



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**TESIS**

**PROPUESTA DE DISEÑO, CONSTRUCCIÓN,  
OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y CIERRE DE UN  
RELLENO SANITARIO MANUAL EN EL DISTRITO DE  
CUSIPATA AÑO 2016**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:**

Yesenia Escobar Candia

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AMBIENTAL**

LIMA - PERÚ

2017

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo está dedicado a DIOS quien me ayudó en esta travesía de la lucha por alcanzar mis sueños, mi familia, quienes me han apoyado todo este tiempo y en especial a mis papas Arturo Escobar Maza y Felicitas Candía Ayquipa y mi querida hermana Melina Escobar Candía y mi apreciado tío Raúl Escobar Maza quienes no descansaron hasta ver cumplir mis sueños de ser Ingeniera Ambiental.

Mi Esposo Meyer Guevara Mora quien con mucho amor y paciencia me apoyo en este tiempo de elaboración de mí tesis.

### **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por habernos dado la oportunidad de recorrer este camino profesional y fortalecerme en los momentos más difíciles, a mis padres quienes en todo momento han sido mi ejemplo para seguir adelante y mi hermana que siempre me inspiro y a todos mis docentes de la Universidad Alas Peruanas gracias a ellos pude llegar a la meta final.

Agradezco a la Municipalidad Distrital de CUSIPATA quienes me proporcionaron todos los recursos para la elaboración de mi trabajo de investigación.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>ii</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>iii</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>xv</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xvi</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>xvii</b>

### **CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

1.1 Descripción De La Realidad Problemática.....	2
1.1.1 Caracterización del problema .....	2
1.1.2 Definición del problema .....	3
1.1.3 Delimitación de la Investigación.....	3
1.2 Formulación del Problema.....	3
1.2.1 Problema General .....	3
1.2.2 Problema Específico.....	3
1.3. Objetivos de la investigación.....	4
1.3.1 Objetivos General .....	4
1.3.2 Objetivos Específicos .....	4
1.4. Justificación de la Investigación.....	5
1.4.1 Justificación Teórica .....	5
1.4.2 Justificación Metodológica .....	5
1.5. Importancia.....	6
1.6. Limitaciones .....	6

### **CAPÍTULO II FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN**

2.1. Marco Referencial .....	8
2.1.1. Antecedentes de la Investigación .....	8
2.1.1.1 Antecedentes Nacionales: .....	8
2.1.1.2 Antecedentes Internacionales: .....	10
2.1.2. Referencias Históricas.....	11
2.2. Marco Legal.....	12
2.3. Definición de Términos .....	16
2.4. Marco Teórico.....	19

2.4.1 Definición De Un Relleno Sanitario .....	19
2.4.1.1 Clasificación de los Rellenos Sanitarios.....	19
2.4.1.2 Ventajas y Desventajas de los Rellenos Sanitarios.....	20
2.4.2 Sistema De Gestión De Residuos Sólidos y sus Interrelaciones.....	22
2.4.3 Aspectos Demográficos .....	23
2.4.4 Aspectos generales de los residuos sólidos. ....	23
2.4.5 Selección del Método del Relleno.....	24
2.4.6. Cálculos necesarios.....	27
2.4.6.1 Densidad de los Residuos Sólidos.....	28
2.4.6.2. Cálculo del Volumen Necesario. ....	28
2.4.6.3. Volumen de Residuos Sólidos. ....	28
2.4.6.4. Volumen del Relleno Sanitario.....	28
2.4.6.5. Cálculo del Área Requerida. ....	28
2.4.6.6. Cálculo de la Vida Útil.....	29
2.4.6.7. Operación y mantenimiento del relleno sanitario.....	29
2.4.6.8. Control de Operaciones. ....	29
2.4.6.9. Control de Construcción. ....	30
2.4.6.10. Control de Costos. ....	30
2.4.6.11. Control del Ambiente. ....	30
2.4.6.12 Clausura Y Post Clausura Del Relleno Sanitario.....	31
2.5. Marco Conceptual.....	31
<b>3. CAPÍTULO III: PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO.</b>	
3.1 Metodología.....	34
3.1.1. Método .....	34
3.1.1.1. Método Inductivo.....	34
3.1.1.2. Método Deductivo. ....	34
3.1.2. Tipo de Investigación .....	34
3.1.3. Nivel de Investigación.....	34
3.2. Diseño de la investigación .....	34
3.3. Hipótesis de la Investigación .....	35
3.3.1. Hipótesis General .....	35
3.3.2. Hipótesis Específica.....	35
3.4. Variables de Investigación .....	35

3.4.1.Variable Independiente .....	35
3.5.Cobertura de Estudio .....	35
3.5.1.Universo .....	35
3.5.2Población .....	36
3.5.3Muestra .....	36
3.5.4Muestreo: Muestreo aleatorio simple .....	36
3.6.Técnicas, Instrumentos y Fuentes de Recolección de Datos. ....	36
3.6.1 Técnicas de Recolección de datos .....	36
3.6.2.Instrumentos de Investigación. ....	36

## **CAPÍTULO IV: ORGANIZACIÓN, PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS**

4.1. Resultados Generales .....	38
4.2.Descripción Geográfica y Poblacional del Distrito de Cusipata .....	41
4.2.1Ubicación Geográfica .....	41
4.2.2.Clima y Temperatura .....	45
4.2.3.Hidrografía.....	47
4.2.4.Topografía .....	48
4.2.5 Flora.....	48
4.2.6.Fauna .....	48
4.2.7.Vías de Comunicación.....	48
4.2.8.Aspectos socioeconómicos.....	49
4.2.8.1.Aspectos demográficas:.....	49
4.2.8.2.Salud .....	50
4.2.8.3.Saneamiento Básico .....	50
4.2.8.4.Higiene .....	52
4.2.8.5.Educación .....	52
4.2.8.6.Vivienda y Servicios Básicos .....	53
4.2.8.7.Servicio de energía eléctrica.....	55
4.2.8.8.Actividad Económica.....	56
4.2.8.9.Otras Actividades.....	57
4.3.Diagnóstico Del Sistema Actual De Manejo De Residuos Solidos .....	58
4.3.1.Estudio de caracterización de Residuos Sólidos Municipales .....	59
4.3.1.1.Cálculo del Tamaño de Muestras para Predios Domiciliarios... 61	

4.3.1.2.Determinación de la Generación Per–Cápita por vivienda .....	62
4.3.1.3.Determinación de la C.Ff. de los R.S Domiciliarios .....	65
4.3.1.4.Determinación de la Densidad de los R.S. Domiciliarios.....	68
4.3.1.5.Determinación de la Humedad de los R.S. Domiciliarios .....	71
4.3.1.6.Determinación de GPC de predios Comerciales .....	72
4.3.1.7.Determinación de Composición Física de Comerciales .....	73
4.3.1.8.Determinación de la Densidad en E. Comerciales .....	76
4.3.1.9.Determinación de Composición Física de R.S. en Mercados...	79
4.3.1.10.Determinación de la Densidad en Mercados .....	81
4.3.1.11 Determinación de GPC en Instituciones Educativas .....	82
4.3.1.12 Determinación de la Densidad en Instituciones Educativas ...	89
4.3.1.13.Determinación de GPC de Barrido de Calles .....	90
4.3.1.14.Determinación de Física de R.S. de Barrido de Calles.....	90
4.3.1.15.Resultado de la caracterización de R.S. ....	94
4.3.1.16.Generación Total y GPC Total Domiciliarios .....	94
4.3.1.17.Composición física de los residuos sólidos domiciliarios .....	95
4.3.1.18.Generación Total y Generación Per Cápita Total .....	96
4.3.1.19.Composición física de los residuos sólidos no domiciliarios..	97
4.3.2. Situación Actual del Servicio de Limpieza Pública.....	98
4.3.2.1.Capacidades de Gestión.....	99
4.3.2.2.Presupuesto Asignado:.....	101
4.3.2.3Personal: .....	102
4.3.2.4.Equipamiento e Insumos:.....	102
4.3.2.5.Oficina Administrativa: .....	103
4.3.2.6.Proceso de almacenamiento.....	105
4.3.2.7.Proceso de Barrido .....	105
4.3.2.8.Proceso de Recolección .....	107
4.3.2.9.Proceso de Disposición Final .....	109
4.3.2.10.Proceso de Reciclaje .....	112
4.3.2.11.Percepción del servicio .....	113
4.3.3 Diseño Del Relleno Sanitario .....	114
4.3.3.1 Estimación de la población que requiere el Relleno Sanitario .....	114
4.3.3.2 Demanda del servicio de limpieza publica .....	116
4.3.3.3 Demanda Total del Servicio de Limpieza Pública .....	119

4.3.3.4 Proceso de Disposición Final.....	120
4.3.3.5 Tecnología del Relleno Sanitario .....	124
4.3.3.6 Costos de la implementación del relleno sanitario .....	129
4.3.4. Estudio de impacto ambiental.....	130
4.3.4.1. Impactos Negativos .....	131
4.3.4.2. Impactos Positivos.....	134
4.3.4.3. Medidas de Control de los Impactos Ambientales.....	134
4.3.4.4. Programa de Medidas Preventivas, Mitigadoras y Correctivas ....	136
4.3.5. Estudio Referencial De Selección De Sitio.....	139
4.3.5.1. Ubicación de las áreas de pre seleccionadas .....	139
4.3.5.2. Metodología De Selección .....	140
4.3.5.3 Descripción Del Área Seleccionada .....	145
4.3.5.4. Valoración.....	145
<b>CONCLUSIÓN.....</b>	<b>146</b>
<b>RECOMENDACIÓN .....</b>	<b>147</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>151</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Gestión de Residuos Solidos .....	22
<b>Figura 2:</b> Diseño del método de trinchera o zanja .....	25
<b>Figura 3:</b> Diseño del método de área .....	26
<b>Figura 4:</b> Diseño con la combinación de ambos métodos .....	27
<b>Figura 5:</b> Esquema de realización del estudio de Caracterización .....	40
<b>Figura 6:</b> Mapa de la provincia de Quispicanchis .....	43
<b>Figura 7:</b> Mapa del distrito de Cusipata.....	43
<b>Figura 8 :</b> Área de Influencia .....	44
<b>Figura 9:</b> Plano Catastral de la Municipalidad Distrital de Cusipata.....	44
<b>Figura 10:</b> ilustración de la quema de cerros.....	46
<b>Figura 11 :</b> Principales ríos del distrito de Cusipata.....	47
<b>Figura 12:</b> Principales Instituciones Educativas del distrito de Cusipata.....	53
<b>Figura 13:</b> Condiciones del alumbrado público del distrito de Cusipata .....	56
<b>Figura 14:</b> Empresas principales del distrito de Cusipata .....	58
<b>Figura 15</b> zonificación del distrito de Cusipata .....	60
<b>Figura 16:</b> Pesado y Recojo de los Residuos Sólidos Municipales.....	63
<b>Figura 17:</b> Realización de Cuarteo de los Residuos Sólidos Municipales.....	65
<b>Figura 18:</b> Determinación de la Densidad de los Residuos Sólidos Municipales .....	70
<b>Figura 19:</b> Personal Ingresando al Botadero .....	102
<b>Figura 20:</b> Material de la Oficina de Medio Ambiente .....	103
<b>Figura 21:</b> Oficina de la Subgerencia de Gestión Ambiental y Recursos Naturales	104
<b>Figura 22:</b> Personal de Limpieza en Función de sus labores .....	104
<b>Figura 23:</b> Ubicación de los Cilindros .....	105
<b>Figura 24:</b> Vehículo de recojo de los Residuos Solidos.....	108
<b>Figura 25:</b> Inadecuada Segregación de RSM.....	109
<b>Figura 26:</b> Disposición Final de RSM: Acceso e ingreso al botadero Ccollpapata .	110
<b>Figura 27:</b> Presencia de malos olores, Vectores Contaminantes.....	110
<b>Figura 28:</b> Supervisión de Organismos Competentes al botadero de Ccollpapata: OEFA(Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental.) .....	111
<b>Figura 29:</b> Reciclaje de material plástico en el botadero .....	112
<b>Figura 30:</b> Proceso de Reciclaje en el botadero .....	113
<b>Figura 31:</b> Selección de sitio para el relleno sanitario .....	157

<b>Figura 32:</b> Terreno para el nuevo Relleno Sanitario Cusipata .....	158
<b>Figura 33:</b> Identificación de Flora para el estudio de Impacto Ambiental.....	159
<b>Figura 34:</b> Identificación de Fauna para el estudio de Impacto Ambiental.....	159
<b>Figura 35:</b> Realización de la CALICATA para el análisis de suelos.....	160
<b>Figura 36:</b> Visita al botadero de Cusipata .....	161
<b>Figura 37:</b> Encuestas a la población para el estudio de Caracterización.....	161
<b>Figura 38:</b> Ejecución del cuarteo en el estudio de Caracterización .....	162
<b>Figura 39:</b> Ubicación del Relleno Sanitario .....	162
<b>Figura 40:</b> Planta de relleno Sanitario .....	163
<b>Figura 41:</b> Arquitectura del Bloque Administrativo.....	164
<b>Figura 42:</b> Cerco Perimétrico .....	165
<b>Figura 43:</b> Cortes del Relleno Sanitario.....	166
<b>Figura 44:</b> Drenaje de Lixiviados.....	167
<b>Figura 45:</b> Poza de Lixiviados .....	168
<b>Figura 46:</b> área de Reaprovechamiento.....	169
<b>Figura 47:</b> Constancia De La Municipalidad Distrital De Cusipata para poder Efectuar el trabajo de Investigación .....	170
<b>Figura 48:</b> Constancia que acredita mi participación en el estudio de Caracterización.....	171

