto de cierre	6
Socialización In Situ para el Cierre	7	Fondos Continuos para Necesidades Posteriores	4
Conocimiento de la Población de Proyectos Ambientales para el Lugar	5	Toma de Decisiones Inmediatas	3
Aceptabilidad del Proyecto	8	Total	82
Financiamiento para los Pasivos Ambientales	5		
Políticas Internas Auto Sustentables	4		

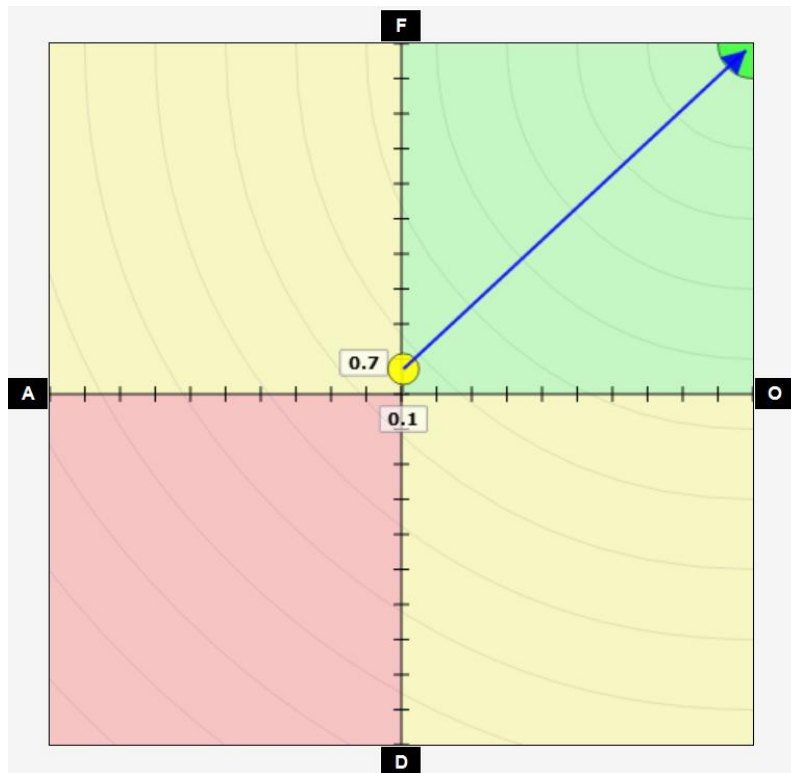
Tecnologías Permanentes para el Funcionamiento a Través del Tiempo	4
Total	102

Tabla 22 b. *Análisis DAFO.*

OPORTUNIDADES	VALOR	AMENAZAS	VALOR
Acoplamiento del Proyecto en el Lugar	8	Aplicación de Leyes Ambientales Internacionales	9
Asesoramiento Extra Institucional	8	Interés de Inversión Extra Institucional	9
Interés de Inversión Externa en Tecnologías Alternativas	8	Políticas Sancionadoras	8
Confiabilidad Positiva de la Población en Obtener Resultados Positivos al Proyecto de Cierre	7	Colaboración Ciudadana para el Proyecto	7
Condiciones Ecológicas del Lugar Aceptables para el Proyecto	7	Acogida Ciudadana Para el uso Final del Sitio como Área Recreacional	7
Interés de ONGs Para implementación de Nuevos Proyectos de Saneamiento	7	Interés de Inversión Extra Institucional Ex Post del Cierre	7
Interés Extra Institucional para el Control del Proyecto	4	Interés Extra Institucional para Saneamiento del Lugar	5
Interés de Inversión de ONGs para el Proyecto	4	Degradación Ambiental Irreversible	3
Interés de Administradores Cantonales futuros para el Seguimiento del Proyecto	3	Total	55
Total	56		

Elaborado por: Rubén Darío Ledesma.

Figura 23. Representación gráfica del análisis DAFO.



Elaborado por: Rubén Darío Ledesma.

El gráfico muestra el promedio de los factores para el eje Debilidades-Fortalezas (eje vertical) y Amenazas-Oportunidades (eje horizontal).

La flecha azul indica el vector estratégico hacia la situación óptima, marcada con el círculo verde en el ángulo superior derecho del diagrama.

La situación actual de la Municipalidad se muestra con el círculo amarillo. Los objetivos estratégicos para el Cierre Técnico del Botadero de Basura que se establece que apuntarán a mejorar la situación paulatinamente.

El análisis DAFO servirá para definir los objetivos estratégicos en el Cierre del Botadero de Basura tendientes a:

- Construir sobre las Fortalezas.
- Eliminar las Debilidades.
- Explotar las Oportunidades.
- Mitigar las Amenazas.

Asociando el análisis de impactos ambientales con las matrices de Impacto e Importancia y evaluando el resultado del análisis DAFO se planteo las directrices que llevará a los Objetivos de la investigación.

Directrices para el Plan de Cierre Técnico del Botadero de Basura San José de Archidona son las siguientes.

2.5.2.1. Objetivos Generales.

Los temas para las actividades de construcción y operación del proyecto de Cierre Técnico del Botadero de Basura San José de Archidona, se ha establecido en el cumplimiento de los siguientes objetivos:

- Cumplir con las leyes, reglamentos, ordenanzas municipales y normas ambientales vigentes en el Ecuador con respecto al proyecto de Cierre del Botadero de Basura.
- Prevenir, controlar, minimizar y mitigar los impactos ambientales negativos que las actividades de construcción y operación del proyecto que puedan generar.
- Prevenir, controlar, minimizar y mitigar los impactos sociales negativos, así como resaltar o promover aquellos impactos socioeconómicos locales positivos, para asegurar las buenas relaciones con la comunidad.

El Planteamiento de las Directrices es la parte medular del estudio previo el análisis de los diferentes componentes y las actividades, trabajos y labores que producen impactos negativos al ambiente y que se realizaran con la ejecución del proyecto en sus diferentes fases, éstas se rigen en la normativa ambiental del Estado Ecuatoriano y la reglamentación legal descrita en el Marco Legal de esta investigación, que caracteriza al proyecto.

La propuesta para el Cierre del Botadero de Archidona, está estructurado de la siguiente manera:

a) Programa de Prevención y Mitigación de Impactos.

Estas medidas tienen como objeto evitar la generación de impactos a causa de las Acciones o actividades que se realizarán para el proyecto y que podrían presentarse como aspectos negativos al medio socio-ambiental. Su enfoque es preventivo o de precaución.

Las medidas de mitigación tienen como objetivo disminuir o atenuar los impactos significativos generados por las actividades del proyecto, los que por sus características pueden ser aceptados y enfrentados. El enfoque es de manejar un nivel de impacto de intensidad media volverlo de intensidad baja e incluso llegar hasta su neutralización. Las medidas de mitigación, pueden llegar a casi nulificar el impacto mediante la aplicación de la reducción de la generación desde en la fuente.

b) Programa de Seguridad Industrial (S.I.) y Salud ocupacional (S.O.).

Este programa de S.I. y S.O. tienen como objetivo el brindar a los obreros y trabajadores inmersos en la construcción y operación de del proyecto, las herramientas necesarias para realizar sus labores sin exponer sus condiciones de salud, evitando accidentes y promoviendo la salud en todas sus área.

c) Programa de Emergencia y Contingencia.

Las medidas a adoptarse en este ámbito son aquellas de prevención y de acción rápida frente a una eventualidad que podría suscitarse en cualquiera de las fases de las que consta el proyecto especialmente en el de operación. Su objetivo es adoptar medidas rápidas de prevención y acciones para enfrentar contingentes.

d) Programa de Monitoreo y Seguimiento Ambiental.

Las medidas de monitoreo control y seguimiento ambiental permiten registrar a base de indicadores, la aplicación de las medidas y su verificación con relación a los impactos ambientales significativos identificados. Es importante para poder comprobar que efectivamente se han aplicado las medidas, ya existencia de indicadores objetivos verificables de aplicación y un cronograma de implementación.

e) Programa de Capacitación.

Este programa tiene como objeto el brindar al personal laboral directo, todas las pautas para optimizar las actividades que se ejecutan con motivo de operación del proyecto, considerando los frentes de trabajo con sus Acciones.

f) Programa de Cierre o Uso Final del Sitio.

El programa de cierre tiene como objetivorealizar actividades que mitigue los impactos negativo enel Botadero de Basura, adoptando una serie de medidas para las diferentes áreas de las que se compone el proyecto, buscando dejar esta área en las condiciones básicas de sanidad y que no afecten a los diversos componentes ambientales.

Cada uno de los programas del debe aplicarse a las distintas etapas especificadas para el proyecto, conforme al desarrollo de las actividades previstas en el cronograma presentado por la contratista.

2.6. MEDICIONES EN LA INVESTIGACIÓN

Para las Mediciones de la Investigación, se realizólacaracterización de las variables y análisis de los residuos sólidos, caracterización y caudal de lixiviado y la determinación de la generación de biogás.

2.6.1. Caracterización de residuos sólidos

El levantamiento de datos para la caracterización de los residuos sólidos en el Cantón Archidona, se basó en los datos realizado por la Compañía Consultora de Servicios AG en el Estudio Preliminar para el Relleno Sanitario de Archidona (CCSAG-EPRSA), realizado en Septiembre de 2011, la compañía realizó la siguiente metodología para el estudio de campo.

2.6.1.1. Determinación de la Producción Per Cápita

El Cantón Archidona, consta de tres parroquias: una parroquia urbana (Parroquia Archidona), y dos rurales (Cotundo y San Pablo de Ushpayacu). Se realizó en toda la cobertura 85% que recorre el servicio de recolección de basura de la municipalidad con en los siete días de la semana.

Para realizar el análisis de la producción per cápita, se valoró en la ruta de recolección normal y la totalidad de los residuos; ya que, se pesaron todas las muestras de las parroquias en distintos días y en diferentes rutas de las localidades que actualmente cubre el sistema de recolección.

Los residuos colocados en los sitios para la recolección de basura de cada hogar, fueron situados en un recipiente de 100 litros, posteriormente se procedió a pesar con una balanza romana de 50 Kg de capacidad y se registró los valores encontrados para posteriormente transferir su contenido al camión recolector. Se registró Peso (P), Volumen (V) y Longitud total del tramo estudiado (Ver Anexo de Figuras).

En cada tramo se realizó un registro anotando el número de habitantes (Nh) y el número de viviendas (Nv) del área de aportación de este tramo.

Los resultados del estudio de la producción per cápita de residuos sólidos del Cantón Archidona son los siguientes:

Tabla 23. Generación Per Capital de la Ciudad de Archidona.

SECTOR	GENERACION PER CAPITA kg/hab/día
URBANO	0.61
RURAL	0.42

Fuente: CCSAG-EPRSA, (2011)

Adaptado por: Rubén Darío Ledesma.

En base a los registros de la CCSAG-EPRSA,(2011) se tomó los datos de la composición de los residuos sólidos depositados en las celdas clasificadas de acuerdo a su origen tanto en la cabecera cantonal como en las parroquias rurales.

Los datos presentados a continuación en las tablas y figuras son promedios con los existentes en el EsIA-BBSJA, (2004) y los datos de de la CCSAG-EPRSA, (2011).

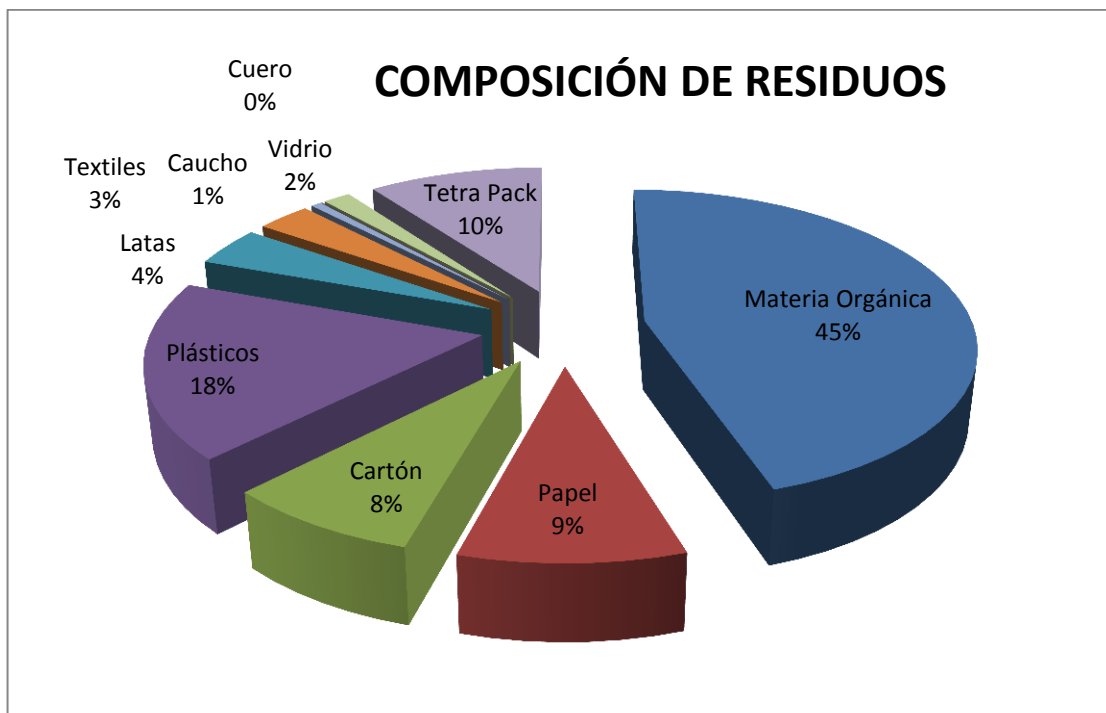
Tabla 24. *Composición Porcentual de los Residuos Sólidos en la Cabecera Cantonal de Archidona.*

COMPONENTES	PORCENTAJE
Materia Orgánica	45,12
Papel	9,21
Cartón	8,08
Plásticos	18,11
Latas	4,1
Textiles	3,1
Caucho	0,6
Cuero	0,0
Vidrio	1,59
Tetra pack	10,1
TOTAL	100,0

Fuente: EsIA-BBSJA, (2004) &CCSAG-EPRSA, (2011).

Adaptado por: Rubén Darío Ledesma.

Figura 24. *Representación Gráfica de la Composición Porcentual de los Residuos Sólidos en la Cabecera Cantonal de Archidona.*



Fuente: EsIA-BBSJA, (2004) & CCSAG-EPRSA, (2011).

Adaptado por: Rubén Darío Ledesma.

De los resultados se concluye que la población urbana de Archidona tiene una producción de residuos sólidos orgánicos en un porcentaje del 45.12% y 54.88% de residuos sólidos inorgánicos.

Tabla 25. *Composición Porcentual de los Residuos Sólidos en las Parroquias Rurales del Cantón Archidona.*

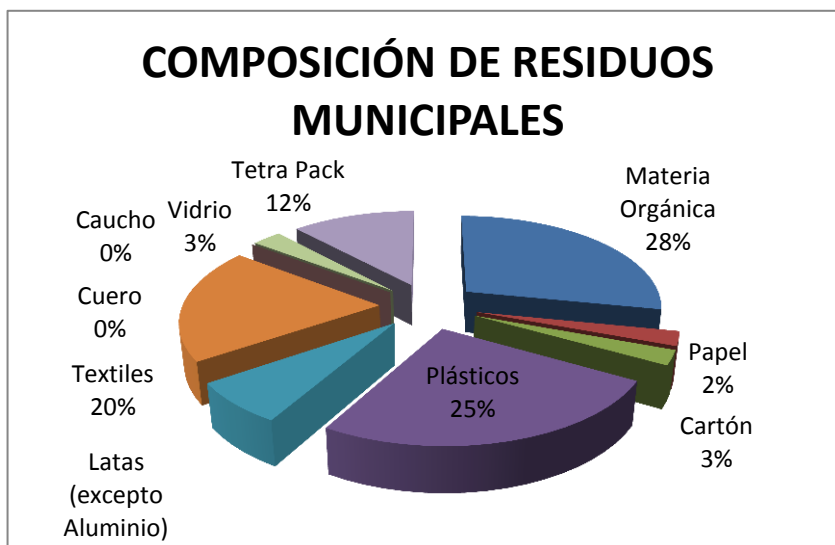
COMPONENTES	PORCENTAJE
Materia Orgánica	28,14
Papel	2,45
Cartón	2,51

COMPONENTES	PORCENTAJE
Plásticos	25,21
Latas (excepto Aluminio)	7,10
Textiles	19,80
Caucho	0,00
Cuero	0,00
Vidrio	2,85
Tetra Pack	11,90
TOTAL	100,0

Fuente: CCSAG-EPRSA, (2011).

Adaptado por: Rubén Darío Ledesma.

Figura 25. *Representación Gráfica de la Composición Porcentual de los Residuos Sólidos en las Parroquias Rurales del Cantón Archidona.*



Fuente: CCSAG-EPRSA, (2011).

Adaptado por: Rubén Darío Ledesma.

De los datos se concluye que la población rural de Archidona tiene una producción de residuos sólidos orgánicos en un porcentaje del 36,63% y

63,37% de residuos sólidos inorgánicos. Aquí se destaca que la producción de orgánicos en el sector rural es menor.

Respecto al sistema de manejo del Botadero de Basura, los datos a continuación presentados son datos que se realizó mediante la información bibliográfica del Municipio, por lo cual, se modeló un esquema de los valores que ingresaron al Botadero a través del software de Excel 2010(Ver Anexo Tablas.Estimación de residuos sólidos dispuestos en el Botadero de Basura San José).

En la tabla 26, se presenta los datos de entrada para la obtención del área y volumen del botadero.

Tabla 26. *Valores principales en Excel para el cálculo y área del botadero de basura.*

FACTORES CONSIDERADOS	VALOR	UNIDAD
Población	18551	hab
Tasa de crecimiento anual	0,05	-
Desechos sólidos recolectados en la semana	13200	kg/semana
Cobertura	0,85	-
Densidad de desechos sólidos recién compactados	300	kg/m ³
Densidad de desechos sólidos estabilizados	400	kg/m ³
Material de cobertura	0,2	m
Profundidad media	10	m
Factor de aumento de área adicional	0,3	-

Fuente: Organización Panamericana de la Salud, (2012).

Adaptado por: Rubén Darío Ledesma.

Los valores de la población, son valores obtenidos del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos on line [INEC-on line] y se tomó los valores del Censo 2001 debida a que se realizó una “*Reseña histórica*” de los datos iniciales desde la creación del Botadero de Basura para comprobar la información

manejada en la municipalidad, y estimar los datos necesarios para considerar en la propuesta del Cierre Técnico.

Los resultados de la “*Reseña histórica*” se presentarán en el Capítulo de Resultados en la presente investigación.

2.6.2. Características y Caudal de Lixiviado.

La metodología utilizada para el cálculo de lixiviados en el Botadero de Basura, se utilizó el método suizo. Según Ehrigh, H. (1992) el método toma en cuenta los siguientes factores:

- Precipitación pluvial en el área del relleno.
- Escorrentía superficial y/o infiltración subterránea.
- Evapotranspiración.
- Humedad natural de los RSM.
- Grado de compactación.
- Capacidad de campo (capacidad del suelo y de los RSM para retener humedad).

Según Ehrigh, H. (1992) el “volumen de lixiviado está fundamentalmente en función de la precipitación pluvial. No solo la escorrentía puede generarlo, también las lluvias que caen en el área del relleno provocando que su cantidad aumente, ya sea por la precipitación directa sobre los residuos depositados o por el aumento de infiltración a través de las grietas en el terreno” (p. 97).

Mediante la ecuación 4 del método suizo tenemos que:

$$Q = \frac{P * A * K}{t}$$

Donde:

Q : Caudal medio de lixiviado (m³/h)

P : Precipitación media anual (mm/año)

A : Área superficial del relleno (m²)

t : Tiempo (h)

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

Para los valores de K:

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

Para el caso del Botadero de Basura de Archidona, el peso específico de los residuos sólidos es débilmente compactado debido a su sistema de manejo convencional, el cual el valor de K se consideró de 0.30.

Aplicando la ecuación 4 para el botadero de basura de Archidona, se obtiene el siguiente caudal presentada en la tabla 27.

Tabla 27. *Método suizo para estimar el caudal de lixiviado del Botadero de Basura de Archidona.*

PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL	ÁREA SUPERFICIAL DEL RELLENO	TIEMPO	COEFICIENTE DE COMPACTACIÓN	TOTAL		
m	m ²	h	-	m ³ /h	l/s	m ³ /día
4,224	15204,1	8760	0.30	2,19	0,60	52,78

Fuente: Ehrigh. 1992

Adaptado por: Rubén Darío Ledesma.

Determinando la ecuación de método de suizo, tenemos que el caudal de lixiviado del Botadero de Basura de Archidona es de 0.60 l/s.

Adicional ala medición de caudales teóricos mediante éste método, se realizó un aforo de caudales que se presentará en el Capitulo de Resultados, y también se realizó una muestra compuesta de de lixiviados como se muestra en la Figura 26 y en el Anexo. Ficha de Campo B.

Las muestras de lixiviado se traslado a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, al Centro de Servicios Técnicos y Transferencia Tecnológica Ambianta, al Laboratorio de Análisis Ambiental e Inspección, con número de acreditación de acuerdo al Organismo de Acreditación Ecuatoriano de Laboratorios de OAE LE 2C 06-008.

Figura 26. A) *Muestra compuesta y mediación de lixiviado total.* B) *Tubo conductor de lixiviado.*



Elaborado por: Rubén Darío Ledesma.

Figura 27. *Recolección de muestras y preparación para el traslado al laboratorio.*



Elaborado por: Rubén Darío Ledesma.

El análisis que se realizó es de tipo Físico Químico con los parámetros de acuerdo al Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundario, Libro VI, Anexo 6, en su Artículo 4.10, relativo a las normas generales para el saneamiento de los botaderos de desechos sólidos, en el literal “4.10.3 Se deberá realizar como mínimo los siguiente análisis físico-químicos a los lixiviados captados como efluentes del Botadero de desechos sólidos:

Temperatura, pH, DBO5, DQO, sólidos totales, nitrógeno total, fósforo total, dureza, alcalinidad, calcio, magnesio, cloruros, sulfatos, hierro, sodio, potasio, sólidos disueltos, plomo, mercurio, cadmio, cromo total, cianuros, fenoles y tensoactivos”(p. 457).

De acuerdo a esta referencia se realizó los análisis de lixiviado anteriormente mencionado (Ver Anexo de Figuras. Resultados del Laboratorio A & B) y se obtuvieron los siguientes resultados presentados en la siguiente tabla.

Tabla 28. Resultados de Análisis Físico Químico de lixiviados.

PARÁMETROS		UNIDAD	RESULTADO
1	Potencial de Hidrogeno	Unidad de pH	8.12
2	Dementada Química de Oxigeno	mg/L	3100
3	Dementada Bioquímica de Oxigeno	mg/L	820
4	Sólidos Totales	mg/L	70.68
5	Nitrógeno Total	%	0.05
6	Fosforo Total	mg/L	5.66
7	Dureza Total	mg/L	975
8	Alcalinidad Total	mg/L	2325
9	Calcio	%	1.34
10	Magnesio	%	0.19
11	Cloruros	mg/L	1225
12	Sulfatos	mg/L	<8
13	Hierro	mg/L	212.75
14	Sodio	%	0.73

	PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO
15	Potasio	%	6.44
16	Plomo	mg/L	<0.3
17	Salidos Disueltos Totales	mg/L	7000
18	Mercurio	mg/L	<0.001
19	Cadmio	mg/L	<0.04
20	Cromo	mg/L	17.09
21	Cianuro	mg/L	<0.002
22	Fenoles	mg/L	0.018

Fuente: LABCESTTA.(2012).

En el Libro VI, Anexo 1 del Texto Unificado de Legislación Ambiental, el Artículo 4.2. Criterios Generales para la Descarga de Efluentes, en el literal 4.2.1.15 *“Los lixiviados generados en los rellenos sanitarios cumplirán con los rangos y límites establecidos en las normas de descargas a un cuerpo de agua.”*(p. 321).Se realizó el análisis de los valores que están en el límite máximo permisible respecto al Artículo 4.2.3. Normas de Descarga de Efluentes a un Cuerpo de Agua o Receptor: Agua Dulce y Agua Marina, del mismo Libro y Anexo.

Los resultados interpretativos de los lixiviados se presentarán en el Capítulo 4. De esta investigación.

2.6.3. Determinación de Generación de Biogás.

El Modelo Ecuatoriano de Biogás, (2009) provee una herramienta automática para estimar la generación y recuperación de biogás en sitios de disposición final en Ecuador.

El modelo provee los cálculos en recuperación de biogás mediante la multiplicación de la generación de gas por la eficiencia de captación estimada.El biogás es generado por la descomposición de desechos sólidos en un sitio de disposición final, y puede ser recuperado bajo la operación de un sistema de captación de biogás construido en el sitio.

Las matemáticas de decaimiento de primer orden de este modelo es la presentada en la ecuación 5.

Ecuación 5. Modelo de Decaimiento de Primer Orden

$$Q = \sum_0^n \frac{1}{\%_{vol}} K M L_0 e^{-K(t-t_{lag})}$$

Donde:

Q	Cantidad total de biogás generado (Metros Cúbicos Normales)
n	Número total de años modelados
t	Tiempo en años desde que los desechos fueron depositados
t _{lag}	Tiempo estimado entre la disposición de desechos y la generación de metano
% vol	Porcentaje volumétrico estimado de metano en el biogás
L ₀	Volumen estimado de metano generado por tonelada de desecho sólido
K	Tasa estimada de decaimiento de desecho orgánico
M	Masa de desechos colocados en el lugar en año t (toneladas)

Las dos variables de L₀ y k dependen de la composición de los desechos en el sitio, sin embargo, estos son todavía basados en estimaciones y la experiencia empírica de tasas de degeneración de gas en sitios similares.

La variable 'k', el ritmo al que la fracción orgánica de desechos se degrada dentro de la masa de desechos, puede variar entre 0.1 y 0.01. Esta amplia variación (un factor de 10) resulta de la disponibilidad de carbono orgánico en los desechos y depende del contenido de humedad de los mismos.

La variable L₀, la cantidad de metano generado, varía de 60m³/tonelada a 120m³/tonelada para basura doméstica común. En más desechos inertes este valor puede ser significativamente más bajo. El factor potencial de dos en esta variable depende principalmente de la cantidad de carbono orgánico dentro de los desechos y la disponibilidad de éste.

Por lo tanto en ambas variables, la disponibilidad de carbono orgánico desempeña un papel clave en la cantidad de biogás generado y esta es una función de la condición de los desechos. Al contrario, el importe de carbono orgánico es una función del tipo de desechos.

Determinar los valores exactos para ambos k y L_0 requiere un conocimiento detallado de los insumos de desechos en el sitio, las condiciones biológicas del vertedero. Las aportaciones de desechos de comunidades específicas, las condiciones ambientales, el historial generado durante un número de años de extracción de gas de sitios similares pueden utilizarse para ajustar empíricamente los valores de k y L_0 .

El modelo de Ecuador requiere información específica del sitio para producir cálculos de generación. El modelo proporciona valores predeterminados para k y L_0 . Los valores predeterminados están basados en datos específicos obtenidos de vertederos en Ecuador como resultado de la cooperación técnica de la Asociación M2M con el país.

Aplicando el Modelo, en el Botadero de Basura de Archidona, se realizó los levantamientos de datos necesarios para estimar la generación de biogás, los resultados obtenidos por el modelo se presenta en la tabla 29.

Tabla 29. *Proyecciones de generación y recuperación de biogás.*

BOTADERO DE BASURA SAN JOSE DE ARCHIDONA									
AÑO	ÍNDICE DE DISPOSICIÓN (TONELADAS MÉTRICAS/AÑO)	TONELADAS ACUMULADAS (TONELADAS MÉTRICAS)	GENERACIÓN DE BIOGÁS			EFICIENCIA DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN	RECUPERACIÓN DE BIOGÁS DEL SISTEMA EXISTENTE/PLANEADO		
			(m³/min)	(m³/hor)	(mmBTU/año)	(%)	(m³/min)	(m³/hor)	(mmBTU/año)
2005	810	810	0,0	0	0	60%	0,0	0	0
2006	859	1.668	0,0	1	194	60%	0,0	1	117
2007	911	2.579	0,0	2	386	60%	0,0	1	231
2008	966	3.545	0,1	4	575	60%	0,0	2	345
2009	1.024	4.569	0,1	5	762	60%	0,0	3	457
2010	1.086	5.655	0,1	6	950	60%	0,1	4	570
2011	1.152	6.807	0,1	7	1.137	60%	0,1	4	682
2012	1.222	8.029	0,1	8	1.326	60%	0,1	5	796
2013	9.324	17.353	0,2	10	1.518	60%	0,1	6	911
2014	10.698	28.051	0,4	23	3.639	60%	0,2	14	2.184
2015	12.155	40.207	0,6	38	5.928	60%	0,4	23	3.557
2016	12.155	52.362	0,9	54	8.390	60%	0,5	32	5.034
2017	13.700	66.062	1,1	68	10.663	60%	0,7	41	6.398
2018	15.339	81.401	1,4	84	13.132	60%	0,8	50	7.879
2019	17.077	98.478	1,7	101	15.805	60%	1,0	61	9.483
2020	18.920	117.397	2,0	119	18.689	60%	1,2	72	11.214
2021	20.874	138.271	2,3	139	21.794	60%	1,4	84	13.077
2022	22.947	161.218	2,7	161	25.130	60%	1,6	96	15.078
2023	25.145	186.363	3,1	183	28.706	60%	1,8	110	17.224

Tabla 29. *Proyecciones de generación y recuperación de biogás.*

BOTADERO DE BASURA SAN JOSE DE ARCHIDONA									
AÑO	ÍNDICE DE DISPOSICIÓN (TONELADAS MÉTRICAS/AÑO)	TONELADAS ACUMULADAS (TONELADAS MÉTRICAS)	GENERACIÓN DE BIOGÁS			EFICIENCIA DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN	RECUPERACIÓN DE BIOGÁS DEL SISTEMA EXISTENTE/PLANEADO		
			(m³/min)	(m³/hor)	(mmBTU/año)	(%)	(m³/min)	(m³/hor)	(mmBTU/año)
2024	27.476	213.838	3,5	208	32.536	60%	2,1	125	19.521
2025	29.948	243.786	3,9	234	36.630	60%	2,3	140	21.978
2026	32.569	276.355	4,4	262	41.003	60%	2,6	157	24.602
2027	35.349	311.705	4,9	292	45.669	60%	2,9	175	27.402
2028	38.298	350.002	5,4	324	50.644	60%	3,2	194	30.387
2029	41.425	391.427	6,0	357	55.945	60%	3,6	214	33.567
2030	44.741	436.168	6,6	393	61.588	60%	3,9	236	36.953
2031	48.257	484.425	7,2	432	67.593	60%	4,3	259	40.556
2032	51.986	536.411	7,9	473	73.981	60%	4,7	284	44.389
2033	55.941	592.352	8,6	516	80.773	60%	5,2	310	48.464
2034	60.135	652.488	9,4	562	87.993	60%	5,6	337	52.796
2035	64.583	717.071	10,2	611	95.664	60%	6,1	367	57.398
2036	69.300	786.372	11,1	663	103.813	60%	6,6	398	62.288
2037	74.303	860.675	12,0	718	112.468	60%	7,2	431	67.481
2038	79.608	940.282	13,0	777	121.659	60%	7,8	466	72.995
2039	85.234	1.025.516	14,0	840	131.416	60%	8,4	504	78.850
2040	91.200	1.116.717	15,1	906	141.774	60%	9,1	543	85.064
TOTAL	1.116,717	12.073,133	176,0	10.558,0	1.652,642	60%	95,8	5.749,0	899.924,0

Adaptado por: Rubén Darío Ledesma.

Los resultados obtenidos del modelo son valores de estimados de Generación de Biogás y valores a Captarse o recuperarse. Se realizó una proyección de 40 años de estimación que permite cuantificar a los gases durante la estabilización de los desechos después de realizar el Cierre Técnico del Botadero. Los resultados más explícitos se desarrollarán en el Capítulo 4 de esta Investigación.

2.7. PROPUESTA DEL PLAN DE CIERRE TÉCNICO DEL BOTADERO DE BASURA SAN JOSÉ DE ARCHIDONA.

Este capítulo se refiere a la propuesta del Plan de Cierre del Botadero que será evaluada por el GAD Municipal de Archidona, quien se encargará en la aprobación del ofrecimiento, y posteriormente en la ejecución del mismo.

Para el presente plan se consideró 5 puntos importantes de acuerdo al que serán tomados en cuenta por las deducciones de la investigación.

2.7.1. Procesos Previos Administrativos.

En este proceso se referirá a la aprobación del Plan de Cierre Técnico de acuerdo a las circunstancias Legales que acaecido el Botadero de Basura y en base a la naturalidad circunstancial del sistema de manejo y en la investigación presentada.

2.7.1.1. Aprobación del Estudio Impacto Ambiental del Nuevo Relleno Sanitario.

Al momento de realizar el Cierre Técnico del Botadero de Basura, se debe efectuaren conjunto la celda diaria que después se convertirá parte o celda primaria del nuevo Relleno Sanitario (De acuerdo al Ministerio del Ambiente Regional Napo el Botadero de San Pablo se convertido en Relleno Sanitario) como lo estipula en la Norma de Calidad Ambiental para el Manejo y Disposición Final de Desechos Sólidos no Peligrosos del Libro VI Anexo 6, en su Artículo 4.10.9.

2.7.1.2. Socialización del Proyecto de Cierre.

El proyecto de Cierre Técnico del Botadero de Basura deberá cumplir todos los requisitos de acuerdo al Marco Legal presentado en capítulos anteriores, de los cuales se citan brevemente en los siguientes puntos:

- Constitución de la República del Ecuador, El Capítulo de Biodiversidad y Recursos Naturales, el Artículo 395, literal 3 “El Estado garantizará la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas, en la planificación, ejecución y control de toda actividad que genere impactos ambientales” (p.146).
- Ley de Gestión Ambiental en el Capítulo III de Los Mecanismos de Participación Social, Capítulo IV de la Capacitación y Difusión.
- Libro VI del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria, el Capítulo III del Objetivo y los Elementos Principales del Sub-Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, el Artículo 20.

Tomando en cuenta las fortalezas del análisis DAFO que tiene el GAD-Municipal de Archidona, para construir en las fortalezas, la Participación Ciudadana para el Proyecto de Cierre, será la oportunidad para llegar a una comunicación efectiva entre Institución y “*Comunidad Archidonense*” que prescindirá las debilidades respecto al proyecto y lograr los objetivos planteados políticos y ecológicos.

2.7.1.3. Aprobación y Ejecución del Proyecto de Cierre.

Cumplido todos los requisitos administrativos se deberán aprobar el proyecto de Cierre Técnico del Botadero de Basura, ante el Ministerio del Ambiente Regional Napo que será la última etapa en este análisis.

Integrando los elementos desarrollados en cada capítulo de esta investigación, se elaboró la propuesta más adecuada para el Plan de Cierre Técnico del Botadero de Basura San José de Archidona, previo el análisis de los diferentes componentes y las actividades, trabajos y labores que

causan impactos negativos al ambiente y que se realizaran con la ejecución del proyecto en sus diferentes Etapas.

2.7.2. Etapa de Construcción.

Para la minimización de los impactos ambientales evaluados en las Matrices de Impacto y de Importancia se seguirá un conjunto de medidas de prevención y mitigación que deben aplicarse en esta etapa del proyecto.

2.7.2.1. Programa de Prevención y Mitigación de la Contaminación Ambiental.

2.7.2.1.1. Manejo para la Calidad del Aire y Emisiones de Fuentes Móviles.

Durante la fase de construcción se ejecutarán actividades encaminadas a disminuir las emisiones al aire, para lo cual se recomienda:

- a) Todas las actividades se deberán desarrollar en el área destinada del proyecto, en lo posible mantener húmedo el suelo para las emisiones de polvo que puede producir en las obras de construcción como excavaciones, acopio de materiales pétreos, levantamientos de polvos de carreteas, etc.
- b) El acopio de materiales con granos finos, incluyendo arena y áridos, se ubicarán en sitios adecuados dentro del predio y deberán estar protegidos con materiales cobertores como plásticos o lonas para evitar que la acción del viento levante partículas finas. Los trabajadores deberán tener todo el equipamiento de seguridad industrial para contrarrestar este impacto.
- c) Desarrollar un plan de mantenimiento por parte del GAD-Municipal de Archidona, para el buen estado de funcionamiento de los camiones que transportan los materiales de construcción y los residuos de combustible de vehículos a diesel. Esta medida aportará muy

considerablemente a la reducción de las emisiones gaseosas propias de motores de combustión.

- d) Los vehículos utilizados para el transporte de tierra, material pétreo o cualquier otro material que pueda esparcirse por el viento, deberá proveerse de carpas o cubiertas; de material resistente para garantizar el transporte seguro de dichos sólidos e impedir que se derrame. Los vehículos deberán circular a velocidades no mayores de 20 Km/h en el área de influencia del proyecto.
- e) Se prohíbe la quema a cielo abierto para eliminación de desperdicios y desechos tales como: llantas, cauchos, plásticos, arbustos, malezas u otros residuos.
- f) Los trabajos se ejecutarán con equipos y procedimientos constructivos destinados a la minimización de emisiones contaminantes a la atmósfera, para lo cual, el encargado de la obra deberá controlar el uso de productos químicos tóxicos y volátiles.
- g) Con la finalidad de evitar partículas en suspensión en los caminos y áreas de trabajo generados por el tráfico de vehículos, se deberá esparcir agua con la ayuda de un tanque cisterna en los caminos del predio y áreas de trabajo.
- h) Queda prohibido el riego de aceite quemado para atenuar efecto del literal “g”.

2.7.2.1.1.1. Nivel Acústico.

Las acciones en la etapa de construcción del proyecto originarán niveles de ruido puntual por la utilización de cortadoras, taladros, maquinaria pesada y demás equipos, por lo cual se tomarán las siguientes acciones:

- a) Se elegirá equipos y maquinarias en buen estado de calibración, funcionamiento, mecánica, etc., para disminuir los niveles de ruido.
- b) Se realizará periódicamente el mantenimiento de los equipos y maquinaria que se utilizará.

- c) Se proporcionará equipos de protección personal (EPP) a todos los obreros que trabajan cerca de los equipos y maquinarias (Ver Anexo de Figuras) que generen ruido significativo superior a los 80 dB.

2.7.2.1.2. Manejo para el Factor Suelo.

Para la fase de construcción, los impactos identificados en el recurso suelo son de carácter irreversible y solamente se podrá remediar o restablecerlo con medidas correctoras en la etapa de abandono, para lo cual es recomendable que el suelo no utilizado tenga cubierta vegetal para evitar futuros procesos de erosión. En referencia a este recurso se adoptaran las siguientes medidas:

Preparación del terreno para construcciones generales.

- a) Se recolectará selectivamente y se desalojarán los diversos tipos de residuos, así como también se retirarán elementos constructivos como: andamios, cajas, tableros de madera, herramientas menores, cables, restos de plásticos etc.).
- b) Con el fin de evitar la contaminación del recurso suelo y subsuelo por el almacenamiento temporal de combustibles, aceites y grasas se mantendrá un control estricto de los tanques de almacenaje.
- c) Los tanques deberán estar en buenas condiciones para evitar fugas y derrames, además contarán con su respectiva señalización y delimitación del área destinada para tal efecto adoptando medidas de protección contra la lluvia y viento.
- d) Se ubicarán extintores en el área de almacenamiento de aceites.
- e) Se colocará señalización preventiva en el área de almacenamiento de combustibles con letreros que señalen advertencia, peligros y prohibiciones como la de No Fumar, Prohibido el Acceso, etc.
- f) Se colocará un tanque de 50 gls. con material absorbente (arena o aserrín) en el área de abastecimiento de combustible para el uso en derrames.

- g) Los repuestos de las maquinarias como filtros, absorbentes, franelas, desechos que contengan aceites y grasas se ubicarán en recipientes de metal debidamente identificados con su respectiva tapa de protección de la lluvia.
- h) Para el mantenimiento y lavado de la maquinaria, equipo móvil y otras herramientas se realizará fuera del área del proyecto. Se llevará a los talleres de la municipalidad ubicado a 2 km del lugar del proyecto.

Considerando que el Botadero controlado de San Pablo será convertido en un Relleno Sanitario se propone tomar en cuenta los parámetros para el diseño de las celdas con la siguiente metodología de la Organización Panamericana de Salud 2007.

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

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

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

Para la celda diaria se recomienda una altura que fluctúe entre 1 y 1,5 metros, esto debido a la baja compactación alcanzada por la operación manual y a fin de brindar una mayor estabilidad mecánica a la construcción de los terraplenes del relleno sanitario. A partir del volumen diario de desechos compactados y teniendo en cuenta las limitaciones de altura, se

calculará el avance y el ancho de la celda, procurando mantener un frente de trabajo lo más estrecho posible, con base en las ecuaciones.

Ecuación 6. Cantidad de RSM que se debe disponer

$$DS_{rs} = DS_p \times (7/d_{hab})$$

Donde:

DS_{rs} = Cantidad media diaria de RSM en el relleno sanitario (kg/día)

DS_p = Cantidad de RSM producidos por día (kg/día) 10

d_{hab} = Días hábiles o laborables en una semana (normalmente d hab = 5 ó 6 días, y aun menos en los municipios más pequeños)

Para el cálculo del volumen de la celda de acuerdo a las ecuaciones siguientes 7 y 8:

Ecuación 7. Volumen de la celda diaria

$$V_c = \frac{DS_m}{D_{rsm}} \times m.c$$

Donde:

V_c = Volumen de la celda diaria (m³)

D_{rsm} = Densidad de los RSM recién compactados en el relleno sanitario manual, 400-500 kg/m³

m. c. = Material de cobertura (20-25%).

Ecuación 8. Dimensiones de la celda diaria

Ecuación 8.1. Área de la celda

$$A_c = \frac{V_c}{h_c}$$

Donde:

A_c = Área de la celda (m²/día)

hc = Altura de la celda (m) - límite 1,0 m a 1,5 m. Flintoff
reporta alturas entre 1,5 y 2,0 m para rellenos sanitarios con
operación manual, con lo que disminuye el material de cobertura.

Ecuación 8.2. Largo o avance de la celda (m)

$$1 = \frac{A_c}{a}$$

Donde:

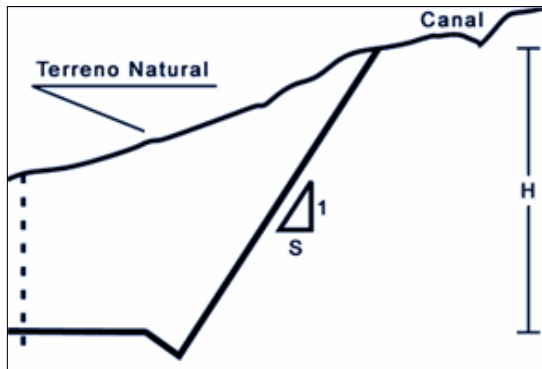
a = Ancho que se fija de acuerdo con el frente de trabajo necesario para la
descarga de la basura por los vehículos recolectores (m). Debe tenerse en
cuenta que en pequeñas comunidades serán uno o dos vehículos como
máximo los que descarguen a la vez, lo que determina el ancho entre 3 y 6 m.

Para los datos adicionales se aplicará la metodología de acuerdo al Anexo de
Tabla. Estimación de residuos sólidos dispuestos en el Botadero de Basura
San José.

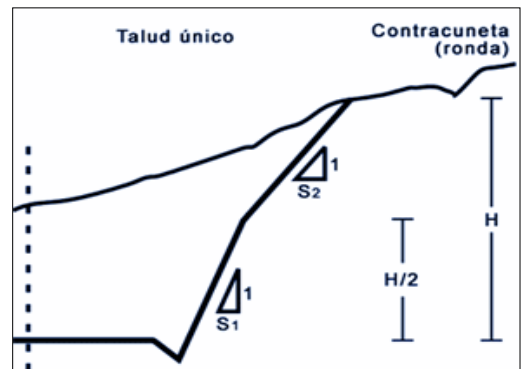
Para la estabilización, nivelación y conformación de taludes se deberá
seguir la siguiente recomendación:

- a) La superficie de base de las plataformas de residuos debe tener una
pendiente negativa de 2 ó 3% con respecto a los taludes del fondo y
laterales, con el objetivo de garantizar el escurrimiento rápido de los
líquidos percolados y su almacenamiento en las zanjas de drenaje.
- b) Para la nivelación del suelo de soporte y los cortes de los taludes, se
recomienda que el movimiento de tierra se haga por etapas,
dependiendo de la vida útil del sitio; así la lluvia no erosionará el
terreno ni se perderá la tierra que podría emplearse como cobertura.
- c) Para un corte de baja altura (menor de cinco metros), se recomienda
un único talud; para alturas mayores, sería mejor tener dos taludes
diferentes, mientras que en otros casos será necesaria la construcción
de bermas o banquetas intermedias (Ver figura 28 a, b & c).

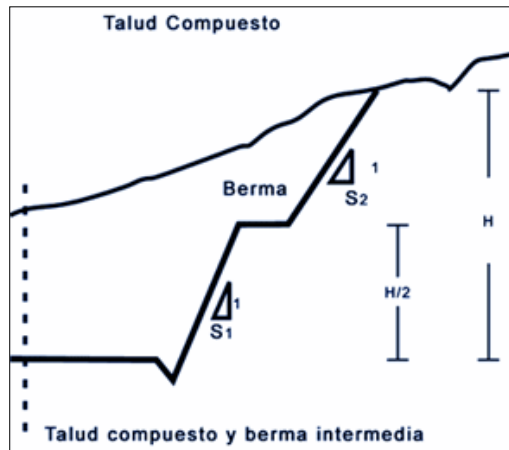
Figura 28a, b, c. *Taludes en corte.*



Talud corte a)



Talud corte b)



Talud corte c)

Fuente: OPS,(2007).

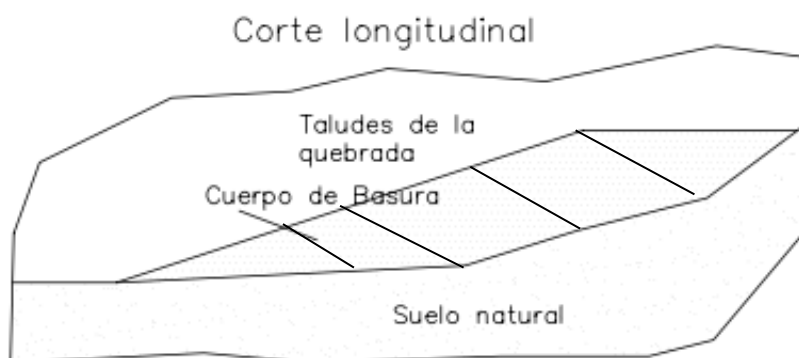
Adaptado por: Rubén Darío Ledesma.

- d) Los taludes del terreno se recomienda dejar de tal manera que no causen erosión y puedan darle buena estabilidad al relleno. Estos pueden ser desde verticales hasta del tipo 3:1 (horizontal:vertical), dependiendo del tipo de superficie según la OPS, (2007).
- e) La superficie de las terrazas o terraplenes deberán tener una pendiente del 2% con respecto a los taludes interiores, a fin de conducir las aguas de lixiviado a las zanjales de drenaje y evitar encharcamientos cuando se usen como vías temporales de acceso; lo

anterior contribuye también a brindar estabilidad a la obra según la OPS, (2007).

Para la disposición final de biogás se deberá seguir el procedimiento de acuerdo a la topografía del Botadero de Basura, se deberá considerar los elementos del sistema que fue manejado convencionalmente en la celda que no tiene sistemas de chimeneas completo, por lo que se deberá realizar la colocación de las mismas considerando los impactos ambientales que producirían esta acción tomando en cuenta la topografía de botadero que presenta taludes de aproximadamente 15 metros de altura en una superficie de pendiente aproximado de 25 % (Figura 29) con características de suelos derivados tanto de depósitos fluviónicos como residuales, y están formados por materiales líticos de naturaleza volcánica y sedimentaria. Son superficiales a moderadamente profundos y de topografía plana a quebrada.

Figura 29. Corte de la Topografía del Botadero de Basura.



Elaborado por: Rubén Darío Ledesma.

Para la colocación de las chimeneas se recomienda seguir las siguientes recomendaciones:

- a) Para la implementación de las 5 chimeneas en la celda de 25m x 35m x 8m hasta llegar a una profundidad de 2 a 3 metros con la asistencia de

una retro excavadora de pala de 1m³ liviana para evitar romper la conducción de biogás.

- b) Durante la excavación se deberá colocar la basura en un lugar cerca para posteriormente facilitar la colocación posterior en el mismo lugar de destino. También se deberá colocar una membrana impermeable cubierta en su totalidad para evitar derrames de líquido lixiviado o percolado y también se deberá colocar raciones de “Cal” para evitar atracción de moscas, roedores, aves de rapiña para disminuir la emanación de olores.
- c) Las chimeneas que se colocarán serán de las siguientes características presentes en la tabla 30:

Tabla 30. *Características de la Chimenea.*

CARACTERÍSTICAS	DETALLE	MATERIAL
Cuadrada tejida con alambre galvanizado	Diametro de 0.5 longitud de 0.5-1 m y malla de < 2cm de tejido. En su extremo superior se coloca un tubo PVC con terminal de acero para quemador con tapa.	Guadua o Pigue de la zona y malla galvanizada.
Material de relleno	Piedra en preferencia de bajo contenido de cal	Piedra bola de 16 cm de diametro
Tubo PVC interior	El tubo PVC perforado con un diametro de 12 mm de diametro.	Tubo PVC.

Fuente: GAD-MA. 2011.

Adaptado por: Rubén Darío Ledesma.

- d) Las chimeneas se culminan colocando un cilindro metálico cortado por la mitad debiéndose mantener en buen estado y protegidas sobre el nivel del perfil terminado como muestra la figura 30.
- e) Por ningún motivo se deberá clausurar una chimenea antes de su tratamiento, se deberá proceder a la combustión previa instalación de un quemador por lo menos a 1.5 m sobre la superficie final del relleno.

Según Röbe, E. (2002) “el drenaje pasivo con chimeneas, es muy importante que se queme el gas de relleno que sale de las chimeneas. Si no, las chimeneas constituyen un peligro importante para los obreros y recicladores en el relleno, porque los gases de relleno salen casi sin dilución de las chimeneas. Los impactos más importantes serían:

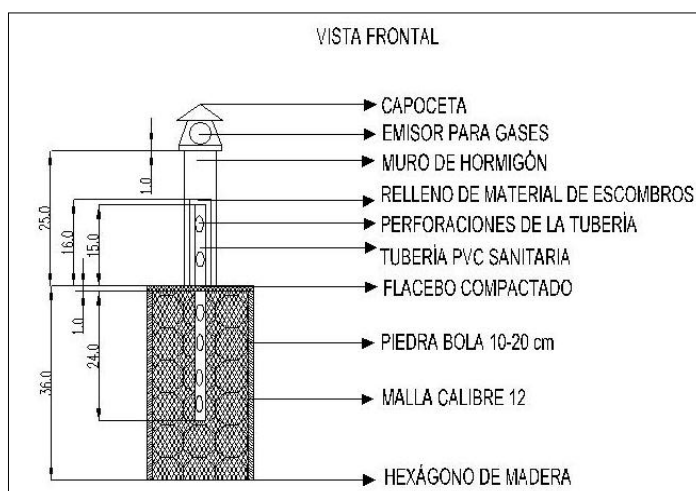
- Dolores de cabeza y náusea (exposición corta, impacto a corto plazo)
- Asfixia (casos extremos)
- Daños al cerebro y al sistema nervioso (exposición durante largo tiempo)

Además, el gas de relleno puro que sale de las chimeneas causa graves daños al medio ambiente” (p.64).

Las actividades de compactación y cobertura final consisten en situar una barrera superficial y horizontal de separación entre los residuos y el medio que los rodea (Ver figura 30). Los principales propósitos de la cubrición final según Fuertes, H. (2009) son:

- a) Minimizar la entrada de agua de lluvia a la capa de residuos y con ello
- b) reducir la generación de lixiviados;
- c) Limitar la salida incontrolada de gases del botadero
- d) Suprimir la proliferación de vectores;
- e) Limitar el potencial de incendios;
- f) Proporcionar una superficie apta para la revegetación del lugar;
- g) Servir como elemento central en la recuperación del lugar.

Figura 30. Características gráficas de la chimenea.



Fuente: Saneamiento y cierre de botaderos a cielo abierto. (2002).

Adaptado por: Rubén Darío Ledesma.

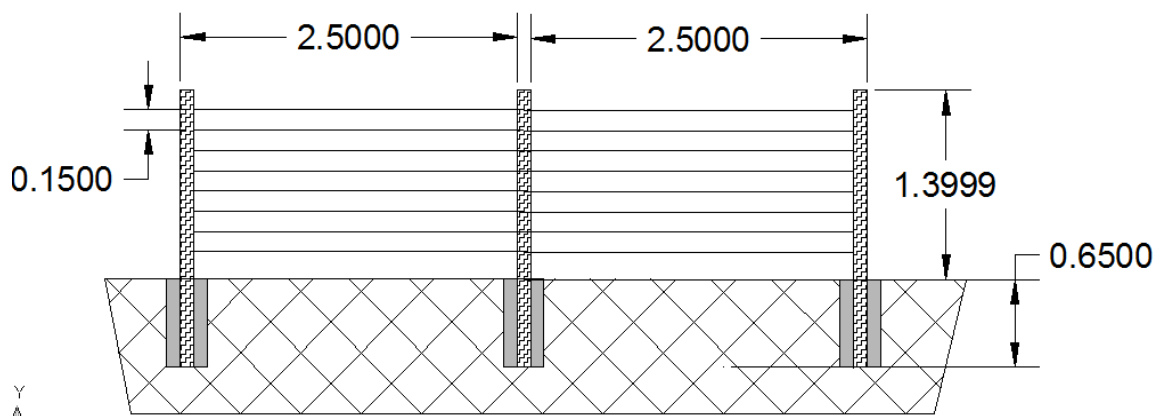
Para la restricción del uso y acceso del botadero se realizará mediante el cercamiento perimetral con alambre de púas postes de madera y grapas. Este cercamiento no solamente evitará el ingreso al público en general sino también la dispersión de residuos sólidos o el ingreso no autorizado.

Teniendo en cuenta que el botadero se encuentra ubicada dentro del área del sector “Santa María” se deberá realizar los linderos correspondientes para no entrar en litigio de tierras.

Para estas actividades se recomienda realizar los siguientes cercos:

- **Cerco Perimetral:** Los sitios escogidos se encerrarán con cercas compuestas por postes de tubo galvanizado de sección 0.1 m x 0.1 m de 1.5 m de altura más 0.65 m de empotramiento con concreto simple. Además se colocarán ocho hilos de alambre de púas calibre 12 y se hincarán a 2.5 m entre sí. Se cubrirá en todo el perímetro del área del proyecto (540 m de alambrado) (Ver figura 31).

Figura 31. *Diseño de las cercas.*



Fuente: Maldonado, J. (2002).

Elaborado por: Rubén Darío Ledesma.

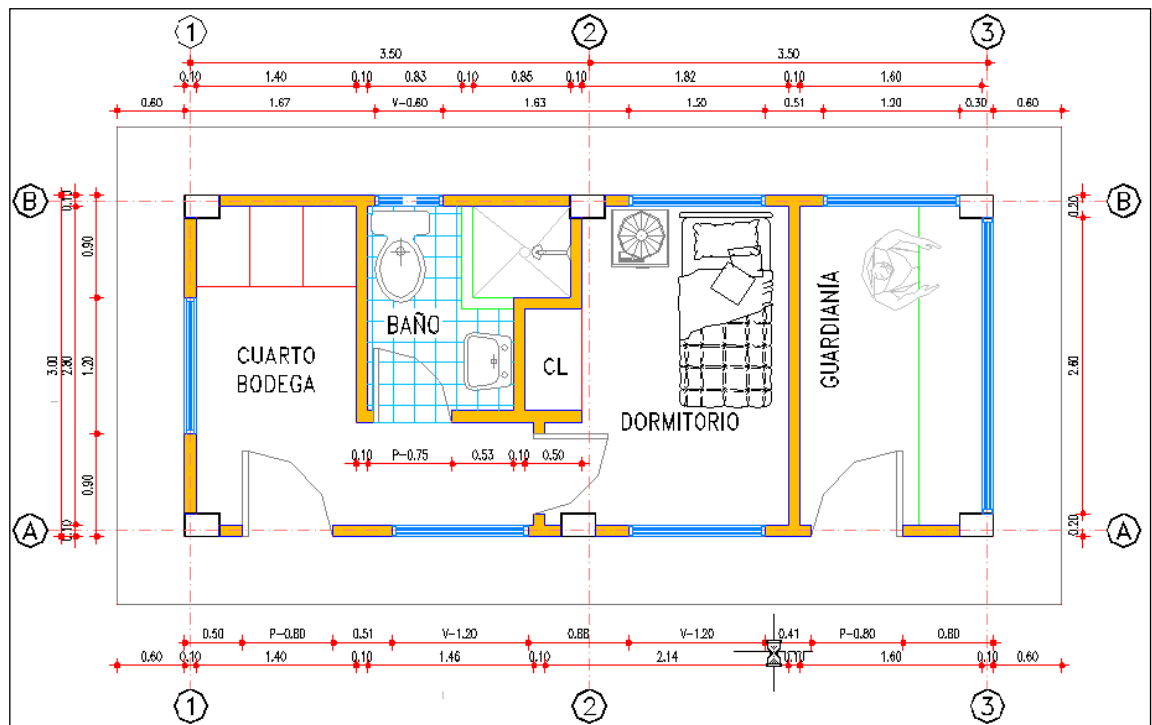
Como obras complementarias se deberá construir una caseta de administración y control del relleno sanitario en cumplimiento al Artículo 4.10.2.2 y 4.10.2.4, del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundario, Libro VI, Anexo 6.

- a) En consideración a que en el sitio será cerrado definitivamente, es necesario construir una caseta de administración, control y vigilancia que permita, entre otros, desempeñar labores administrativas, almacenamiento de herramientas tales como palas, picas, carretillas, instalación de casilleros para la ropa de los trabajadores. En la Figura 32 se presenta una vista en planta de un posible diseño de caseta.
- b) Esta caseta contará con un área administrativa ubicada en la parte sur del Botadero, donde se ubicarán una serie de facilidades para el personal operativo que manejará el lugar, las mismas que se detallan a continuación:

- Área de vestidores y bodega de 4.5 m².
- Área de oficina de 5 m².
- Área de vivienda de guardián de 5.5 m².
- Baño de 3.4 m².

- c) El área total administrativa es de 21 m². Adicionalmente en el área administrativa se propone la colocacion de los tanques imhoff para el tratamiento de las aguas servidas.

Figura 32. Características de la caseta de administracion y control.



Fuente: Maldonado, J. (2002).

Adaptado por: Rubén Darío Ledesma.

2.7.2.1.3. Manejo para el Factor Aguas y Mitigación Ambiental.

Para la fase de construcción existen actividades que son ejecutadas por los trabajadores las cuales podrían producir una alteración negativa sobre el recurso agua, para evitar este impacto adverso se recomienda tomar las siguientes medidas generales:

- a) En el posible caso de ocurrirse derrames de aceites o combustibles en el área del proyecto, éstos serán recogidos de inmediato y se retirará todo elemento vegetal o suelo que resultase contaminado.
- b) Para el posible caso de derrames accidentales de concreto, aditivos acelerantes de concreto, lubricantes, combustibles, etc., en las vías dentro del predio destinado al proyecto, se recolectará de inmediato y se contará con un área autorizada para su disposición final en un recipiente cerrado y hermético.
- c) Se deberá evitar que los lixiviados y residuos tengan como destino final las depresiones y áreas circundantes.
- d) Las superficies y terrazas de las celdas deben tener un acabado uniforme y una pendiente mínima de 2% en dirección aguas debajo de los taludes para facilitar el escurrimiento de las aguas de lluvia que inevitablemente caerían sobre las áreas en rehabilitación o de disposición final.

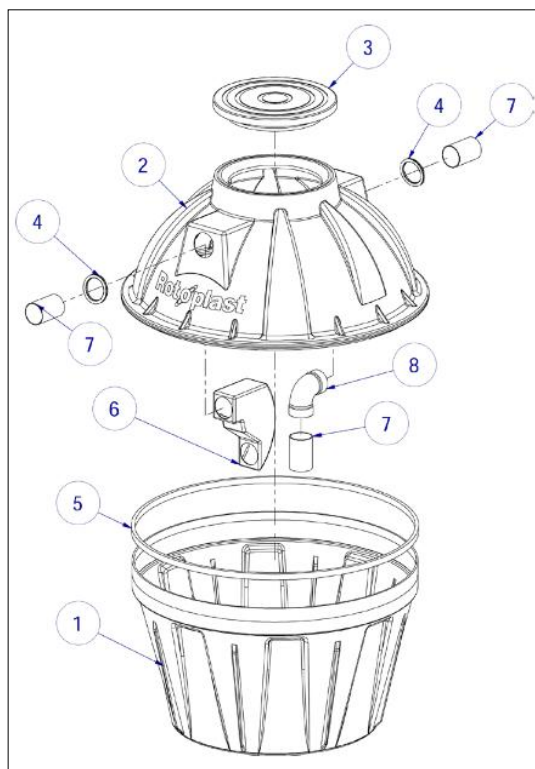
Para la mitigación de las aguas provenientes de la caseta de administración y control se deberá considerar las siguientes medidas:

- a) Se instalará dos tanques Imhoff para captar y disponer de las aguas provenientes del uso de sanitarios utilizadas por el personal encargado de la construcción (Ver figura 33). El tanque es un recipiente donde se depositan las aguas residuales por un período de 24 horas. En él se efectúan procesos físicos - químicos y biológicos que transforman la materia orgánica mediante procesos anaerobios en gases, sólidos y líquidos, formando 3 capas bien definidas: Natas en la superficie, lodos en el fondo y una capa intermedia líquida, que es la que pasa al filtro aerobio. El Tanque Séptico Imhoff incluye un deflector a la entrada con el fin de direccionar el afluente evitando que se agiten los lodos que están en el fondo y zonas muertas en el tanque séptico.
- b) El tanque deberá ser instalado en el subsuelo a una distancia de 3 metros para evitar la emanación de los olores de la descomposición.

aerobia, el destino final que tendrá el efluente del tanque Imhoff será enviada a las alcantarillas de ciudad de Archidona.

- c) Para el manejo de la formación del estero intermitente se deberá encausar su trayectoria mediante tanque de conducción de concreto y llevarlo a un lugar fuera del perímetro del área del Botadero de Basura para que no ocasione daños o mezcla con los efluentes producidos del Botadero.

Figura 33. *Tanque Séptico Imhoff.*



Fuente: Retoplas.(2010).

Pa el control de las aguas de escorrentías de lluvia se deberá considerar las siguientes observaciones:

- a) Se debe realizar la construcción de cunetas perimetrales en las celdas cerradas y en la periferia del área del proyecto para que las aguas superficiales como la lluvia y la escorrentía puedan ser

controlados. También se debe incorporar una capa de cobertura correctamente diseñada con una pendiente superficial adecuada de 3 al 5%.

- b) Las cunetas perimetrales se propone que sean construidas con excavaciones en el terreno y sin revestimiento, para el presente caso se utiliza el método racional, el cual da resultados confiables para áreas pequeñas.
- c) Las cunetas y canales de captación pluvial seguirán los contornos de la vía y los ductos existentes pero optimizando su funcionamiento y cobertura. Las zanjas para el desvío de aguas lluvias se harán en forma trapezoidal (Ver figura 34), el fin de estas estructuras será desviar las aguas de escorrentía fuera de las diferentes áreas de trabajo de las celdas de disposición de residuos. Los cálculos correspondientes son:

Ecuación 9. Método racional

$$Q_p = \frac{C * I * A}{360}$$

Donde:

Q_p = Caudal a ser drenado en m³/s

C = Coeficiente de escurrimiento superficial.

I = Intensidad de lluvia crítica mm/ h.

A = Área de recepción de la cuenca Ha.

El coeficiente de escurrimiento para suelo del Botadero de Basura es de 0,45 con características de vegetación ligera y pendiente del terreno entre el 5% y 20 %. El área de recepción es de 1,5 Ha, que es el área aportación del botadero.

Los valores de intensidad diaria de lluvia para el Cantón Archidona es 5,61 mm con un retorno de retorno de 10 años y para el cálculo de

intensidad de precipitación se elabora de acuerdo a la ecuación del INHAMI:

Ecuación 10. Intensidad de precipitación para retorno n

$$I_{TR} = 46.296 * Id_{TR} * t^{-0,3259}$$

Donde:

I_{TR} = Intensidad de precipitación para cualquier período de retorno en mm/h.

Id_{TR} = Intensidad diaria para un periodo de retorno mm

TR = Período de retorno en años.

t = Tiempo de duración de la lluvia en minutos, se adopta 60 minutos.

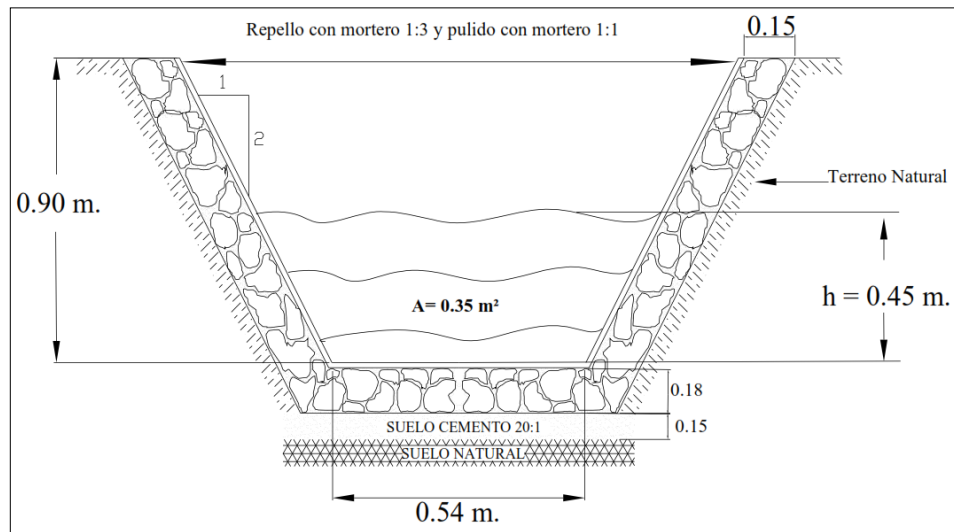
$$I_{TR} = 46,296 * (5,6) * (60^{-0,3259}) = 68,27 \text{ mm/h}$$

$$Q = [0,45 * (68,27) * (2,00)] / 360$$

$$Q = 0,17 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

- d) Estos canales no deben propiciar velocidades mayores a 3 m/s ni menores a 0,5 m/s por lo cual se deben mantener pendientes entre 2 y 5%.
- e) Se debe realizar un control y mantenimiento periódico al sistema de recolección y drenaje de escorrentía.