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1 :</b> Cusipata y sus 7 comunidades .....	42
<b>Tabla 2:</b> Localización del Proyecto .....	42
<b>Tabla 3:</b> Determinación de Tasa de Crecimiento Intercensal.....	50
<b>Tabla 4:</b> Abastecimiento de agua en la vivienda.....	51
<b>Tabla 5:</b> Servicio de desagüe del distrito de Cusipata .....	51
<b>Tabla 6:</b> Vivienda Según Condición de Ocupación - Distrito de Cusipata .....	54
<b>Tabla 7:</b> Vivienda Según Tipo- Distrito de Cusipata.....	54
<b>Tabla 8:</b> Servicio Eléctrico en el Distrito de Cusipata.....	55
<b>Tabla 9:</b> Número de Predios Domiciliarios.....	61
<b>Tabla 10:</b> Calculo del tamaño de muestra .....	62
<b>Tabla 11:</b> Generación Per Cápita de Residuos Sólidos Cusipata .....	64
<b>Tabla 12:</b> Registro de pesos por componentes de R.S. de viviendas Cusipata .....	66
<b>Tabla 13:</b> Densidad en Residuos Sólidos Domiciliarios No Compactados .....	70
<b>Tabla 14:</b> Densidad En Residuos Sólidos Domiciliarios Compactados .....	71
<b>Tabla 15:</b> Determinación de la Humedad .....	72
<b>Tabla 16:</b> Generación Per Cápita de Residuos Sólidos Cusipata NO Domiciliarios .	72
<b>Tabla 17:</b> Registro de pesos por componentes de residuos sólidos de establecimientos comerciales Cusipata .....	74
<b>Tabla 18:</b> Densidad En Residuos Sólidos De Establecimientos Comerciales No Compactados.....	76
<b>Tabla 19:</b> Densidad En Residuos Sólidos De Establecimientos Comerciales Compactados.....	77
<b>Tabla 20:</b> Generación Per Cápita de Residuos Sólidos de Mercado Cusipata.....	78
<b>Tabla 21:</b> Componentes de residuos sólidos de instituciones educativas.....	79
<b>Tabla 22:</b> Densidad En Residuos Sólidos De Mercado No Compactados .....	81
<b>Tabla 23:</b> Densidad En Residuos Sólidos De Mercado Compactados.....	82
<b>Tabla 24:</b> Generación per cápita de I.E. De la capital distrito de Cusipata.....	83
<b>Tabla 25:</b> Generación per cápita de I.E. de Tintinco .....	83
<b>Tabla 26:</b> Generación Per cápita De I.E. de Patacolca .....	84
<b>Tabla 27:</b> Generación Per cápita de I.E. de Parupucyo .....	84
<b>Tabla 28:</b> Generación Per Cápita de I.E. DE Moccoraise .....	85
<b>Tabla 29:</b> Generación Per cápita de I.E. de Yaucat.....	85

<b>Tabla 30:</b> Generación Per cápita De I.E. de Paucarpata .....	86
<b>Tabla 31:</b> Generación Per cápita De I.E. de Chillihuani .....	86
<b>Tabla 32:</b> Registro de Pesos por Componentes de R.S.Instituciones Educativas....	87
<b>Tabla 33:</b> Densidad en residuos sólidos de IE no compactados .....	89
<b>Tabla 34:</b> Densidad en Residuos Sólidos de IE Compactados .....	89
<b>Tabla 35:</b> Determinación de Generación Per-Cápita de Barrido de Calles .....	90
<b>Tabla 36:</b> Cuadro Registro de pesos por componentes de R.S. barrido de calles ...	91
<b>Tabla 37:</b> Densidad en residuos sólidos de barrido de calles no compactados .....	93
<b>Tabla 38:</b> Densidad En Residuos Sólidos De Barrido De Calles Compactados .....	94
<b>Tabla 39:</b> Generación Total Per cápita de los Residuos Sólidos Domiciliarios.....	95
<b>Tabla 40:</b> Composición Física de los RSM domiciliarios .....	95
<b>Tabla 41:</b> Generación Total Per cápita de los Residuos Sólidos No Domiciliarios ...	97
<b>Tabla 42 :</b> Composición Física de los RSM No domiciliarios .....	97
<b>Tabla 43:</b> Generación Per Cápita y por establecimientos .....	98
<b>Tabla 44:</b> Proceso de Barrido en el distrito de Cusipata .....	106
<b>Tabla 45:</b> Recorrido del Vehículo de recojo de residuos solidos.....	108
<b>Tabla 46:</b> Población Urbano y Rural del Distrito de Cusipata .....	115
<b>Tabla 47:</b> Población Potencialmente Demandante .....	115
<b>Tabla 48:</b> Población del Área de Influencia .....	116
<b>Tabla 49:</b> Generación Per Cápita y por establecimientos .....	116
<b>Tabla 50:</b> Generación sector no domiciliario.....	117
<b>Tabla 51:</b> Demanda del Servicio de Limpieza Pública en el Proceso de Recolección de Residuos Sólidos Generados en los Predios .....	118
<b>Tabla 52:</b> Demanda Total del Servicio de Limpieza Pública .....	119
<b>Tabla 53:</b> Proceso de Disposición Final.....	120
<b>Tabla 54:</b> Determinación de Área Requerida para Relleno Sanitario .....	122
<b>Tabla 55:</b> Costo Total a Precios de Mercado.....	130
<b>Tabla 56:</b> Acciones a realizar para la prevención, mitigación y corrección de impactos ambientales .....	137
<b>Tabla 57:</b> Alternativas preseleccionadas .....	139
<b>Tabla 58:</b> Criterios de Selección.....	140
<b>Tabla 59 :</b> Calificación de alternativa.....	143
<b>Tabla 60:</b> Ponderación de Alternativa.....	144
<b>Tabla 61:</b> Ponderación .....	145

<b>Tabla 62:</b> Matriz de Consistencia. ....	155
---	-----

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Grafico 1:</b> Actividad Laboral Distrito de Cusipata .....	57
<b>Grafico 2:</b> Componentes de residuos sólidos de viviendas – Cusipata .....	68
<b>Grafico 3:</b> Composición física de R.S. de establecimientos comerciales .....	75
<b>Grafico 4:</b> Composición Física de los R.S. de las I E.....	80
<b>Grafico 5:</b> Composición Física de los R.S. de las I.E .....	88
<b>Grafico 6:</b> Servicio Actual de L. Pública y sus procesos en Cusipata .....	99
<b>Grafico 7:</b> Organización Jerárquica del Servicio de Limpieza Pública .....	100
<b>Grafico 8:</b> Delimitación de calles en la Capital de distrito de Cusipata .....	107
<b>Grafico 9:</b> Distribución de la Planta .....	128
<b>Grafico 10:</b> Estructura de Pozo de Lixiviados .....	128
<b>Grafico 11:</b> Estructura de área administrativa .....	129
<b>Grafico 12:</b> Diapositivas de sustentación.....	129

## RESUMEN

El presente trabajo, conforme a lo establecido en el objetivo, propone el diseño de un Relleno Sanitario para el Distrito de Cusipata.

El Estudio se realizó en el Distrito de Cusipata, Provincia de Quispicanchis, departamento del Cusco. Primero se procedió a recopilar y analizar toda la información existente de la zona involucrada en el estudio, como topografía, datos estadísticos poblacionales y demográficos, estudios geológicos, biológicos, hidrológicos, a fin de disponer de un panorama total del ambiente donde se desarrollara las actividades del Relleno Sanitario, luego se evaluó las características físicas y biológicas de la zona de estudio (área de influencia), a fin de poder realizar el estudio referencial de Sitio para el Relleno Sanitario. Se realizó el estudio de Caracterización de Residuos Sólidos así como también el Diagnóstico de Sistema de Gestión de Residuos Sólidos del distrito de Cusipata. Terminado los estudios anteriores se procedió a diseñar el Relleno Sanitario y realizar la Evaluación de Impactos Ambientales del proyecto. El presente estudio es de mucha relevancia para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos y sobre todo para la calidad medio ambiental de este Distrito de Cusipata.

De los resultados obtenidos en los diversos estudios se determinó una producción per cápita de residuos sólidos de 0.3 kg/día-hab., un área total para el Relleno Sanitario de 1 hectárea para una vida útil de 10 años, ubicada a 7 kilómetros del distrito de Cusipata zona estratégica para el desarrollo de la misma.

**PALABRAS CLAVES:** Relleno sanitario, Evaluación ambiental, Residuos sólidos Municipales.

## **ABSTRACT**

The present work, according to the established in the objective, proposes the design of a Semi-Machanizado Sanitary Landfill for the District of Cusipata.

The study was carried out in the District of Cusipata, Province of Quispicanchis, and department of Cusco. First, we collected and analyzed all existing information in the area involved in the study, such as topography, population and demographic statistics, geological, biological and hydrological studies, in order to provide a full picture of the environment in which the activities were carried out Of the Sanitary Landfill, then the physical and biological characteristics of the study area (area of influence) were evaluated, in order to be able to perform the referential study of Site for Sanitary Landfill. The Solid Waste Characterization study was carried out as well as the Solid Waste Management System Diagnosis of the Cusipata district. After the previous studies, we proceeded to design the Landfill and carry out the Environmental Impact Assessment of the project. The present study is of great relevance for the Integral Management of Solid Waste and especially for the environmental quality of this District of Cusipata.

From the results obtained in the various studies, a per capita solid waste production of 0.52 kg / day-hab. Was determined, a total area for the 1-hectare Sanitary Landfill for a 10-year shelf life, located 7 km from the district Of Cusipata strategic area for the development of the same.

**KEYWORDS:** Sanitary landfill, Environmental assessment, Solid waste Municipal.

## INTRODUCCION

Durante años los problemas ocasionados por un inadecuado manejo de los residuos Sólidos han ido afectando, tanto a las grandes ciudades y sus zonas marginales, así como a las poblaciones rurales. En muchos municipios, el manejo de los residuos aun es de forma empírico ya que no cuentan con las condiciones apropiadas del servicio de limpieza pública, se realiza con una evidente falta de criterios técnicos, económicos y sociales, ocasionando que este servicio carezca de una adecuada planificación y organización, traduciéndose en altos costos de funcionamiento.

Como consecuencia. Un relleno Sanitario constituye una parte de la solución a esta problemática, pues es una técnica de eliminación de los residuos sólidos en el suelo que no causa molestia ni peligro para la salud y seguridad pública; tampoco perjudica el ambiente durante su operación ni después de terminado el mismo, utiliza principios de ingeniería.

En el presente estudio el Capítulo I abarca el planteamiento del problema de investigación seguidamente el Capítulo II con el Marco Teórico, Capítulo III respecto a la metodología utilizada que se desenlaza en el capítulo IV que incluye la recopilación de información, datos, parámetros, cálculos y análisis que plantean una propuesta del diseño de un Relleno Sanitario para el distrito de Cusipata, ubicado en la provincia de Quispicanchis, departamento del Cusco. Este relleno sanitario es un proyecto de ingeniería más, destinado a la disposición sanitaria y ambientalmente segura de los residuos sólidos que se generan en dicho municipio, de acuerdo con los principios y métodos de la ingeniería sanitaria y ambiental, ayudando a resolver en gran parte de los problemas que se generan por la inadecuada disposición de los residuos sólidos, tomando en cuenta una buena planeación desde las etapas iniciales de diseño, hasta las de su clausura.

# **CAPÍTULO I**

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

## **1.1 Descripción de la Realidad Problemática.**

### **1.1.1 Caracterización del problema**

Durante años los problemas ocasionados por un inadecuado manejo de los residuos han afectado, tanto a las grandes ciudades y sus zonas marginales, así como a las poblaciones rurales. En muchos municipios, el manejo empírico del servicio de limpieza pública, se realiza con una evidente falta de criterios técnicos, económicos y sociales, ocasionando que este servicio carezca de una adecuada planificación y organización, traduciéndose en altos costos de funcionamiento, que las mismas municipalidades han tenido que subsidiar consumiendo buena parte de su presupuesto.

Como consecuencia. Un relleno Sanitario Manual constituye una solución a esta problemática, pues es una técnica de eliminación de los residuos sólidos en el suelo que no causa molestia ni peligro para la salud y seguridad pública; tampoco perjudica el ambiente durante su operación ni después de terminado el mismo, utiliza principios de ingeniería para confinar la basura en un área lo más pequeña posible, cubriéndola con capas de tierra diariamente y compactándola para reducir su volumen. Además, prevé los problemas que puedan causar los líquidos y gases producidos en el relleno, por efecto de la descomposición de la materia orgánica.

El presente estudio incluye la recopilación de información, datos, parámetros, cálculos y análisis que plantean una propuesta del diseño de un Relleno Sanitario Manual, ubicado en la provincia de Quispicanchis, departamento de Cusco. Este relleno sanitario es un proyecto de ingeniería más, destinado a la disposición sanitaria y ambientalmente segura de los residuos sólidos que se generan en dicho municipio, de acuerdo con los principios y métodos de la ingeniería sanitaria y ambiental, ayudando a resolver en gran parte de los problemas que se generan por la inadecuada disposición de los residuos sólidos, tomando en cuenta una

buena planeación desde las etapas iniciales de diseño, hasta las de su clausura.

### **1.1.2 Definición del problema**

Si bien es cierto el manejo integral de residuos sólidos, debe ser desde la generación hasta su disposición final, sanitaria y ambientalmente adecuada, para prevenir los riesgos a la salud de la población y el deterioro de la calidad ambiental.

Sin embargo, el déficit de servicios y la ausencia de infraestructuras sanitarias para la disposición final de los residuos sólidos municipales, han originado la formación de botaderos de residuos sólidos en las ciudades, donde se disponen los residuos sólidos sin las mínimas medidas sanitarias y de seguridad, propiciando la proliferación de vectores, prácticas insalubres de segregación y alimentación de animales con residuos sólidos.