Figura 34. Transversal de un canal trapezoidal.



Fuente: GAD-Municipal la Florida, (2009).

Adaptado por: Rubén Darío Ledesma.

Un importante manejo para el Cierre Técnico del Botadero de Basura es el sistema de tratamiento de lixiviados. El diseño de una planta de tratamiento de lixiviado está directamente condicionada al caudal y tipo de lixiviado generado. Éstos a su vez están determinados por un conjunto de elementos en los que pesan fundamentalmente la composición de la basura, la forma de operación del Relleno y las condiciones climáticas del lugar donde se realiza.

Keenan et al., (1983); Pohland y Harper, (1985); Contreras et al., (1988) citado por Borzacconi, L. (2007) manifiesta que “existen en la bibliografía numerosas referencias de tratamientos fisicoquímicos de lixiviados que presentan los inconvenientes del costo de reactivos químicos y la generación de lodos de difícil disposición. Además, los lixiviados a los cuales se les aplica este tipo de tratamiento son en general lixiviados "viejos", en los cuales la relación DBO/DQO es baja. En el caso del lixiviado producido en el Relleno de Montevideo la relación está en el entorno de 0.6 lo que estaría indicando un lixiviado altamente biodegradable, y como las concentraciones de

materia orgánica son altas es aconsejable utilizar métodos de tratamiento biológicos” (p.5).

Los análisis de lixiviados presentados en el Capítulo 3.6 de esta investigación, el caudal de lixiviado, las Condiciones Meteorológicas, de acuerdo al manejo convencional del Botadero de Basura de Archidona, al desarrollo de la investigación y a la Revisión de Literatura se propone el tratamiento de lixiviados mediante filtros percoladores (Ver Anexo de Diseño del Filtro Percolador).

Según Reyes, F. (2005) “los filtros percoladores son bioreactores que por medio de una capa de microorganismos adherida a un medio permeable permite la depuración de agua residual de manera aerobia. El medio permeable recibe el nombre de empaque y los microorganismos forman una capa en el empaque a la que se le denomina biopelícula o lama.

El empaque puede ser de roca o plástico. El diámetro de las rocas varía de 25 a 100 mm y la profundidad del filtro puede ser entre 0.9 y 3 m, cuando el empaque es plástico se tiene profundidades de 9 a 12 m. la materia orgánica del agua residual a depurar es el alimento de los microorganismos que se forman” (pp. 58-63).

Para el sistema de tubería en el Filtro Percolador se recomienda adoptar las siguientes recomendaciones de acuerdo en los cálculos presentados en el Anexo de Diseño del Filtro Percolador, los cuales también se siguen lo siguiente:

- a) El sistema de drenaje de cada zanja irá en el sentido longitudinal, se excavan las zanjas y se colocará piedra bola de diámetro nominal de 6 cm en el fondo.
- b) El filtro debe ser suficientemente permeable para permitir el flujo de lixiviado dentro del dren, con poca pérdida de carga; para garantizar la permeabilidad se ha sugerido a diseñar los drenes con un medio filtrante de grava de 6 cm.

- c) Adicionalmente se instalará dentro del dren un tubo colector de lixiviado de PVC cuyo diámetro deberá ser de 110mm y también será la misma medida para la conducción del lixiviado hacia los Filtros Percoladores.
- d) Es conveniente que el fondo y las paredes del dren sean recubiertos a fin de impedir infiltración de lixiviados, mientras que en la parte superior se recomienda colocar ramas secas o sacos de yute para infiltrar los líquidos hacia el dren y retener las partículas finas que lo pueden colmatar.
- e) La pendiente del dren principal y los drenes secundario será del 2% para las dos fases, de acuerdo a las condiciones topográficas del Botadero de Basura con el fin de no realizar demasiadas excavaciones.
- f) Para realizar la conducción del líquido lixiviado hacia el Filtro Percolador se considerará su caudal de 0.6 l/s, que representa el caudal de las celdas.

Para el diseño del Filtro Percolador se recomienda las siguientes consideraciones:

- a) La evacuación del lixiviado generado en las plataformas del relleno se realizará mediante zanjas de drenaje. Estos drenes serán constituidos por piedras las cuales actúan adicionalmente como filtro biológico, debido a la capa biológica que se desarrolla alrededor del medio filtrante.
- b) El tamaño del medio granular debe ser de 4 a 8 cm, en filtros cuya altura varía entre 3 y 4 m. Dicho tamaño de grano deberá conservar en casi toda la altura del filtro, excepto en una capa final en la parte superior de 20 cm de espesor donde el grano disminuye su tamaño entre 2 y 4 cm. En el fondo de los filtros, para facilitar la salida del agua, se dispondrá una capa de soporte de 15 cm de altura, con piedras entre 8 y 10 cm.
- c) El filtro biológico se lo realizará abierto con el fin de posibilitar la aireación natural, para el cual, se deberá realizar excavaciones en el

suelo, con taludes perimetrales 1:1. En el fondo se dispondrá una red de tuberías que consiste en una colectora con ramales laterales cuyo diámetro será el mismo de la conducción es decir de 110 mm dispuestos cada 2 metros, unidos a un ramal ascendente que, a partir de un codo de 45°, emergerá a la superficie en una longitud de hasta 0.50 metros, con el extremo pintado de negro para favorecer que la radiación solar incidente propicie un tiro de aire adecuado.

- d) En la parte superior, se lo realizará a partir del extremo final de las zanjias colectoras que almacenan los lixiviados, mediante una tubería de 110 mm con laterales de 75 mm dispuestos cada metro, se aplicará el caudal de lixiviados producidos en forma simétrica sobre la superficie del filtro. Las tuberías laterales superiores pueden estar enterradas unos 10 cm bajo la superficie de piedra, o, descansando directamente sobre ella, suponiendo que la superficie se encuentra nivelada convenientemente. En ambos casos, las tuberías laterales deberá tener perforaciones de 1 cm de diámetro cada 20 centímetros de longitud.
- e) Para el dimensionamiento de los filtros biológicos se debe efectuar considerando una concentración de DQO de 5000 g/m³ de lixiviado (mayor que el nivel de DQO obtenido), valor que se considera por el diseño del Filtro Percolador y por las variaciones que sufre los lixiviados en el transcurso del tiempo.
- De igual manera el diseño se lo realizará, para el caudal 0.6 l/s.

2.7.2.1.4. Manejo para el Factor Flora.

La destrucción de las especies vegetativas durante las labores de construcción del cierre del botadero de basura será eminente y su recuperación se la realizará a largo plazo hasta cuando se realice la reforestación del área y se proceda con las actividades de recuperación de la vegetación, sin embargo se adoptaran medidas generales destinadas al control de este impacto, entre estas son:

- a) Los trabajos de limpieza y desbroce de la cobertura vegetal, se la realizará solo en el área destinada para los trabajos de construcción controlando que el daño sea el menor posible, esto se realizará demarcando mediante estacas y marcas para que el desbroce de la vegetación no sobrepase los límites del proyecto.
- b) Los márgenes del predio destinado a la construcción se deberán reforestar en las zonas donde la vegetación es densamente deficiente, se deberá reforestar con árboles suficientemente para crear una barrera de viento o cercas vivas.
- c) El responsable de controlar el desbroce de la vegetación es el contratista, el deberá restringir los cortes innecesarios y que se encuentren fuera de la franja máxima establecida, la cual deberá estar debidamente señalizada.

2.7.2.1.5. Manejo para el Factor Fauna.

Las siguientes medidas están encaminadas a proteger las especies animales del sector:

- a) Bajo la responsabilidad del contratista todas las personas que laboran en el área del proyecto quedan prohibidas de realizar capturas de cualquier especie de fauna existentes en la zona.
- b) El contratista y los obreros estarán capacitados para que durante la fase de construcción y operación del proyecto se realice el rescate de cualquier especie de animales propiciando la reincorporación del mismo hacía su hábitat.
- c) A fin de preservar la flora y fauna del sector, el contratista adaptara señales de tipo informativo y preventivo en lugares estratégicos en el área del proyecto.

2.7.2.1.6. Manejo para el Tráfico Vehicular Externo.

Las siguientes medidas están encaminadas a evitar y prevenir accidentes que afecten a la salud laboral y poblacional:

- a) Se ubicará la señalización adecuada en la que se mencione límite de velocidad máxima dentro y fuera del predio, para la llegada de materiales.
- b) De suscitarse un eventual accidente de tránsito causados por los vehículos que transportan estos materiales, el encargado de la obra llamará inmediatamente a las entidades de auxilio inmediato para realizar la asistencia médica, posteriormente se realizará un informe en la que se ubique a los responsables y de las posibles causas de tal evento, consecuentemente se adoptaran medidas de corrección para evitar accidentes de esta índole.
- c) El residente de obra, administrador o en su defecto el responsable de los trabajos; será la persona que ponga en marcha un plan de acciones frente a un accidente. Debiendo tal persona tener conocimiento de los números telefónicos de emergencia (bomberos, policía, cruz roja, etc.), Todo el personal deberá estar capacitado en primeros auxilios para enfrentar de manera rápida y eficiente una eventualidad.
- d) La maquinaria pesada y vehículos únicamente transitarán por las rutas designadas para evitar la generación de partículas sólidas en suspensión, ruido y emisiones gaseosas a la atmósfera en otros sectores, de esta manera evitando y reduciendo el riesgo de accidentes al personal laboral y la comunidad en general.
- e) El personal que labora en el área del transporte será capacitado sobre las medidas y reglas del manejo responsable en las carreteras, a fin de evitar accidentes de tránsito y no contaminar con desechos las vías, la instrucción se la hará a operadores de volquetas y maquinaria respecto a velocidad de conducción y seguridad.

- f) Para evitar accidentes especialmente en los lugares de excavaciones, el constructor prohibirá el acceso de vehículos y personas a estos frentes.

2.7.2.1.7. Manejo para la Instalación de Campamentos.

Para la instalación de campamentos el contratista encargado del proyecto, deberá considerar los siguientes aspectos:

- a) El contratista, designará la ubicación o el lugar en el cual se construirán los campamentos ya sean temporales o permanentes.
- b) Deberá contar con un servicio eléctrico el cual garantice el buen funcionamiento de las instalaciones en el campamento, ya sea este a través de las líneas eléctricas del servicio público o por generadores de energía.
- c) Contará con suficientes de baterías sanitarias o en su efecto tanque Imhoff u otros dispositivos los cuales satisfagan la demanda del personal laboral.
- d) En el área destinada al almacenaje de combustibles deberá estar provista de cubetos recubiertos con láminas impermeables y se contará con el equipo necesario de protección contra incendios.
- e) Se destinará un área específica para el almacenaje y preservación de la capa orgánica del suelo removido durante la fase de construcción, el cual posteriormente servirá para remediar los suelos impactados.

La eficiencia de los campamentos deberá cumplir con los siguientes puntos de vista:

Medio ambiente.

- Manual de prácticas adecuadas de orden y limpieza alrededor de los campamentos.
- Procedimientos operacionales con respecto a tratamiento de aguas grises y negras (tanque Imhoff).

- Procedimiento operacional en clasificación de desechos.
- Materiales y equipos para contener derrames.

Salud ocupacional:

- Procedimiento operacional de limpieza y orden dentro del campamento.
- Botiquines de primeros auxilios equipados para 15 personas.
- Un área destinada para enfermería.
- Procedimiento operacional de limpieza que realizará con instrumentos adecuados.

2.7.2.2. Programa de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional.

Puesto que los Recursos Humanos constituyen un factor fundamental para desempeño y desarrollo del Plan de Cierre Técnico del Botadero de Basura, se incluye en esta línea de acción las medidas orientadas a mitigar o en lo posible eliminar accidentes y enfermedades laborales para sus trabajadores durante el desarrollo de sus actividades, tanto en la etapa de construcción como en la de operación y mantenimiento, con el objeto de desarrollar óptimas condiciones de trabajo para sus empleados.

2.7.2.2.1. Entrenamiento en el Desarrollo de las Actividades Específicas.

Objetivo

Cumplir con el Art. 11 (numerales: 1, 3, 9, 10,11) y Art. 13 del Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo, adoptando normas de prevención de riesgos, uso de equipos de seguridad personal, procedimientos para la manipulación de maquinarias y equipos.

Alcance

Este entrenamiento está enfocado a todos los trabajadores y con mayor énfasis al personal operativo.

Actividades

- Se recomienda realizar los siguientes eventos de capacitación:
- Reglamento Interno del Relleno Sanitario, basado en la memoria técnica y manual de operación.
- Uso de equipos de protección personal.
- Procedimientos para el manejo de maquinarias equipos, maquinarias y herramientas.
- Procedimientos para el manejo de los diferentes tipos de residuos (inorgánicos, orgánicos y hospitalarios o peligrosos).
- Procedimientos para control de plagas.
- Manejo de extintores.
- Primeros Auxilios.

Responsabilidad

Responsable técnico del proyecto.

- Organizar, dirigir y planificar charlas de inducción sobre los reglamentos internos del relleno sanitario.
- Organizar, dirigir, planificar y evaluar las charlas de capacitación periódicas dictadas al personal, tomando en cuenta el tipo de actividad y las funciones que desempeñan dentro del relleno sanitario.
- Llevar un archivo de registros tanto de inducción como de capacitación periódica que se hayan desarrollado.
- Poseer manuales con recomendaciones de uso dadas por el fabricante tanto de herramientas como de maquinaria que se utilice.
- Supervisar la aplicación de buenas prácticas de seguridad como el uso de equipo y procedimientos operacionales adecuados.

Personal operativo.

- Todos los trabajadores nuevos deberán participar en las charlas de inducción antes de incorporarse a sus actividades laborales.
- Participar activamente durante las charlas de capacitación.
- Después de asistir a programas de capacitación, deben ser responsables de sus actos y consecuencias que pueden traer por malas prácticas de seguridad y procedimientos operacionales, así como el no uso del equipo de seguridad.

2.7.2.2.2. Dotación de Implementos de Seguridad Personal.

Objetivo

Acatar los Art. 11 (numeral: 5) Obligaciones de los empleadores, Art. 13 (numeral: 3, 5) Obligaciones de los trabajadores y el Título VI Protección Personal del Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo, dotando el equipo de protección personal con el objeto de asegurar el desarrollo de sus actividades de manera cómoda y segura.

Alcance

Está enfocado al que se encuentren operando o desarrollando sus actividades dentro del sistema operativo de la empresa.

Actividades

Para las actividades será de manera obligatoria el uso del siguiente equipo de protección personal para actividades específicas presentadas en la siguiente tabla:

Tabla 31. *Equipos para protección personal durante el proyecto en actividades específicas.*

ACTIVIDADES	EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL					
	TRAJE DE TELA	BOTAS	GUANTES	MASCARILLA	CASCO	PROTECCIÓN AUDITIVA
Remoción de la capa vegetal	X	X	X	X	X	X
Movimiento de tierras	X	X	X	X	X	X
Acopio de material de cobertura	X	X	X		X	X
Transporte de materiales	X	X				
Construcción de infraestructura básica	X	X	X		X	
Construcción de residuos	X	X	X	X		
Confinamiento de residuos	X	X	X	X		X
Actividades de compostaje	X	X	X	X		
Actividades de control de plagas	X	X	X			
Mantenimiento de maquinaria	X					
Clausura	X	X	X		X	X
Actividades de Excavación	X	X	X			

Elaborado por: Rubén Darío Ledesma.

Responsabilidad

Responsable Técnico:

- Identificar el tipo de equipo de protección personal necesario en cada una de las actividades realizadas durante el proyecto.
- Asegurarse de que se dote al personal el equipo de protección personal necesario.
- Cumplir y hacer cumplir con el uso de equipo de protección personal a todos los trabajadores dentro del área de trabajo.

Operarios:

- Correcto y permanente uso del equipo de seguridad personal que le sea asignado.

2.7.2.2.3. Dotación de Equipos y Herramientas de Trabajo Apropriadas.

Objetivo

Cumplir con el Título III Aparatos, Máquinas y Herramientas del Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo, promoviendo el desarrollo eficiente y seguro de las actividades, minimizando el riesgo de accidentes y/o enfermedades laborales atribuibles a equipos inadecuados. Así mismo destinar el uso de estos para la actividad específica que son diseñados o fabricados.

Alcance

Está destinada a todas las áreas donde se empleen equipos mecánicos (eléctricos o de combustión) y herramientas manuales.

Actividades

Para lo cual se realizará mantenimiento como mínimo una vez por semana de maquinarias y herramientas.

Responsabilidad

Responsable Técnico:

- Establecer el uso y alcance de cada herramienta y equipos con el propósito de que sean empleados para el trabajo específico para el cual fueron diseñados.

- Asegurarse de que se dote al personal de herramientas y equipos adecuados que cuenten con los correspondientes sistemas de seguridad.
- Vigilar el uso apropiado de herramientas y operación de equipos.

Operarios:

- Exigir que las herramientas que se van a utilizar se encuentren en buen estado.
- Emplear de forma correcta herramientas y equipos.

2.7.2.2.4. Señalización

Objetivo

Mantener la señalización de las instalaciones del proyecto en óptimas condiciones.

Alcance

Aplica a la señalización de acuerdo a la Norma INEN (Ver Anexo de Figuras. Señalización) que deberá contar el proyecto tanto en la etapa de construcción, como en la de operación y mantenimiento. Lo cual implica implementar una adecuada señalización referente a la prevención y control de actividades humanas, con la finalidad de impedir que se presenten afectaciones al ambiente del área donde funciona el proyecto.

Actividades

Se implantarán señales estratégicamente ubicadas en el área del relleno sanitario y a una altura adecuada, para que sean fácilmente observadas, para lograr una rápida advertencia a las personas que laboran o visitan las instalaciones del proyecto.

Para lo cual existirán señales que advertirán a trabajadores, visitantes y población aledaña sobre las obras en ejecución del Proyecto. Además se

implementará señalización que advierta a trabajadores y usuarios del relleno sanitario acerca de la existencia y naturaleza de los potenciales peligros en las zonas de trabajo, uso de equipo de protección personal y límite de velocidad de vehículos, dentro de las instalaciones del relleno sanitario.

La señalización está enfocada a los siguientes aspectos:

- Señales de Atención.
- Oficinas
- Prohibida la entrada
- Inspección de lixiviados
- Señales restrictivas
- Material inflamable
- Zonas de peligro
- Zona de residuos hospitalarios.
- Equipos de lucha contra incendios.
- Equipos de seguridad personal.
- Señales de Advertencia.
- Primeros auxilios.
- Señales de obligación.
- Indicaciones.

Responsabilidad

Responsable técnico:

- Implementar medidas de señalización en la empresa tanto en el área administrativa como también el área de producción.
- Planificar charlas de capacitación sobre los diferentes tipos de señales y significado de las mismas.

Personal Operativo:

- Asistir de manera obligatoria a las charlas de capacitación sobre señalización.
- Cumplir y hacer cumplir a sus compañeros de trabajo, las indicaciones dadas a través de la señalización.

2.7.2.3. Programa de Contingencias y Prevención de Riesgos.

El Programa de Contingencias y Prevención de Riesgos que se pone en consideración comprende el detalle de las acciones, así como los listados y cantidades de equipos, materiales y personal para enfrentar los eventuales accidentes y emergencias.

Objetivo

- Establecer medidas de emergencia para facilitar respuestas rápidas y eficientes en caso de existir eventuales accidentes y/o contingencias.
- Obtener una respuesta rápida, eficiente y segura ante cualquier caso de contingencias.

Alcance

Contrarrestar los posibles riesgos laborales a los que se expone el personal del Botadero de Basura.

Actividades para prevención de riesgos

- Asignar a la obra personal entrenado en sus labores específicas.
- Dotar de la indumentaria de protección personal apropiada, según la actividad específica que desarrollan.
- Dotar de herramientas de trabajo en condiciones físicas adecuadas.
- Asegurar que los equipos y maquinaria tengan adecuadas condiciones de funcionamiento y cuenten con dispositivos de seguridad especificados (luces, alarmas, etc.)

- Las rampas de circulación deben tener un ancho mínimo 0.80m y una Inclinación máxima: 20º, puesto que servirán para la circulación de personal y carretillas.
- En condiciones climatológicas no se debe laborar en andamios, tejados o similares con riesgo de caídas, cuando se presenten lluvias intensas.
- Para trabajos que se efectúen a alturas superiores a 3m, se adoptará un sistema de protección contra caídas (arnés de seguridad pectoral-pélvico con línea de vida (cuerda) adecuadamente sujeta a elemento fijo).
- Los operadores usarán los cascos y equipos de protección personal en todo momento.
- Antes de encender las máquinas, los operadores se asegurarán que el área en donde se va a operar esté libre de personas que puedan correr algún riesgo.
- Cuando se va a reparar un equipo, el operador se asegurará que el motor se encuentre apagado. El motor de cualquier maquinaria deberá estar apagado mientras se carga combustible.
- La maquinaria para el movimiento de grandes cantidades de tierra deberá estar equipado con una señal de alarma de reversa que opere automáticamente al producirse el movimiento hacia atrás. La alarma deberá dar una señal audible que se adapte a las condiciones. La señal podría ser continua e intermitente.
- Los equipos y materiales necesarios para hacer frente a cualquier emergencia estarán colocados en la caseta principal, perfectamente identificados y en lugares de fácil acceso.
- Se dispondrá de un botiquín en el proyecto, el que estará dotado de medicinas e implementos indispensables para una atención oportuna de primeros auxilios.
- En las instalaciones del Botadero de Basura se deberá disponer de materiales y equipos necesarios en buen estado de funcionamiento,

para el caso de presentarse una situación de emergencia. Así como también de los servicios básicos, como agua y luz.

- Mantener entrenado al personal en el suministro de primeros auxilios
Las personas que no estén capacitadas en la suministración de primeros auxilios por ninguna razón deberá improvisar.

Actividades para casos de contingencia.

Tan pronto se produzca un accidente laboral, deberá comunicarse al responsable técnico del Botadero de Basura o persona que lo sustituya, en caso que este no se encuentre presente dependiendo de la gravedad del mismo, se actuará de la siguiente manera:

- Actuar sólo si se tiene la seguridad de lo que se va a hacer, un primer auxilio mal suministrado puede empeorar la situación del lesionado.
- Mantener la calma tanto en la víctima como en la persona que va a realizar los primeros auxilios.
- No mover a la víctima a menos que se encuentre en peligro inminente.
- Antes de aplicar los primeros auxilios se debe tomar normas de bioseguridad.
- Utilizar guantes quirúrgicos, anteojos, mascarillas, delantal a fin de evitar el contacto directo con sangre, saliva u otros fluidos corporales
El auxiliador debe cubrir cualquier herida en sus manos.
- Aflojar la ropa del lesionado y comprobar si tiene las vías respiratorias libres.
- Colocar al lesionado en posición lateral para evitar la acumulación de vomito o moco en las vías respiratorias.
- No mover a la víctima si se sospecha de fracturas.
- Cubrir a la víctima para evitar enfriamiento (hipotermia).
- De tratarse de heridas mayores, luxaciones o fracturas o en caso extremo el fallecimiento del accidentado, se llamará inmediatamente al servicio de asistencia 911, cruz roja, cuerpo de bombeos o defensa civil, asegurándose que al menos uno de ellos comprometa su

asistencia inmediata. Se actuará según lo recomienden los especialistas de dichas entidades de socorro.

2.7.3. Etapa de Operación y Mantenimiento.

Para la minimización de los impactos ambientales evaluados en las matrices de Impacto, de Importancia y del análisis DAFO se seguirá un conjunto de medidas de prevención y mitigación que deben aplicarse en esta etapa del proyecto.

2.7.3.1. Programa de Prevención y Mitigación de la Contaminación Ambiental.

2.7.3.1.1. Manejo para la Calidad del Aire.

Con la finalidad de prevenir afectación a estos Factores Ambiental, a través de la implantación de las siguientes medidas dirigidas a las Acciones establecidas se deberá seguir estas actividades propuestas:

- a) El residente de obra dispondrá que se controle el polvo durante procesos renovación como: tendido de cobertura impermeable, movimientos de tierras, re parcheo de grietas fisuras producidas en condiciones atmosféricas desfavorables (vientos fuertes), mediante la aplicación de riego sobre las superficies de suelo desnudas y en el lugar donde se realice el acopio de material de cobertura.
- b) En épocas secas, los camiones y maquinaria pesada, disminuirán su velocidad con el fin de evitar generar una excesiva contaminación del aire con polvo y material particulado.
- c) El tratamiento final para el biogás se realizará de acuerdo al Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundario, Libro VI, Anexo 6, el Artículo 4.10.4 Manejo de Gases. “El manejo de gases deberá realizarse mediante el uso de chimeneas y su combustión se hará mediante un quemador o mechero encendido para quemar el gas que sale de las chimeneas” (p.457).

- d) Se deberá revisar el estado de las chimeneas que conducen gas del relleno sanitario verificando que su estado sea el correcto y que no se encuentran taponadas.
- e) Prohibir el uso frecuente de cornetas y pitos que emitan altos niveles de ruido de los vehículos o maquinaria que ingrese al Botadero de Basura.
- f) Establecer límites de velocidad para la circulación de vehículos en el Botadero de Basura.
- g) Los vehículos, maquinaria y equipos para el mantenimiento del Botadero de Basura deberá permanecer encendidos únicamente el tiempo necesario para la operación. Los silenciadores de los vehículos deberán estar funcionando bien para evitar la contaminación por ruido.
- h) Se deberá realizar un mantenimiento del sistema de chimeneas con la finalidad de encontrar desperfectos en las mismas, en caso que sea necesario de deberá realizar mediciones de caudal. Adicional a esta medida también se deberá realizara inspecciones semanales en el suelo verificando que la existencia de grietas en las plataformas cerradas con el fin de evaluar si hay ruptura de los sistemas de conducción del biogás.
- i) En caso de existir fugas de biogás en las celdas cerradas se deberá inmediatamente realizar el trabajo de reparación previa a una evaluación, para esto, se deberá relazar un monitoreo de biogás utilizando un test de gases (analizador de gases u opacímetro).
- j) Se recomienda adicionar en los lugares donde se produzca malos olores 5 kg de acido bórico 10 kg de azufre y 50 kg de cal agrícola por hectárea para disminuye notablemente el olor.

2.7.3.1.2. Manejo para el Factor Suelo.

Las medidas de manejo para el Factor Suelo son encaminadas durante el tiempo de funcionamiento de todas las actividades del proyecto que pueden generar alteración a la calidad del suelo, para el cual, se recomienda las siguientes acciones:

- a) Cubrir por completo la celda de desechos sólidos con protección al suelo cuando estas sean erosionadas agresivamente usando geomembrana. Planificar obras de mantenimiento de los sistemas de cunetas para que conduzcan las aguas de escorrentía superficial hasta llevarlas a su destino final de tal manera que se evite la erosión y lavado de material de cobertura.
- b) En caso de erosión por excavaciones y movimientos de tierra, el material superficial removido deberá ser apilado y protegido para su posterior utilización.
- c) En sitios en donde las celdas sean erosionadas y la basura quede expuesta, se deberá colocar material de cobertura adicional a fin de cumplir con el espesor establecido.
- d) Se deberá colocar botes de desperdicios en las instalaciones del Botadero de Basura realizando su respectiva clasificación, posteriormente se deberá disponer en un lugar donde sea recogido por el servicio de limpieza de la municipalidad.

2.7.3.1.3. Manejo para el Factor Aguas.

Las acciones de manejo consideradas para el éste Factor son orientadas para el funcionamiento normal con el objetivo de evitar desperfectos que causen impacto negativo a este Factor. También se consideró medidas en caso de ocurrencia en desperfectos.

- a) Se deberá realizar el mantenimiento del sistema de impermeabilización (concreto) en las cunetas, en el sistema de tratamiento de lixiviados y de drenaje perimetrales, verificando la

garantía de su evacuación y conducción al sitio de almacenamiento o disposición final.

- b) Desarrollar una operación adecuada del sistema de tratamiento de lixiviados, así como realizar mantenimiento periódico del sistema. El líquido tratado deberá cumplir con la legislación ambiental vigente. Tomar muestras de agua para su análisis en el laboratorio, los parámetros obtenidos deberán cumplir las Normas de descarga de efluentes a un cuerpo de agua dulce de la Tabla 12 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria. Anexo 1.
- c) Se deberá realizar monitoreo o muestreo semestralmente de lixiviados y las descargas de los tanques Imhoff antes de su evacuación.
- d) En casos de sucintarse eventos de fugas de lixiviado en los sistemas de conducción hacia la planta se deberá rápidamente controlar su fuga con la utilización de materiales herramientas menor para encausarlo hacia su conducción normal y deberá ser reparado inmediatamente. En casos mayor de derrames de lixiviado que se requiera la utilización de maquinaria pesada, se recomienda crear una conducción provisional que garantice la impermeabilización del mismo hacia lugares no deseados (se recomienda el uso de geomembrana) y se trabajará de forma cuidadosa para no afectar a la integridad del resto del sistema de conducción.
- e) En casos de mal funcionamiento del sistema de Filtros Percoladores, se deberá verificar la fuente que lo produce su mal funcionamiento y será reparado lo más pronto posible, para ello, se usará uno de los filtros mientras el otro se repasara su desperfecto. Para el caso de sucintarse este evento se deberá cerrar el paso del lixiviado a los Filtros.
- f) En épocas de estiaje de lixiviado se deberá realizar el mantenimiento de los Filtros Percoladores evitando su derrame de lodos hacia el suelo y los filtro (piedras) en caso de requerirse será renovada con las mismas características recomendadas.

- g) En casos de fugas de aguas residuales de los tanques Imhoff deberá ser reparado inmediatamente y si es el caso de sustituirlo, se deberá cambiarlo rápidamente garantizando que no exista derrames de las aguas residuales hacia lugares no deseados.

2.7.3.1.4. Manejo para el Factor Flora.

Para el manejo de este factor se recomienda realizar las siguientes actividades:

- a) Evitar el desbroce innecesario de la vegetación fuera del área del Botadero de Basura.
- b) Emplear técnicas apropiadas para la limpieza y desbroce del terreno cuando este con vegetación exuberante.
- c) Al momento de implementar abono para especies vegetales se deberá realizar de tal manera que no sea erosionada con las aguas de escorrentías producidas por las lluvias.
- d) Se deberá verificar las especies vegetales consideradas como foráneas debido a que no son de uso para la naturaleza del proyecto, las cuales, deberán ser extraídas y dispuestas en un lugar para darle su tratamiento final adecuado.
- e) En el caso de cortar árboles que pueden causar daños a la infraestructura u objeto de daños hacia algún elemento del proyecto, se deberá cortar cuidadosamente y darle su tratamiento final adecuado.
- f) Se deberá verificar frecuentemente el desarrollo de las especies vegetales de interés del proyecto, y si es el caso de renovarlo, de deberá tomar las consideraciones necesaria para tal efecto teniendo en cuenta las técnicas de cuidado de las mismas.
- g) Se recomienda el uso de plaguicidas, herbicidas, etc de sello verde u orgánico, los cuales son menos dañinos para los factores bióticos del proyecto y por ningún motivo se recomienda el uso de productos químicos masivos para el control plagas.

2.7.3.1.5. Manejo para el Factor Fauna.

Para el manejo de este factor se recomienda realizar las siguientes actividades:

- a) Limitar las actividades de construcción estrictamente, evitando de este modo acrecentar los daños a los hábitats de la fauna (zonas de descanso, refugio, fuente de alimento y nidificación de aves).
- b) Prohibir estrictamente las actividades de recolección y/o extracción de fauna.
- c) Evitar la intensificación de ruidos, por lo que los silenciadores de las máquinas empleadas deberán estar en buenas condiciones.
- d) Los ruidos ocasionados por vehículos y/o maquinaria pesada deben estar por debajo de los límites máximos permisibles en decibelios, así también se recomienda que la maniobra y operación de estos vehículos y/o maquinaria sea en un horario de 8:30 a.m. hasta las 4:30 p.m. como máximo puesto que en horas de la mañana y caída de la tarde las aves es donde mayor actividad presentan.
- e) El contratista y los obreros estarán capacitados para que durante la fase de operación del proyecto se realice el rescate de cualquier especie de animales propiciando la reincorporación del mismo hacia su hábitat natural.
- f) A fin de preservar la fauna del sector, el contratista adaptará señales de tipo informativo y preventivo en lugares estratégicos en el área del proyecto.

2.7.3.2. Programa de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional.

El Equipo de Protección Personal (EPP) es de uso obligatorio por parte del personal laboral, su uso es individual y no intercambiable, el encargado del Botadero de Basura es el responsable de la adquisición y dotación de los elementos de protección personal necesarios para los trabajadores.

De acuerdo a un programa de dotación y la evaluación de las necesidades del obrero según sus riesgos en sus labores cotidianas, se entregarán los elementos de EPP, consecuentemente se realizará inspecciones periódicas para comprobar su estado y detectar daños en los mismos.

Los supervisores, son responsables del cumplimiento diario sobre el uso de los EPP. En caso del incumplimiento de esta normativa se elaborará un informe al administrador del Botadero de Basura, quien aplicará las sanciones disciplinarias pertinentes.

Los trabajadores son responsables de usar los EPP y mantenerlos en buen estado. Los EPP referidos son los siguientes:

- Uniformes de tela jeans y franjas refractarias;
- Cascos de seguridad (plásticos).
- Gafas
- Guantes de seguridad (cuero).
- Calzado de seguridad (botas con puntas de acero).
- Orejeras y faja de protección para la espalda, en el caso de los operadores de equipo pesado.
- Mascarillas.
- Equipo para protección para la lluvia (plástico).

2.7.3.2.1. Señalización de las Diferentes Áreas Dentro del Botadero de Basura.

Estas medidas tienen como finalidad la implementación de señalización adecuada sobre temas de prevención y control de las actividades humanas que se realizan, para evitar deterioros ambientales en las zonas del proyecto, estas señales estarán ubicadas en lugares estratégicos del proyecto a una altura conveniente que permita una segura y rápida advertencia a las personas. Para este efecto se consideran los siguientes aspectos:

- Las señales tendrán como objetivo advertir y prevenir a trabajadores, visitantes y población aledaña, sobre la ejecución de trabajos relacionados con el proyecto.
- Las señales advertirán a trabajadores y usuarios del proyecto, sobre la existencia y naturaleza de peligros potenciales en las zonas de trabajo, e indicar la existencia de limitaciones o prohibiciones que se presentan en las diferentes áreas, en especial lo referente límites de velocidad de circulación.
- Las señales de peligro, indicarán las acciones que NO se deben realizar a fin de evitar accidentes o impactos negativos al ambiente.

Los tipos de señales podrán ser:

- a) Señales Restrictivas
 - Prohibido fumar
 - Material inflamable
 - Zonas de peligro
 - Prohibida la entrada
- b) Señales de Atención
 - Servicios higiénicos
 - Baños
 - Oficinas
- c) Señales de Advertencia
 - Entrada de vehículos
 - Salida de vehículos
 - Zona de riesgos
 - Velocidad máxima

Se utilizará pintura amarilla para identificar las señales de advertencia (distancias de maniobra en el ingreso y salida de vehículos, diferenciación de áreas) y la pintura roja para las señales restrictivas.

2.7.3.2.2. Capacitación y Entrenamiento en Riesgos.

El entrenamiento y la capacitación es obligatorio a todo el personal laboral inmersos en el proyecto del Cierre Técnico de Botadero de Basura, tratando temas desde la manipulación de los desechos, la salud en los rellenos sanitarios, sus peligros y riesgos, para lo cual se recomienda que el Municipio de Archidonarealice un cronograma de capacitación que garantice el entrenamiento adecuado a todo el personal, asegurando de esta manera la protección del trabajador. Este entrenamiento será de manera sistémica y actualizada frecuentemente.

Los trabajadores deberán estar capacitados sobre las características de los residuos con los que trabajan y las debidas precauciones necesarias para su manipulación. Estarán capacitados acerca de todos los procedimientos, prácticas y normas de trabajo. Se les brindara toda la información necesaria sobre el uso, mantenimiento y limitaciones de los equipos de protección personal recomendados.

2.7.4. Otros Controles Necesarios Durante el Cierre del Botadero

Los incendios en los botaderos de basura se pueden presentar con gran facilidad ya que aquí encontramos materiales con propiedades caloríficas o inflamables, y se pueden generar a partir de acciones antrópicas o naturales. Se debe tener en cuenta que durante la incineración, se generan emisiones de gases, que al propagarse en el aire contribuyen al calentamiento global, la lluvia ácida, el agotamiento de la capa de ozono y dependiendo del material incinerado, graves enfermedades en el hombre.

2.7.4.1. Control de Gases y Olores

Los gases y la generación de malos olores son el producto de la fermentación de la basura en los sitios de disposición final, los gases pueden ser muy peligrosos ya que existe el riesgo de explosión y/o incendios y también producen olores ofensivos además de generar molestia a la comunidad que habita en lugares cercanos.

El olor disminuye con la compactación, el cubrimiento y la disminución de la producción de lixiviados, sin embargo existen olores desagradables perceptibles durante los procesos de separación, molienda y compostaje. Se recomienda adicionar al voleo 5 kg de ácido bórico 10 kg de azufre y 50 kg de cal agrícola por hectárea para disminuir notablemente el olor.

Al mezclar la basura con tierra y cal, se evita la proliferación de vectores, se consigue bajar la acidez y desinfectar el suelo.

2.7.4.2. Control de Animales Grandes.

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

El ingreso de animales grandes como perros, cerdos, gallinas, vacas y caballos entre otros, pueden causar efectos negativos después de haber completado el cierre del botadero como erosión y contaminación del suelo, reducción del volumen de la vegetación en proceso de recuperación y disminución del crecimiento de las especies arbóreas sembradas para reforestar la zona. De esta manera es necesario realizar la construcción de un cerco perimetral utilizando alambre galvanizado con postes de madera o concreto.

Desde la construcción del cerco se debe impedir la permanencia de animales, la presencia de ellos causa problemas en el manejo de los residuos sólidos y es peligroso para el hombre pues pueden propagarse algunas enfermedades que deterioran la salud humana y la calidad del vida, como son la encefalitis, la cisticercosis, la fiebre aftosa, la rabia, la fiebre aviar o porcina entre otros. Por lo tanto se deberá disponer una cerca viva que funcione como barrera de protección externa para ello e utilizará especies nativas de rápido crecimiento y de aspecto frondoso.

Cuando no se cuente con especies nativas con características adecuadas se debe tener en cuenta especies maderables, de uso común que funcionan bien como cercas vivas, barreras protectores y para recuperación edáfica de la zona.

2.7.4.3. Control de Vectores como Insectos y Roedores

El paludismo, el dengue y la fiebre amarilla, son algunas de las enfermedades que pueden ser transmitidas por los insectos, además de otras infecciones comunes, provenientes de materiales contaminados que viajan en las patas de estos animales; por lo tanto su control es indispensable para garantizar la salud y bienestar de las personas.

La utilización de insecticidas a largo plazo complican el problema debido a cambios biológicos, por tal razón la mejor solución es utilizar sustancias químicas o similares, que no mate los insectos sino mas bien que lo ahuyente haciendo uso del cambio en los olores característicos de la basura que los atrae. Como el hurón biológico.

Es frecuente encontrar que roedores y otros animales que construyan madrigueras en los sistemas contruidos, cuando encuentran alimento en las proximidades del lugar; llegando incluso a desestabilizar el terreno. El control se debe hacer eliminando la fuente de alimento para los animales origen del problema, construyendo trampas y usando veneno.

2.7.4.4. Control de Incendios.

Las medidas a tomar para evitar la generación de incendios son las siguientes:

- a) Todo vehículo que entre Botadero de Basura, deberá poseer un extintor de incendios con capacidad de operación de uso inmediato.
- b) Dentro del Botadero de Basura no se deben quemar basuras a menos que sea estrictamente necesario y tomando todas las medidas de prevención necesarias.
- c) Verificar la compactación del suelo para evitar que se presente la aireación, factor que contribuye a la generación de incendios.
- d) Verificaciones de las chimeneas que estén prendidas por parte de las personas encargadas.
- e) En las instalaciones del Botadero de Basura se dispondrá de extintores de tipo Polvo Químico Seco (Incendios causado por corto circuitos) de CO₂ (uso convencional) y espuma química (incendios fuentes por combustibles) de capacidad de 20 libras.
- f) En casos de sucintarse incendios pequeños Maldonado, J. (2002) considera actuar con los extintores de acuerdo a su naturaleza de ignición o seguir las siguientes recomendaciones:
 - “Cubrimiento con tierra en abundancia (mínimo 80 cm. por encima de las llamas).
 - Consolidación o compactación de los residuos con un pisón de mano, de barril o con un buldózer (por lo menos 5 pasos de buldózer o su equivalente, con el pisón de mano), acción que se realiza hasta tener la certeza que el humo que sale sólo es vapor de agua, pasada una hora después de la compactación inicial se debe volver a compactar para evitar futuros incendios.

- Someter estos focos de pequeños incendios a estricto control durante los días siguientes y cada vez que se observe humo repetir las operaciones uno y dos.
- g) Para incendios de gran magnitud se recomienda evacuar al personal y actuar rápidamente llamando al Cuerpo de Bomberos de Archidona o también se recomienda realizar las siguientes acciones:
- Se debe hacer énfasis en la protección de la infraestructura existente, identificando la dirección de los vientos y cortando la alimentación de oxígeno a la basura que contribuye a la formación del, aislando el incendio mediante la colocación de material de cobertura suficiente con un bulldózer entre el material que se está quemando y el que no se ha incendiado aún.
 - Se trae al sitio del incendio con cargador o volquetas y se riega muy lentamente con mucho cuidado en capas entre 0.2 hasta 0.6 metros para no quemar la máquina ni al operador hasta lograr apagar un tramo, que se procede a compactar de inmediato, es decir, que la estrategia consiste en ir quitando lentamente espacio al incendio en franjas consecutivas del orden de 0.5 metros.
 - Después de apagado el incendio, el control estricto se debe hacer por lo menos durante los siguientes treinta días” (pp.30-31).

2.7.5. Programa de Monitoreo y Seguimiento

2.7.5.1. Monitoreo de Material Particulado.

Objetivo

Verificar el contenido de material particulado (polvo), contenido en el aire.

Actividades

El monitoreo de material particulado se realizará tanto en la etapa constructiva como operativa con una frecuencia trimestral. Para lo cual se verificará el cumplimiento de los límites permisibles del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria, Libro VI, Anexo 4. En el caso de que no se cumpla el límite permisible, se deberá realizar con mayor frecuencia el riego en los espacios con suelo descubierto (sin vegetación), del relleno sanitario.

Responsabilidad

Responsable Técnico:

- Verificar que se realice operaciones de riego del suelo.
- Gestionar el monitoreo de material particulado y mantener registros de ensayos realizados.

2.7.5.2. Monitoreo de Ruido

Objetivo

Verificar que los niveles de ruido emitidos por maquinarias y equipos utilizados, se enmarquen en los rangos permisibles.

Alcance

La maquinaria y equipos utilizados en la fase de construcción y operación del Botadero de Basura, constituirá una de las principales fuentes de generación de ruido, que dependiendo de la función variará de decibeles altos a bajos, por esto se deben realizar monitoreo periódicos.

Actividades

Se realizará el monitoreo de ruido cada seis meses, en los alrededores donde se encuentren operado equipos tales como:

- Excavadora
- Volquetes
- Vehículos livianos

Responsabilidad

Responsable Técnico:

- Gestionar que se realice el monitoreo de ruido y mantener registros de ensayos realizados.

2.7.5.3. Monitoreo de Gases

Objetivo

Medir la cantidad de contaminantes presentes en el relleno; NO₂, O₃, SO₂ y CO₂.

Alcance

Todo Botadero de Basura produce gases que deberán ser controlados y monitoreados.

Actividades

- Se procederá a realizar el monitoreo de gases, durante la etapa de operación, clausura y abandono de las instalaciones del Botadero de Basura, hasta que se determine que ya no existen la generación de gases. Como medida de control también se realizará la quema de dicho gas, para lo cual los obreros se encargarán de realizar el encendido de las chimeneas con la ayuda de una antorcha.

- Realizar mediciones de NO₂, O₃, SO₂, y CO₂, para determinar si existe o no afectación al ambiente por estos contaminantes. En caso de no determinarse excedencia de los parámetros máximos permisibles, se procederá a seleccionar los parámetros que registren contaminación con frecuencia anual, durante la etapa de operación, clausura y abandono de las instalaciones del relleno sanitario, hasta que se determine que ya no existe la generación de gases.

Responsabilidad

GAD Municipal de Archidona.

- Gestionar y asignar los recursos necesarios para la realización del monitoreo de gases y contaminantes.

Responsable Técnico:

- Gestionar la realización de monitoreo de gases y mantener registros de ensayos realizados.
- Controlar que se ejecuten procesos de quema del gas metano.

Obreros:

- Aplicar procesos de quema de gas metano.

2.7.5.4. Monitoreo de Lixiviados

Objetivo

Determinar la cantidad y composición del lixiviado generado por la descomposición de los residuos sólidos en el Botadero de Basura.

Alcance

En el Botadero de Basura es necesario controlar la generación de lixiviados procedentes de la descomposición de los residuos sólidos urbanos, ya que

estarán presentes en la fase construcción, operación, clausura y abandono del relleno.

Actividades

- Con forme a lo establecido en el Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria, Libro VI, Anexo 6, Artículos 4.12.9, 4.12.10 y 4.12.11 se monitoreará la calidad del agua subterránea en los siguientes aspectos:
- Se deben realizar periódicamente monitoreo de la calidad de las aguas subterráneas, por lo menos dos veces al año, para verificar la calidad de las mismas y comprobar que las actividades operacionales en Botadero de Basura se desarrollan correctamente, previniendo así cualquier posible contaminación del entorno.
- Los monitoreo deben ser realizados por el personal técnico que se encuentre a cargo de la realización de los análisis respectivos en el Botadero de Basuray serán reportados al municipio.
- Para la determinación de las características de las aguas subterráneas, se debe escoger un punto de control, ubicado como máximo a 150 metros del Botadero de Basura, siempre que no exceda los límites del mismo, en caso contrario el punto de control deberá ubicarse dentro de los límites del Botadero de Basura.
- Además se debe realizar el monitoreo de los siguientes parámetros de significación sanitaria y las concentraciones de los contaminantes máximos serán determinadas por los municipios, responsables del manejo de los desechos sólidos:
 - Alcalinidad, cianuros, calcio, cloruros, cobre, componentes orgánicos (fenoles y MBAS), conductancia específica, cromo total, DBO₅, DQO, dureza, fósforo total, hierro, magnesio, nitrógeno total, pH, potasio, sodio, sólidos totales, sólidos suspendidos, sólidos disueltos, sulfatos, temperatura y zinc.

- Los lixiviados generados deben ser tratados, de tal manera que cumplan con lo establecido en la Legislación Ambiental del Ecuador, en lo referente a los parámetros establecidos para descarga de los efluentes a un cuerpo de agua.

Responsabilidad

Responsable Técnico:

- Gestionar el monitoreo de lixiviados y mantener registros de ensayos realizados.

Obreros:

- Realizar el monitoreo diario del caudal de lixiviados.

2.8. PROPUESTA DEL USO FINAL DEL BOTADERO DE BASURA SAN JOSÉ DE ARCHIDONA

El uso final del suelo del Botadero de basura es el paso final que tiene el lugar del proyecto. Considerando el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Archidona, a la ubicación geográfica, los antecedentes del Botadero de Basura y las potencialidades que tiene el GAD Municipal de Archidona de acuerdo al análisis DAFO, se propone el uso final como área verde.

Las emisiones de rellenos sanitarios, botaderos de basura, basurales, siguen produciéndose hasta 25 años después de su cierre, dependiendo de la cantidad de material orgánico relleno, de la compactación y de las condiciones climáticas. Generalmente, se puede decir que se terminan las emisiones más rápidamente en regiones calientes y en rellenos pequeños. En este periodo, existe también el peligro de asentamientos, derrumbes y explosiones causadas por el gas metano según Röben, E. (2002).

Por esta razón, el área del Botadero de Basura no se debe utilizar para urbanizaciones o para agricultura durante este periodo. El mejor uso para el terreno de un Botadero de basura según Terraza, H. (2009) es:

- Área de protección natural (bosque protector, vivero, o área verde sin interferencia para vivienda humana).
- Uso del terreno para otras actividades de manejo de los desechos sólidos, que no implican la construcción de grandes edificios o máquinas pesadas, como por ejemplo la lombricultura, composteras, plantas de abono orgánico.
- Parque, área de deportes (con prohibición de fumar, quema de basura o actividades de fogón para preparar alimentos).

2.8.1. Manejo del Suelo para Arborización.

La arborización para destino final del Botadero de Basura es un tema muy importante. Se debe comenzar con este trabajo durante la compactación e impermeabilización del suelo y continuar durante todo el periodo operativo. Después del cierre final, se deben sembrar plantas de la región adecuadas sobre todas las celdas cerradas o sobre los taludes de pendiente moderada. La arborización del Botadero de Basura ayuda considerablemente a minimizar daños ambientales; además, contribuye a estabilizar los taludes y disminuye la cantidad de las emisiones de biogás. La balsa, el cedro chonta, el pigüe, tamburo pueden también ser utilizados para producir los palos y estacas necesarios en la construcción o renovación de elementos del Botadero de Basura.

De acuerdo al Ministerio de Medio Ambiente y Agua de Bolivia, (2010) el cerco vivo es muy importante, ya que en muchos sitios no existe una barrera natural. Se recomienda plantar un cerco vivo de 30 – 50 m de ancho, usando arbustos en los bordes y árboles más altos en el centro. Con el cerco vivo, se puede desviar los vientos y se reduce considerablemente la molestia causada por malos olores en los alrededores.

En muchos casos, crecen plantas naturalmente en los taludes que se han producido de los mismos desechos o que han proliferado en los alrededores. Es recomendable no intervenir con esta arborización natural, pues se trata

generalmente de plantas locales, adaptadas y que ya muestran una buena resistencia a las emisiones del Botadero de Basura.

Se recomienda cultivares arbóreas entre ellos son:

Nombre común	Nombre científico
• “Cedro”	<i>Cedrela odorata</i> .
• “Canelo”	<i>Nectandra membranacea</i> Lauraceae.
• “Laurel”	<i>Cordia alliodora</i> (Boraginaceae).
• “Pigue”	<i>Piptocomadiscolor</i> (Asteraceae).
• “Graman”	<i>Ichnanthus</i> sp.
• “Guaba”	<i>Inga</i> sp.
• “Pambil”	<i>Iriarte deltoidea</i> sp.
• “Chuncho”	<i>Cedrelinga cateniformis</i> .
• “Canelo negro”	<i>Pleurothrium</i> sp.
• “Canelo amarillo”	<i>Ocotea javitensis</i> sp.
• “Bálsamo”	<i>Myroxylon balsamum</i> sp.
• “Guarumo”	<i>Cecropia sciadophylla</i>
• “Guayacán”	<i>Tabebuia</i> sp.
• “Guadua amarilla”	<i>Bambusa</i> sp.
• “Guadua verde”	<i>Guadua angustifolia</i> sp.
• “Batea”	<i>Cabrera canjerana</i> sp.
• “Pambil”	<i>Mar tea deltoidea</i> sp.
• “Ungurahua”	<i>Oenocarpus batana</i> sp.
• “Chonta duro”	<i>Bactris gasipa</i> sp.
• “Pitón”	<i>Grias neurberthi</i> sp.
• “Paso”	<i>Gustavia macarenensis</i> sp.
• “Morete”	<i>Mauritia flexuosa</i> sp.
• “Matapalo blanco”	<i>Ficus</i> sp.
• “Matapalo rojo”	<i>Cousopea</i> sp.
• Frutipan	<i>Artocarpus altalis</i> .
• Pichanga	<i>Sida acuta</i> .

Cultivares arbustivas, herbáceas y otras como:

Nombre común	Nombre científico
• “Bromelia”	<i>Guzmania.</i>
• “Guzmania”	<i>Gusmaniaconífera.</i>
• “Caballukiwa”	<i>Phy la sp.</i>
• “Helecho”	<i>Thelypterissp.</i>
• “Helecho”	<i>Polipodiumsp.</i>
• “Helecho”	<i>Ophioglossumreticulatum.</i>
• “Helecho arbóreo”	<i>Cyathealasiosora.</i>
• “Camacho”	<i>Xanthosomasagittifolium.</i>
• “Lirio Silvestre”	<i>Hedychiumcoconarium sp.</i>
• “Madre muela”	<i>Monolemaprimulaeflorasp.</i>
• “María panga”	<i>Photomorphesp.</i>
• “Orquídea”	<i>Dichaesp.</i>
• “Ortiga”	<i>Urerasp.</i>
• “Platanillo”	<i>Heliconia dielsiana</i>
• “Porotillo”	<i>Cassiasp.</i>
• “Puma chini”	<i>Urerasp.</i>
• “Punsi”	<i>Alchornea glandulosa sp</i>
• “Rabo de mono”	<i>Polypodiwnsp.</i>
• “Sarnosa”	<i>Dieffenbachiasp.</i>
• “Yutzo”	<i>BauhiniaTarapotensis</i>

La siembra de los cultivares se debe considerar las características de las especies y el lugar para la plantación, se recomienda usar cultivares en los distintos cuerpos del Botadero de Basura como por ejemplo:

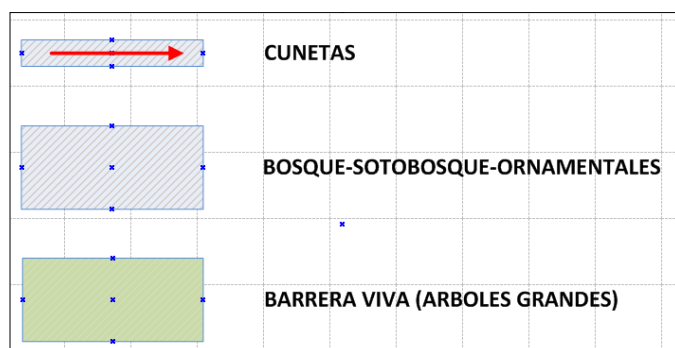
- Para los lugares donde existe gran humedad o cuerpos de agua, se recomienda el uso de especies que son resistentes a la saturación de suelos con gran cantidad de agua.
- Para los taludes se debe considerar cultivares de tiene alto grado de penetración de las raíces con el fin de endurecer el suelo i evitar la erosión de los mismos.

- En la periferia del área del Botadero de Basura se recomienda cultivares de dosel alto para formar cercas vivas e impedir la erosión eólica, emanación de olores, etc.
- En los lugares de las celdas suelen producirse especies de uso comestible para el hombre, estas especies deberán ser removidos del lugar y se debe dar su tratamiento final adecuado debido a que no son de interés del proyecto.
- Se plantarán los arboles con una distancia cada 3 metros cubriendo 6475 m² (total del área de las cinco celdas) con 2878 especies arbóreas. El área de 8525 m² que corresponde a áreas de caminos, área de amortiguamiento, áreas libres, etc., es decir, el área fuera del las celdas se cubrirán con 3788 especies arbóreas.

En la figura 35 a & b. Se presenta un esquema representativo de la distribución de las especies vegetales para el uso final del sitio del Botadero de Basura San José de Archidona.

La reproducción de las especies vegetales que no son de interés del proyecto se recomienda que deban ser reconocidos por su potencialidad de expansión ya que éstos pueden ser incontrolados a través del tiempo y no se podrá lograr objetivos intrínsecos al proyecto.

Figura 35 a. Distribución de las especies vegetales.



Elaborado por: Rubén Darío Ledesma.

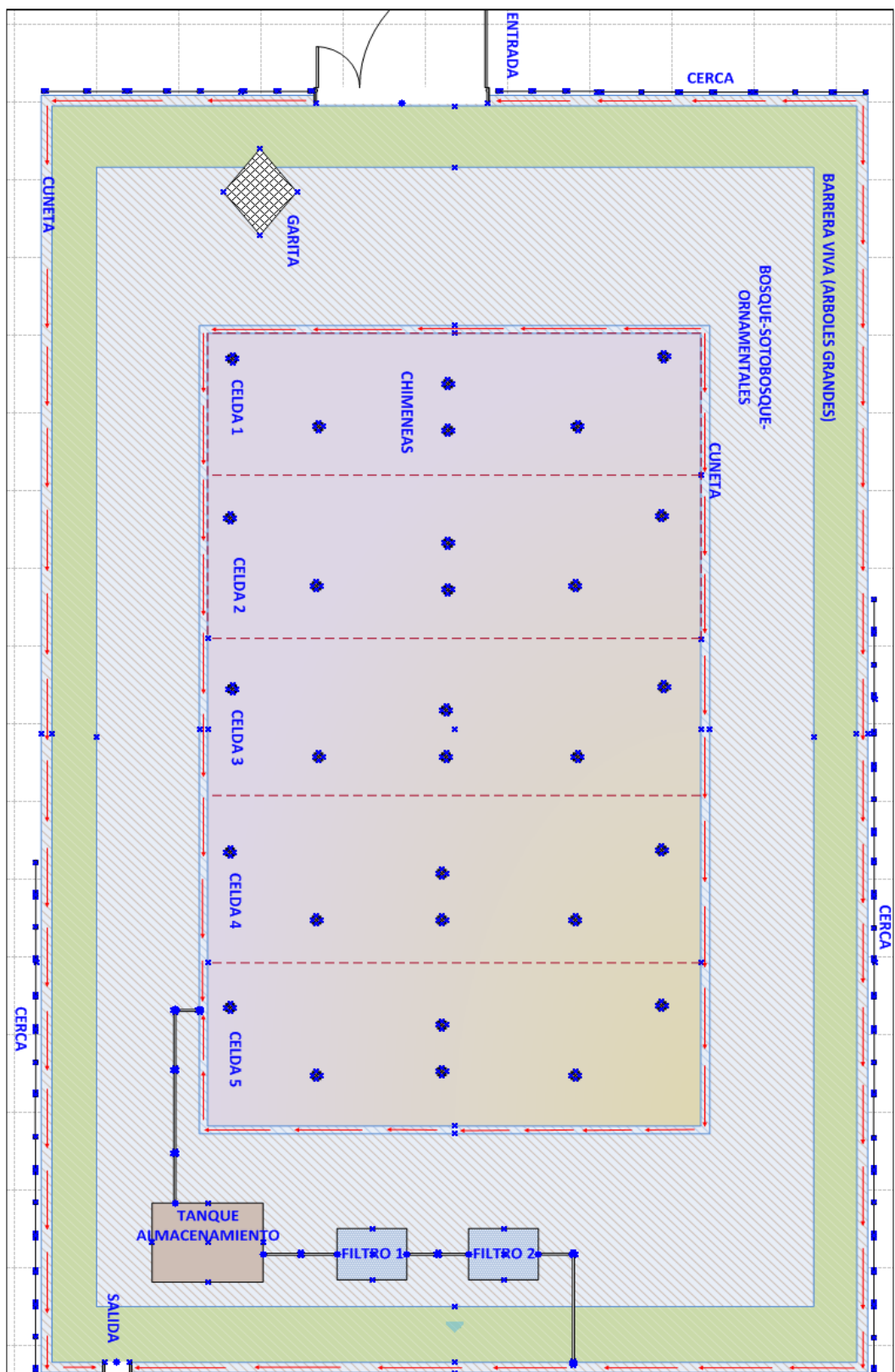


Figura 35 b. Distribución de las especies vegetales.

Elaborado por: Rubén Darío Ledesma.

2.8.2. Tratamiento del Suelo para la Implementación de las Especies Vegetales.

Realizada las actividades de compactación y cobertura descritas en el manejo del Factor Suelo en la etapa de Construcción se debe verificar que el suelo esté en condiciones apropiadas para estas actividades, caso contrario se recomienda construir una capa final de 0.40 - 0.60 cm en dos etapas, cada una de 0.20 -0.30 m de espesor, con un intervalo de aproximadamente un mes para tratar de cubrir los asentamientos que se produzcan en la primera capa según Jaramillo, J., & Zepeda, F. (2000).

El material más apropiado para la construcción de la cubierta final es una tierra arcillosa o limosa (Ver tabla 32), con el fin de asegurar una impermeabilidad máxima y minimizar la generación de aguas lixiviadas.

Sin embargo, si no se encuentra este tipo de tierra en el sitio mismo o en un lugar cercano y fácilmente accesible, se recomienda utilizar el material de cobertura que se encuentre en el sitio en vez de hacer gastos demasiado altos para encontrar el material ideal.

En las celdas es muy importante que se compacte bien la capa impermeable de cobertura. En los Botaderos de Basura semimecanizado se recomienda compactar separadamente con pisón y rodillo las dos capas aplicadas sucesivamente o se puede compactar con un rodillo, si se dispone, sino, es suficiente la compactación con el tractor.

Es muy importante que se arborice y restaure todo el terreno. Especialmente en terrenos arcillosos la compactación impide que las plantas echen raíces. No se debe compactar la capa de humus, y tampoco deben entrar vehículos pesados sobre la celda cerrada (volquetes, tractores, rodillos etc.).

Para la arborización de la celda o del módulo terminado hay que colocar una capa de tierra humus sobre la celda terminada y cubierta con la cobertura

final. Si está disponible, se recomienda hacer esta capa con un espesor de al menos 1 m. Sería ideal utilizar el compost producido en una planta de compostaje adyacente, mezclado con el suelo natural del terreno.

2.8.3. Proceso para la implementación de cobertura final en las celdas del Botadero de Basura

La ejecución de las diferentes capas de sellado se puede llevar a cabo mediante el empleo de materiales naturales (gravas, arcillas, arenas). Para el sellado en el botadero se ha optado por aconsejar el empleo de materiales naturales, por el menor costo de estos respecto a los geosintéticos.

Considerando el tiempo de estabilización del Botadero de Basura, se recomienda realizar una revisión del plan de monitoreo a los cuatro años de iniciadas las operaciones, dado que puede sufrir modificaciones durante el tiempo de operación o cuando se presenten cambios significativos en las operaciones del Botadero de Basura.

El diseño de cobertura final deberá satisfacer las siguientes funciones principales:

- a) Controlar el Esguerrimiento de Agua Pluvial
 - Minimizar la infiltración
 - Disminuir la erosión
- b) Controlar el Flujo de Biogás.
 - Dirigiendo el flujo hacia los pozos de captación
 - Facilitando el monitoreo de la calidad del Biogás
- c) Soportar la Cubierta Vegetal.
- d) Evitar la Saturación de Humedad en los Residuos Sólidos
- e) Minimizar la Proliferación de Fauna Nociva (moscas, roedores, etc.), así como controlar la atracción de animales.
- f) Operar Adecuadamente durante la Clausura de Otras Zonas.
- g) Disminuir el impacto Visual Negativo al Medio Ambiente.
 - Evitando la dispersión de papeles.

- Controlando los malos olores
 - Estableciendo una apariencia agradable del sitio
- h) Minimizar los posibles incendios.
- Confinando los materiales fáciles de incendiarse
 - Controlando y disminuyendo la entrada de oxígeno

Como ya se ha mencionado, una de las características más importantes del material de cubierta es limitar al máximo e incluso impedir, que una gran cantidad de agua pudiera filtrarse y Adicional a las funciones de la cobertura final también deberán ser considerado lo siguiente:

- Configuración del diseño.
- Permeabilidad final
- Pendiente superficial
- Método de recuperación tras producirse asentamientos en el relleno sanitario.
- Estabilidad de la pendiente bajo cargas estáticas y dinámicas.

Tabla 32. *Comportamiento de diferentes tipos de suelo empleados como material de cubierta de relleno sanitario.*

CARACTERÍSTICAS	GRAVA ARCILLOSA CON MEZCLA DE GRAVA, ARENA Y ARCILLA	ARENA ARCILLOSA, CON MEZCLA DE ARENA, ARCILLA	GRAVA LIMOSA, CON MEZCLA DE GRAVA, ARENA Y LIMO
Permeabilidad del suelo compactado	Buena	Buena	Regular
Compresibilidad, compactación y saturación	Muy baja	Baja	Mínima
porosidad	Buena	Buena	Muy buena
Impide la salida de biogás	Bueno	Bueno	Regular
Resistencia a la erosión por lluvia	Muy buena	Regular	Muy buena
Resistencia a la erosión por viento	Bueno	Bueno	Mala
Impedir la	Regular	Bueno	Mala

CARACTERÍSTICAS	GRAVA ARCILLOSA CON MEZCLA DE GRAVA, ARENA Y ARCILLA	ARENA ARCILLOSA, CON MEZCLA DE ARENA, ARCILLA	GRAVA LIMOSA, CON MEZCLA DE GRAVA, ARENA Y LIMO
proliferación de vectores			
Resistencia al agrietamiento	Bueno	Bueno	Muy buena
Calidad como material de cubierta	Excelente	Muy buena	Buena

Fuente: OPS, (2007).

Adaptado por: Rubén Darío Ledesma.

La selección del material de cobertura se realizará con el material de grava arcillosa para la capa de impermeabilización que tendrá un espesor de 0.40 m compactado con maquina hidráulica de compactación hasta llegar al espesor asignado, la capa de cubierta final tendrá un proceso de reposo de 15 días cumpliendo los 7 días de compactación y 8 días de reposo para que el compactado adquiera la humedad específica de un 60% para que no se produzca agrietamientos en la capa, posteriormente se adicionará una capa de 0,30 m con la descripción anterior, el cual, servirá para complementar la cobertura aislante en esta celdas.