Los municipios tienen la autonomía de aprobar y autorizar la construcción de rellenos sanitarios (Ley N° 27314, 2000), Pese a enfrentar esta problemática, en nuestro país se comienza un experiencia positiva en la construcción de Rellenos Sanitarios como es el caso del distrito de Cusipata.

### **1.1.3 Delimitación de la Investigación.**

La presente tesis se efectuó en el distrito de Cusipata perteneciente a la provincia del Quispicanchis departamento del Cusco.

## **1.2 Formulación del Problema.**

### **1.2.1 Problema General**

¿En qué medida un Relleno Sanitario mejorará la disposición final de los residuos sólidos en el Distrito de Cusipata?.

### **1.2.2 Problema Específico.**

a) ¿Conocer el Estudio de Caracterización de los residuos sólidos

municipales del Distrito de Cusipata?.

- b) ¿Calcular la capacidad útil del relleno sanitario de acuerdo a la generación anual de los residuos sólidos municipales y su proyección a un tiempo de 10 años?.
- c) ¿Cuáles son los criterios de estudio de selección de sitio para la ubicación del relleno sanitario en el Distrito de Cusipata?
- d) ¿Cuál es del método de construcción y operación del relleno sanitario?
- e) ¿Cuáles son los posibles impactos ambientales que se puedan generar en la fase de construcción y operación del Relleno Sanitario en el Distrito de Cusipata?
- f) ¿Conocer de qué manera serán los mecanismos ambientales para el seguimiento y control del Relleno Sanitario propuesto?

### **1.3. Objetivos de la Investigación.**

#### **1.3.1. Objetivos General**

Diseñar un Relleno Sanitario en el Distrito de Cusipata con el propósito de realizar una adecuada disposición final de los residuos sólidos municipales, cumpliendo con la normatividad ambiental vigente que enmarca el Ministerio del Ambiente (MINAM) y la Dirección General de Salud (DIGESA).

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- a) Realizar un Estudio de Caracterización de los residuos sólidos municipales del Distrito de Cusipata.
- b) Determinación de la capacidad útil del relleno sanitario de acuerdo a la generación anual de los residuos sólidos municipales y su proyección a un tiempo de 10 años.
- c) Realizar un estudio de selección de sitio para la ubicación del relleno sanitario en el Distrito de Cusipata.
- d) Determinación del método de construcción y operación del relleno sanitario.
- e) Determinar los posibles impactos ambientales que se puedan generar en la fase de construcción y operación del Relleno Sanitario en el

Distrito de Cusipata.

- f) Proponer los mecanismos ambientales para el seguimiento y control del Relleno Sanitario propuesto.

## **1.4. Justificación de la Investigación**

### **1.4.1. Justificación Teórica**

El presente estudio permitió comprender como se plantea y elabora un diseño de relleno Sanitario partiendo de la perspectiva de que debe responder a la realidad, necesidades y demandas del distrito, pero sobre todo debe adecuarse a cada localidad, por lo que es alternativo todo el proceso dependiendo de cada realidad.

Conceptualizar y validar ello, el procedimiento y estructura se mejora o modifica para una mejor ejecución del mismo.

### **1.4.2. Justificación Metodológica**

La problemática de los residuos sólidos en las ciudades del país es perceptible, cada día la acumulación de los residuos sólidos es mayor, todos los estudios muestran que mucho de ello se debe a la mala gestión de las municipalidades a ello se suma la falta de sensibilidad de las personas para actuar de la manera correcta, y el acentuado consumismo que se aprecia en la población.

Por otro lado, el incremento que se manifiesta en el volumen de residuos sólidos, la forma irracional de su manejo y la complejidad política y social del problema, se considera necesario involucrar a todos los sectores sociales, organizaciones barriales, municipios, gobierno local, provincial y nacional, para poner en marcha un plan que permita desarrollar una verdadera gestión integral de los residuos sólidos, con tecnología adecuada para el manejo sustentable de los residuos que permitirá maximizar el aprovechamiento de los recursos, minimizarla degradación ambiental y mejorar la calidad del ambiente.

## **1.5. Importancia**

Un relleno sanitario es un lugar destinado a la disposición final de desechos o basura, en el cual se pretenden tomar múltiples medidas para reducir los problemas generados por otro método de tratamiento de la basura como son los tiraderos, dichas medidas son, por ejemplo, el estudio meticuloso de impacto ambiental, económico y social desde la planificación y elección del lugar hasta la vigilancia y estudio del lugar en toda la vida del vertedero.

En un relleno sanitario, se controla de mejor manera la gestión de los residuos sólidos por tanto de ahí radica su importancia.

## **1.6. Limitaciones**

Este proceso de investigación que consta del Diseño del Relleno Sanitario requiere de estudios de ingeniería de mucha importancia, por lo tanto el estudio se ve limitado por el aspecto económico, el tiempo de ejecución, proceso de intercambio de información, carencia de data básica en el distrito y el apoyo por parte de la alcaldía del distrito de Cusipata, que es la entidad gubernamental obligada a gestionar estos estudios. En el aspecto económico, vale resaltar que se entablaron conversación con la Sub Gerencia de Medio Ambiente del distrito de Cusipata, obteniendo como respuesta, la falta de presupuesto por parte de la municipalidad para la realización de los estudios.

Por lo tanto el estudio se desarrollará en base al sustento económico propio de la autora, todo con el fin de brindar una alternativa para la disposición final de los residuos sólidos generados en el distrito de Cusipata.

## **CAPÍTULO II**

# **FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN**

## **2.1. Marco Referencial**

### **2.1.1. Antecedentes de la Investigación**

#### **2.1.1.1. Antecedentes Nacionales:**

Universidad Nacional De Trujillo Facultad De Ingeniería Química Escuela De Ingeniería Ambiental.

**Autor:** Br Pinedo Araujo José Luis, Ramos Hernández Cesar Augusto.

**Título:** “Propuesta De Diseño De Un Relleno Sanitario Mecanizado En El Distrito De Moche”-(2014).

#### **Resumen:**

El presente trabajo, conforme a lo establecido en el objetivo, propone el diseño de un Relleno Sanitario Sema-Mecanizado para el Distrito de Moche. El Estudio se realizó en el Distrito de Moche, Provincia de Trujillo, departamento de la Libertad. Primero se procedió a recopilar y analizar toda la información existente de la zona involucrada en el estudio, como topografía, datos estadísticos poblacionales y demográficos, estudios geológicos, biológicos, hidrológicos, a fin de disponer de un panorama total del ambiente donde se desarrollara las actividades del Relleno Sanitario, luego se evaluó las características físicas y biológicas de la zona de estudio (área de influencia), a fin de poder realizar el estudio referencial de Sitio para el Relleno Sanitario.

Se realizó el estudio de Caracterización de Residuos Sólidos así como también el Diagnostico de Sistema de Gestión de Residuos Sólidos del distrito de Moche. Terminado los estudios anteriores se procedió a diseñar el Relleno Sanitario y realizar la Evaluación de Impactos Ambientales del proyecto. El presente estudio es de mucha relevancia para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos y sobre todo para la calidad medio ambiental de este Distrito.

De los resultados obtenidos en los diversos estudios se determinó una producción per cápita de residuos sólidos de 0.592 kg/día-hab., un área total para el Relleno Sanitario de 7 hectárea para una vida útil de 7 años, ubicada en

la zona de amortiguación para la conservación y tratamiento ecológico del Distrito de Moche.

### **Pontificia Universidad Católica del Perú**

**Autor:** Br Navarrete Cabrera Sari Natalia.

**Título:** “Estudio de pre factibilidad para la instalación de un relleno sanitario para la localidad temblara distrito de Donan”- (2016).

#### **Resumen:**

La Localidad de Tembladera en el Distrito Donan, adolece los problemas de saneamiento ambiental por la existencia de puntos de acopio convertidos en botaderos de basura distribuidos en la zona urbana y urbana marginal provocando el deterioro de la calidad del aire, agua y suelo, atacando a la salud de las personas. De esta manera, se propone el diseño de un relleno sanitario que beneficie económicamente y también sea factible con la venta de los CER's, el Relleno Sanitario se ubica la zona “Las Huacas Parte Alta” y la planta de transferencia que podrá ubicarse en el sector “Las Huacas”.

Por otro lado, la evaluación geológica ambiental determinó que el área conveniente para la ubicación aproximadamente del relleno sanitario es a 6 Km del Distrito, considerando condiciones climáticas, hidrológicas, topográficas, geológicas, la temperatura promedio 24 °C, precipitación pluvial 17 mm. El análisis financiero infiere que se necesita una inversión inicial de US\$ 196,365.23, un capital de trabajo de US\$ \$38,548.37; el punto de equilibrio el primer año es 123.97 toneladas y el décimo año es 115.36 toneladas de residuos sólidos.

La inversión se recuperará el tercer año y a finales del décimo año se tendrá una utilidad de US\$ \$95,289.56, obteniéndose una TIR de 30% y VAN de US\$ \$502,820.57, determinando aceptada rentabilidad.

### **2.1.1.2. Antecedentes Internacionales:**

#### **Instituto Politécnico Nacional.**

**Autor:** Francisco Javier Yáñez García.

**Título:** “Relleno Sanitario Sustentable para los Residuos Sólidos Urbanos de la Región No. 2 del Estado de Morelos (Municipios de Yecapixtla, Atlatlahucan, Ocuituco y Tetela del Volcán) ubicado en el Municipio de Yecapixtla.

#### **Resumen:**

En muchos Municipios el manejo empírico del servicio de aseo urbano, con una evidente falta de criterios técnicos, económicos y sociales, ha ocasionado que este servicio carezca de una adecuada planificación y organización. Cabe mencionar que aun cuando se ha trabajado en la reglamentación sobre la disposición adecuada de los residuos sólidos, aún falta más por hacer, y ante todo es importante convencernos de nuestra realidad y concientizarnos del rezago en que nos encontramos en cuestión de manejo de los residuos sólidos.

Los municipios de Yecapixtla, Atlatlahucan, Ocuituco, y Tetela del Volcán, en el Estado de Morelos, practican desde hace tiempo atrás el depósito de sus desechos en tiraderos a cielo abierto que se ubican dentro del territorio local de cada municipio. Los principales problemas detectados en estos sitios son: la infiltración de lixiviados al subsuelo, emisión de malos olores y partículas, la quema frecuente de los residuos depositados a cielo abierto, la proliferación de fauna nociva y la disgregación de materiales ligeros hacia los lugares cercanos al sitio.

Por tal motivo es que, mediante el presente trabajo se pretende efectuar una alternativa en el manejo adecuado de los residuos sólidos urbanos generados en los municipios de la Región No. 2 del Estado de Morelos, de manera que se vea reflejado en el mejoramiento de las condiciones ambientales y sanitarias que guarda cada uno de estos Municipios. Dicho proyecto

sustentable determina su ubicación de acuerdo con las especificaciones que señala la normatividad vigente.

### **2.1.2. Referencias Históricas.**

Durante siglos el hombre transportó sus residuos sólidos hacia zonas periféricas de las ciudades y con el tiempo advirtió la necesidad de crear un sistema más organizado para la recolección, transporte y disposición final de estos. En nuestro país a mediados del siglo pasado, la agenda ambiental, sanitaria y social de los residuos sólidos era únicamente la limpieza pública municipal y el destino final de los residuos sólidos una vez retirados de las viviendas, de los edificios comerciales, sociales e institucionales; el asunto era disponerlos lo más lejos posible de la ciudad o de los centros urbanos, sin observar su peligrosidad, composición, volumen y valoración.

(Relleno Sanitario), hasta cubrir prácticamente todas las áreas urbanas. En la Unión Europea (UE) predominó la técnica del Relleno Sanitario para el tratamiento de los residuos municipales. En el año 2004, alrededor del 45% del total de residuos municipales era dispuesto en rellenos mientras que el 18% era incinerado.

Hay grandes diferencias según los países. En Holanda, Dinamarca, Suecia y Bélgica, existe un relativamente bajo nivel de disposición. Esto se debe al empleo de la incineración; pero también a los altos porcentajes de recuperación de materiales (CEAMSE, 2009).

En los cuarenta, Perú era un país de 8 millones de habitantes, con una estructura básicamente rural, un perfil ocupacional eminentemente agrícola y minero, una problemática sanitaria que se resumía en características epidemiológicas propias de un país pobre, donde el tema de los residuos sólidos pasaba desapercibido (Dirección General de Salud Ambiental, 2004).

La Ley N° 27314 y su modificatoria, se estructuraron actividades aplicables a todo el ciclo de vida de los residuos sólidos (desde su generación hasta su

disposición final) tanto aspectos de manejo (actividades técnicas y operativas) como de gestión (actividades administrativo-financieras).

En la actualidad en nuestro país existen solo nueve Rellenos Sanitarios y un Relleno de Seguridad en operación. En el 2008, existían 5 proyectos en procesos de aprobación para la construcción de Rellenos Sanitarios (MINAM, INEI, PNUMA, 2009).

La legislación Peruana establece que las municipalidades provinciales son responsables por la gestión de los residuos sólidos de origen domiciliario, comercial y de aquellas actividades que generen residuos similares a éstos, en todo el ámbito de su jurisdicción (Ley N° 27314, 2000), así mismo las municipalidades están obligadas a aprobar los proyectos de infraestructura de transferencia, tratamiento y disposición final de residuos sólidos, así como autorizar su funcionamiento. Esto se ve reforzado en la Ley Orgánica de Municipalidades (Ley N°27972, 2003).