Como ya se ha mencionado, una de las características más importantes del material de cubierta es limitar al máximo e incluso impedir, que una gran cantidad de agua pudiera infiltrarse. En la Tabla 33 se presenta un volumen teórico estimado de la cantidad de agua factible de infiltrarse diariamente en un relleno sanitario terminado, a través de un pie cuadrado (929.03 cm²) de la cobertura final, de manera comparativa se presentan varios materiales de recubrimiento.

Tabla 33. *Volumen teórico de agua que pudiera filtrarse en un relleno sanitario clausurado.*

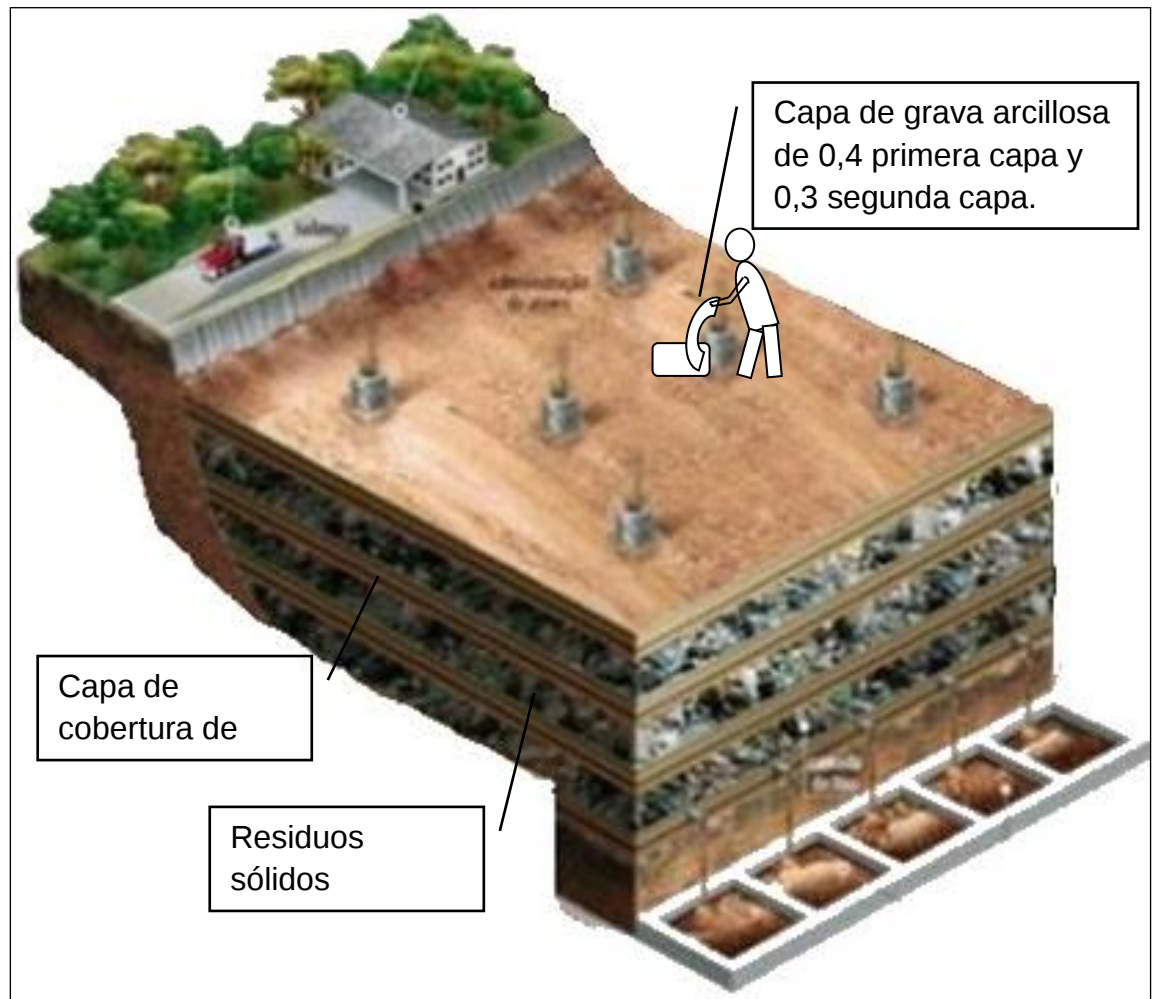
Material de Recubrimiento	Volumen de Agua (Lts)
Arena gruesa uniforme	37,739.44
Arena media uniforme	9,425.40
Arena y grava bien graduada	9,425.40
Arena fina uniforme	378.53
Arena limosa y grava bien graduada	36.72
Arena limosa	8.33
Limo uniforme	4.54
Arcilla arenosa	0.45
Arcilla limosa	0.083
Arcilla (30 a 50% tamaños de arcilla)	0.0083
Arcilla coloidal	0.000083

Fuente: CONAM/CEPIS/OPS. (2004).

El volumen teórico de agua que puede filtrarse en las áreas de las celdas de 25m x 35m x 8 se encuentra en un valor de 0,42 litros y un valor teórico de agua en las celdas de 35m x 45m x 10m corresponde de 0,762 litros.

Hay que considerar que en una de la celda se realizará la colocación de las chimeneas. Es importante que al colocar las chimeneas con el material extraído sea compactado lo suficiente para que no exista la formación de poros y contribuya a la formación de agrietas o mal formaciones en esta celda. En la parte de los taludes de las celdas también se realizará la colocación de esta cubierta hasta llegar a la cota de nivelación de piso, con esto se logrará que las áreas tengan su caída de 2% respecto a las siguientes celdas que se realizará el mismo proceso. En la figura siguiente se ilustra el trabajo de la colocación de esta cubierta.

Figura 36. Ilustración de cobertura final en las celdas A



Fuente: Pérez. J. (2008).

Adaptado por: Rubén Darío Ledesma.

Después de realizar la colocación de la capa de grava arcillosa se colocará una capa de suelo de horizonte A mezclado con compost en un porcentaje entre el 2 y el 5 % de materia orgánica que es favorable en la mayoría de los suelos. La capa de suelo y compost deberá tener una altura de 1 metro. Estas coberturas se colocaran en las dos celdas de 25 m x 35 m x 8 m que llamaremos celdas A, y en las celdas de 35 m x 45 m x 10 m que llamaremos celdas B.

Además de plantas leñosas, el uso de hierbas puede ser deseable para la forestación de los rellenos. Como cualquier planta las hierbas se verán afectadas por los suelos pobres y los gases del relleno, pero son más fáciles

de cultivar que las leñosas, el sistema de raíces, el ciclo de vida y la rápida reproducción hacen que las hierbas sean más fáciles de cultivar en condiciones adversas.

Los materiales de cobertura totales se presentan en la tabla siguiente:

Tabla 34. *Volúmenes de Material de Cubierta.*

PLATAFORMAS			
CONCEPTO	SUPERFICIE (m²)	VOLUMEN (m³)	TIPO DE COBERTURA
Celdas A	1750	1225	Grava arcillosa
	1750	1750	Suelo horizonte A con compost
Celdas B	4725	3308	Grava arcillosa
	4725	4725	Suelo horizonte A con compost
Total Grava Arcillosa en celdas A y B		4533 m ³	
Total suelo horizonte A y compost en celdas A y B		6475 m ³	

Elaborado por: Rubén Darío Ledesma.

2.9. MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN.

2.9.1. Diagnostico y Caracterización del Lugar Investigativo.

Se realizó el diagnóstico mediante inspecciones de campo con el Ingeniero Marco Andrade, Director de Planificación del GAD-Municipal de Archidona, con la Ingeniera Karla Rivera de la Unidad de Turismo y Medio Ambiente de la misma Institución y con el Representante de la Unidad de Calidad Ambiental del Ministerio del Ambiente Regional Napo Ekel Rivadeneira. El Diagnóstico tuvo la finalidad de constituir antecedentes e información representativa para la investigación del tema e indagar en los elementos investigativos para posteriormente establecer el direccionamiento de las Variables y Análisis de la Investigación.

Para la asistencia del Diagnóstico y Caracterización del lugar se aplicó la Ficha de Campo presentada en los Anexos de Ficha de Campo. Anexo A. Esta ficha reúne la información in situ objetiva del lugar del Botadero de Basura y agrupa todas las características Ambientales, Ecológicas, Socioculturales y Económicas con la peculiaridad de articular al Diagnóstico y Caracterización del lugar investigado.

2.9.2. Levantamiento de Datos

Adjuntado los elementos del apartado anterior se justipreció los temas que implicarían las Condiciones Meteorológicas y Factores de Estudio para el Cierre Técnico de Botadero de Basura y lograr los objetivos de la investigación.

Los datos investigados se proporcionaron de la Dirección de Planificación del GAD-Municipal de Archidona, que es la Institución directa en el registro de los datos del Botadero de Basura, entre ellos se encuentran:

- Referencias del sistema de manejo del Botadero.
- Antecedentes negativos y positivos del botadero por factores internos y externos.
- Responsabilidades ante la aplicación de estudios ejecutados en él.
- Políticas, inversiones, tecnologías, recursos humanos, en otros.

2.9.3. Información Secundaria.

Se escudriñó información bibliográfica en el GAD-Municipal de Archidona, Ministerio del Ambiente Regional Napo, Consejo Provincial de Napo, y en la Compañía Constructora y de Servicios AG, para fomentar los Factores de Estudio con temas de interés como:

- Estudios y proyectos ejecutados y/o abstenidos para el botadero.
- Investigaciones, monografías, eventos y temas relacionados con el objeto de estudio.
- Inversiones, asesorías, metodologías de interés de la investigación

Una vez levantada la información de las instituciones mencionadas, y se realizó el levantamiento de información bibliográfica secundaria científica a través del internet, se buscó información acorde a la investigación por medio de tesis de grado, tesis doctorales, guías o manuales sobre manejo de desechos sólidos, estudios de impacto ambiental, simposios, revistas científicas libros y diarios lo que llevó a la investigación una indagación actualizada para la propuesta del Plan de Cierre Técnico del Botadero.

2.9.4. Caracterización de los residuos sólidos, caracterización y caudal de lixiviado y determinación de generación de Biogás.

Se realizó el aforo de lixiviados generados en el botadero con la utilización de un recipiente de 20 litros de capacidad graduado cada 100 ml por un intervalo en días y de tiempos alternados. La realización del aforo se ejecutó de acuerdo al Anexo de Fichas de Campo. Anexo C. La recolección de muestra del lixiviado fue acorde a la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2169:97 titulada Agua. Calidad del agua. Muestreo. Manejo y Conservación de Muestras y acorde al Anexo de Fichas de Campo. Anexo B. Posteriormente se llevó al Laboratorio de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en el Laboratorio de Análisis Ambiental e Inspección del Centro de Servicios Técnicos y Transferencia Tecnológica Ambiental con número de acreditación de acuerdo al Organismo de Acreditación Ecuatoriano de Laboratorios número OAE LE 2C 06-008.

La valoración cualitativa y cuantitativa de los residuos sólidos se efectuó mediante los registros llevados por la Dirección de Planificación del GAD-Municipal de Archidona y de la Compañía Constructora y de Servicios AG. Se interpoló los datos inexistentes mediante la metodología de un historial de los registros desde la creación del botadero hasta fecha actual. Para obtener estos datos se realizó la metodología propuesta por las Organización de Panamericana de la Salud y la Organización Mundial de la Salud en el Diseño, Construcción y Operación de Rellenos Sanitarios Manuales.

Y por último se realizó el cálculo de generación de Biogás mediante el Modelo de Biogás de Ecuador Versión 1.0. Este modelo se implemento para proyectos de Rellenos Sanitarios para el Ecuador que en uso por varias Instituciones públicas como el Ministerio del Ambiente, Empresas Petroleras Públicas y Privadas porque estima con un margen de error de un 90 %. También se utilizó paquetes ofimáticos como: Microsoft Excel 2010 para elaborar tablas, AutoCAD 2010 para elaboración de planos, ArcGis 2010 para elaboración de mapas.

2.9.5. Elaboración de la Propuesta del Plan de Cierre Técnico del Botadero de Basura San José de Archidona.

La elaboración de la propuesta del Plan de Cierre Técnico del Botadero de Basura, fue el paso final de la investigación. Esta propuesta será entregada al Municipio de Archidona, y a la Compañía Constructora y de Servicios AG quienes serán los entes para la recepción y evaluación para sus fines pertinentes.

2.10. COSTO DEL PROYECTO

El análisis de económico se realizó de acuerdo a los costos estimados para cada actividad y se basó a los costos de precios Unitarios de Ministerio De Transportes Y Obras Públicas de la Subsecretaría Regional 2 de la Provincia de Napo, y se estimó para cada etapa del proyecto.

Tabla 35. Costo Estimado para la Etapa de Construcción.

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN				
ÍTEM	RUBRO	DESCRIPCIÓN	SUBTOTAL	TOTAL
1-EC	ACCESOS VIALES	Eliminación de la capa vegetal	2500,00	6.500,00
		Desalojo y disposición de material sobrante	1000,00	
		Construcción de vías de acceso secundario	3000,00	

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN				
ÍTEM	RUBRO	DESCRIPCIÓN	SUBTOTAL	TOTAL
2-EC	DESBROCE Y TALA	Eliminación de la capa vegetal en el área del Botadero	3000,00	3.000,00
3-EC	MOVIMIENTO DE TIERRAS	Estabilización de pendientes, taludes, zanjas profundas.	9600,00	11.200,00
		Destape de celdas para implementación de chimeneas	1600,00	
4-EC	CONSTRUCCIONES	Desalojo y disposición de material sobrante	2300,00	34.400,00
		Implementación Geomembrana	7500,00	
		Implementación Tuberías para Lixiviados	3000,00	
		Construcción del sistema de tratamiento de lixiviados	8000,00	
		Implementación de Chimeneas	2500,00	
		Implementación Canales Perimetrales	5000,00	
		Implementación de cerca perimetral	1500,00	
		Construcción de infraestructura mayor y menor	4600,00	
5-EC	PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL.	La implementación del Programa de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional.	3.200,00	3.200,00
6-EC	PROGRAMA DE CONTINGENCIAS Y PREVENCIÓN DE RIESGOS.	La implementación del Programa de Contingencias y Prevención de Riesgos.	4.600,00	4.600,00
TOTAL USD				62.900,00

Fuente: Ministerio de Transportes y Obras Públicas Regional Napo. (2011).

Tabla 36. Costo Estimado para la Etapa de Operación y Mantenimiento.

ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO				
ITEM	RUBRO	DESCRIPCIÓN	SUBTOTAL	TOTAL
1-EOM	SEGURIDAD OCUPACIONAL	Seguridad Industrial personal	4300,00	6.280,00
		Seguridad de salud	1200,00	
		Seguridad laboral	780,00	
1-EOM	GENERACIÓN Y EMISIONES DE RESIDUOS GASEOSOS	Mantenimiento de chimeneas	500,00	3.010,00
		Operación del centro de acopio de material orgánico	260,00	
		Obras para el control de residuales líquidos	250,00	
		Mantenimiento del sistema debiogás	2000,00	
3-EOM	ESCAPES Y FUGAS	Reparación de chimeneas	250,00	2.580,00
		Reparación del sistema de tratamiento de lixiviados	1000,00	
		Control de efluentes asociados al sistema de tratamiento de lixiviados	350,00	
		Reparaciones de las cunetas	750,00	
		Control de escorrentías subterráneas.	230,00	
4-EOM	GENERACIÓN DE RESIDUOS TÓXICOS	Sistema de tratamiento de lixiviados	2000,00	2.000,00
	PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL.	La implementación del Programa de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional.	1,200,00	1.200,00
TOTAL USD				15.070,00

Fuente: Ministerio de Transportes y Obras Públicas Regional Napo. (2011).

Tabla 37. *Otros Acciones Consideradas.*

OTRAS ACTIVIDADES PARA EL PLAN DE CIERRE TÉCNICO DEL BOTADERO DE BASURA				
ITEM	RUBRO	DESCRIPCIÓN	SUBTOTAL	TOTAL
1-C	OTROS CONTROLES NECESARIOS DURANTE EL CIERRE DEL BOTADERO	Actividades de control durante el periodo de funcionamiento del proyecto de Cierre del Botadero	3.500,00	3.500,00
2-C	PROGRAMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO	Implementación del programa de monitoreo y seguimiento	5.800,00	5.800,00
3-C	DESTINO FINAL DEL BOTADERO DE BASURA SAN JOSÉ DE ARCHIDONA	Actividades para el uso final del sitio del Botadero de Basura	15.800,00	15.800,00
TOTAL USD				25.100,00

Fuente: Ministerio de Transportes y Obras Públicas Regional Napo. (2011).

COSTO TOTAL ESTIMADO PARA EL PROYECTO DE CIERRE TÉCNICO DEL BOTADERO DE BASURA SAN JOSÉ DE ARCHIDONA

RUBROS	SUBTOTALES USD
ETAPA DE CONSTRUCCIÓN	62.900,00
ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	15.070,00
OTRAS ACTIVIDADES PARA EL PLAN DE CIERRE TÉCNICO DEL BOTADERO DE BASURA	25.100,00
TOTAL USD	103.070,00

También se consideró el costo para la realización de la presente Investigación.

Tabla 38. Costo para la Realización de la Investigación.

	DESCRIPCIÓN DEL RUBRO	FINANCIAMIENTO	
		GAD-MA	AUTOFINANCIAMIENTO
ITEM	Insumo de oficina	130,00	
1,0	Análisis de aguas		300,00
2,0	Planos	100,00	
3,0	Mapas	50,00	25,00
4,0	Transporte		25,00
5,0	Laptop		450,00
6,0	GPS	3.000,00	
7,0	Cámara fotográfica		400,00
9,0	Botas de caucho		7,00
10,0	Palas	24,00	
11,0	Picos	50,00	
12,0	Cinta métrica de 50 m		12,00
13,0	Mochila		60,00
14,0	Libreta de apuntes		1,00
15,0	Equipo para protección personal en el campo		150,00
16,0	Opacímetro	2.500,00	
	SUBTOTAL USD	5.854,00	1.430,00
	TOTAL USD	5.854,00	1.430,00

CAPITULO III

3. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

En este capítulo se referirá a los valores de estimación de:

- Los valores de “*Reseña histórica*” de desechos depositados en las celdas
- Los análisis de lixiviados obtenidos en el laboratorio de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo,
- El cálculo de caudal de lixiviado del Botadero de Basura de Archidona, y
- Los resultados de la cuantificación estimada de la generación del biogás del Botadero de Basura obtenidos por el Modelo Ecuatoriano de Biogás versión 1.1 2009.

3.1. ESTIMACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DISPUESTOS EN EL BOTADERO DE BASURA SAN JOSÉ DE ARCHIDONA

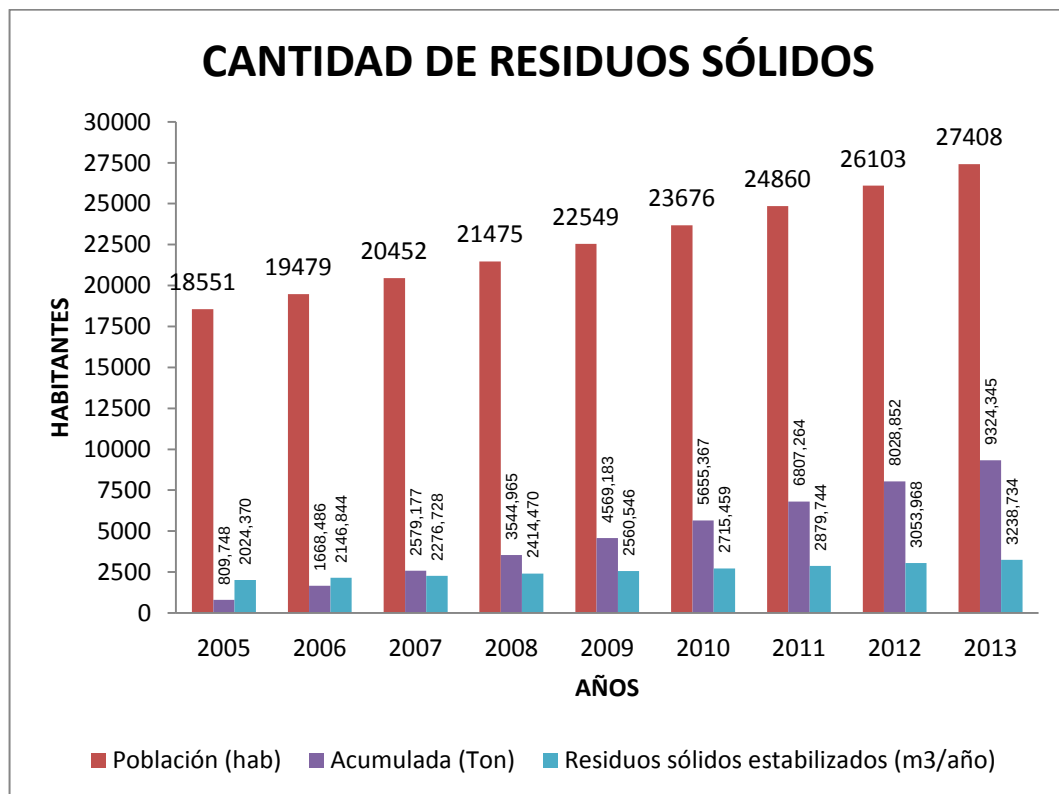
El levantamiento de datos en el GAD Municipal de Archidona, proporcionó a la investigación los valores de entrada presentada en la tabla 26 correspondiente a las Mediciones de la Investigación, el cual, se pudo obtener las derivaciones para calcular la “*Reseña Histórica*” estimada de los desechos que fueron depositados en las celdas del Botadero de Basura desde el año de creación hasta el año de cierre de entrada de desechos

Los valores obtenidos al ingresar los datos de entrada se obtuvieron que la producción per cápita en el año 2004 con una población de 18.551 habitantes, con la producción per cápita de 0.120 Kg/Hab/día; una cantidad de residuos sólidos de 809,748 toneladas al año, y con el valor de residuos sólidos estabilizados en las celdas cerradas de 2024,37 m³/año (Ver Anexo. Estimación de residuos sólidos dispuestos en el Botadero de Basura San José).

En el 2012, los residuos sólidos según los resultados con Excel, se obtuvo que los residuos estabilizados alcanzaron un valor de 3238,734 m³/año, con una acumulada de 9324,345 toneladas al año para una población de 27408 habitantes generando una producción per capital de 0.129 kg/hab/día.

Los valores obtenidos por el Excel concerniente al año 2012, son los valores que se trabajará para realizar la propuesta del cierre del botadero. En el gráfico siguiente, se muestra los valores arrojados por el Excel.

Figura 37. “Reseña histórica” del manejo de residuos sólidos del botadero de basura de Archidona.



Elaborado por: Rubén Darío Ledesma.

3.2. ANÁLISIS DE LIXIVIADOY CÁLCULO DE CAUDALES

3.2.1. Características del lixiviado del Botadero de Basura de Archidona

Los resultados de laboratorio de lixiviados fue de una muestra compuesta tomada en el punto de salida de la descarga al tanque de almacenamiento. La muestra se realizó en intervalos de tiempo de horas pico durante un día. Los parámetros considerados fueron los establecidos por la Legislación Ambiental Ecuatoriana presentada en el Marco Legal de esta Investigación.

Para la interpretación de los resultados se discurre los valores dentro y fuera de los límites permisibles de la Legislación Ambiental para verificación de cumplimiento de la misma.

A continuación en la siguiente tabla se muestra los resultados para su interpretación.

Tabla 39. *Análisis comparativo de resultados del laboratorio con la Legislación Ambiental del Ecuador.*

RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE LIXIVIADO			LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE ACUERDO ALTULAS	
PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LIMITE PERMISIBLE	CUMPLE CON LA NORMA
Potencial de Hidrogeno	Unidad de pH	8,12	5-9	SI
Dementada Química de Oxígeno	mg/L	3100	250	NO
Dementada Bioquímica de Oxígeno	mg/L	820	100	NO
Sólidos Totales	mg/L	70,68	1600	SI
Nitrógeno Total	%	0,05	15	NO

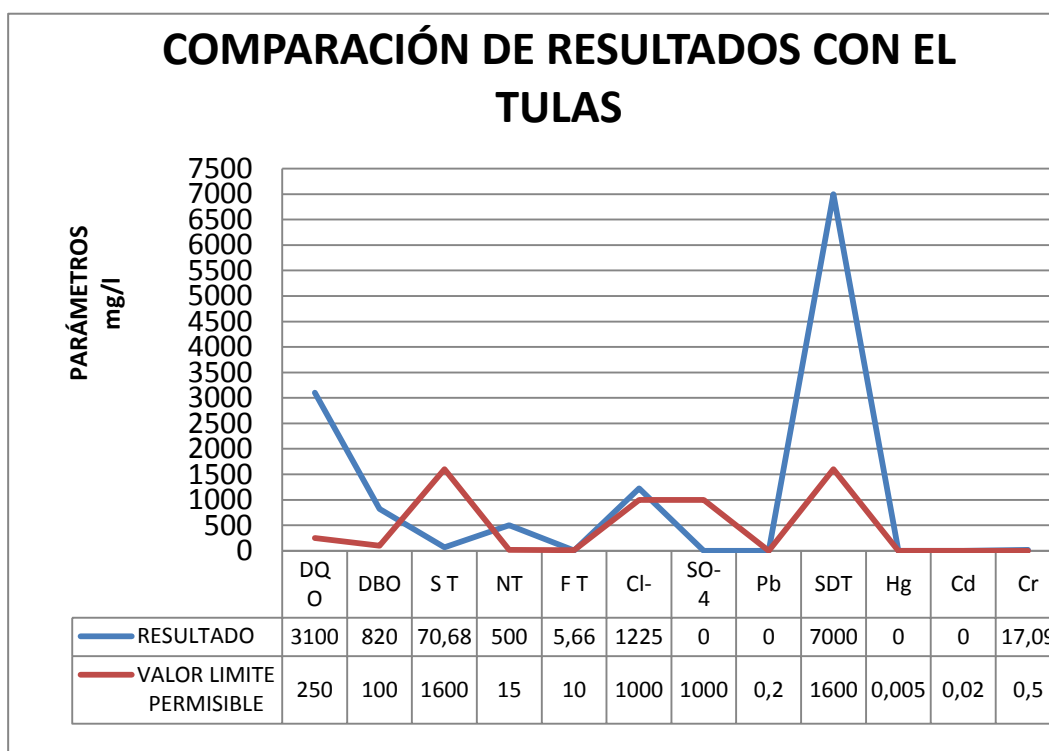
RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE LIXIVIADO			LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE ACUERDO ALTULAS	
Fosforo Total	mg/L	5,66	10	SI
Dureza Total	mg/L	975	n/d	n/d
Alcalinidad Total	mg/L	2325	n/d	n/d
Calcio	%	1,34	n/d	n/d
Magnesio	%	0,19	n/d	n/d
Cloruros	mg/L	1225	1000	NO
Sulfatos	mg/L	<8	1000	SI
Hierro	mg/L	212.75	n/d	n/d
Sodio	%	0,73	n/d	n/d
Potasio	%	6,44	n/d	n/d
Plomo	mg/L	< 0,3	0,2	NO
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	7000	1600	NO
Mercurio	mg/L	<0,001	0,005	SI
Cadmio	mg/L	< 0,04	0,02	NO
Cromo	mg/L	17,09	0,5	NO
Cianuro	mg/L	< 0,002	n/d	n/d
Fenoles	mg/L	0,018	n/d	n/d

Fuente: Laboratorio de Análisis Ambiental e Inspección de la Escuela

Superior Politécnica de Chimborazo. (2012).& Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria, (2009).

Adaptado por: Rubén Darío Ledesma.

Figura 38. Representación gráfica de los análisis comparativos de resultados del laboratorio con el Libro VI, Anexo 1 del Texto Unificado de Legislación Ambiental, Artículo 4.2.3. Tabla 12. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce.



Elaborado por: Rubén Darío Ledesma.

Al comparar las concentraciones de la muestra con los límites máximos permisibles establecidos en el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria, donde no solo se puede apreciar que se incumple la normativa ambiental vigente, sino también que el valor de excedencia es muy grande, los cuales, se encuentran muy por encima del valor máximo permitido. Además, la principal característica de los lixiviados radica en su altísima carga orgánica, característica que se apreció durante todo el período de muestreo, ya que el color del lixiviado es color negro pálido y con fuerte olor a descomposición, a demás de una temperatura aproximada de 30 °C.

3.2.2. Determinación del tipo de lixiviado del Botadero de Basura Archidona

Con los antecedentes de la creación del botadero de basura y su sistema de manejo convencional, existen diferencias marcadas entre los lixiviados provenientes de vertederos nuevos (menos de 2 años) y maduros (mayores de 10 años), especialmente en los valores registrados para la DBO, la DQO y los sólidos suspendidos de acuerdo a Tchobanoglous, G. (2000).

Realizando el análisis comparativo en la siguiente tabla, se observan los rangos dentro de los que oscilan las composiciones y concentraciones de lixiviado para vertederos nuevos y maduros.

Tabla 40. *Valores de constituyentes para el lixiviado.*

VALOR (mg/l) VERTEDERO JOVEN O NUEVO					VALOR (mg/l) VERTEDERO MADURO		
PARÁMETROS	RANGO	TÍPICO	TÍPICO INVIERNO	TÍPICO VERANO	RANGO	TÍPICO INVIERNO	TÍPICO VERANO
DBO5	2000-30000	10000	7800	7350	100-200	403	305
COT	1500-20000	6000	-----	----	80-160	----	-----
DQO	3000-60000	18000	14719	13840	100-500	514	1570
SST	200-2000	500	2148	1586	100-400	28.5	72.5
Nitrógeno orgánico	10-800	200	1624*		80-120	416*	
Nitrógeno amoniacal	10-800	200	1327		20-40	376	
Nitratos	5-40	25	32	25.9	5-10	13.4	11.7
Fósforos totales	5-100	30	4.5		5-10	2.3	
Ortofosfatos	4-80	20	3.6		4-8	0.04	
Alcalinidad	1000-10000	3000	----	----	200-1000	----	----
pH	4.5-7.5	6	7.5	7.9	6.6-7.5	7.9	8.32
Dureza total	300-10000	3500	----	----	200-500	----	-----
Calcio	200-3000	1000	----	----	100-400	----	-----
Magnesio	50-1500	250	----	----	50-200	----	-----
VALOR (mg/l) VERTEDERO JOVEN O NUEVO					VALOR (mg/l) VERTEDERO MADURO		

PARÁMETROS	RANGO	TÍPICO	TÍPICO INVIERNO	TÍPICO VERANO		RANGO	TÍPICO INVIERNO	TÍPICO VERANO
Sodio	200-2500	500	31.5			100-200	567	
Cloro	200-3000	500	----	----		100-400	----	-----
Sulfatos	50-1000	300	----	----		20-50	----	-----
Hierro total	50-1200	60	38.4			20-200	8.45	

Fuente: Tchobanoglous, G. (1994).

Para empezar, las concentraciones de todos los parámetros son mucho mayores en un lixiviado joven que en un lixiviado viejo. Por ejemplo, la relación DBO / DQO para un lixiviado joven es alta, indicando una buena biodegradabilidad, mientras que para un lixiviado viejo es baja indicando una pobre biodegradabilidad de la materia orgánica.

El comportamiento del lixiviado en el Botadero de Basura de Archidona según los resultados del laboratorio y la comparación con la tabla anterior se deduce que es un lixiviado joven dado que la recolección fue en la mañana y esto indica que se formó nuevo lixiviado. En referencia a la concentración de los contaminantes, esta concentración se debe al sistema de manejo de los residuos sólidos sin clasificación de la basura considerando que la materia orgánica es de 45.12% y que la cobertura de la tercera capa es de aserrín, esto hace que la carga orgánica en el botadero sea alta.

Desde el punto de vista de los años de funcionamiento del botadero y según los antecedentes de su funcionamiento tiene más de cinco años, por lo tanto el Botadero es viejo con la producción de lixiviado de alta carga orgánica.

3.2.3. Aforo de caudal de lixiviado del Botadero de Basura de Archidona

Adicional al método suizo para determinar el caudal de lixiviado, se realizó un aforo de caudal de lixiviado (Ver Anexo de Fichas de Campo. Anexo C) el valor promedio del aforo del lixiviado fue de 9,1 l/s (Ver Anexo de Figuras).

En la tabla 41 se muestra los resultados del aforo de caudal de lixiviados que se realizó en 4 semanas, la medición se hizo dos veces por semana empezando en el día lunes hasta cumplir el ciclo septenario con cada semana (Ver figura 39).