## 2.2. Marco Legal.

A nivel Nacional		
<b>Constitución Política Del Perú</b>	<p><u>Artículo 2º:</u> Toda persona tiene derecho: 22. A la paz, a la tranquilidad, al disfrute del tiempo y al descanso, así como a <u>gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida.</u></p>	El proyecto busca el bienestar de la población y la preservación del medio ambiente en que se vive.
<b>Políticas De Estado Del Acuerdo Nacional</b>	<p>Basado en políticas dirigidas a alcanzar cuatro grandes objetivos: 1.- Democracia y Estado de Derecho, 2.- Equidad y Justicia Social, 3.- Competitividad del País y Estado 4.- Eficiente, Transparente y Descentralizado. Competitividad del país: se busca el desarrollo sostenible y</p>	

	gestión ambiental	
<b>Plan Bicentenario</b>	<p><u>EJE ESTRATEGICO 6:</u>  <u>RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE</u>  <u>Objetivo específico 2:</u> Calidad ambiental mejorada y gestionada con enfoque integral en el ámbito nacional.  Acciones Estratégicas: promover e incentivar mecanismos para una gestión adecuada de los residuos sólidos a nivel nacional.</p>	La prioridad del perfil es garantizar de un óptimo lugar del relleno sanitario que necesita la población y capacitar de manera adecuada a la población.
<b>Plan Nacional De Acción Ambiental (Planaa Perú 2010-2021), Metas Prioritarias Al 2021</b>	Se establece, como meta al año 2021, que el 100% de residuos sólidos del ámbito municipal, sean manejados, reaprovechados y dispuestos adecuadamente.	El proyecto se enmarca a los lineamientos de dicho plan de acción ambiental.
<b>A nivel regional</b>		
<b>Ley orgánica de municipalidades Ley 27972</b>	<p><b>Artículo 80°: Saneamiento, salubridad y salud</b>  <b>Funciones exclusivas de las municipalidades distritales</b>  Proveer del servicio de limpieza pública determinando las áreas de acumulación de desechos, rellenos sanitarios y el aprovechamiento de desperdicios.  <b>Funciones específicas compartidas de las municipalidades distritales</b>  Administrar y reglamentar directamente o por concesión los servicios de agua potable, alcantarillado y desagüe, limpieza pública y tratamiento de residuos sólidos.</p>	La municipalidad distrital de Cusipata al contratar con el equipo técnico pone en manifiesto su deseo por mejorar la calidad y el bienestar de la población, buscando un área adecuada para la construcción de un relleno sanitario.

<p><b>Plan de desarrollo regional concertado cusco al 2021, con prospectiva al 2030.</b></p>	<p><u>Objetivo estratégico 6:</u> Asegurar un ambiente saludable y sostenible que reduzca la vulnerabilidad de la población y sus medios de vida.</p> <p><u>Acciones Estratégicas:</u></p> <p>-Implementar un sistema integral de gestión ambiental, fortaleciendo el grado de conciencia y cultura ambiental en la sociedad regional.</p> <p>-Mejorar la gestión integral de residuos sólidos.</p>	<p>El proyecto se orienta a fortalecer el conocimiento y cultura ambiental en las personas del distrito de Cusipata y sus comunidades; incluyendo talleres y capacitaciones de la importancia de la preservación del medio ambiente. Asimismo, construir el mejor lugar para el relleno sanitario de vital importancia en el distrito.</p>
<b>A nivel local</b>		
<p><b>Plan De Desarrollo Concertado De La Provincia De Quispicanchi</b></p>	<p><b>Eje estratégico 2: Desarrollo social</b></p> <p><b>Objetivo Estratégico:</b> el IMPULSAR EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS, es en este entender que con la finalidad de solucionar el problema de la gestión integral de residuos sólidos, se viene priorizando la implementación de un sistema integral que incluya la implementación de un sistema adecuado de almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento, disposición final de residuos sólidos y la sensibilización y capacitación permanente de los actores involucrados en la gestión.</p>	<p>Los objetivos del proyecto son concordantes con los lineamientos de política del sector de atención, referidos a mejorar la calidad de vida de la población.</p>
<b>Según marco Legal</b>		
<p><b>Política Nacional del Ambiente, aprobada con el DS 012-2009-MINAN.</b></p>	<p><b><u>EJE DE POLITICA 2: Gestión Integral de la Calidad Ambiental</u></b></p> <p>-Promover la inversión pública y privada en proyectos para mejorar los sistemas de recolección, operación de reciclaje, disposición final de residuos sólidos y el desarrollo de infraestructura a nivel</p>	<p>El proyecto busca tener un lugar apropiado para la disposición de residuos sólidos, y la realización de cierre del botadero existente en la zona. Por otro lado, se busca tener un Plan de Manejo en referencia a la disposición final de los residuos sólidos.</p>

	<p>nacional; asegurando el <b><i>cierre o clausura de botaderos y otras instalaciones ilegales.</i></b></p> <p>-Desarrollar y promover la adopción de modelos de gestión apropiada de residuos sólidos adaptadas a las condiciones de los centros poblados.</p>	
<p><b>Ley General de Residuos Sólidos, Ley 27314</b></p>	<p><b><u>Artículo 4°:</u></b></p> <p>-Desarrollar acciones de educación y capacitación.</p> <p>-Establecer un sistema de responsabilidad compartida y de manejo integral de los residuos sólidos desde la generación hasta la disposición final.</p> <p>-Establecer acciones orientadas a recuperar las áreas degradadas, por la descarga inapropiada e incontrolada de los residuos sólidos.</p> <p>-Promover la iniciativa y participación activa de la población, la sociedad civil organizada, y el sector privado en la gestión y el manejo de los residuos sólidos.</p>	<p>El proyecto busca capacitar tanto al personal en el recojo y en la disposición final de los residuos sólidos, y emplear talleres para la capacitación y educación de la población.</p>
<p><b>Ley General del Ambiente, Ley N° 28611</b></p>	<p><b><u>Artículo 11°:</u></b></p> <p>-Desarrollo sostenible de las zonas urbanas y rurales, incluyendo la conservación de las áreas agrícolas periurbanas y la prestación ambientalmente sostenible de los servicios públicos, así como la conservación de los patrones culturales, conocimiento y estilos de vida de las comunidades tradicionales y los pueblos indígenas.</p> <p>-Promoción efectiva de la educación ambiental y de una ciudadanía ambiental responsable, en todos los niveles, ámbitos educativos y zonas del territorio nacional.</p>	<p>El proyecto se encuentra bajo los lineamientos de la presente ley, el conocer los estilos de vida de las comunidades, y conservar las áreas agrícolas.</p>

<b>Reglamento Nacional De Edificaciones</b>	Parámetros y disposiciones de carácter técnico, para el diseño, construcción y mantenimiento de las obras de saneamiento e instalaciones sanitarias para edificaciones.	El proyecto cumple con los parámetros y disposiciones de carácter técnico.
---	---	--

Fuente: Elaboración Propia

### 2.3. Definición de Términos

**Almacenamiento.**-Operación de acumulación temporal de residuos en condiciones técnicas como parte del sistema de manejo hasta su disposición final. (Programa Ambiental Regional para Centroamérica, PROARCA, 2003)

**Botadero.**-“Acumulación inapropiada de Residuos Sólidos (RS) en vías y espacios públicos, así como en áreas urbanas, rurales o baldías que generan riesgos sanitarios o ambientales. Carecen de autorización sanitaria. En el Perú los más comunes son: (i) a cielo abierto, cuando están dispersos en áreas despobladas apartadas de las ciudades, (ii) lechos de ríos cuando se dispone RS en playas, cauces de ríos y sus laderas. En la presente investigación se usan como sinónimo de vertedero, vaciadero o basurero.”. (Fuentes C., 2008)

**Composta.**-“Abono de suelos que se elabora a partir de la técnica de compostaje. Contribuye a la conservación de la estructura de los suelos y a la reconstrucción de la flora microbiana. Proporciona nutrientes a las plantas y su utilización hace que el suelo retenga mayor cantidad de agua.”. (Rentería Sacha & Zevallos Villarreal, 2014)

**Contenedor.**-“Caja o recipiente fijo o móvil, de capacidad variable en el que los RS se depositan para su almacenamiento o transporte.”. (Fuentes C., 2008)

**Desecho Sólido.**-“Sinónimo de Residuo Sólido Municipal (RSM) y de basura.”. (Velázquez Patiño, 2006)

**Disposición final.**-“Procesos u operaciones para tratar o disponer en un lugar los residuos sólidos como última etapa de su manejo en forma permanente, sanitaria y ambientalmente segura.” (LEY N° 27314, Ley General de Residuos Sólidos, 2000)

**Gestión de residuos sólidos.**-“Toda actividad técnica administrativa de planificación, coordinación, concertación, diseño, aplicación y evaluación de políticas, estrategias, planes y programas de acción de manejo apropiado de los residuos sólidos de ámbito nacional, regional y local.” (LEY N° 27314, Ley General de Residuos Sólidos, 2000)

**Manejo de residuos sólidos.**-“Toda actividad técnica operativa e residuos sólidos que involucre manipuleo, acondicionamiento, transporte, transferencia, tratamiento, disposición final o cualquier otro procedimiento técnico operativo utilizado desde la generación hasta la disposición final. (Fuentes C., 2008)

**Minimización.**-“Acción de reducir al mínimo posible el volumen y peligrosidad de los residuos sólidos, a través de cualquier estrategia preventiva, procedimiento, método o técnica utilizada en la actividad generadora.” (LEY N° 27314, Ley General de Residuos Sólidos, 2000)

**Operador.**-“Persona natural que realiza cualquiera de las operaciones o procesos que componen el manejo de los residuos sólidos, pudiendo ser o no el generador de los mismos.” (LEY N° 27314, Ley General de Residuos Sólidos, 2000)

**Reaprovechar.**-“Volver a obtener un beneficio del bien, artículo, elemento o parte del mismo que constituye residuo sólido. Se reconoce como técnica de reaprovechamiento el reciclaje, recuperación o reutilización.” (LEY N° 27314, Ley General de Residuos Sólidos, 2000)

**Reciclaje.**-“Toda actividad que permite reaprovechar un residuo sólido mediante un proceso de transformación para cumplir su fin inicial u otros fines.” (Colomer Mendoza, 2007)

**Recuperación.**-“Toda actividad que permita reaprovechar partes de sustancias o componentes que constituyen residuo sólido.” (Colomer Mendoza, 2007)

**Reducción en origen.**-“Implica reducir la cantidad y/o toxicidad de los residuos que son generados en la actualidad, por ser la forma más eficaz de minimizar los residuos, así como disminuir el costo asociado a su manejo, los impactos ambientales y a la salud pública.” (Pinto, 2009)

**Relleno sanitario.**-“Instalación destinada a la disposición sanitaria y ambientalmente segura de los residuos sólidos en la superficie o bajo tierra, basados en los principios y métodos de la ingeniería sanitaria y ambiental.” (LEY N° 27314, Ley General de Residuos Sólidos, 2000)

**Residuo.**-“Cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido, semisólido, líquido o gaseoso resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales o de servicios, que el generador abandona, rechaza o entrega y que es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con valor económico o de disposición final. Los residuos sólidos se dividen en aprovechables y no aprovechables. Igualmente, se consideran como residuos sólidos, entre otros, aquellos provenientes del barrido de limpieza de áreas y vías públicas, corte de césped y poda de árboles.” (Zapata Carnaqué, 2011)

**Residuo sólido.**-“Son aquellas sustancias, productos o subproductos en estado sólidos o semisólido de los que su generador dispone, o está obligado a disponer, en virtud de lo establecido en la normatividad nacional o de los riesgos que causan a la salud y el ambiente.” (Fuentes C., 2008)

**Responsabilidad compartida.**-“Es un sistema en el que se atribuye a cada persona la responsabilidad por los residuos que genera o maneja en las distintas etapas de la vida de un producto o del desarrollo de una actividad en las que ella interviene.” (LEY N° 27314, Ley General de Residuos Sólidos, 2000)

**Reutilización.**-“Toda actividad que permita reaprovechar directamente el bien, artículo o elemento que constituye el residuo sólido, con el objeto de que cumpla el mismo fin para el que fue elaborado originalmente.” (López Rivera, 2009)

**Segregación.**-“Acción de agrupar determinados componentes o elementos físicos de los residuos sólidos para ser manejados en forma especial.” (Fuentes C., 2008)

**Subproducto.**-“producto secundario obtenido en toda actividad económica o proceso industrial.” (Fuentes c., 2008)

**Tratamiento.**-“Cualquier proceso, método técnica que permita modificar la característica física, química o biológica del residuo sólido, a fin de reducir o eliminar su

potencial peligro de causar daños a la salud y el ambiente.” (LEY N° 27314, Ley General de Residuos Sólidos, 2000)

## **2.4. Marco Teórico**

### **2.4.1. Definición de un relleno sanitario**

El Relleno Sanitario es una técnica de eliminación final de los residuos sólidos en el suelo, que no causa molestia ni peligro para la salud y seguridad pública; tampoco perjudica el ambiente durante su operación ni después de terminado el mismo. (Cantanhede, 2011)

Esta técnica utiliza principios de ingeniería para confinar la basura en un área lo más pequeña posible, cubriéndola con capas de tierra diariamente y compactándola para reducir su volumen. Además, prevé los problemas que puedan causar los líquidos y gases producidos en el relleno, por efecto de la descomposición de la materia orgánica. Para ofrecer una solución integral al problema del manejo de los residuos sólidos, las alternativas deben incluir los elementos imprescindibles, es decir, aquellos que no pueden faltar en el sistema, como son la recolección, el transporte y la disposición final, complementados por estaciones de transferencia, almacenamiento temporal, separación centralizada o en el punto de origen y compostaje por la comunidad o municipio. (Cantanhede, 2011)

#### **2.4.1.1. Clasificación de los Rellenos Sanitarios.**

##### **2.4.1.1.1. Relleno Sanitario Manual**

El relleno sanitario manual se presenta como una alternativa técnica y económica, tanto para las poblaciones urbanas, y para las áreas marginales de algunas ciudades que generan menos de 20 toneladas diarias de basura. (Cantanhede, 2011)

Mediante la técnica de la operación manual, sólo se requiere equipo pesado para la adecuación del sitio y la construcción de vías internas y excavación de zanjas o material de cobertura, de acuerdo con el avance y método de relleno. En cuanto a los demás trabajos, todos pueden realizarse manualmente, lo cual permite a estas poblaciones de bajos recursos, sin posibilidades de adquirir y mantener equipos

pesados permanentes, disponer adecuadamente sus basuras y utilizar la mano de obra que en países en desarrollo es bastante abundante. Si el costo de transporte lo permite, puede resultar ventajosa la utilización de un mismo relleno sanitario manual para dos o más poblaciones. (OEFA, 2015)

#### **2.4.1.1.2. Relleno Sanitario Semi-Mecanizado.**

Tiene todas las características básicas de un relleno, diseñado, construido y operado con criterios de ingeniería civil y sanitaria para ciudades que generan no más de 50 toneladas diarias de basura. (OEFA, 2015)

Se requiere de equipo pesado para la adecuación del sitio y la construcción de vías internas y excavación de zanjas o material de cobertura, de acuerdo con el avance y método de relleno. En cuanto a los demás trabajos de esparcido, compactación y cobertura de los residuos se realizan con el apoyo de equipo mecánico, siendo posible también el empleo de herramientas manuales para complementar los trabajos de confinamiento de residuos. (OEFA, 2015)

#### **2.4.1.1.3. Relleno Sanitario Mecanizado.**

Las operaciones en el relleno sanitario se realizan íntegramente a través de equipo pesado, ya sea en forma parcial o permanente, la utilización de estos equipos se realiza cuando la producción diaria de residuos sólidos es de 50 o más toneladas.

### **2.4.1.2. Ventajas y Desventajas de los Rellenos Sanitarios.**

#### **2.4.1.2.1. Ventajas de los Rellenos Sanitarios.**

- El relleno sanitario, como método de disposición final de los residuos sólidos urbanos, es sin lugar a dudas la alternativa más conveniente para nuestros países. Sin embargo, es esencial asignar recursos financieros y técnicos adecuados para su planificación, diseño, construcción, operación y mantenimiento. (Jaramillo, 1991)
- La inversión inicial de capital es inferior a la que se necesita para implementar cualquiera de los métodos de tratamiento de incineración

o compostación.

- Bajos costos de operación y mantenimiento. (Jaramillo, 1991)
- Un relleno sanitario es un método completo y definitivo, dada su capacidad para recibir todo tipo de residuos sólidos, obviando los problemas de cenizas de la incineración y de la materia no susceptible de descomposición en la compostación. (Jaramillo, 1991)
- Su lugar de emplazamiento puede estar tan cerca al área urbana como lo permita la existencia de lugares disponibles, reduciéndose así los costos de transporte y facilitando la supervisión por parte de la comunidad. (Jaramillo, 1991)
- Un relleno sanitario puede comenzar a funcionar en corto tiempo como método de eliminación. (Jaramillo, 1991)
- Se considera flexible, ya que no precisa de instalaciones permanentes, ni fijas, además de ser apto para recibir mayores cantidades adicionales de residuos con poco incremento de personal. (Jaramillo, 1991)

#### **2.4.1.2.2. Desventajas de los Rellenos Sanitarios.**

La adquisición del terreno constituye la primera barrera para la construcción de un relleno sanitario, debido a la oposición que se suscita por parte de la población cercana, ocasionada en general por factores como la falta de conocimiento sobre la técnica del relleno sanitario; la asociación del término "relleno sanitario" con la de un "botadero de basuras a cielo abierto"; la evidente desconfianza mostrada hacia las administraciones locales; el rápido proceso de urbanización que encarece el costo de los pocos terrenos disponibles, debiéndose ubicar el relleno sanitario en sitios alejados de las rutas de recolección, lo cual aumenta los costos de transporte. (Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales., 1997 )

La supervisión constante de la construcción para mantener un alto nivel de calidad de las operaciones. En las pequeñas poblaciones, la supervisión de rutina diaria debe estar en manos del encargado del servicio de aseo, debiendo éste contar a su vez con la asesoría de un profesional responsable,

dotado de experiencia y conocimientos técnicos adecuados, quien inspecciona el avance de la obra cada cierto tiempo, a fin de evitar fallas futuras. (Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales., 1997 )

Existe un alto riesgo de transformarlo en botadero a cielo abierto por la carencia de voluntad política de las administraciones municipales, ya que se podrían mostrar renuentes a invertir los fondos necesarios para su correcta operación y mantenimiento. (Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales., 1997 )

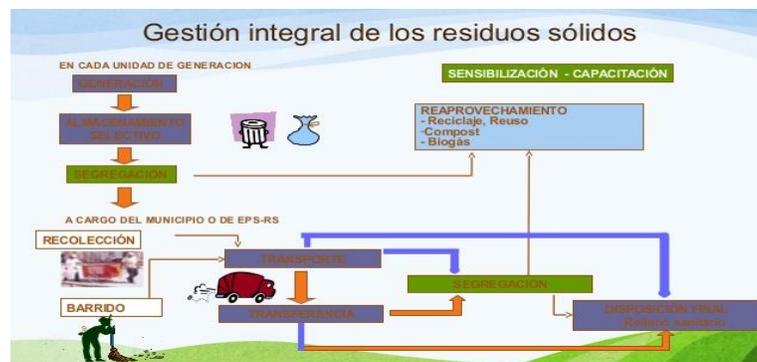
Se puede presentar una eventual contaminación de aguas subterráneas y superficiales cercanas, si no se toman las debidas precauciones.

Los asentamientos más fuertes se presentan en los primeros dos años después de terminado el relleno, por lo tanto se dificulta el uso del terreno. El tiempo de asentamiento dependerá de la profundidad del relleno, tipo de residuos sólidos, grado de compactación y de la precipitación pluvial de la zona. (Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales., 1997 )

#### 2.4.2. Sistema De Gestión De Residuos Sólidos y sus Interrelaciones.

A continuación se presenta la Fig. 01, donde se describen los elementos físicos que componen un sistema de gestión de residuos sólidos y sus interrelaciones.

**FIGURA 1: Gestión de Residuos Solidos**



Fuente. Elaboración propia

### **2.4.3. Aspectos Demográficos**

#### **2.4.3.1. Población**

Es necesario conocer el número de habitantes a servir para definir las cantidades de residuos sólidos de que se ha de disponer. Es de anotar que la producción de residuos sólidos se debe discriminar entre la producción rural y la urbana. La primera, debido a la baja producción, presentará menos exigencias, pero su recolección resulta más difícil. En cambio, la producción urbana es más notoria por razones de concentración, aumento de población, y desarrollo tecnológico y urbanístico, mereciendo nuestra atención en este caso.

#### **2.4.3.2. Proyección de la Población**

Es de suma importancia estimar la producción en el futuro, para definir las cantidades de residuos sólidos de que se deben disponer durante el período de diseño, lo cual conlleva a realizar una proyección de la población, al igual que en cualquier obra de servicio público. El crecimiento poblacional se podrá estimar por métodos matemáticos, como el crecimiento geométrico, aritmético, etc. o vaciando los datos censales en una gráfica y haciendo una "proyección" de la curva dibujada.

### **2.4.4. Aspectos generales de los residuos sólidos.**

Entre los parámetros más importantes que debemos conocer para el manejo adecuado de los residuos sólidos que se producen en una población, se encuentran la composición y la cantidad.

#### **2.4.4.1. Producción per cápita.**

La producción per cápita de residuos sólidos se puede estimar globalmente por habitante por día (kg./hab-día), también es posible relacionar la cantidad de residuos sólidos producidos por vivienda, o sea, kg/vivienda-día, dado que la basura es entregada por vivienda y además tiene la ventaja de la facilidad de contar las casas.

#### **2.4.4.2. Producción Total.**

El conocimiento de la producción total de residuos sólidos nos permite establecer, entre otros, cuáles deben ser los equipos de recolección más adecuados, la cantidad de personal, las rutas, la frecuencia de recolección, la necesidad de área para la disposición final, los costos y el establecimiento de la tarifa o tasa de aseo. La producción de residuos sólidos está dada por la relación de la población con la producción per cápita.

#### **2.4.4.3. Proyección de la Producción Total.**

La producción anual de residuos sólidos se debe estimar con base en las proyecciones de la población y la producción per cápita. La proyección de la población puede estimarse por métodos matemáticos pero, en cuanto al crecimiento de la producción per cápita, conviene anotar que difícilmente se encuentran cifras que den idea de cómo puede variar anualmente, para tratar de evaluar cambios. No obstante, para obviar este punto y conociendo que con el desarrollo y el crecimiento urbanístico y comercial de la población los índices de producción aumentan, se recomienda calcular con una tasa de incremento del 1% anual, la producción per cápita total.

#### **2.4.5. Selección del Método del Relleno**

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

##### **a) Método de trinchera o zanja**

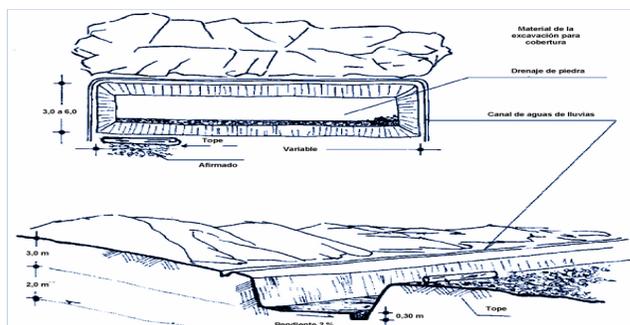
Método utilizado generalmente en terrenos con pendientes planas y suelos no rocosos para su fácil excavación, donde el nivel freático se encuentra a buena profundidad. (Brandan, 2008)

Este método consiste en la excavación de zanjas con determinadas dimensiones, de acuerdo al diseño y a lo descrito en el expediente técnico, empleando para ello maquinaria pesada como retroexcavadora o un tractor de

orugas. Previo a su uso, estas trincheras o zanjas deben ser habilitadas con dispositivos que permitan controlar y prevenir la infiltración de lixiviados mediante la impermeabilización del terreno y construcción de drenes de recolección. Los residuos se depositan y acomodan dentro de la trinchera para luego compactarlos y cubrirlos con material apropiado que cumplan con las características establecidas en la norma sanitaria vigente. (Brandan, 2008)

Para zonas de alta precipitación se debe tener especial cuidado en el manejo de las aguas de escorrentía, ya que pueden ingresar a las trincheras (celdas) incrementando la cantidad del líquido percolado y deteriorando el sistema, por lo que el proyecto debe considerar alternativas de manejo. (Brandan, 2008).

**FIGURA 2 :Diseño del método de trinchera o zanja**



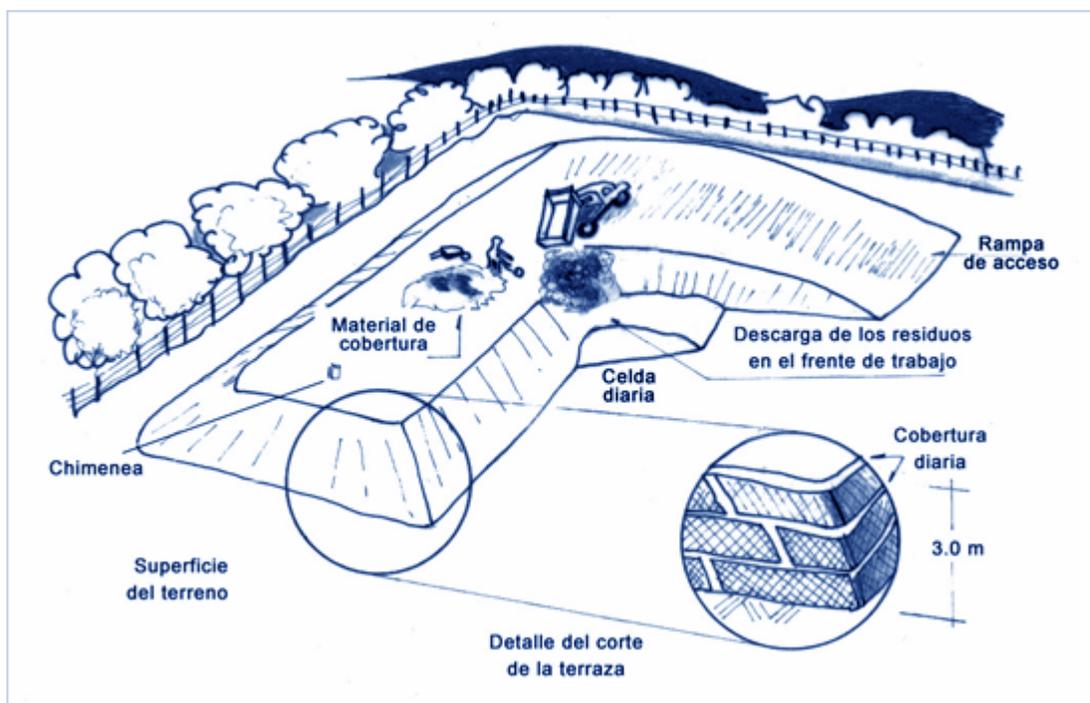
Fuente. Elaboración Propia

### **b) Método de área**

Método aplicado en terrenos o áreas planas a semi planas, donde no sea factible excavar zanjas o trincheras para disponer y confinar los residuos. (Brandan, 2008)

El suelo natural dependiendo de sus características y permeabilidad debe ser acondicionado y nivelado previo a la disposición de residuos. En estos casos, se debe tener identificado la fuente de donde se extraerá el material de cobertura según las características y cantidad necesaria. Las celdas se construirán con una pendiente suave en el talud para evitar deslizamientos y lograr una mayor estabilidad a medida que se eleva el relleno hasta la altura proyectada. (Brandan, 2008)