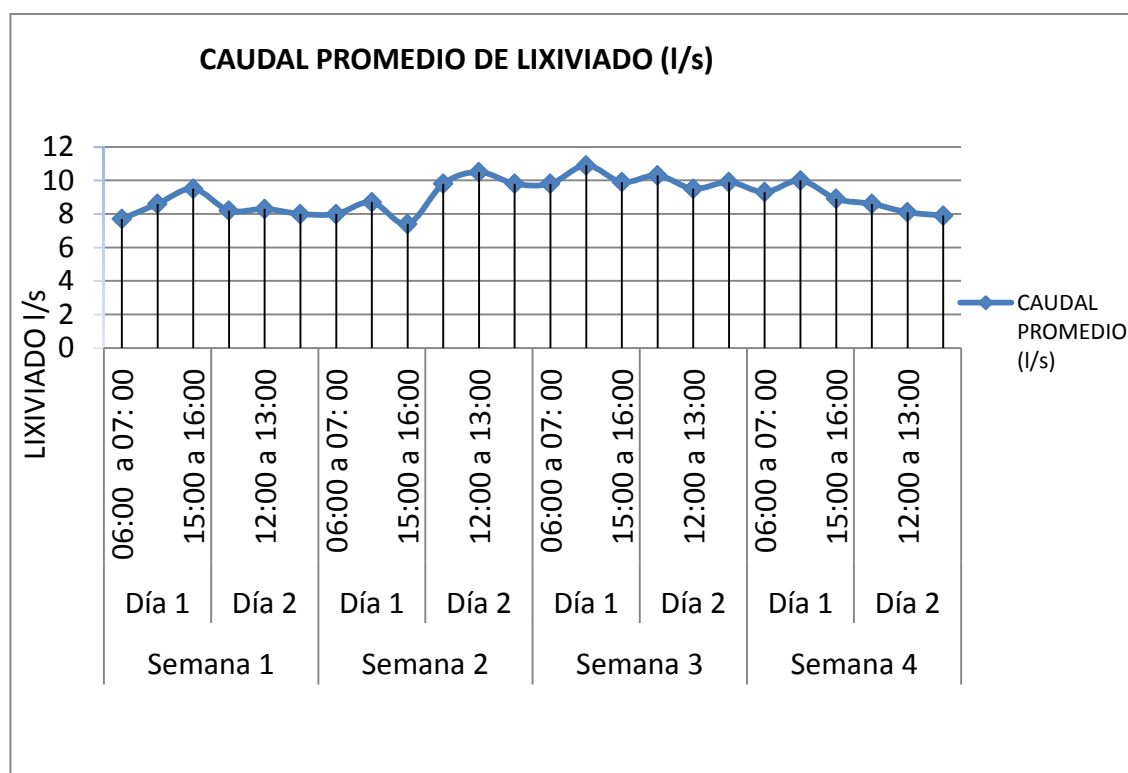
Tabla 41. Resultados del aforo de lixiviados.

SEMANAS	DÍAS	HORA	CAUDAL	UNIDAD
Semana 1	Día 1	06:00 a 07: 00	7,7	l/s
		12:00 a 13:00	8,6	l/s
		15:00 a 16:00	9,5	l/s
	Día 2	06:00 a 07: 00	8,2	l/s
		12:00 a 13:00	8,3	l/s
		15:00 a 16:00	8,0	l/s
Semana 2	Día 1	06:00 a 07: 00	8,0	l/s
		12:00 a 13:00	8,7	l/s
		15:00 a 16:00	7,4	l/s
	Día 2	06:00 a 07: 00	9,8	l/s
		12:00 a 13:00	10,5	l/s
		15:00 a 16:00	9,8	l/s
Semana 3	Día 1	06:00 a 07: 00	9,8	l/s
		12:00 a 13:00	10,9	l/s
		15:00 a 16:00	9,9	l/s
	Día 2	06:00 a 07: 00	10,3	l/s
		12:00 a 13:00	9,5	l/s
		15:00 a 16:00	9,9	l/s
Semana 4	Día 1	06:00 a 07: 00	9,3	l/s
		12:00 a 13:00	10,0	l/s
		15:00 a 16:00	8,9	l/s
	Día 2	06:00 a 07: 00	8,6	l/s

SEMANAS	DÍAS	HORA	CAUDAL	UNIDAD
		12:00 a 13:00	8,1	l/s
		15:00 a 16:00	7,9	l/s
Total promedio			9,1 l/s	

Elaborado por: Rubén Darío Ledesma.

Figura 39. Representación gráfica del aforo de lixiviados.



Elaborado por: Rubén Darío Ledesma.

Desde las semanas 2 y 3 se presentaron lluvias ocasionando una variación notable en las barras del grafico y anteriormente se menciono que existe una ruptura del canal de lixiviado que mezcla con aguas del estero. Los datos obtenidos se realizaron a través de un aforo con un recipiente de capacidad de 20 litros graduada cada 100 ml, en el cual, se presentan un comportamiento casi constante durante los días de prueba.

3.3. ESTIMACIÓN CUANTITATIVO DE BIOGÁS

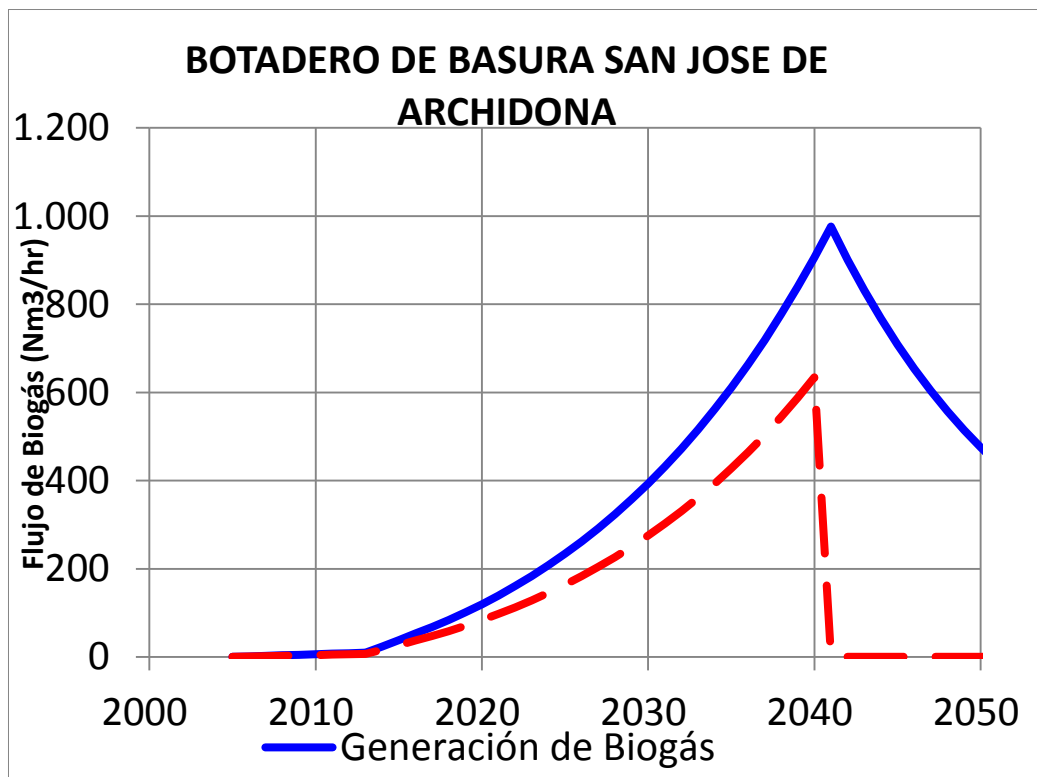
Para la estimación de generación de biogás se inició con los “*valores históricos*” de desechos dispuestos en las celdas presentados en la tabla 39, que se utilizó para los datos de entrada del Modelo Ecuatoriano de Biogás.

Para lograr este propósito, el modelo proporcionó estimaciones de tasas de recuperación de biogás, mediante el uso de tasas de generación del mismo calculadas por el modelo, y el estimado de la eficiencia del sistema de captación de gas generado conocido como eficiencia de recolección o captación.

Los resultados obtenidos por el modelo (ver figura 40), nos presenta valores de generación de biogás del botadero y valores a captarse o recuperarse. Se realizó una proyección de 40 años de estimación de generación de biogás que nos permitirá evaluar a los gases durante la estabilización de los desechos después de realizar el Cierre Técnico del Botadero.

Desde de la creación del botadero de basura en el año 2005 hasta el 2040 se generará 176,0 m³/min, 10.558,0 m³/hor y 1652.642,0 mmBTU/año ó 8'870.400,0 m³/año; partiendo desde el año de creación hasta el 2012 se ha obtenido una generación de 70.080,0 m³/año.

Figura 40. Representación Gráfica de la Proyecciones de generación y recuperación de biogás.



Fuente: Modelo Ecuatoriano de Biogás. (2009).

Adaptado por: Rubén Darío Ledesma.

CAPITULO IV

4. DISCUSIÓN

4.1. TIEMPO DE ESTABILIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DEL BOTADERO DE BASURA SAN JOSÉ.

Los datos de importancia para el Cierre Técnico del Botadero de acuerdo a la tabla 26 y Anexo de Tablas. Anexo Estimación de residuos sólidos dispuestos en el Botadero de Basura San José) son:

- Densidad de Compactación de Desechos.
- Residuos Sólidos Estabilizados.
- Residuos Sólidos Compactados.
- Composición, características de las basuras y espesor de la celda.
- Humedad del residuo, capacidad de campo del relleno.
- Tipo y espesor del material de cobertura, lo que condiciona la evolución de la temperatura y la humedad, entre otros factores, que influyen en el proceso anaerobio de descomposición.
- Las condiciones climáticas, tanto de pluviometría, como las temperaturas ambientales
- Edad del vertedero, condición fundamental en la estabilidad de este.

Con los datos del Anexo de Tablas y la estimación de residuos sólidos dispuestos en el Botadero de Basura San José, nos dan un diagnóstico de la técnica de manejo convencional con el sistema semi mecanizado del Botadero de Basura que son las principales consideraciones para dar una propuesta del Cierre del Botadero acorde a su manejo. Estos datos están asociados a la generación de lixiviados, de biogás y al tiempo que tardará la estabilización de los desechos Según Palma, H., Espinace, R., Valenzuela, P., et al. (2009).

También se puede determinar el ritmo de producción de asientos en el Botadero que es variable con la edad, presentando velocidades de asiento

que disminuyen con el tiempo, pero que en todo caso se mantienen perceptibles durante años, hasta que los complicados procesos de degradación que dan lugar a los asientos alcancen su estabilización. Hirata, H., et. al, (1995) plantean que en rellenos con alto contenido de residuos orgánicos, los asientos son importantes en los primeros 10 años.

Adicional a este análisis y comparando los valores de la tabla se deduce que el tiempo de estabilización con una compactación de desechos estabilizados de 400 kg/m³ (0.4 t/m³) según Fassett, J.B. (1994) corresponde a una mala compactación (10-15 años) por tener una densidad de 0.30 - 0.94 de acuerdo a la tabla 42.

Distintos autores emplean esta comparación para proponer el destino final que tendrá el relleno sanitario o el botadero de basura para considerar el grado de seguridad de las infraestructuras que dispondrá el lugar. Se puede asumir que los valores bajos corresponden a relleno con deficiente o nula compactación de los residuos., razón por la cual, no se recomienda el destino final la construcción de edificaciones o estructuras pesadas.

Tabla 42. *Densidades en función del grado de compactación.*

	UNIDAD	MALA COMPACTACIÓN 15-10 años	COMPACTACIÓN MODERADA 10-5 años	BUENA COMPACTACIÓN Menos de 5 años
Rango densidad total	t/m ³	0.30 – 0.94	0.52 – 0.78	0.98 – 1.07
Promedio densidad total	t/m ³	0.54	0.70	0.97
Rango densidad seca	t/m ³	0,19 - 0,35	0,35 - 0,54	-

Fuente: Fassett, J.B., et al. (1994).

4.2. ANÁLISIS DE CONCENTRACIONES DEL LIXIVIADO DEL BOTADERO DE BASURA DE ARCHIDONA

Se realizó un análisis de concentraciones de los parámetros establecidos para diagnosticar el nivel de carga contaminante de los lixiviados, y de esta manera se pudo establecer la propuesta del sistema de lixiviado a través de Filtros Biológicos.

Comenzando desde la concepción de lixiviado entendemos que es un líquido residual que es generado en la descomposición bioquímica de los residuos o como resultado de la percolación de agua desde fuentes externas (drenaje superficial, lluvia, aguas subterráneas, aguas de manantiales subterráneos), a través de los residuos en procesos de degradación, extrayendo materiales disueltos o en suspensión. Este líquido tiende a salir por gravedad, por la parte inferior del Relleno Sanitario, hasta que una capa impermeable lo impida según Collazos, H. (2008).

4.2.1. pH

El pH del lixiviado comprende un valor de 8.12 debido a las etapas de descomposición que ocurre en los residuos, en esta etapa, la masa orgánica dispuesta en la celda atraviesa por una fase ácida producto de las reacciones biológicas que transcurren en él catalizadas por la temperatura del lixiviado que oscila en un rango de 26° a 28°C lo que acelera la dinámica de la descomposición de materia orgánica produciendo la génesis de radicales de Hidroxilo.

4.2.2. Sólidos totales y sólidos disueltos totales

Los sólidos totales representan la totalidad de los sólidos orgánicos e inorgánicos o la totalidad de sólidos suspendidos y disueltos por la descomposición de la materia orgánica y la digestión microbiana activa dando un valor de 70,68 mg/l, lo que implica que aproximadamente la mitad

de los sólidos son orgánicos y el resto es inorgánico de acuerdo al material que arrastra la escorrentía según Castillo, M. (1994).

Los sólidos disueltos totales se pueden determinar que la mayor parte de los sólidos presentes en el lixiviado son disueltos con un valor de 7000 mg/l. este valor hace considerar que se requiere la aplicación de tratamientos de precipitación y/o coagulación. Hay que tener en cuenta que el comportamiento del lixiviado con la precipitación en épocas de invierno, su concentración tiende a bajar puesto que las aguas de lluvia que escurren desde los taludes o partes altas del terrero mezclan con los lixiviados lo que se considera un valor relativo según López, L. (2011).

4.2.3. Nitrógeno Total

El contenido total de nitrógeno está compuesto por nitrógeno amoniacal, nitritos, nitratos y nitrógeno orgánico. El nitrógeno es de especial interés si se va a considerar un tratamiento biológico ya que junto con el fósforo es el principal nutriente para el crecimiento microbiano de descomponedores de la materia orgánica. Los valores obtenidos en los resultados del laboratorio se obtuvo de 0.05% es decir 500 mg/l, que pueden variar la concentración en verano en lixiviado viejo o nuevo y las diferencias son más apreciables en lixiviado viejo debido a que este puede tomar diferentes estados de oxidación inducidos por los organismos vivos en positivos o negativos y dependen de las condiciones predominantes aerobias o anaerobias según Sawyer, C. (2001).

4.2.4. Demanda Química de Oxígeno (DQO)

La demanda química de oxígeno es esencial al momento de determinar la cantidad de oxígeno necesario para oxidar toda las especies químicas presentes en la muestra; además, la DQO sirve para estimar los valores de la demanda bioquímica de oxígeno y para estimar la carga contaminante diaria del lixiviado. La concentración de DQO en el lixiviado nuevo se comporta de

forma similar a la DBO en invierno. El rango de concentración de la DQO es de 3100 mg/l sobrepasando los límites permisibles.

4.2.5. Demanda Bioquímica de Oxígeno en cinco días (DBO5)

El vertimiento de residuales en los cuerpos de aguas receptores, hacen que los microorganismos aerobios organotróficos consuman los compuestos orgánicos asimilables y lo oxidan mediante el catabolismo. De este proceso surge el concepto de DBO que es la cantidad de oxígeno necesario para la oxidación biológica de la materia orgánica presente en el agua residual; cuanto mayor sean los requerimientos de O₂ de un residual, tanto mayor será su poder contaminante según Brown, O. (2010).

Los valores de la DBO de los lixiviados fueron de 820 mg/l, este valor respecto a la precipitación, es similar a los anteriores en presencia de lluvias.

4.2.6. Relación DBO/DQO (Biodegradabilidad)

La relación DBO / DQO es nada menos que un indicador del efecto de los resultados de la materia orgánica que contiene materiales (en particular, agua, aguas residuales, lixiviados, compost y otros materiales similares) en el medio ambiente componentes del medio natural y de origen humano (recursos hídricos, los humedales, el suelo, vertederos de residuos sólidos, tierras de cultivo, lagunas de estabilización, tratamientos de agua y aguas residuales y otros componentes similares).

Considerando la relación DBO / DQO y de acuerdo a Álvarez -Vázquez, H., et al., (2004); Kurniawan, T., et al., (2005) se considera que el lixiviado es estable para un vertedero mayor de 5 años y que según Tchobanoglous, G., et al., (2000) se toma en cuenta que una relación entre 0.2 y 0.4 indica alta biodegradabilidad y una inferior a 0.1 poca biodegradabilidad, lo que indica que el lixiviado se encuentra en un rango de biodegradabilidad alta.

4.2.7. Metales

Los metales de interés ambiental que se encuentran en mayor proporción en el lixiviado son: mercurio, plomo, selenio y cromo. En verano, con la disminución de caudal, las concentraciones aumentan significativamente. Entre los metales encontrados en el lixiviado son: magnesio 0.19%, hierro 212.75 mg/l, sodio 0.73%, potasio 6.44 %, plomo < 0.3 mg/l, mercurio < 0.001 mg/l dentro de límite permisible, cadmio < 0.04 mg/l fuera del límite permisible y cromo con 17.09 mg/l fuera del límite permisible.

Según López, L. (2011) a los metales pesados se les atribuye en ocasiones el fallo en los sistemas anaerobios, estando tal imputación bien justificada en muchos sistemas. El cobre, níquel, zinc, cadmio y mercurio pueden producir inhibición a la microflora anaerobia en concentraciones menores de 1 mg/l. El hierro en concentraciones elevadas puede ser una ventaja para el proceso, dado que en la forma de sulfuro de hierro puede servir como regulador para reducir la toxicidad causada por la repentina aparición de un metal pesado.

El otro metal desplazado es el hierro del sulfuro y, de esta manera se convierte en una forma insoluble que no produce inhibición. El grado en que funciona un regulador de FeS en un sistema anaerobio depende del total de sulfuros y de las concentraciones relativas de metales pesados en las concentraciones del sistema establece Brown, O. (2010).

Por otra parte, elementos como el calcio, magnesio, potasio y sodio, presentes en el lixiviado se encuentran como macro nutrientes para el crecimiento biológico, sin embargo aunque estas concentraciones en muchas ocasiones superan los excesos deseados de elementos como nutrientes para un tratamiento anaerobio, no causan inhibición en el proceso según Rittmann, B. (2001).

4.3. EFICIENCIA DE LOS FILTROS PERCOLADORES

La eficiencia del filtro se determina con las ecuaciones de Metcalf&Eddí, (2003) que se presenta a continuación:

Ecuación 11. Eficiencia del filtro

$$E_1 = \frac{1}{1 + 0.443 \sqrt{\frac{W}{VF}}}$$

$$E_2 = \frac{1}{1 + \frac{0.443}{1 - E_1} \sqrt{\frac{W'}{VF}}}$$

Donde:

E_1 : Eficiencia de remoción de DQO

W : Carga de DQO (Kg/día)

V : Volumen del filtro (m^3)

F : Factor de recirculación

E_2 : Eficiencia de remoción de DQO del segundo filtro

W' : Carga de DQO (kg/día) del segundo filtro

Aplicando la ecuación 11 para el filtro 1 y 2 se obtiene:

$$E_1 = \frac{1}{1 + 0.443 \sqrt{\frac{206,93}{203,5 * 1}}}$$

$$E_1 = 0.689$$

$$E_2 = \frac{1}{1 + \frac{0.443}{1 - 0.68} \sqrt{\frac{206,93}{203,5 * 1}}}$$

$$E_2 = 0.416$$

El cálculo de la eficiencia para los Filtros Percoladores según Tchobanoglous, G. et al. (1994) se determina mediante la ecuación 12:

Ecuación 12. Eficiencia del filtro percolador

$$E = \frac{\text{DBO}_5 \text{ inicial} - \text{DBO}_5 \text{ final}}{\text{DBO}_5 \text{ inicial}}$$

$$E = \frac{820 - 100}{820}$$

$$E = 0.87804;$$

$$E = 87,804 \%$$

Cálculo de la DBO después del filtro según Tchobanoglous, G. et al. (1994) se determina mediante la ecuación 13:

Ecuación 13. DBO del efluente

$$\text{DBO}_{\text{efluente}} = \text{DBO}_5 \text{ inicial} - \text{DBO}_5 \text{ inicial} * \text{eficiencia del filtro}$$

$$\text{DBO}_{\text{efluente}} = 100 \text{ mg/l}$$

Los valores de eficiencia en los filtros se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 43. Eficiencia de los filtros.

FACTOR	MEDICIÓN / PORCENTAJE
CARGA DQO	259,2 Kg/día
VOLUMEN	233,75 m ³
FACTOR DE RECIRCULACIÓN	1 no hay recirculación
E ₁	0.689 %
E ₂	0.416 %
DBO EFLUENTE	100 mg/l
EFICIENCIA GLOBAL	87,804 %

Elaborado por: Rubén Darío Ledesma.

De los resultados obtenidos se demuestra que la calidad del efluente podría descender en la DBO a los 100 mg/l en cada Filtro Percolador, con una eficiencia de remoción del 87,804 % con dos filtros trabajando en serie. Esto nos indica que la concentración de la DBO será reducida a un 50 % cumpliendo la Legislación Ambiental Ecuatoriana.

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES

En base al desarrollo de esta investigación, expuestas en los capítulos anteriores, se concluye lo siguiente:

- La eliminación de los residuos sólidos se ha convertido en un problema serio del GAD Municipal de Archidona, que ha causado la creación de los botaderos de basura sin medidas ambientales ni medidas de manejo para la disposición final adecuadas y modernas, estas fallencias se han llevado como metodología de disposición final al manejo convencional para los residuos sólidos.
- Los Factores de Estudio y las Mediciones de la Investigación de esta indagación, fueron los elementos importantes que llevó para determinar las directrices consideradas para una propuesta adecuada Plan de Cierre del Botadero de Archidona.
- La metodología de la Evaluación de Impactos Ambientales mediante la técnica de Coneza, V. (2010) no solo involucra las interacciones entre Acciones y Factores en las distintas etapas del proyecto, sino que también considera como Unidades de Impacto Ponderados a los Factores antes de ejercer las Acciones. y en la Matriz de Importancia se realiza mediante la consideración de las Unidades de Impacto Ponderados entre Factores y Acciones. De esta manera las probabilidades de ocurrencia de las afectaciones ambientales son más cercanas a la realidad de probabilidad de ocurrencia.
- La producción per cápita tanto en el sector urbano como rural tiene un promedio de 0.51 kg/hab/día con una generación de desechos orgánicos de 45, 12 % y 54,88 % de residuos inorgánicos, de los cuales los desechos orgánicos son dispuestos en la misma celda sin ningún tratamiento de separación y disposición final lo que indica que la

generación de microorganismos en el lecho de las celdas será en abundancia al igual que la generación de los lixiviados.

- El manejo convencional del Botadero de Basura involucra un sistema de compactación semi mecanizado de los residuos con cobertura de lastre y capa de aserrín, esto hace que las escorrentías tengan una infiltración mayor en todas las épocas del año debido a que las precipitaciones anuales son de 4231,3 mm sumado la descomposición de la materia orgánica, y las reacciones de los desechos sólidos establecidas en el Marco Teórico se obtiene un generación de 0.6 l/s de lixiviado.
- La tendencia de generación del biogás a través del tiempo de 40 años alcanzaría un valor estimado de 10558 m³/hr, de los cuales, solo 5749 m³/hr sería el volumen de biogás capturado por algún sistema tecnológico si de interés hacerlo por el GAD Municipal de Archidona o por alguna Institución interesada.
- La visión del GAD Municipal de Archidona para la administración del proyecto de Cierre Técnico del Botadero de Basura de Archidona, a través del análisis DAFO se establece que las Fortalezas tiene un “peso” de 102, las Debilidades de 82, las Oportunidades de 56 y las Amenazas de 55, lo que indica que la administración y el compromiso para el proyecto será mediante las fortalezas para el cumplimiento de los objetivos del Plan del Cierre Técnico.
- De acuerdo a los resultados del Modelo Ecuatoriano de Biogás, se estima que el valor de $k = 0.080$ 1/año, que es la constante que determina el índice de generación de biogás estimado; lo que significa que el valor de k antes y después de la generación máxima de biogás es igual y que el valor de k se define en función del contenido de humedad, pH, temperatura y la disponibilidad de nutrientes. Mientras que el valor de $L_0 = 84$ m³/toneladas métricas, indica la capacidad potencial del botadero para generar metano (componente principal del biogás). L_0 depende de la cantidad de carbono orgánico disponible

en los desechos; además, se estima una generación de metano que es el componente principal de biogás en un 50 %.

- El tratamiento final que tendrá el biogás será mediante la combustión de acuerdo al Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria en su Artículo 4.10.4; que cita: “El manejo de gases deberá realizarse mediante el uso de chimeneas y su combustión se hará mediante un quemador o mechero encendido para quemar el gas que sale de las chimeneas.”
- La propuesta para el tratamiento de lixiviados mediante Filtros Percoladores, es una buena alternativa adecuada en su eficiencia y economía, también se estima que la carga de contaminantes en especial el DBO será reducirá en el 50 % del límite máximo permisible del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria, en el Libro VI, Anexo A, Tabla 12.
- La ubicación geográfica del Botadero de Basura, su sistema de manejo de desechos, las condiciones Meteorológicas del Cantón Archidona y considerando los impactos que provocará el proyecto de Cierre, el uso final del sito propuesto para un área verde es la alternativa más adecuada para lograr los objetivos de minimización de impactos ambientales a largo plazo.

CAPITULO VI

6. RECOMENDACIONES

- Para la aplicación del proyecto de Cierre del Botadero, se deberá añadir los detalles de obras civiles e hidráulica tomando en cuenta esta investigación porque reúne las implicaciones ambientales que tendrá el proyecto y para el cumplimiento del Artículo 3 del Sistema Único de Manejo Ambiental.
- Se sugiere planificar a las autoridades máximas del GAD Municipal de Archidona, implementar políticas para las Debilidades y las Amenazas que tiene según el análisis DAFO para maximizar los objetivos de mitigación de impactos ambientales.
- Sobre la base de los resultados del grado de aceptación (DAFO) de la población se recomienda diseñar y efectuar la campaña de educación e información a través de los medios de comunicación, instituciones del estado como privadas, instituciones educativas y asociaciones sociales, que entre otros objetivos busque aclarar la confusión que existe por parte de la población, originada por la creencia que las medidas de mitigación de impactos del Botadero de Basura para el Cierre serán deficientes para la salud de las personas.
- La presencia del estero intermitente formado por las características topográficas del Botadero, es un problema muy importante, por lo que se recomienda encausarla con tubería de hormigón para evitar deslizamientos del terreno o aumenta la cantidad lixiviados.
- Para un buen funcionamiento del Proyecto de Cierre del Botadero, es imprescindible que cuente con un personal técnico capacitado que monitoree frecuentemente el funcionamiento de los sistemas de tratamiento de biogás,, si es el caso de ordenar estas responsabilidades al guardia, el GAD Municipal de Archidona deberá capacitar a todo los involucrados del mismo.

CAPITULO VII

7. BIBLIOGRAFÍA

- Alvarez-Vazquez H., Jefferson B. &Judd S.J. (2004). Membrane bioreactors vs conventional biological treatment of landfill leachate: a brief review. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 79, 1043 – 1049.
- Ay Robertos, F., Brinckmann, W., &Ayllón Trujillo, M. (2008). Disposición final de residuos sólidos en los municipios de Benito Juárez e Isla Mujeres en Quintana Roo. *Ingeniería*, 14, 197-207.
- Aye, L. y Widjaya, E. (2007). "Environmental and economic analyses of waste disposal options for traditional markets in Indonesia." *Waste Management*, 26, 1180-1191. Recuperado en junio 20. 2012 Disponible en internet www.sciencedirect.com.
- Baby, P., Rivadeneira, M. y Barragán, R. (2004).La Cuenca Oriente: Geología y Petróleo.*Travaux de l'Institut Francaisd'EtudesAndines*.144.
- Bitran y Asociados. (2006). *Captura de gases de efecto invernadero de relleno sanitario para su aprovechamiento económico*. Guanajuato, México.: Autor.
- Brown, O. (2012, junio). Sistemas de tratamiento de aguas residuales. Pastaza, Ecuador: Autor. recuperado de la base de datos de la Universidad Estatal Amazónica (Universidad Estatal Amazónica, CD-ROM, Fall 2012 release).
- Buenrostro, H. (2006). Algunas consideraciones en torno a la coordinación del sector central y las delegaciones del gobierno del Distrito Federal. *Gestión y Política Pública*, Sin mes, 487-494.
- Burzacconi, L., López, I. Arcia, E., Cardelino, L., Castagna, A., & Viñas, M. (2001). *Comparación de tratamientos aerobios y anaerobios aplicados a lixiviados de rellenos sanitarios*. Montevideo, Uruguay: Autor.
- Bustos, F. (2009). *La problemática de los desechos sólidos*. Venezuela. JEL: Q53.
- Camargo, Y. & Vélez, A. (2009, septiembre). *Emisiones de biogás producidas en rellenos sanitarios*. II Simposio Iberoamericano de ingeniería de residuos, Barranquilla, Colombia.
- Castillo, M. (1994). *Diagnostico y caracterización de los líquidos percolados del botadero de basura Zambiza*. Quito. 148.

- Christensen T.H., Kjeldsen P., Bjerg P.L., Jensen D.L., Christensen J.B., Baun A., Albrechtsen H. & Heron G. (2001). Biogeochemistry of landfill leachate plumes. *Applied Geochemistry*, 16, 659 – 718.
- Collazos, H. (2008). Diseño y operación de rellenos sanitarios. *Escuela colombiana de ingeniería*, 3, 240.
- Colemerares, W., & Santos, K. (2010). Generación y manejo de gases en sitios de disposición final. Colombia: Autor.
- Conesa, V. (2003). *Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental*, 4, 225-368.
- Compañía Constructora y de Servicios AG. (2011). *Estudio preliminar para la el relleno sanitario de Archidona*. Napo, Tena: Autor.
- Consejo Nacional del Ambiente, Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente & Organización Panamericana de Salud. (2004). *Guía técnica para la clausura y conversión de botaderos de residuos sólidos*. Lima, Perú.: Autor.
- Ehrigh, H. (1992). Cantidad y contenido de lixiviados de desechos domésticos. *Proyecto CEPIS/GTZ*. 91-132.
- *Environmental Protection Agency. (2001). Emission Inventory Improvement Program. Eastern Research Group, Inc.* 3, 15.
- *Estudio de impacto ambiental del botadero de basura San José de Archidona. (2004). GAD Municipal de Archidona. Archidona, Ecuador: Autor.*
- Fasset, J.B., Leonards, G.A., y Repetto, P.C. (1994). Geotechnical Properties of Municipal Solid Wastes and Their Use in Landfill Design. *Proceedings. Landfill Technology Conference*. 31.
- Fuertes, H. (2009). Plan de clausura o saneamiento del relleno sanitario. En Fuertes (Eds.), *Estudio de impacto ambiental del relleno sanitario de Santo Domingo*. (pp.4-5). Santo Domingo, Ecuador. Autor.
- Gallardo, Y. & Moreno, A. (1999). Aprenda a Investigar. *Recolección de la información*, 3, 31-96.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal la Florida. (2009). *Plan de Cierre técnico del botadero de basura Plazuela*. Pasto, Ecuador: Autor. Recuperado de la base de datos del Ministerio del Ambiente Regional Napo (MAE, CD-ROM, Fall 2009 release).
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Archidona. (2011). Cartas geográficas de la Provincia de Napo y Cantón Archidona. Archidona, Ecuador: Autor. recuperado de la base de datos del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Archidona (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Archidona, CD-ROM, Fall 2012 release).

- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Archidona. (2011). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial*. Archidona, Ecuador: Autor.
- Henry, G. & Heinke, W. (1999). *Ingeniería Ambiental*. México, D.F.: Prentice Hall, 1999.
- Hirata, T., Hanashima M., Matsufuji, Y., Yanase, R., & Maeno Y. (1995). Construction of facilities on the closed landfills. *Fifth International Landfill Symposium*, 1,2,3, 123-151.
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (2011). *Estadísticas de diarias de meteorología e hidrología*. Napo, Tena: Autor.
- Jaramillo, J. & Zepeda, F. (2000). *Guía para el Diseño, Construcción y Operación de Rellenos Sanitarios Manuales*. Washington DC, Estados Unidos de América.: Autor.
- Johannessen, L. M., (1999). *Guidance Note on Recuperation of Landfill Gas from Municipal Solid Waste Landfills*. Washington, D.C. U.S.A.: The World Bank.
- Kjeldsen, P., Barlaz, M.A., Rooker, A.P., Baun, A., Ledin, A. & Christensen, T.H. (2002). Present and Long-Term Composition of MSW Landfill Leachate: A Review. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 32 (4), 297-336.
- Kurniawan T.A., Lo W. & Chan G. (2005). Physico-chemical treatments for removal of recalcitrant contaminants from landfill leachate. *Journal of Hazardous Materials*, 129, 80 – 100.
- López, L. (2011). *Diagnóstico, caracterización y propuesta de tratamiento de los lixiviados generados en el relleno sanitario de la Ciudad de Amboato*. Quito, Ecuador.: Autor.
- Maldonado, J. (2002). *Guía ambiental para saneamiento y cierre de botaderos a cielo abierto*. Cali, Colombia.: ISBN 958-9487-45-9.
- Mathur, A. K. and Majumder, C.B. (2008). Biofiltration and kinetic aspects of a biotrickling filter for the removal of paint solvent mixture laden air stream. *Journal of Hazardous Materials*. 152, 1027-1036.
- Méndez, R., Castillo, E. R., Sauri, M.R., Quintal, C., Giancoman, G. & Jiménez, B. (2009). Comparación de cuatro tratamientos físico-químicos de lixiviado. *Intercadencia. Contaminación Ambiental*, 25 (3), 137.
- Mendoza, P. & López, V. (2004). *Estudio de la calidad del lixiviado del relleno sanitario la esmeralda y su respuesta bajo tratamiento en filtro anaerobio de flujo ascendente piloto*. Cali, Colombia.: Autor.
- Metcalf & Eddy (2003). *Wastewater Engineering. Treatment and Reuse*. New York, Estados Unidos 4th Ed. McGraw-Hill, Inc.