**FIGURA 3:** Diseño del método de área



Fuente: Elaboración Propia

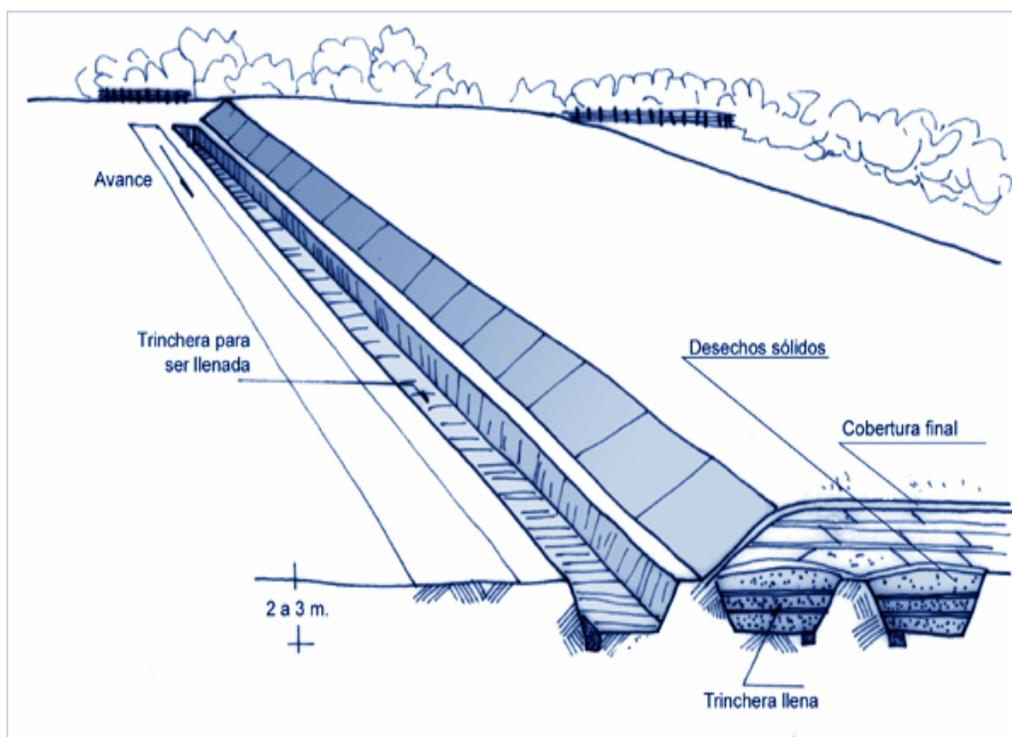
### c) Combinación de ambos métodos

El método combinado se aplica en terrenos planos, donde se inicia la operación por el método de trinchera culminando por el de área. Las principales ventajas de éste método son los siguientes: (Brandan, 2008)

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

Sin embargo, sólo es posible su aplicación en lugares donde se puede excavar sin afectar el nivel freático y el suelo cuenta con las características adecuadas para ser empleado como material de cobertura. . (Brandan, 2008)

**FIGURA 4:** Diseño con la combinación de ambos métodos



Fuente: Elaboración propia

#### 2.4.6. Cálculos necesarios.

Para definir la cantidad de residuos sólidos que se proyecta disponer en el relleno sanitario, es necesario conocer información demográfica de la población a la cual servirá el proyecto, tales como número de habitantes y la tasa de crecimiento poblacional, así como la generación per cápita de residuos por habitante día. . (Brandan, 2008)

#### **2.4.6.1. Densidad de los Residuos Sólidos.**

Estas densidades se alcanzan mediante la compactación homogénea y a medida que se estabiliza el relleno, incidiendo en la estabilidad y vida útil del sitio. El aumento de la densidad de los residuos sólidos en el relleno sanitario se logra, entre otras cosas por: (Brandan, 2008)

#### **2.4.6.2. Cálculo del Volumen Necesario.**

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

- La producción diaria de residuos sólidos, sí se espera tener una cobertura del 100% o, en su defecto, de la cantidad de residuos sólidos recolectados.
- La densidad de los residuos sólidos estabilizados en el relleno sanitario.
- La cantidad de material de cobertura (20-25%) del volumen estabilizado de residuos sólidos.

#### **2.4.6.3. Volumen de Residuos Sólidos.**

El volumen diario resulta de la relación entre el volumen de residuos sólidos a disponer en un día ( $m^3/día$ ) y la densidad de los residuos sólidos recién compactados. (Brandan, 2008)

#### **2.4.6.4. Volumen del Relleno Sanitario.**

De esta manera, se puede calcular el volumen del relleno sanitario para el primer año, tomando el volumen de residuos sólidos en un año ( $m^3/año$ ) ya calculado por el material de cobertura, utilizando el factor de material de cobertura (1.2 a 1.25) (Brandan, 2008)

#### **2.4.6.5. Cálculo del Área Requerida.**

Con el volumen calculado, se puede estimar el área requerida para la construcción del relleno sanitario semi-mecanizado, solamente si se puede estimar en forma aproximada la profundidad o altura del relleno. Esta solo se conocerá si se tiene una idea de la topografía de los alrededores. El área requerida para la construcción de un relleno sanitario depende principalmente de factores como:

- Cantidad de residuos sólidos a disponer y cantidad de material de cobertura.
- Densidad de compactación de los residuos sólidos.
- Profundidad o altura del relleno sanitario sema-mecanizado.
- Capacidad volumétrica del terreno.
- Áreas adicionales para obras complementarias.

#### **2.4.6.6. Cálculo de la Vida Útil.**

El volumen del relleno o el volumen comprendido entre la configuración inicial y final del terreno, calculadas mediante cualquiera de los métodos descritos anteriormente nos darán el volumen total disponible. El volumen total disponible del terreno se compara con los valores de los volúmenes acumulados del relleno, hasta encontrar un valor similar o ligeramente mayor al número de años que equivalen a la vida útil del relleno (Brandan, 2008).

#### **2.4.6.7. Operación y mantenimiento del relleno sanitario.**

A pesar de la poca magnitud de esta obra de saneamiento básico, representa sin embargo una actividad fundamental en lo relacionado con el manejo de los residuos sólidos a nivel de cualquier comunidad, motivo por el cual debe prestársele sumo interés para que se desarrolle en las mejores condiciones. Por lo tanto, es importante realizar evaluaciones periódicas para mantener buen control en los siguientes aspectos (Brandan, 2008).

#### **2.4.6.8. Control de Operaciones.**

Llevar a cabo un control diario de las operaciones que se realizan en el relleno sanitario, tales como:

- Ingreso de materiales (basura y tierra):
- Cantidad (peso y volumen estimado).
- Procedencia (sector del área urbana).
- Recepción de residuos sólidos solamente que hayan sido autorizados por la administración del relleno sanitario.

- Ingreso de vehículos y visitantes.
- Horario del personal empleado.
- Mantenimiento de las herramientas.
- Ocurrencias extraordinarias.

#### **2.4.6.9. Control de Construcción.**

Es importante mantener el alineamiento de las plataformas, así como los niveles señalados para las alturas de las celdas, los cuales se podrán controlar con base en los planos de diseño del proyecto, o incluso por simple observación. Las pendientes de los taludes deben brindar la estabilidad que se requiere para la obra de acuerdo con la topografía del terreno (Brandan, 2008).

#### **2.4.6.10. Control de Costos.**

Uno de los aspectos que frecuentemente descuidan los administradores municipales es el relativo a la recolección y análisis de los costos del servicio de aseo urbano, pese a que éstos presentan uno de los mayores problemas, puesto que en general este servicio debe ser subsidiado por el municipio, devorando gran parte del presupuesto. (Brandan, 2008)

Por lo tanto, es necesario enfatizar la importancia de recolectar la información relacionada con los costos del relleno sanitario semi-mecanizado, tanto durante la etapa de inversión como de construcción, operación y mantenimiento, puesto que su análisis nos permite buscar los máximos rendimientos con una mayor economía. Se recomienda separar las cuentas de cada servicio público. (Brandan, 2008)

#### **2.4.6.11. Control del Ambiente.**

Inicialmente, el control de la calidad de las aguas subterráneas y superficiales se efectuará mensualmente, para luego realizarse con menor frecuencia, luego de confirmar que no hay contaminación por el relleno. Los parámetros a analizar son aquellos exigidos por la autoridad local o regional de control de la contaminación de las aguas. Las chimeneas de evacuación de gases deben ser observadas para verificar su ventilación.

#### 2.4.6.12. Clausura y Post Clausura del Relleno Sanitario

Esta etapa comprende las acciones orientadas a conservar el relleno clausurado al final de su vida útil, en condiciones estables o similares a las que presentaba el área antes de su operación; esto implica conservación de la cobertura final, funcionamiento adecuado de los sistemas de drenaje de gases y lixiviados y funcionamiento adecuado de los sistemas de tratamiento.

De todos los elementos que afectan al medio ambiente en esta fase, los lixiviados ofrecen los mayores riesgos y peligros para el medio ambiente y la salud, seguidos de los olores como consecuencia del biogás emanado. Las categorías que se verán más afectadas como consecuencia de la presencia de elementos potenciales son la salud pública y seguridad y la calidad del aire atmosférico, subsuelo y el paisaje.

### 2.5. Marco Conceptual

- **Desechos sólidos.-** Son aquellas sustancias sólidas o semi sólidas que son producidas por el hombre o animales y son desechadas como inútiles.
- **Gestión Integral.-** Es el conjunto de operaciones destinadas a la reducción de la gestión de desechos en todas sus etapas.
- **Manejo.-** Se refiere a todos los pasos de los desechos, desde su recolección, transportación, tratamiento y posterior disposición.
- **Disposición final.-** Último paso del proceso de manejo de desechos, en el que de manera controlada se depositan los desechos en un lugar seguro ambientalmente.
- **Reciclaje:** Actividad que permite aprovechar al máximo un recurso y darle una nueva utilidad.
- **Relleno Sanitario:** Lugar designado para el depósito de desechos, que presta las seguridades ambientales que permitan el adecuado acopio de los mismos.
- **Recolección:** Es la acción de recoger y trasladar los desechos hasta las instalaciones destinadas para dichos propósitos.

- **Planta de transferencia:** Lugar donde se descargan temporalmente los desechos para luego ser llevados a su depósito final.
- **Generador de desechos sólidos:** Es toda persona que como consecuencia de sus actividades produce desechos sólidos.

## **CAPÍTULO III:**

### **PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO.**

### **3.1. Metodología**

#### **3.1.1. Método**

##### **3.1.1.1. Método Inductivo.**

Es uno de los métodos más populares a la hora de la investigación científica y del pensamiento, en tanto, su característica más saliente y distintiva es que llegan a la obtención de conclusiones o teorías sobre diversos aspectos a través del análisis de casos particulares ya que en la investigación tenemos que analizar los casos particulares para luego generalizar.

##### **3.1.1.2. Método Deductivo.**

Para la investigación se tomó en cuenta la información de carácter general que luego nos permitió analizar casos específicos por tanto nuestra investigación también abarca el método deductivo.

#### **3.1.2. Tipo de Investigación**

La siguiente investigación es de tipo Básica.

La investigación de campo ya que la información se recolecto con el contacto de la población del distrito de Cusipata la misma que nos permitirá profundizar el caudal de conocimientos científicos existente acerca de la realidad. Su objeto de estudio lo constituyen las teorías científicas las mismas que analiza para perfeccionar sus contenidos. (Carrasco, 2010).

#### **3.1.3. Nivel de Investigación**

La presente investigación de acuerdo a la intencionalidad es de nivel descriptivo, porque busca especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice. Describe tendencias de un grupo o población. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2010).

### **3.2. Diseño de la investigación**

La presente investigación es de diseño no experimental.

La investigación no experimental son estudios que se realizan sin la manipulación deliberada de la variable y en los que solo se observan fenómenos en su ambiente natural para después analizarlos. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2010).

### **3.3. Hipótesis de la Investigación**

#### **3.3.1. Hipótesis General**

Un Relleno Sanitario mejorará la disposición final de los residuos sólidos en el Distrito de Cusipata.

#### **3.3.2. Hipótesis Específica**

- a) Se logró Conocer el Estudio de Caracterización de los residuos sólidos municipales del Distrito de Cusipata.
- b) Se calculó la capacidad útil del relleno sanitario de acuerdo a la generación anual de los residuos sólidos municipales y su proyección a un tiempo de 10 años.
- c) Se aplicó la normativa para los criterios de estudio de selección de sitio para la ubicación del relleno sanitario en el Distrito de Cusipata.
- d) Se diseñó el método de construcción y operación del relleno sanitario.
- e) Logro determinarse los posibles impactos ambientales que se puedan generar en la fase de construcción y operación del Relleno Sanitario en el Distrito de Cusipata.
- f) Se diseñó los mecanismos ambientales para el seguimiento y control del Relleno Sanitario propuesto.

### **3.4. Variables de Investigación**

#### **3.4.1. Variable Independiente**

Relleno Sanitario

### **3.5. Cobertura de Estudio**

**3.5.1. Universo:** Está compuesta por todos los pobladores del distrito de Cusipata

**3.5.2. Población:** La población está compuesta por 4757 habitantes según censo 2007

**3.5.3. Muestra:** Estará compuesta por los pobladores participantes en el estudio de caracterización de residuos sólidos Cusipata 2016.

**3.5.4. Muestreo:** Muestreo aleatorio simple

### **3.6. Técnicas, Instrumentos y Fuentes de Recolección de Datos.**

**3.6.1. Técnicas de Recolección de datos.**-La técnica que se utilizará es la encuesta.

**3.6.2. Instrumentos de Investigación.**-El instrumento que se utilizará es el cuestionario, el mismo que será validado por el juicio de expertos.

**CAPÍTULO IV**  
**ORGANIZACIÓN, PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE**  
**RESULTADOS**

## **4.1. Resultados Generales**

Para poder desarrollar el proyecto de diseño del Relleno Sanitario se efectuaron diversos estudios básicos y se utilizaran diferentes métodos proporcionados por la rama de la ingeniería sanitaria y ambientalista, que servirán como información y parámetros básicos para desarrollar el proyecto.

Se realizó un estudio completo del distrito de Cusipata, que consto de un análisis poblacional, una descripción geográfica, orográfica, topográfica e hidrológica, estudio de la flora, la fauna, el suelo, el clima, además se analizará el ambiente socio económico, el nivel de vida y los servicios públicos con que cuenta el distrito de Cusipata.

Además se realizó un estudio referencial de sitio escogido para construir el Relleno Sanitario , el que constará de una ubicación satelital en coordenadas UTM, un estudio geológico, hidrológico, diferentes análisis realizados por el la Municipalidad Distrital de Cusipata y un estudio de impacto ambiental para poder efectuar un informe ambiental.

Además se hará un estudio de caracterización y cuantificación de la basura generada diariamente por el municipio, para poder tener un buen parámetro del problema que debemos resolver. También se hará el diseño del relleno sanitario semi-mecanizado escogiendo la metodología que mejor se adapte a los parámetros encontrados.

### **4.1.1. Estudio de Caracterización.**

Para determinar la generación y caracterización de los residuos sólidos del distrito de Cusipata, se tomó en cuenta la metodología directa recomendada por la Guía de Identificación, Formulación y Evaluación Social de proyectos de Residuos Sólidos Municipales a Nivel de Perfil – MINAM y la Guía Metodológica para efectuar el estudio de Caracterización de Residuos sólidos Municipales proporcionado por el MINAM.

### A) Determinación del número de muestras.

Para este cálculo se debe de usar la siguiente formula recomendada por la “Guía Metodológica para el Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos para Municipalidades” del MINAM.

$$PF = Pi \times (1 + r)^n$$

Dónde:

**Pi:** Población inicial; Población real obtenida del último Censo Nacional (Fuente INEI)

**r :**Tasa de crecimiento anual inter censal IGUAL A 0.8% (Fuente INEI)

**n:** Número de años que se desea proyectar a la población, a partir de la Población inicial (Pi)

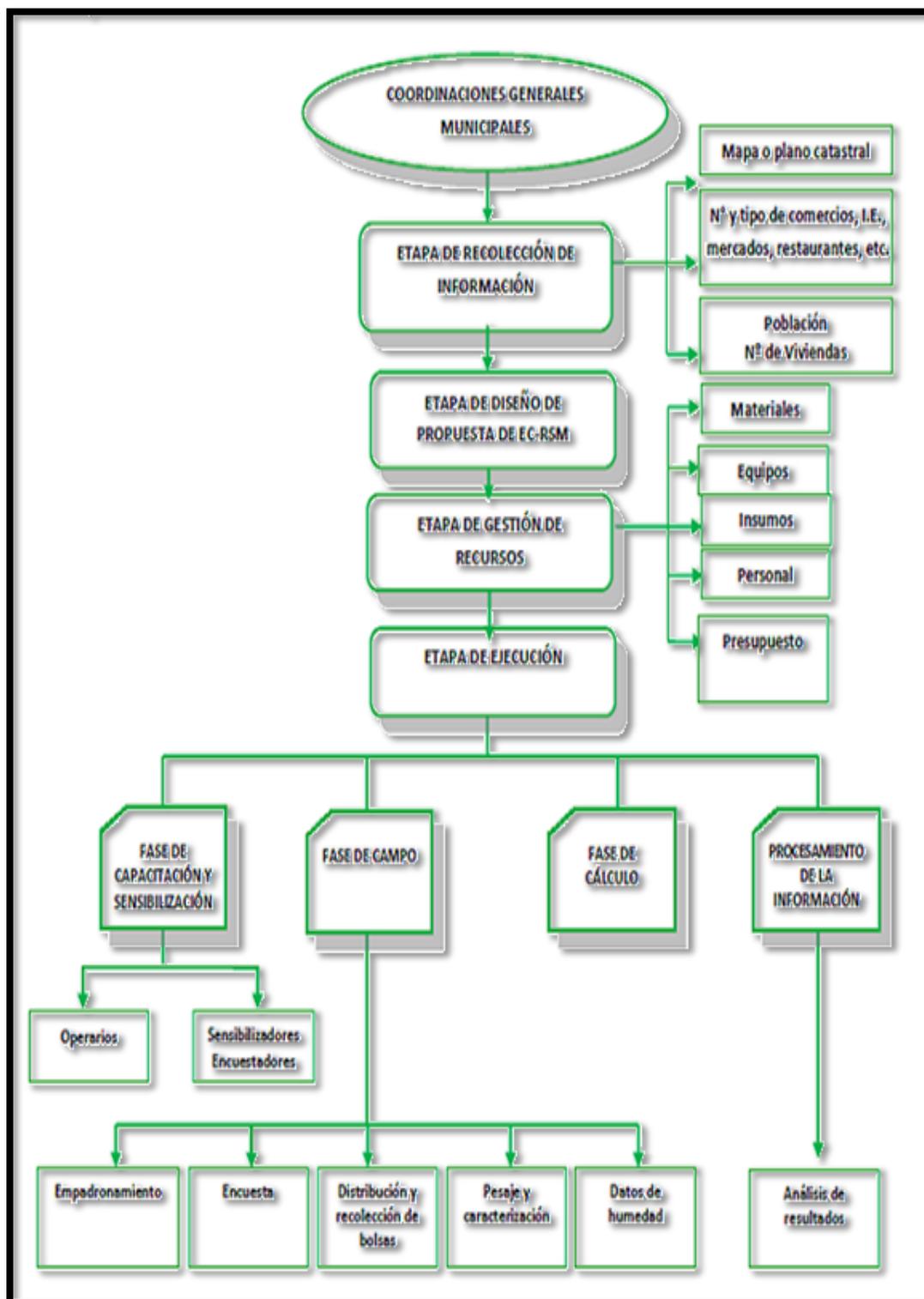
**PF:** Población final proyectada después de “n” años

### B) Procedimientos metodológicos para la realización del estudio.

La metodología aplicada para el presente Estudio, fue establecida para residuos sólidos municipales (domiciliarios y no domiciliarios) dada por el MINAM de acuerdo al Instructivo para el cumplimiento de la Meta: implementación de un programa de segregación en la fuente y recolección selectiva de residuos sólidos en un 10 % de la población del Distrito presenta una dinámica de trabajo uniforme porque se siguen secuencialmente la planificación, el análisis de la información con la finalidad de ser lo más representativa posible y más cercana a la realidad.

En el siguiente diagrama, se detallan las etapas de secuencia lógica, para la realización del Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos

**FIGURA 5:** Esquema de realización del estudio de Caracterización



Fuente: Elaboración propia

#### **4.1.2. Selección de Sitio.**

La Metodología usada y desarrollada en el Estudio Referencial de Selección de Sitio son los criterios de restricción y selección estipulados en el Reglamento de la Ley N° 27314 “Ley General de Residuos Sólidos”, además de la metodología de valoración brindados por MINAM “Guía para el Diseño, Construcción, Operación, Mantenimiento y Cierre de un Rellenos Sanitarios, 2012”.

#### **4.1.3. Diseño del Relleno Sanitario**

La metodología usada para los cálculos del diseño del Relleno Sanitario, es la propuesta por Jorge Jaramillo, en su publicación titulada “Guía Para El Diseño, Construcción Y Operación De Rellenos Sanitarios Manuales, 2002”.

#### **4.1.4. Evaluación de Impacto Ambiental.**

El trabajo realizado para la evaluación de impactos ambientales consistió de una serie de actividades llevadas a cabo en dos fases definidas: campo y gabinete.

- a) **Trabajo de Campo.**-En la fase de campo se realizó el reconocimiento de las áreas donde se ubicarían el Relleno Sanitario para el distrito de Cusipata y otras instalaciones de interés del proyecto.
- b) **Trabajo de Gabinete.**-En la fase de gabinete se procesó la información recopilada en campo y se procedió a elaborar el documento del EIA, además se analizaron los principales impactos en el siguiente orden cronológico:

### **4.2. Descripción Geográfica y Poblacional del Distrito de Cusipata**

#### **4.2.1. Ubicación Geográfica**

El distrito de Cusipata es uno de los doce distritos de la Provincia de Quispicanchi (dicha provincia es la segunda más grande dentro de las trece provincias del Cusco), ubicada en el Departamento de Cusco, bajo la administración del Gobierno Regional del Cusco.

El distrito fue creado mediante Ley N° 9164 del 5 de setiembre de 1940, dado en el gobierno del Presidente Manuel Prado.

El distrito de Cusipata cuenta con siete comunidades y/o anexos, las cuales se aprecia en el siguiente cuadro:

**Tabla 1 : Cusipata y sus 7 comunidades**

<b>LUGAR</b>	<b>AREA</b>
<b>Cusipata</b>	<b>Urbano</b>
Tintinco	Rural
Patacolca	Rural
Parupucyo	Rural
Moccoraise	Rural
Yaucat	Rural
Paucarpata	Rural
Chillihuani	Rural

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 2: Localización del Proyecto**

<b>Departamento/Región:</b>	Cusco
<b>Provincia:</b>	Quispicanchis
<b>Distrito:</b>	Cusipata
<b>Código UBIGEO (distrito):</b>	081206
<b>Latitud:</b>	13°54'30" Sur
<b>Longitud:</b>	71°30'11" Oeste
<b>Altitud:</b>	3319 msnm.
<b>Superficie:</b>	248.03 km <sup>2</sup>

Fuente: Tesista

**FIGURA 6:** Mapa de la provincia de Quispicanchis



Fuente: Elaboración Propia

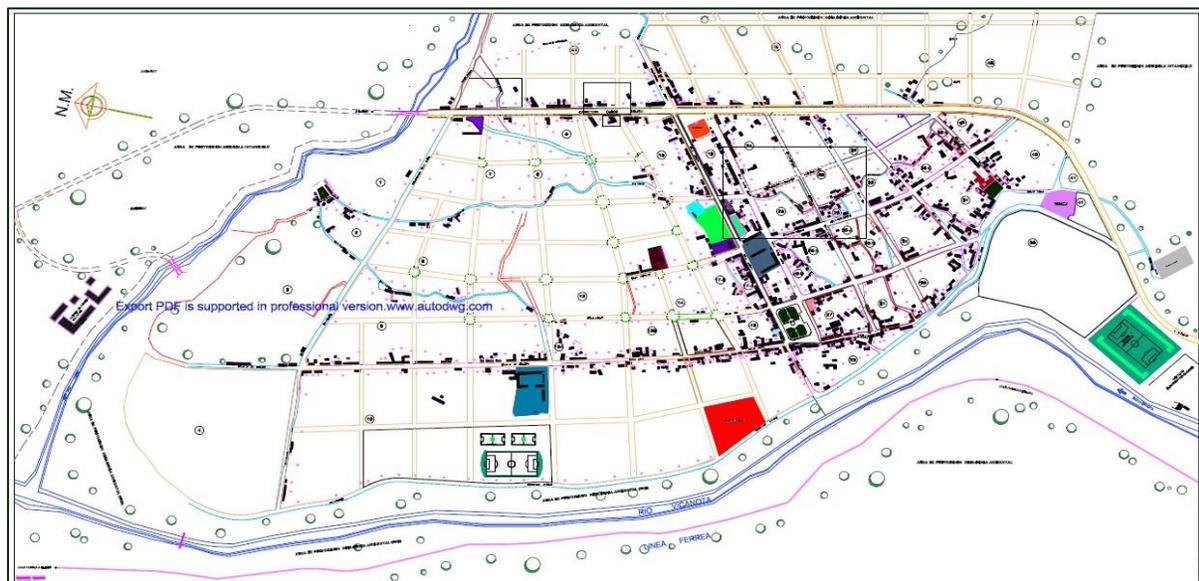
**FIGURA 7:** Mapa del distrito de Cusipata



Fuente: Elaboración Propia

**FIGURA 8 : Área de Influencia**

Fuente: Google Earth

**FIGURA 9: Plano Catastral de la Municipalidad Distrital de Cusipata**

Fuente: Municipalidad Distrital de Cusipata

#### **4.2.2. Clima y Temperatura**

El clima en Cusipata se clasifica como cálido y templado, las temperaturas varían entre 17.7 °C a 22.1 °C (la temperatura en promedio es de 11.1 °C), alcanzando valores máximos en los meses de octubre a un promedio de 20.7 °C, por otro lado las temperaturas mínimas llegan hasta 1.2 °C, alcanzando sus valores más bajos en los meses de junio y julio.

En los meses de enero, febrero y marzo se tiene mayores precipitaciones pluviales, la menos cantidad de lluvia ocurre en junio; el promedio de este mes es 3mm con un promedio de 135 mm. Las precipitaciones son de alrededor de 689 mm. La variación en la precipitación entre los meses más secos y más húmedos es 132 mm. Durante el año, las temperaturas medias varían en 4.2 °C.

##### **a) Humedad atmosférica**

El vapor de agua de la atmósfera, que bajo determinadas condiciones físicas pasa al estado líquido y visible como las nubes, nieblas y lluvias, se denomina humedad atmosférica. En la zona de valle alto andino, dentro de este proceso se distingue uno que es característico, donde la elevación del aire por convección, convergencia o por barrera orográfica da origen a la saturación y condensación y formación de nubes, las cuales al condensarse violentamente ocasionan precipitaciones abundantes.

La precipitación pluvial total anual es de 576.1 mm siendo los meses de mayo precipitación enero, febrero, marzo y diciembre.