- Ministerio de Medio Ambiente y Agua de Bolivia. (2010). *Guía para la Implementación, Operación y Cierre de Rellenos Sanitarios*. La Paz, Bolivia.: 1era Versión.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2009). Texto unificado de legislación ambiental secundaria. *Anexo 1*. Quito, Ecuador: Autor.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2009). Texto unificado de legislación ambiental secundaria. *Anexo 6*. Quito, Ecuador: Autor.
- Modelo ecuatoriano de biogás (2009). Ministerio del Ambiente del Ecuador y Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. Quito, Ecuador: Autor.
- Montes, M. (2008). *Estudio técnico-Económico de la digestión anaerobia conjunta de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos y lodos de depuradora para la obtención de biogás*. España. Autor.
- Ordóñez, M., Jiménez, N. y Suárez, J. (2006). *Micropaleontología Ecuatoriana. Petroproducción*, Quito, Ecuador.: Autor.
- Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial. (2007, junio 26). Colombia. Guía para la Gestión Integral de los Desechos Sólidos Urbanos. Recuperado en junio 26, 2012 disponible en: http://193.138.105.50/filestorage/download/?file_id=72852, 2008.
- Organización Panamericana de la Salud. (2012, junio 30). Perú. Diseño, Construcción y Operación de rellenos Sanitarios Manuales. Recuperado en noviembre 30, 2012 disponible en http://www.bvsde.paho.org/cursoa_rsm/e/index.html.
- Organización Panamericana de Salud & Organización Mundial de Salud. (2002). *Análisis Sectorial de Residuos Sólidos – Ecuador*. Quito, Ecuador.: Autor.
- Palma, P., Espinace, R., J., Valenzuela, I., Jaramillo, A. Miranda, R. Salinas, y J. Bialostoki. (2009). *Evaluación del efecto eólico en tranques de relave*. Presentada en XVIII Congreso Argentino de Mecánica de Suelos e Ingeniería Geotécnica (CAMSIG). Universidad Nacional de San Juan, Facultades de Ingeniería y de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. San Juan, Argentina. pp: 25.
- Pérez. J. (2008). Ingeniería Civil, Medio Ambiente, Relleno Sanitario. Recuperado en octubre 25, 2012 disponible en <http://www.ingenierosinc.com/2008/07/31/que-es-un-relleno-sanitario/>
- Puerta, S. (2004). Los residuos sólidos municipales como acondicionadores de suelo. *Revista lasallista de investigación*, 1, 58. Recuperado en junio 26, 2012.

- Quinchoa, W. (2011). "El olor nos lleva": identidades ecológicas como un proceso de reconocimiento social y cultural de los "recuperadores" en el Relleno Sanitario Regional de Presidente, municipio de San Pedro, departamento del Valle. *Revista de Estudios Sociales*, 39, 55-69. Recupera en junio 22. 2011 disponible en Internet: <http://www.redalyc.org/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=81518565005>.
- Reyes, F. (2005). *Efecto de las cargas hidráulica y orgánica sobre la eficiencia de remoción de un empaque estructurado en un filtro percolador*. Puebla, México.: Autor.
- Reyes-Lara, S., & Reyes-Mazzoco, R. (2009). Efecto De Las Cargas Hidráulica Y Orgánica Sobre La Remoción Másica De Un Empaque Estructurado En Un Filtro Percolador. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 8, 101-109.
- Ribeiro, M., Berto, M.& Bueno, A. (2006). La gestión de pasivos ambientales en un proceso de integración económica. *Revista Latinoamericana de Administración*. 037, 18-21.
- Rittmann, B. (2001). Biotecnología del medio ambiente. *Principios y Aplicaciones*. 4.82-120.
- Rivera, J., & Zuluaga, L. (2010). *Diseño de procesos y procedimiento para la recepción y control del flujo de residuos reciclables, en el centro de acopio GERT S.A. E.S.P. en la ciudad de Cali*. Cali, Colombia.: Autor.
- Röbe, E. (2002). Diseño, Construcción, Operación y Cierre de Rellenos Sanitarios Municipales. Loja, Ecuador.: DED Ilustre Municipio de Loja.
- Rodríguez, J., Castrillón, L., Marañón E. & Sastre H. (2000). A comparative study of the leachates produced by anaerobic digestion in a pilot plant at a sanitary landfill in Asturias (Spain), *Waste Management & Research*, 18, 86-93.
- Rotoplas. (2010). *Sistema séptico Imhoff cónico estético*. Cali, Colombia.: Autor.
- Saneamiento y cierre de botaderos a cielo abierto. (2002). Guía ambiental. *Ministerio del Ambiente de Colombia*. 4.24.
- Sawyer, C. (2001). *Química para ingeniería ambiental*. Colombia. 4, McGraw-Hill.
- Según Palma, H., Valenzuela, P., & Espinace, R. (2009). *Reducción de los tiempos de estabilización en rellenos sanitarios operados con recirculación de lixiviados*. Chile.: Autor.
- Tchobanoglous, G. et al. (1994). Gestión integral de residuos sólidos. España, ISBN: 0-07-063237-5.

- Terraza, H. (2009). *Lineamientos estratégicos del Banco Interamericano de Desarrollo para el sector de residuos sólidos*. Nueva York, Estados Unidos de América.: No. IDB-TN-101.
- Tsai, W., Chou, Y., Lin, Ch., Hsu, H., Lin, K. & Chiu, Ch. (2007). "Perspectives on resource recycling from municipal solid waste in Taiwan." *ResourcesPolicy*, 32, 69-79. Recueprado en junio 20.2012. Available online at www.sciencedirect.com.
- Vallejo, C. (2008). Estudio de factibilidad e implementación de una microempresa recolectora de papel y cartón en la ciudad de Quito. Quito, Ecuador.: Autor.
- Vásquez, J., Mulás, A. et al (2010). *Manual para la Operación de rellenos Sanitarios*. México.:Autor.
- Villaroel, B.(1985). *Geología Del Cuadrángulo 77° 45' 78'00' De Longitud Oeste Y 01°10' De Latitud Sur, Escala 1:50.000 (Área Aproximada: 500 Km², Localizada En Puerto Napo, Provincia De Napo*. Guayaquil, Ecuador.: Autor.

CAPITULO VIII

8. ANEXOS

8.1. ANEXO DE FIGURAS

Fotografía 1.



Recolección y pesado de la basura en recipiente de 100 L

Fotografía 2.



Formación del estero intermitente.

Señalización

Señales de advertencia



Señales de prohibición



Señales de obligación



Resultado del Laboratorio A.

 LABCESTTA Tecnología & Soluciones SGC	LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN Panamericana Sur Km. 1 ½ Telefax: (03) 2998232 ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS RIOBAMBA - ECUADOR	ACREDITADO ENSAYOS No OAE LE 2C 06-008
--	---	--

INFORME DE ENSAYO No.
ST:

0056
12 – 0001 ANÁLISIS DE LIXIVIADOS

Nombre Peticionario:
Atn.
Dirección:

Universidad Estatal Amazónica
Rubén Ledesma
Rumiñahi Quevedo 3 y Mercado; Salcedo, Cotopaxi

FECHA:
NUMERO DE MUESTRAS:
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:
FECHA DE MUESTREO:
FECHA DE ANÁLISIS:
TIPO DE MUESTRA:
CÓDIGO LAB-CESTTA:
CÓDIGO DE LA EMPRESA:
PUNTO DE MUESTREO:
ANÁLISIS SOLICITADO:
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:
CONDICIONES AMBIENTALES:

11 de Mayo de 2012
1
2012/ 05 / 04 – 13:14
2012/ 05 / 04 – 07:13
2012 / 01/ 17- 2012 / 05 / 11
lixiviados
LAB-L 0010-12
N.A
Botadero de Basura de Universidad de Archidona.
Físico Químico
Rubén Ledesma
T máx.:25.0 °C. T mín.: 15.0°C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE	INCERTIDUMBRE (k=2)
Potencial de Hidrógeno	PEE/LAB-CESTTA/05 APHA 4500H ⁺ B	Unidades de pH	8,12	-	± 0,15
*Demanda Química de Oxígeno	PEE/LAB-CESTTA/09 APHA 5220 D	mg/L	3100	-	-
*Demanda Bioquímica de Oxígeno	PEE/LAB-CESTTA/46 APHA 5210 B	mg/L	820	-	-
*Sólidos Totales	PEE/LAB-CESTTA/10 APHA 2540 B	mg/L	70,68	-	-
*Nitrógeno Total	PEE/LAB-CESTTA/88 Kjedahl	%	0,05	-	-
*Fósforo Total	PEE/LAB-CESTTA/81 No.4500-P	mg/L	5,66	-	-
*Dureza Total	PEE/LAB-CESTTA/40 Volumétrico	mg/L	975	-	-
*Alcalinidad Total	PEE/LAB-CESTTA/41 APHA 2320 B	mg/L	2325	-	-
*Calcio	PEE/LAB-CESTTA/39 APHA 3111 B, 3030 B	%	1,34	-	-
*Magnesio	PEE/LAB-CESTTA/39 APHA 3111 B, 3030 B	%	0,19	-	-
*Cloruros	PEE/LAB-CESTTA/15 APHA 4500 Cl ⁻ B	mg/L	1225	-	-
*Sulfatos	PEE/LAB-CESTTA/18 APHA 4500 SO ₄ ²⁻ E	mg/L	<8	-	-
*Hierro	PEE/LAB-CESTTA/35 APHA 3111 B, 3030 B	mg/L	212,75	-	-
*Sodio	PEE/LAB-CESTTA/67 APHA3030 B, 3111 B	%	0,73	-	-

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados
MC01-14

Página 1 de 2
Edición 1

Resultado del Laboratorio B.

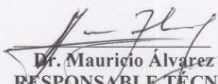
 LABCESTTA Tecnología & Soluciones SGC	LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN Panamericana Sur Km. 1 ½ Telefax: (03) 2998232 ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS RIOBAMBA - ECUADOR	ACREDITADO ENSAYOS No OAE LE 2C 06-008
--	---	--

*Potasio	PEE/LAB-CESTTA/38 APHA 3030 B, 3111 B	%	6,44	-	-
*Plomo	PEE/LAB-CESTTA/29 APHA 3030 B, 3111 B	mg/L	<0,3	-	-
*Sólidos Disueltos Totales	PEE/LAB-CESTTA/11 APHA 5220 C	mg/L	7000	-	-
*Mercurio	PEE/LAB-CESTTA/34 APHA 3112 B, 3030 E	mg/L	<0,001	-	-
Cadmio	PEE/LAB-CESTTA/96 APHA 3030 E y 3111 B	mg/L	<0,04	-	± 28%
Cromo	PEE/LAB-CESTTA/94 APHA 3030 E y 3111 B	mg/L	17,09	-	± 5%
*Cianuros	PEE/LAB-CESTTA/22 APHA 4500 CN ⁻ E	mg/L	<0,002	-	-
*Fenoles	PEE/LAB-CESTTA/14 APHA 5530 D	mg/L	0,018	-	-

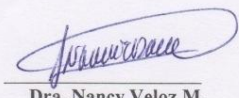
OBSERVACIONES:

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

RESPONSABLES DEL INFORME:


Dr. Mauricio Alvarez
RESPONSABLE TÉCNICO

LABORATORIO DE ANALISIS AMBIENTAL
E INSPECCION
LAB - CESTTA
ESPOCH


Dra. Nancy Veloz M.
JEFE DE LABORATORIO

8.2. ANEXO. DISEÑO DEL FILTRO PERCOLADOR

8.2.1. CÁLCULOS DE LA TUBERÍA PARA EL FILTRO PERCOLADOR

El cálculo de generación de Lixiviados del Botadero de Basura es de 0,6 l/s, tomando en cuenta que el Botadero de Basura se divide en cinco celdas de operación, este caudal total se divide en cinco por lo tanto tenemos un caudal de 0,12 l/s para cada una, con el cual se procede a dimensionar el sistema de drenaje del lixiviado por el método de Wilkins:

Ecuación 14. Método de Wilkins

$$V = 52.45 P \times Rh^{0.5} \times J^{0.25}$$

Donde:

V= Velocidad media de percolación en cm/seg.

P= Porosidad del medio granular, valor entre 0,40 y 0,50, se adopta 0,4.

Rh= Radio hidráulico del medio granular en cm.

J= Pendiente del dren en m/m se adopta por las pendiente del botadero 0.02

Para el radio hidráulico se calcula con la siguiente expresión:

Ecuación 15. Radio hidráulico

$$Rh = (P \times D_s) / (6 (1 - P))$$

Donde:

Ds = Diámetro equivalente del material granular, se asume un diámetro promedio de 6 cm.

Entonces:

$$Rh = (0,40 * 6) / (6 (1-0,40))$$

$$Rh = 0,67 \text{ cm.}$$

Obteniendo el valor Rh se calcula la Velocidad de Percolación que es igual a:

$$V = 52,45 * 0,40 * 0,67^{0.5} * 0,02^{0.25}$$

$$V = 6,46 \text{ cm/seg} = 0,065 \text{ m/seg.}$$

Aplicando la ecuación de continuidad:

Ecuación 16. Ecuación de continuidad

$$Q = A * V$$

Donde:

$$Q = \text{caudal en m}^3/\text{s} \quad (0.12 \text{ l/s} = 0.00012 \text{ m}^3/\text{s})$$

$$A = \text{área del dren en m}^2.$$

$$V = \text{velocidad en m/s}$$

Despejando A se obtiene:

$$A = Q/V$$

$$A = 0,00012 / 0,065$$

$$A = 0.0018 \text{ m}^2$$

El área es demasiado pequeña, por lo tanto se adoptará una sección mínima de 0.16 m^2 que corresponde a drenes de $0.4 \times 0.4 \text{ m}$.

Aplicando la Ecuación Manning par la tubería el resultado son demasiado bajo por lo tanto se adopta la tubería de 110 mm.

8.2.2. CÁLCULOS PARA EL DISEÑO DEL FILTRO PERCOLADOR MEDIANTE THE NATIONAL RESEARCH COUNCIL OF UUEE.

Los parámetros adoptados para el diseño son:

Filtro de alta tasa de aplicación:	25 Hab/m ³
Geometría del filtro:	rectangular relación l/a = 1,5
Altura del filtro:	2,5 m
DQO del lixiviado:	5.000 mg/l.
Carga habitante:	0,05 kg/hab*día
Caudal de Lixiviado:	0,61 l/s
Factor de recirculación	1

Cálculo de la carga Orgánica del la DQO

$$CarDQO = Caudal_lixiviado * DQO_{lixiviado}$$

$$Carga\ DQO = 0,6\ l/s * 5.000\ mg/l$$

$$Carga\ DQO = 3000\ mg/s\ (259.2\ Kg/día)$$

Cálculo del caudal del sistema

$$Q_R = R * Q_o$$

$$Q_R = 1 * 2.19\ m^3/día$$

$$Q_R = 2.19\ m^3/día\ (52.56\ m^3/día)$$

Factor de remoción

$$F = \frac{1 + R}{\left(\frac{1 + R}{10}\right)^2}$$

$$F = \frac{1 + 1}{\left(\frac{1 + 1}{10}\right)^2}$$

$$F=50$$

Cálculo de la población equivalente:

$$Pobequiv = \frac{Carga_DQO}{Carga_habitante}$$

$$\text{Población equivalente} = 259.2 \text{ Kg/día} / 0,05 \text{ Kg/hab*día}$$

$$\text{Población equivalente} = 5184 \text{ Habitantes.}$$

Cálculo del volumen del Filtro

$$Volumen_filtro = \frac{Poblacion_equivalente}{Tasa_aplicación}$$

$$\text{Volumen del Filtro} = 5184 \text{ Hab./25 Hab/m}^3$$

$$\text{Volumen del Filtro} = 207.36 \text{ m}^3$$

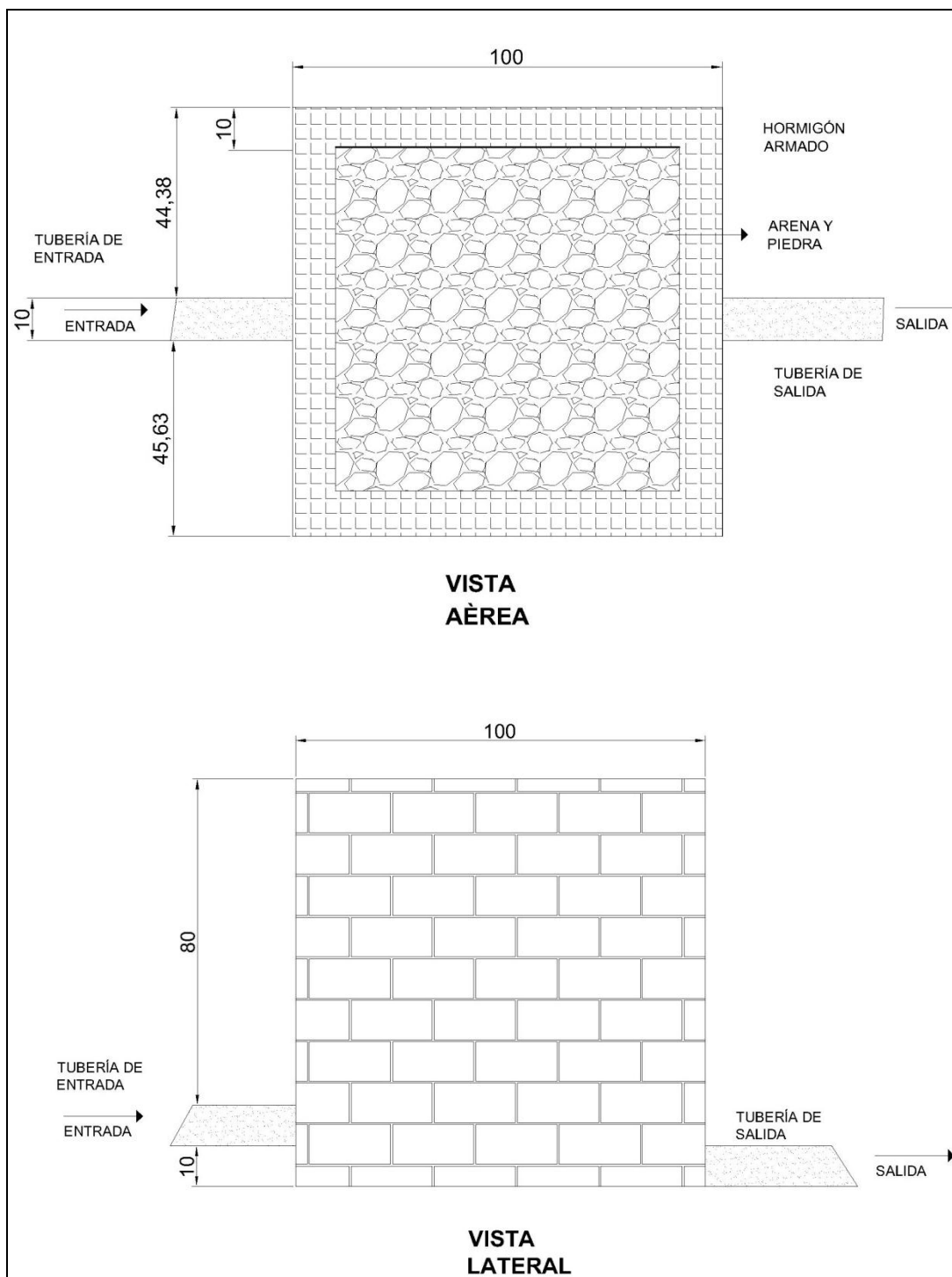
Dimensiones del Filtro

$$\text{Altura:} \quad 2.5$$

$$\text{Largo:} \quad 11$$

$$\text{Ancho} \quad 8.5$$

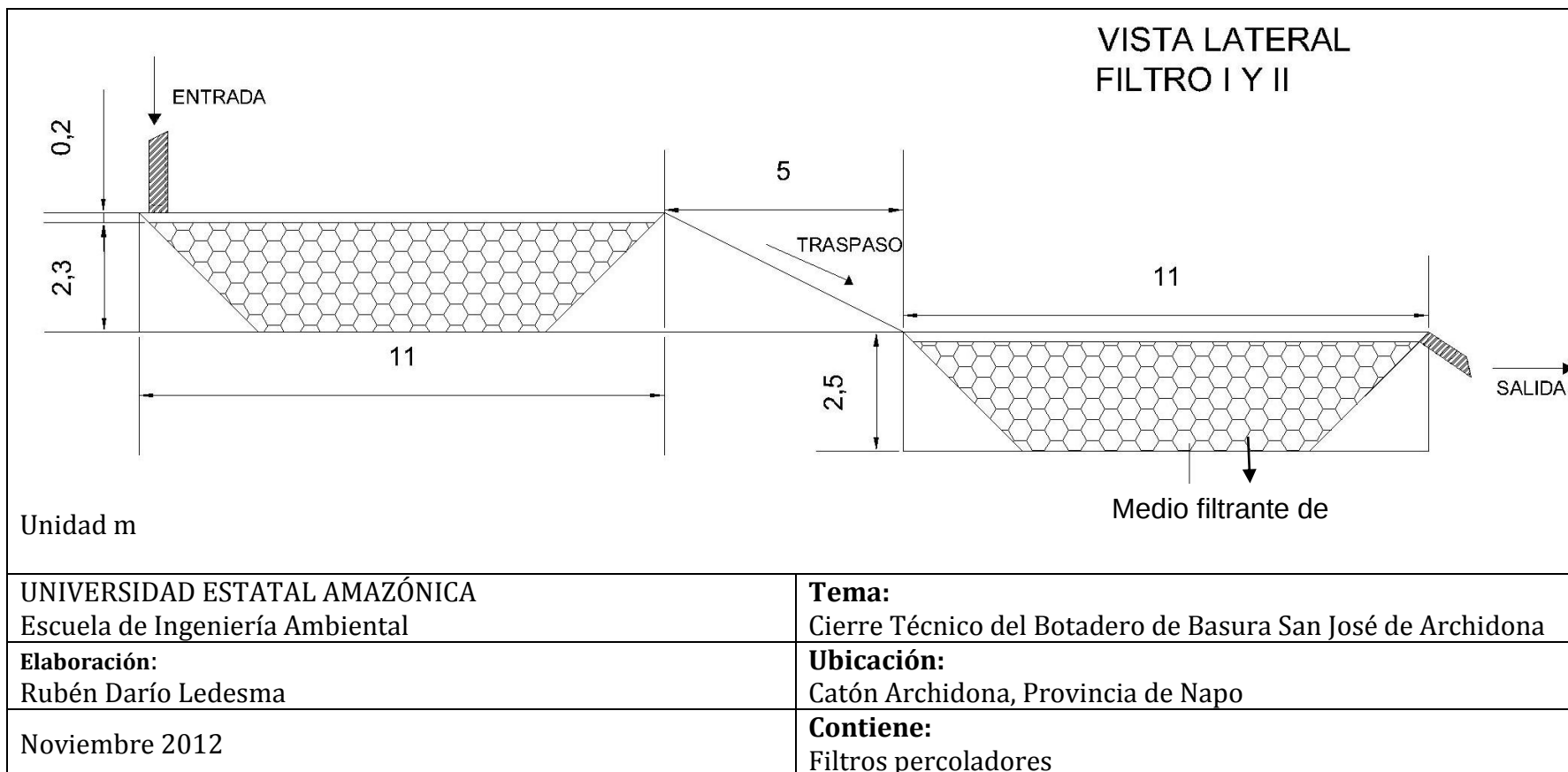
Volumen del Filtro Percolador para la construcción de adopta el volumen de 233.75 m³.

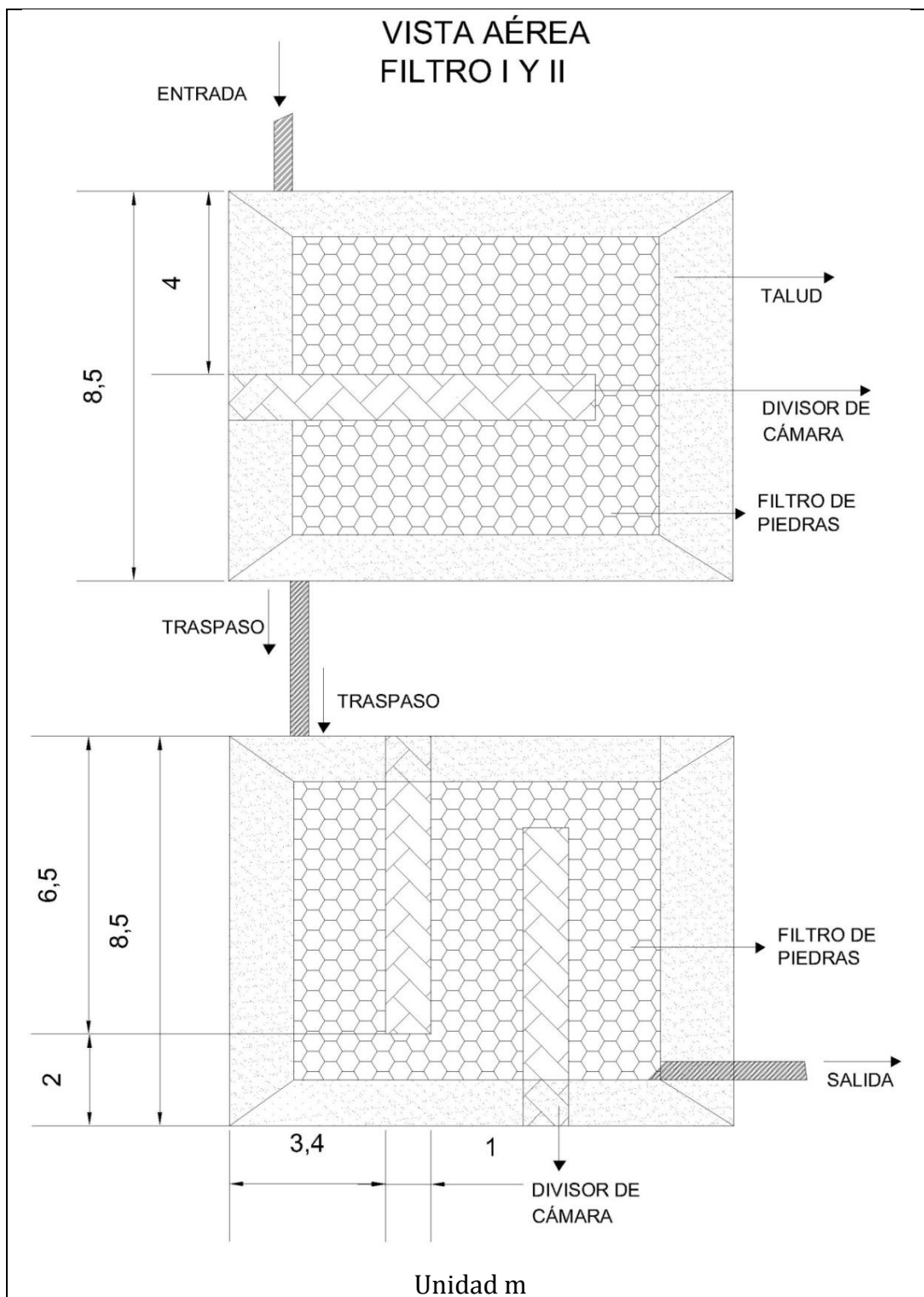


Unidad mm

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA Escuela de Ingeniería Ambiental	Tema: Cierre Técnico del Botadero de Basura San José de Archidona
Elaboración: Rubén Darío Ledesma	Ubicación: Catón Archidona, Provincia de Napo
Noviembre 2012	Contiene:

	Cajas de revisión
--	-------------------





UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA Escuela de Ingeniería Ambiental	Tema: Cierre Técnico del Botadero de Basura San José de Archidona
Elaboración: Rubén Darío Ledesma	Ubicación: Catón Archidona, Provincia de Napo
Noviembre 2012	Contiene:

	Filtros percoladores
--	----------------------

8.3. ANEXO DE TABLAS

Estimación de residuos sólidos dispuestos en el Botadero de Basura San José.

Año		Población (hab)	ppc (kg/hab/día)	Cantidad de residuos sólidos			Volumen (m3)							Área requerida (m2)	
				Diaria (kg/día)	Anual (Ton/año)	Acumulada (Ton)	Residuos sólidos compactados		Material de cobertura (m3)		Residuos sólidos estabilizados (m3/año)	Relleno sanitario		Relleno (m2)	Total (m2)
							Diaria (m3/día)	Anual (m3/año)	Diaria (m3/día)	Anual (m3/año)		m³	Acumulada	A _R	A _T
2004	0	18551	0,120	2218,487	809,748	809,748	7,395	2699,160	1,479	539,832	2024,370	2564,202	2564,202	256,420	76,926
2005	1	19479	0,121	2352,706	858,738	1668,486	7,842	2862,459	1,568	572,492	2146,844	3434,951	5999,152	599,915	179,975
2006	2	20452	0,122	2495,045	910,691	2579,177	8,317	3035,638	1,663	607,128	2276,728	3642,765	9641,917	964,192	289,258
2007	3	21475	0,123	2645,995	965,788	3544,965	8,820	3219,294	1,764	643,859	2414,470	3863,152	13505,070	1350,507	405,152
2008	4	22549	0,124	2806,077	1024,218	4569,183	9,354	3219,294	1,871	682,812	2560,546	3902,106	17407,176	1740,718	522,215
2009	5	23676	0,126	2975,845	1086,183	5655,367	9,919	3219,294	1,984	724,122	2715,459	3943,416	21350,592	2135,059	640,518
2010	6	24860	0,127	3155,884	1151,898	6807,264	7,890	3414,061	1,578	575,949	2879,744	3990,010	25340,601	2534,060	760,218
2011	7	26103	0,128	3346,815	1221,587	8028,852	8,367	3620,612	1,673	610,794	3053,968	4231,405	29572,007	2957,201	887,160
2012	8	27408	0,129	3549,297	1295,493	9324,345	8,873	2879,744	1,775	647,747	3238,734	3527,491	33099,497	3309,950	992,985
													TOTAL	15848,021	

8.4. ANEXO DE MATRICES

Matriz de Impacto.

			ETAPA DEL CIERRE TÉCNICO DEL BOTADERO DE BASURA JAN JOSE DE ARCHIDONA											
			ETAPA DE CONSTRUCCIÓN (E.C)					ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (E.O.M.)						
			ACCIONES E.C.					ACCIONES E.O.M.						
			A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	TOTAL ACCIONES
SISTEMA	SUBSISTEMA	FACTORES	ACCESOS VIALES	DESBROCE Y TALA	MOVIMIENTO DE TIERRAS	MAQUINARIA PESADA	CONSTRUCCIONES	NIVEL DE OCUPACIÓN	GENERACIÓN Y EMISIONES DE RESIDUOS GASEOSOS	EXPLOSIONES	ESCAPES Y FUGAS	FALLAS DE FUNCIONAMIENTO	GENERACIÓN DE RESIDUOS TÓXICOS	
MEDIO FÍSICO	M. INERTE	CALIDAD DE AIRE			X-				X-		X-		X-	25
		NIVEL DE RUIDO	X-		X-	X-	X			X-				
		SUELO			X-		X+					X-	X-	
		CONFORT CLIMATICO		X-		X-					X-		X-	
		CALIDAD DE AGUA		X-								X-	X-	
		NIVEL DE OLOR		X-	X-				X-	X-	X-			
	M. BIÓTICO	FLORA											X-	7
		FAUNA			X-	X-	X-		X-		X-		X-	
		M.PERCEPTUAL	PAISAJÍSTICO		X-							X-		
	MEDIO SOCIOECONÓMICO	M. SOCIOCULTURAL	USO DEL TERRITORIO									X-		
CULTURA							X+							
CALIDAD DE VIDA			X+				X+		X-			X-	X-	
SALUD E HIGIENE				X-		X-	X+	X+	X-	X-	X-		X-	
M. ECONÓMICO		NIVEL DE EMPLEO		X+	X+						X-			6
		ACTIVIDAD ECONÓMICA									X-	X-	X-	
TOTAL														55

Referencia: X- Impactos Negativos; X+ Impactos Positivos

Matriz de Importancia y valoración de importancia del impacto ambiental

				CIERRE TÉCNICO DEL BOTADERO DE BASURA JAN JOSÉ DE ARCHIDONA														I	
				ETAPA DE CONSTRUCCIÓN (E.C)					ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (E.O.M.)										
				ACCIONES E.C.					ACCIONES E.O.M.										
SISTEMA	SUBSISTEMA	FACTORES	UIP	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	Abs	Rel	%		
MEDIO FÍSICO	M. INERTE	CALIDAD DE AIRE	50			-21				-36		-30		-30	-117	-29,3	11,53		
		NIVEL DE RUIDO	50	-23		-17	-22	-26			-30				-118	-23,6	9,30		
		SUELO	50			-23		33					-31	-32	-53	-13,3	5,22		
		CONFORT CLÍMATICO	50		-23		-23					-23		-27	-96	-24,0	9,46		
		CALIDAD DE AGUA	50		-25								-37	-38	-100	-33,3	13,14		
		NIVEL DE OLOR	50		-25	-29				-32	-30	-29			-145	-29,0	11,43		
	Total		300																
	M. BIÓTICO	FLORA	100											-25	-25	-25,0	9,85		
		FAUNA	100			-25	-25	-25		-32		-26		-17	-150	-25,0	9,85		
			Total	200															
M.PERCEPTUAL		PAISAJÍSTICO	100		-23										-23	-23,0	9,06		
MEDIO SOCIOECONÓMICO	Total		100																
	M. SOCIOCULTURAL	USO DEL TERRITORIO	75									-25			-25	-25,0	9,85		
		CULTURA	50					34							34	34,0	-13,40		
		CALIDAD DE VIDA	50	26				25	-25	-37			-24	-27	-62	-10,3	4,07		
		SALUD E HIGIENE	100		-18		-22	20	26	-34	-28	-31		-25	-112	-14,0	5,52		
	Total		275																
	M. ECONÓMICO	NIVEL DE EMPLEO	75		27	23					-25				25	8,3	-3,28		
		ACTIVIDAD ECONÓMICA	50									-22	-21	-21	-64	-21,3	8,41		
		Total	125																
			Abs	3	-87	-92	-92	61	1	-171	-113	-186	-113	-242	-1031	-			
			Rel	1,5	-13,5	-14,1	-23,2	7,0	9,0	-33,9	-27,9	-26,9	-28,3	-25,9	-	-253,8			

Importancia del Impacto		
Nivel de ruido & accesos viales		A1-1
Naturaleza	n	
Extensión	1	< 25 %
Persistencia	1	< 1 año
Sinergia	1	no <u>sinerg</u>
Efecto	4	<u>direc</u>
Recuperabilidad	1	<u>corpla</u>
Intensidad	2	media
Momento	4	<u>corpla</u>
Reversibilidad	1	< 1 año
Acumulación	1	no <u>acum</u>
Periodicidad	2	<u>perio</u>
total		23

Importancia del Impacto		
Calidad de vida & accesos viales		A1-2
Naturaleza	p	
Extensión	2	25-50 %
Persistencia	4	> 10 años
Sinergia	2	modera
Efecto	1	<u>indirec</u>
Recuperabilidad	4	<u>medi corre</u>
Intensidad	2	media
Momento	1	> 5 años
Reversibilidad	2	1-10 años
Acumulación	1	no <u>acum</u>
Periodicidad	1	disco
total		26

Importancia del Impacto		
Confort Climático & Desbroce y Tala		A2-3
Naturaleza	n	
Extensión	1	< 25 %
Persistencia	1	< 1 año
Sinergia	1	no <u>sinr</u>
Efecto	4	<u>direc</u>
Recuperabilidad	1	< 1año
Intensidad	2	media
Momento	4	<u>corto pla</u>
Reversibilidad	1	1-10 año
Acumulación	1	no <u>acum</u>
Periodicidad	2	<u>perio</u>
total		23

Importancia del Impacto		
Calidad de Agua & Desbroce y Tala		A2-4
Naturaleza	n	
Extensión	1	< 25 %
Persistencia	1	< 1 año
Sinergia	1	no <u>siner</u>
Efecto	4	<u>direc</u>
Recuperabilidad	4	<u>medicorrec</u>
Intensidad	2	<u>medicorrec</u>
Momento	2	1-5 años
Reversibilidad	2	1-10 años
Acumulación	1	no <u>acomu</u>
Periodicidad	2	<u>peri</u>
total		25

Importancia del Impacto		
Paisajístico & Desbroce y Tala		A2-6
naturaleza	n	
Extensión	1	< 25 %
persistencia	2	1-10 años
sinergia	1	no <u>siner</u>
efecto	4	<u>direc</u>
recuperabilidad	4	<u>medicorrec</u>
intensidad	1	baja
momento	2	1-5 años
reversibilidad	2	1-10 años
acumulación	1	no <u>acumu</u>
periodicidad	2	<u>perio</u>
total		23

Salud e Higiene & Desbroce y Tala		
		A2-7
Naturaleza	n	
Extensión	1	< 25 %
Persistencia	1	< 1 año
Sinergia	1	no <u>siner</u>
Efecto	1	<u>indire</u>
Recuperabilidad	2	media
Intensidad	1	baja
Momento	4	<u>cortplaz</u>
Reversibilidad	2	1-10 años
Acumulación	1	no <u>acumu</u>
Periodicidad	1	<u>discon</u>
total		18

Importancia del Impacto		
Nivel de Empleo & Desbroce y Tala		A2-8
naturaleza	p	
Extensión	2	parcial
persistencia	4	extenso
sinergia	2	moderado
efecto	4	directo
recuperabilidad	1	corto plazo
intensidad	2	media
momento	2	medio plazo
reversibilidad	1	< 1 año
acumulación	1	no acumula
periodicidad	2	<u>perio</u>
total		27

Importancia del Impacto		
Calidad de Aire & Movimiento de Tierras		A3-9
Naturaleza	n	
Extensión	1	< 25 %
Persistencia	1	< 1 año
Sinergia	2	modera
Efecto	1	indirect
Recuperabilidad	1	corpla
Intensidad	2	media
Momento	4	< 1 año
Reversibilidad	1	media pla
Acumulación	1	no acumu
Periodicidad	2	perió
total		21

Importancia del impacto		
Nivel de Ruido & Movimiento de Tierras		A3-10
Naturaleza	n	
Extensión	1	< 25 años
Persistencia	1	< 1 año
Sinergia	2	moderado
Efecto	1	indirec
Recuperabilidad	1	< año
Intensidad	1	baja
Momento	4	corto pla
Reversibilidad	1	corto pla
Acumulación	1	no acumu
Periodicidad	1	disconti
total		17

Importancia del impacto		
Suelo & Movimiento de Tierras		A3-11
Naturaleza	n	
Extensión	1	< 1 año
Persistencia	1	< 1 año
Sinergia	1	no siner
Efecto	4	directo
Recuperabilidad	4	medid corre
Intensidad	2	media
Momento	1	< 1 año
Reversibilidad	2	1-10 años
Acumulación	1	no acumul
Periodicidad	1	disconti
total		23

Importancia del impacto		
Nivel de Olor & Movimiento de Tierras		A3-12
Naturaleza	n	
Extensión	2	parcial
Persistencia	1	< 1 año
Sinergia	1	no sinerg
Efecto	4	
Recuperabilidad	4	
Intensidad	2	
Momento	4	
Reversibilidad	2	
Acumulación	1	
Periodicidad	2	
total		

Importancia del impacto		
Fauna & Maquinaria Ruidosa		A4-17
Naturaleza	n	
Extensión	2	25-50 %
Persistencia	1	< 1 año
Sinergia	1	no siner
Efecto	1	indirec
Recuperabilidad	4	medid corre
Intensidad	2	media
Momento	4	corto plazo
Reversibilidad	2	1-10 años
Acumulación	1	no acumul
Periodicidad	1	discont
total		25

Importancia del impacto		
Fauna & Movimiento de Tierras		A3-13
Naturaleza	n	
Extensión	2	parcial
Persistencia	2	1-10 años
Sinergia	1	no siner
Efecto	4	direc
Recuperabilidad	4	medicore
Intensidad	2	media
Momento	1	largo pla
Reversibilidad	1	< 1 año
Acumulación	1	no acumu
Periodicidad	1	discon
total		25

Importancia del impacto		
Nivel de Empleo & Movimiento de Tiel		
Naturaleza	p	
Extensión	1	puntual
Persistencia	2	1-10 años
Sinergia	2	moderado
Efecto	4	directo
Recuperabilidad	1	< año
Intensidad	2	media
Momento	2	1-5 años
Reversibilidad	2	1-10 años
Acumulación	1	no acumu
Periodicidad	1	discon
total		23

Importancia del impacto		
Nivel de Ruido & Maquinaria Ruidosa		A4-15
Naturaleza	n	
Extensión	1	puntual
Persistencia	1	< 1 año
Sinergia	1	no sinerg
Efecto	4	direc
Recuperabilidad	1	< 1 año
Intensidad	2	media
Momento	4	< 1 año
Reversibilidad	1	< 1 año
Acumulación	1	no acumu
Periodicidad	1	discon
total		22

Importancia del impacto		
Confort Climático & Maquinaria Ruidosa		A4-16
Naturaleza	n	
Extensión	1	puntual
Persistencia	1	< 1 año
Sinergia	1	no sinergi
Efecto	4	directo
Recuperabilidad	1	< 1 año
Intensidad	2	dmedia
Momento	4	corto pla
Reversibilidad	2	1-10 años
Acumulación	1	no acumu
Periodicidad	1	disco
total		23

Importancia del impacto		
Nivel de Ruido & Construcciones		A5-19
Naturaleza	n	
Extensión	1	puntual
Persistencia	1	< 1 año
Sinergia	2	moderado
Efecto	1	<u>indirect</u>
<u>Recuperabilidad</u>	2	media <u>plaz</u>
Intensidad	2	media <u>plaz</u>
Momento	4	corto plazo
Reversibilidad	2	1-10 años
Acumulación	4	acumula
Periodicidad	2	<u>perio</u>
total		26

Importancia del impacto		
Suelo & Construcciones		A5-20
Naturaleza	p	
Extensión	4	extenso
Persistencia	4	> 10 años
Sinergia	1	<u>no siner</u>
Efecto	4	directo
<u>Recuperabilidad</u>	4	medid corre
Intensidad	2	media
Momento	1	> 5 años
Reversibilidad	3	> 10 años
Acumulación	1	<u>no acumu</u>
Periodicidad	1	<u>discon</u>
total		33

Importancia del impacto		
Fauna & Construcciones		A5-21
Naturaleza	n	
Extensión	2	25-50 %
Persistencia	2	1-10 años
Sinergia	1	<u>no siner</u>
Efecto	1	<u>indirec</u>
<u>Recuperabilidad</u>	4	medid corre
Intensidad	2	media
Momento	2	1-5 años
Reversibilidad	2	1-10 años
Acumulación	1	<u>no acumu</u>
Periodicidad	2	<u>perio</u>
total		25

Importancia del impacto		
Calidad de Vida & Construcciones		A5-22
Naturaleza	p	
Extensión	4	45-75 %
Persistencia	4	> 10 años
Sinergia	1	<u>nosinerg</u>
Efecto	1	<u>indirect</u>
<u>Recuperabilidad</u>	2	<u>mediplaz</u>
Intensidad	4	alta
Momento	1	> 5 años
Reversibilidad	2	1-10 años
Acumulación	1	no acumula
Periodicidad	2	peri
total		34

Importancia del impacto		
Salud e Higiene & Construcciones		A5-23
Naturaleza	p	
Extensión	1	puntual
Persistencia	4	> 10 años
Sinergia	1	<u>no sinerg</u>
Efecto	4	directo
<u>Recuperabilidad</u>	4	medid corre
Intensidad	2	media
Momento	1	> 5 años
Reversibilidad	2	1-10 años
Acumulación	1	<u>no acum</u>
Periodicidad	2	<u>perio</u>
total		25

Importancia del impacto		
Nivel de Empleo & Construcciones		A5-24
Naturaleza	p	
Extensión	1	puntual
Persistencia	2	1-10 años
Sinergia	1	<u>no siner</u>
Efecto	1	<u>indire</u>
<u>Recuperabilidad</u>	2	media <u>plaz</u>
Intensidad	2	media <u>plaz</u>
Momento	2	1-5 años
Reversibilidad	1	<u>cortplaz</u>
Acumulación	1	<u>no acumul</u>
Periodicidad	2	<u>period</u>
total		20

Importancia del impacto		
Calidad de Vida & Nivel de Ocupación		A6-25
Naturaleza	n	
Extensión	1	puntual
Persistencia	2	1-10 años
Sinergia	1	no <u>siner</u>
Efecto	4	directo
<u>Recuperabilidad</u>	4	medid corre
Intensidad	2	media
Momento	1	> 5 años
Reversibilidad	2	1-10 años
Acumulación	1	no <u>acum</u>
Periodicidad	2	<u>perio</u>
total		25

Importancia del impacto		
Salud e Higiene & Nivel de Ocupación		A6-26
Naturaleza	n	
Extensión	2	25-50 %
Persistencia	2	1-10 años
Sinergia	1	no <u>siner</u>
Efecto	4	directo
<u>Recuperabilidad</u>	2	media <u>plaz</u>
Intensidad	2	media <u>plaz</u>
Momento	2	1-5 años
Reversibilidad	2	1-10 años
Acumulación	1	no <u>acum</u>
Periodicidad	2	<u>perio</u>
total		26

Importancia del impacto		
Calidad Aire & G.E. Residuos Gaseosos		A7-27
Naturaleza	n	
Extensión	4	45-75 %
Persistencia	4	> 10 años
Sinergia	1	no <u>siner</u>
Efecto	4	directo
<u>Recuperabilidad</u>	4	medid corre
Intensidad	2	media
Momento	4	corto plazo
Reversibilidad	2	1-10 años
Acumulación	1	no <u>acum</u>
Periodicidad	2	<u>perio</u>
total		36

Importancia del impacto		
Nivel de Olor & G.E. Residuos Gaseosos		A7-28
Naturaleza	n	
Extensión	4	45-75 %
Persistencia	4	> 10 años
Sinergia	1	no <u>siner</u>
Efecto	4	directo
<u>Recuperabilidad</u>	1	< 1 año
Intensidad	2	media
Momento	2	1-5 años
Reversibilidad	1	<u>cortplaz</u>
Acumulación	1	no <u>acum</u>
Periodicidad	4	<u>conti</u>
total		32

Importancia del impacto		
Fauna & G.E. Residuos Gaseosos		A7-29
Naturaleza	n	
Extensión	4	45-75 %
Persistencia	2	1-10 años
Sinergia	1	no <u>siner</u>
Efecto	1	<u>indire</u>
<u>Recuperabilidad</u>	4	medid corre
Intensidad	2	media
Momento	2	1-5 años
Reversibilidad	3	> 10 años
Acumulación	1	no <u>acum</u>
Periodicidad	4	<u>conti</u>
total		32

Importancia del impacto		
Calidad de Vida & G.E. Residuos Gaseosos		A7-30
Naturaleza	n	
Extensión	4	45-75 %
Persistencia	2	1-10 años
Sinergia	1	no <u>siner</u>
Efecto	4	directo
<u>Recuperabilidad</u>	4	medid corre
Intensidad	2	media
Momento	4	corto plazo
Reversibilidad	3	> 10 años
Acumulación	1	no <u>acum</u>
Periodicidad	4	<u>conti</u>
total		37

Importancia del impacto		
Salud e Higiene & G.E. Residuos Gaseosos		A7-31
Naturaleza	p	
Extensión	4	5-75 %
Persistencia	2	-10 años
Sinergia	1	o <u>siner</u>
Efecto	1	<u>indire</u>
<u>Recuperabilidad</u>	4	medid corre
Intensidad	2	media
Momento	4	corto plazo
Reversibilidad	3	> 10 años
Acumulación	1	no <u>acum</u>
Periodicidad	4	<u>conti</u>
total		34

Importancia del impacto		
Nivel de Ruido & Explosiones		A8-32
Naturaleza	p	
Extensión	4	45-75 %
Persistencia	2	1-10 años
Sinergia	1	no <u>siner</u>
Efecto	4	directo
<u>Recuperabilidad</u>	1	< 1 año
Intensidad	2	media
Momento	4	corto plazo
Reversibilidad	2	1-10 años
Acumulación	1	no <u>acum</u>
Periodicidad	1	<u>discon</u>
total		30

Importancia del impacto		
Nivel de Olor & Explosiones		A8-33
Naturaleza	p	
Extensión	2	parcial
Persistencia	1	< 1 año
Sinergia	1	no <u>sinerg</u>
Efecto	4	directo
<u>Recuperabilidad</u>	1	< 1 año
Intensidad	4	alta
Momento	4	corto plazo
Reversibilidad	1	<u>cortplaz</u>
Acumulación	1	no <u>acum</u>
Periodicidad	1	<u>discon</u>
total		30

Importancia del impacto		
Salud e Higiene & Explosiones		A8-34
Naturaleza	p	
Extensión	2	parcial
Persistencia	1	< 1 año
Sinergia	1	no <u>sinerg</u>
Efecto	4	directo
<u>Recuperabilidad</u>	2	media <u>plaz</u>
Intensidad	2	media <u>plaz</u>
Momento	4	corto plazo
Reversibilidad	3	> 10 años
Acumulación	1	no <u>acum</u>
Periodicidad	2	<u>perio</u>
total		28

Importancia del impacto		
Nivel y Empleo & Explosiones		A8-35
Naturaleza	p	
Extensión	1	puntual
Persistencia	2	1-10 años
Sinergia	1	no <u>sinerg</u>
Efecto	4	directo
<u>Recuperabilidad</u>	4	medid corre
Intensidad	2	media <u>plaz</u>
Momento	2	1-5 años
Reversibilidad	2	1-10 años
Acumulación	1	no <u>acum</u>
Periodicidad	1	<u>discon</u>
total		25

Importancia del impacto		
Calidad Aire & Escapes y Fugas		A9-36
Naturaleza	p	
Extensión	4	45-75 %
Persistencia	1	< 1 año
Sinergia	1	no <u>sinerg</u>
Efecto	4	directo
<u>Recuperabilidad</u>	2	media <u>plaz</u>
Intensidad	2	media <u>plaz</u>
Momento	4	corto plazo
Reversibilidad	1	<u>cortplaz</u>
Acumulación	1	no <u>acum</u>
Periodicidad	2	<u>perio</u>
total		30

Importancia del impacto		
Confort Climático & Escapes y Fugas		A9-37
Naturaleza	p	
Extensión	1	puntual
Persistencia	1	< 1 año
Sinergia	1	no <u>sinerg</u>
Efecto	4	directo
<u>Recuperabilidad</u>	1	< 1 año
Intensidad	2	media <u>plaz</u>
Momento	4	corto plazo
Reversibilidad	1	<u>cortplaz</u>
Acumulación	1	no <u>acum</u>
Periodicidad	2	<u>perio</u>
total		23

Importancia del impacto		
Nivel de Olor & Escapes y Fugas		A9-38
Naturaleza	p	
Extensión	4	45-75 %
Persistencia	1	< 1 año
Sinergia	1	no <u>sinerg</u>
Efecto	4	directo
<u>Recuperabilidad</u>	2	media <u>plaz</u>
Intensidad	2	media <u>plaz</u>
Momento	4	corto plazo
Reversibilidad	1	<u>cortplaz</u>
Acumulación	1	no <u>acum</u>
Periodicidad	1	<u>discon</u>
total		29

Importancia del impacto		
Fauna & Escapes y Fugas		A9-39
Naturaleza	p	
Extensión	2	parcial
Persistencia	2	1-10 años
Sinergia	1	no <u>sinerg</u>
Efecto	4	directo
<u>Recuperabilidad</u>	1	< 1 año
Intensidad	2	media <u>plaz</u>
Momento	4	corto plazo
Reversibilidad	2	1-10 años
Acumulación	1	no <u>acum</u>
Periodicidad	1	<u>discon</u>
total		26

Importancia del impacto		
Uso del Territorio & Escapes y Fugas		A9-40
Naturaleza	p	
Extensión	1	puntual
Persistencia	1	< 1 año
Sinergia	1	no <u>sinerg</u>
Efecto	4	directo
<u>Recuperabilidad</u>	2	media <u>plaz</u>
Intensidad	2	media <u>plaz</u>
Momento	4	corto plazo
Reversibilidad	2	1-10 años
Acumulación	1	no <u>acum</u>
Periodicidad	2	<u>perio</u>
total		25

8.5. ANEXO DE FICHAS DE CAMPO

Anexo A.

INSPECCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR												
1. INFORMACIÓN GENERAL DEL LUGAR												
Fecha: Diciembre 2011		Hora: 09:30										
Clase de proyecto		Residuos sólidos										
Nombre del proyecto		Cierre Técnico del Botadero de Basura de Archidona										
Área total del proyecto		3 hectáreas										
Equipos/herramientas:		Camión recolector y herramientas menores.										
Número de empleados:		12 empleados										
Dirección:		Botadero de basura de Archidona – Vía San Pablo										
Provincia:	Napo	Cantón:	Archidona									
Parroquia:	Archidona	Barrio/Comunidad/Sector:	Santa María									
Calle:	Vía San Pablo											
Entre calles:	Vía Santa María											
Coordenadas UTM												
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;"></th> <th style="width: 30%;">S</th> <th style="width: 30%;">W</th> <th style="width: 30%;">ALTURA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PP</td> <td>0°55'19.10</td> <td>77°47'38.89</td> <td>562.31</td> </tr> </tbody> </table>			S	W	ALTURA	PP	0°55'19.10	77°47'38.89	562.31		
	S	W	ALTURA									
PP	0°55'19.10	77°47'38.89	562.31									
1.1. Croquis Croquis de Ubicación Parque Vía San Pablo Sector Santa María Vía Sta. Botadero de basura												

1.2. Proceso del sistema			
2. CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE INFLUENCIA			
2.1. Caracterización del medio físico			
Clima			
Temperatura	Cálido-seco (0-500 msnm)		
	Cálido-húmedo (0-500 msnm)	X	
	Subtropical (500-2.300 msnm)		
Geología, Geomorfología y Suelos			
Ocupación actual del área de influencia		Asentamientos humanos	X
		Áreas agrícolas o ganaderas	
		Áreas ecológicas protegidas	
		Bosques naturales o artificiales	
		Fuentes hidrológicas y cauces naturales	
		Zonas arqueológicas	
		Zonas con riqueza hidrocarburífera	
		Zonas con riquezas minerales	
		Zonas de potencial turístico	
		Zonas de valor histórico, cultural o religioso	
		Zonas escénicas únicas	
		Zonas inestables con riesgo sísmico	
		Zonas reservadas por seguridad nacional	
Pendiente del suelo	Llano	El terreno es plano. Las pendientes son menores que el 30%.	
	Ondulado	El terreno es ondulado. Las pendientes son suaves (entre 30% y 100 %).	X
	Montañoso	El terreno es quebrado. Las pendientes son mayores al 100 %.	
Permeabilidad del	Altas	El agua se infiltra fácilmente en el	

suelo		suelo. Los charcos de lluvia desaparecen rápidamente.	
	Medias	El agua tiene ciertos problemas para infiltrarse en el suelo. Los charcos permanecen algunas horas después de que ha llovido.	X
	Bajas	El agua queda detenida en charcos por espacio de días. Aparecen aguas estancadas.	
Condiciones de drenaje	Muy buenas	No existen estancamientos de agua, aún en época de lluvias	
	Buenas	Existen estancamientos de agua que se forman durante las lluvias, pero que desaparecen a las pocas horas de cesar las precipitaciones	X
	Malas	Las condiciones son malas. Existen estancamientos de agua, aún en épocas cuando no llueve	

Hidrología

Fuentes	Agua superficial	X	
	Agua subterránea		
	Ninguna		
Nivel freático	Alto	X	
	Profundo		
Precipitaciones	Altas	Lluvias fuertes y constantes	
	Medias	Lluvias en época invernal o esporádicas	X
	Bajas	Casi no llueve en la zona	

AIRE

Calidad de aire	Pura	No existen fuentes contaminantes que lo alteren	
	Buena	El aire es respirable, presenta malos	

		olores en forma esporádica o en alguna época del año. Se presentan irritaciones leves en ojos y garganta.	X
	Mala	El aire ha sido poluído. Se presentan constantes enfermedades bronquio-respiratorias. Se verifica irritación en ojos, mucosas y garganta.	
Nivel de ruido local	Bajo	No existen molestias y la zona transmite calma.	
	Tolerable	Ruidos admisibles o esporádicos. No hay mayores molestias para la población y fauna existente.	X
	Ruidoso	Ruidos constantes y altos. Molestia en los habitantes debido a intensidad o por su frecuencia. Aparecen síntomas de sordera o de irritabilidad.	
2.2. Características de medio biótico			
Ecosistema			
Tipo de ecosistema	Páramo		
	Bosque pluvial		
	Bosque nublado		
	Bosque seco tropical		X
	Ecosistemas marinos		
	Ecosistemas lacustres		
Flora			
Tipo de cobertura vegetal	Bosque		X
	Arbusto		
	Pasto		
	Cultivos		
	Matorrales		

	Sin vegetación	
Importancia de la cobertura vegetal	común del sector	X
	Raras o endémicas	
	En peligro de extinción	
	Protegida	
	intervenida	
Uso de la vegetación	Alimenticio	
	Comercial	
	Medicinal	
	Ornamental	
	Construcción	
	Fuente de semilla	
	Mitológico	
	otro	Cobertura secundaria sin uso
Fauna silvestre		
Tipología	Micro fauna	
	Insectos	X
	Anfibios	
	Peces	
	Reptiles	
	Aves	X
	mamíferos	
Importancia	Común	X
	Raras o única especie	
	Frágil	
	En peligro de extinción	
2.3. Caracterización del Medio Socio-cultural		
Demografía		
Nivel de consolidación del área de influencia	Urbana	X
	Periférica	
	Rural	

Infraestructura Social		
Abastecimiento de agua	Agua potable	X
	Conex. domiciliaria	
	Agua de lluvia	
	Grifo público	
	Servicio permanente	
	Racionado	
	Tanquero	
	Acarreo manual	
	Ninguno	
Evacuación de aguas Servidas	Alcantari. sanitario	X
	Alcantari. Pluvial	
	Fosas sépticas	
	Letrinas	
	Ninguno	
Evacuación de aguas Lluvias	Alcantari. Pluvial	X
	Drenaje superficial	
	Ninguno	
Desechos sólidos	Barrido y recolección	
	Botadero	X
	Relleno sanitario	
	Otro (especificar):	
Electrificación	Red energía eléctrica	X
	Plantas eléctricas	
	Ninguno	
Transporte público	Servicio Urbano	X
	Servicio intercantonal	
	Rancheras	
	Canoa	
	Otro (especifique):	
Vialidad y accesos	Vías principales	X
	Vías secundarias	
	Caminos vecinales	
	Vías urbanas	

	Otro (especifique):	
Telefonía	Red domiciliaria	X
	Cabina pública	
	Ninguno	
Actividades socio económica		
Aprovechamiento y uso de la tierra	Residencial	X
	Comercial	
	Recreacional	
	Productivo	
	Baldío otro	
Tendencia de la tierra	Terrenos privados	
	Terrenos Comunes	
	Terrenos Municipales	X
	Terrenos estatales	
Aspectos culturales		
Lengua	Castellano	X
	Nativa	
	Otro	
Religión	Católica	X
	Evangélica	
	Otra	
Tradiciones	Ancestrales	
	Religiosas	X
	Populares	
	otra	
2.4. Medio Perceptual		
Paisaje y turismo	Zonas con valor paisajístico	
	Atractivo turístico	

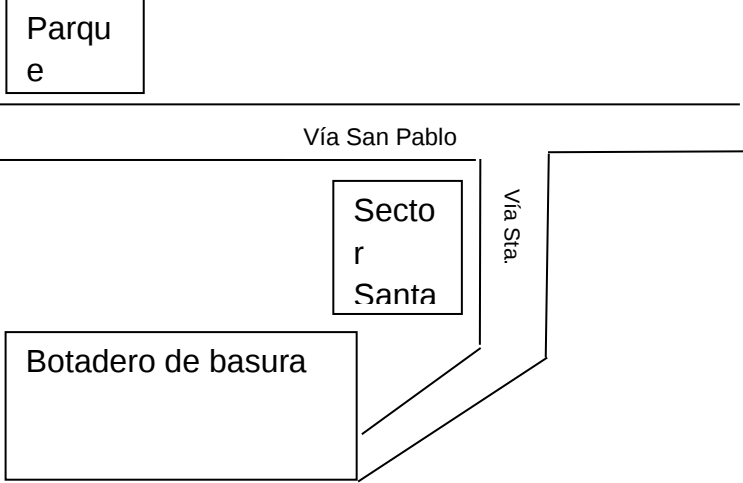
	Recreacional		
	Otro (especificar):	Zona urbana con bosque secundario	
Riesgos Naturales e Inducidos			
Peligro de Deslizamientos	Inminente	La zona es muy inestable y se desliza con relativa frecuencia	
	Latente	La zona podría deslizarse cuando se produzcan precipitaciones extraordinarias.	
	Nulo	La zona es estable y prácticamente no tiene peligro de deslizamientos.	X
Peligro de Inundaciones	Inminente	La zona se inunda con frecuencia	
	Latente	La zona podría inundarse cuando se produzcan precipitaciones extraordinarias.	X
	Nulo	La zona, prácticamente, no tiene peligro de inundaciones.	

Ficha de Campo B.

RECOLECCIÓN DE MUESTRA DE LIXIVIADO			
INFORMACIÓN GENERAL			
Fecha: 05/04/2012		Hora: 07:13	Código: LAB-L0010-12
Dirección: Botadero de basura de Archidona – Vía San Pablo			Muestra #: 001
Provincia: Napo		Cantón: Archidona	
Parroquia: Archidona		Sector: Santa María	
Calle: Vía San Pablo			
Entre calles: Vía Santa María			
CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR DEL MUESTREO			
Coordenadas			
	S	W	ALTURA
PP	0°55'19.10	77°47'38.89	562.31
Descripción de lugar de muestreo			
La muestra se recogió en el canal principal del lixiviado, el canal estaba con partículas de lodo debido al deslave de un talud. La distancia entre el			

punto de recolección y la zanja es de 7 a 8 metros.

Croquis



Observaciones

Ninguna

Ficha de Campo C.

FICHA DE CAMPO							
PARA MEDICIÓN DEL CAUDAL DE LIXIVIADO							
INFORMACIÓN GENERAL							
Fecha Inicio 09/01/2012			Tiempo para el aforo: 15 segundos				
Fecha final 03/02/2012			Intervalos por hora para el aforo: 3				
Dirección: Botadero de basura de Archidona – Vía San Pablo							
Provincia: Napo			Cantón: Archidona				
Parroquia: Archidona			Sector: Santa María				
Calle: Vía San Pablo							
Entre calles: Vía Santa María							
Coordenadas: S 0°55`19.53 W 77°47`51.97							
MEDICIONES							
SEMANAS	DÍAS	HORA	NÚMERO DE MUESTRAS			CAUDAL PROMEDIO POR HORA (l/s)	CAUDAL PROMEDIO TOTAL
			1	2	3		(l/s)
Semana 1	Día 1	09:00 a 10: 00	7,5	7,9	7,7	7,7	8,6
		12:00 a 13:00	8.2	8,7	8,9	8,6	
		15:00 a 16:00	9.3	9,5	9,8	9,5	
	Día 2	09:00 a 10: 00	8,1	8,4	8,1	8,2	8,1
		12:00 a 13:00	8,2	8,3	8,3	8,3	
		15:00 a 16:00	8	7,9	8	8,0	
Semana 2	Día 1	09:00 a 10: 00	7,9	8,1	7,9	8,0	8,0
		12:00 a 13:00	8,9	8,5	8,8	8,7	
		15:00 a 16:00	7,2	7,5	7,4	7,4	
	Día 2	09:00 a 10: 00	9,8	9,9	9,8	9,8	10,0
		12:00 a 13:00	10,2	10,4	10,8	10,5	
		15:00 a 16:00	9,7	9,8	9,9	9,8	
Semana 3	Día 1	09:00 a 10: 00	9,7	9,8	9,9	9,8	10,2
		12:00 a 13:00	10,9	10,8	11,1	10,9	
		15:00 a 16:00	9,7	9,9	10,2	9,9	
	Día 2	09:00 a 10: 00	9,9	10,2	10,8	10,3	9,9
		12:00 a 13:00	9,5	9,5	9,6	9,5	
		15:00 a 16:00	9,8	9,9	9,9	9,9	
Semana 4	Día 1	09:00 a 10: 00	9,4	9,3	9,3	9,3	9,4
		12:00 a 13:00	9,8	9,9	10,2	10,0	
		15:00 a 16:00	8,8	8,9	8,9	8,9	
	Día 2	09:00 a 10: 00	8,7	8,6	8,6	8,6	8,2
		12:00 a 13:00	8,2	8	8,1	8,1	
		15:00 a 16:00	7,9	7,8	7,9	7,9	

Total	72,5
Promedio	9,1