##### **b) Nubosidad**

La nubosidad en la zona es bastante densa, sobretodo en horas de la mañana, disipándose a medida que avanza hacia mediodía, hora en que el cielo se encuentra bastante despejado. Las nubes en esta región son en su mayoría de tipo cúmulos y cúmulo nimbos, los cuales se caracterizan por presentar desarrollo vertical y habitualmente ocurrencia de truenos y relámpagos, así como fuertes chubascos de lluvias.

### c) Aire

En el distrito de Cusipata se registran fuertes vientos de agosto a noviembre, especialmente en el mes de agosto. Los vientos en el área de estudio consisten principalmente de calmas durante el día con algunos vientos débiles del nor-este y muy raras veces del oeste. Los vientos del sur son fríos y se presentan por breves momentos en la estación más calurosa, entre junio y setiembre. Estos vientos fríos y secos provenientes del sur y sur-oeste tienen velocidades máximas de 6 y 8 m/s. Estas velocidades se presentan durante las lluvias persistentes conocidas como “aguaceros”, por lo que la temperatura desciende rápidamente y el cielo toma un carácter nuboso.

No existen fuentes de emisión de gases contaminantes, salvo lo que se producen por efecto de quemas de pastos en los meses de junio y julio además de la quema de residuos sólidos por la irresponsabilidad de algunos pobladores.

**FIGURA 10:** Ilustración de la quema de cerros



Fuente: Elaboración Propia

### 4.2.3. Hidrografía

La principal fuente de agua que beneficia a la provincia de Quispicanchis, es la cadena de nevados del Ausangate, es la fuente más representativa de reserva de agua y permite contar con agua abundante y permanente en la época de sequías. La segunda reserva la constituyen las pequeñas lagunas y manantiales.

El recurso hídrico en el Distrito de Cusipata se da en forma muy desigual y está condicionada por la oferta hídrica de la cuenca del Vilcanota. El recurso hídrico está destinado principalmente para el riego de áreas agrícolas de productos de pan llevar y pastos cultivados a través de Infraestructuras de diferente característica construidas por entidades públicas y privadas, así como por los mismos pobladores.

En el distrito de Cusipata se tiene la presencia de la Micro Cuenca Tigre del cual sirven varios canales, los cuales son usados para la irrigación de áreas agrícolas que se encuentran dispersas en el distrito y provincia de Quispicanchis.

**FIGURA 11:** Principales ríos del distrito de Cusipata



Fuente:Elaboracion propia

#### **4.2.4. Topografía**

El distrito de Cusipata se encuentra dentro de la zona de piso de valle o inter andina; ubicada entre los 2000 a 3600 m.s.n.m. formando parte de la cuenca del Vilcanota y la subcuenca del Huatanay.

#### **4.2.5. Flora**

La vegetación natural está dotado de una amplia gama de plantas nativas y exóticas; así se pueden mencionar: *Arboles*: capulí, eucalipto, pino, cipres y sauco. *Arbustos*: kiswar, chachacomo, molle y retama. *Tubérculos y cereales*: papas en sus diferentes variedades (compis, cica, etc.), lisas. *Granos*: Maíz Amiláceo, Maíz Amarillo, Trigo Cebada, Aba, Arveja, Avena, Etc., percibiéndose el mayor porcentaje de cultivo el maíz Amiláceo, por los precios relativamente considerables en el mercado (piso valle). Es así que las tierras para cultivo son aptas para desarrollar la agricultura y en ese mismo sentido de la actividad pecuaria.

#### **4.2.6. Fauna**

La Fauna natural de la zona como se ha indagado dentro de las siete comunidades se tienen como: Vacunos, Ovino, Equino, Caprino, Porcino, Cuy, entre otros animales menores de corral; en la comunidad campesina de Chillihuani específicamente los camélidos sudamericanos, estas actividades productivas son el sustento económico de cada familia y para su alimentación directa e indirecta.

#### **4.2.7. Vías de Comunicación**

El desarrollo vial, es básico para la circulación y articulación de personas, bienes y la materia prima desde las zonas de producción hasta los centro de demanda local, nacional o internacional.

La Provincia de Quispicanchis, se ubica en la carretera panamericana sur. Vialmente el distrito de Cusipata, está articulada directamente con dicho corredor

vial Sur andino, las características de esta vía es carretera asfaltada y afirmada Cusco – Urcos – Cusipata, que tiene un recorrido de una hora y media.

#### 4.2.8. Aspectos socioeconómicos

##### 4.2.8.1. Aspectos demográficas:

###### a) Tasa de crecimiento Poblacional

Es importante el cálculo de la tasa de crecimiento para la proyección de la población. El método usado para el cálculo de la tasa de crecimiento es el método geométrico, en el que supone que la población crece a una tasa constante. Para lo cual se utiliza la siguiente fórmula:

$$i = \sqrt[t]{\frac{Po}{Pt}} - 1$$

Dónde:  $i$ : Tasa de crecimiento  
 $Po$ : Población al inicio del periodo o base.  
 $Pt$ : Población al final del periodo, en el año  $t$ .  
 $t$ : Tiempo en años, entre el periodo  $Po$  y  $Pt$ .

El distrito de Cusipata perteneciente a la provincia de Quispicanchi de acuerdo al último Censo de población XI y Vivienda VI – 2007, alberga a una población total de 4,755 con una tasa de crecimiento inter-censal de -0.36%, tasa de crecimiento que no se asemeja a la realidad debido a que el distrito de Cusipata presenta una población de tipo rural (75.1%) que urbana, para fines del presente perfil, se tomara para la proyección la **tasa de crecimiento de la Provincia de Quispicanchi es 0.57%**, siendo esta una tasa de crecimiento moderado y se busca las mejoras en la calidad de vida de toda la población del distrito de Cusipata (capital y sus comunidades).

**Tabla 3:** Determinación de Tasa de Crecimiento Intercensal

DISTRITO/ PROVINCIA	AÑO		TASA DE CRECIMIENTO INTERCENSAL
	1993	2007	
Distrito Cusipata	5,003	4,755	<b>-0.36%</b>
Provincia Quispicanchi	75,853	82,173	<b>0.57%</b>

Fuente: INEI, Censo Nacional 2007.

#### 4.2.8.2. Salud

La cobertura del servicio de salud con la que cuenta el distrito de Cusipata, es un Centro de Salud, perteneciente al Ministerio de Salud. El centro de salud de Cusipata cuenta con 10 profesionales y técnicos (2 médicos, 2 obstetras, 1 odontólogo, 2 enfermeras, 1 biólogo y 2 técnicos). En cuanto a la infraestructura cuenta con una sala de admisión, consultorios médicos con equipamiento básico, la infraestructura se encuentra en regular estado. A este Centro de Salud, acuden a ser atendidos las siete comunidades (Fuente: Establecimiento de Salud de Cusipata).

#### 4.2.8.3. Saneamiento Básico

En el abastecimiento de agua el distrito de Cusipata cuenta con agua potables a través de la red pública dentro de la vivienda (agua potable) representa el 47.8%, el 12.3% de las viviendas cuentan con agua potable a través de la red pública fuera de la vivienda, lo que la población tiene que abastecerse compartiendo con su vecino. En términos generales el distrito de Cusipata tiene un abastecimiento de agua a sus viviendas es del 64.1%, y el 35.9 aún no cuenta con abastecimiento del agua.

**Tabla 4:** Abastecimiento de agua en la vivienda

CATEGORIA	CASOS	%
Red pública dentro de la vivienda	578	47.8
Red pública fuera de la vivienda pero dentro de la edificación	149	12.3
Pilón de uso público	48	4
<b>Total</b>	<b>775</b>	<b>64.1</b>
	434	35.9

Fuente: INEI – Censos Nacionales 2007: XI de población y VI de Vivienda.

Respecto a la eliminación de excretas y aguas residuales, en el distrito de Cusipata, el 75.5% de las viviendas no cuentan con algún sistema de eliminación de excretas y/o aguas residuales, el 6.12% cuenta con red pública dentro de la vivienda, sin embargo un 2.81% cuentan con red pública de desagüe fuera de la vivienda.

**Tabla 5: Servicio de desagüe del distrito de Cusipata**

CATEGORIA	CASOS	%
Red pública de Desagüe (Dentro de la vivienda)	74	6.12
Red pública de Desagüe (fuera de la vivienda pero dentro de la edificación)	34	2.81
Pozo Séptico	20	1.65
Pozo ciego o negro/ Letrina	155	12.82
Rio, Acequia o Canal	13	1.08
No tiene	913	75.52
<b>Total</b>	<b>1209</b>	<b>100.00</b>

Fuente: INEI – Censos Nacionales 2007: XI de población y VI de Vivienda.

#### **4.2.8.4. Higiene**

Gracias a la visita de campo se ha podido detectar algunos malos hábitos de higiene o capacitación en temas de reciclaje, los residuos sólidos son desechados sin la separación y selección de la basura, por otro lado, se tiene conocimiento que para temas de aseo e higiene personal el encargado de dar charlas es el profesional que pertenece al establecimiento de salud de Cusipata cuyo personal capacita a la población de forma esporádicamente.

#### **4.2.8.5. Educación**

En este sector educación es fundamental aplicar políticas públicas más responsables para lograr una educación de calidad con indicadores positivos en logros de aprendizaje las cuales se deben de articular con la salud, de esta manera garantizar un capital humano mejor en el futuro. En ese sentido la inversión en educación no es solo en infraestructura sino en complementar con políticas que estén directamente relacionados con el ser humano.

Es preciso señalar que en el dictado de clases, no se cuenta con talleres específicos de como preservar el medio que nos rodea, o la selección de los residuos sólidos o hábitos de higiene.

El distrito de Cusipata, cuenta con la presencia de Instituciones Educativas Públicas, que atienden los niveles de Inicial, Primaria y Secundaria.

Según datos del Ministerio de Educación al 2016, en el Distrito de Cusipata se cuenta con 21 Instituciones educativas. Se tiene 10 Instituciones Educativas de nivel inicial (jardín, cuna jardín) e inicial no escolarizado; en el nivel Primario se cuenta con 8 instituciones, y en el nivel secundario con 3 Instituciones Educativas.

**FIGURA 12:** Principales Instituciones Educativas del distrito de Cusipata.



Fuente: Elaboración Propia

#### **4.2.8.6. Vivienda y Servicios Básicos**

En el distrito de Cusipata según el censo nacional 2007 se registraron 1,209 (69.5%) viviendas ocupadas con personas presente, las viviendas con personas ausentes 80 (4.6%), de uso ocasional 139 (7.99%), mientras las viviendas desocupadas en alquiler se registró 4 (0.23%), las viviendas en construcción son 40 (2.30%), abandonada o cerrada sumaron 264 (15.17%) y otras viviendas por otras causas que se encuentran desocupadas sumaron a 4 (0.23%).

Según este censo se puede determinar que la condición de ocupación de las viviendas ocupadas en todo el distrito es de 1,428, y las viviendas desocupadas suman 312 viviendas, teniendo 1,740 viviendas censadas.

**Tabla 6:** Vivienda Según Condición de Ocupación - Distrito de Cusipata

Condición de ocupación	Categoría	Casos	%
Ocupado: 1428	Personas Presentes	1209	69.48
	Personas Ausentes	80	4.60
	Uso ocasional	139	7.99
Desocupado: 312	Alquiler o Venta	4	0.23
	Construcción o reparación	40	2.30
	Abandonada, cerrada	264	15.17
	Otra causa	4	0.23
<b>Total</b>		<b>1740</b>	<b>100</b>

Fuente: INEI – Censos Nacionales 2007: XI de población y VI de Vivienda.

El tipo de vivienda predominante en el Distrito de Cusipata es de tipo Independiente con un 95.1%, y el 4.9% son de tipo dependiente (viviendas en casa de vecindad y choza o cabaña); según datos del INEI censo 2007.

**Tabla 7:** Vivienda Según Tipo- Distrito de Cusipata

TIPO DE VIVIENDA	CANTIDAD	%
Casa Independiente	1,655	95.11
Vivienda en casa de vecindad	4	0.23
Choza o cabaña	81	4.66
<b>Total</b>	<b>1,740</b>	<b>100</b>

Fuente: INEI – Censos Nacionales 2007: XI de población y VI de Vivienda.

Las características de las viviendas en el distrito de Cusipata, según el XI Censo Nacional de Población y VI de Vivienda 2007, podemos observar que las viviendas del Distrito de Cusipata en su mayoría tienen las paredes con material predominante de adobe o tapia representando el 96.8% del total de la población, seguidamente en un 1.2% de las paredes de las viviendas predomina ladrillo o bloque de cemento, predomina en un 0.2% de las paredes de madera y finalmente con paredes de quincha

en un 1.7%. en la visita a campo se comprobó que las viviendas en su mayoría son de adobe, cabe destacar que las viviendas hechas del material de cemento se aprecian a entradas del distrito precisamente son los predios que se dedican a la actividad de comercio.

#### 4.2.8.7. Servicio de energía eléctrica

En el distrito Cusipata el 59.81% con el servicio eléctrico, mientras que el 40.19% aún no cuenta con el servicio eléctrico, según datos obtenidos del Instituto Nacional de Estadística e Informática.

**Tabla 8:** Servicio Eléctrico en el Distrito de Cusipata

<b>SERVICIO ELECTRICO</b>					
<b>CON DISPONIBILIDAD DE ALUMBRADO ELECTRICO (Ocupadas presentes)</b>	<b>TOTAL</b>	<b>SI</b>	<b>%</b>	<b>NO</b>	<b>%</b>
<b>DISTRITO DE CUSIPATA</b>	4,755	2,844	59.81	1,911	40.19

Fuente: Censo Nacional del INEI, 2007.

En la actualidad el servicio de abastecimiento de energía eléctrica en el distrito de Cusipata no cubre la demanda distrital. En perspectiva se viene priorizando la ampliación de redes para poder satisfacer a cada poblador. El servicio es monofásico, limitando para el desarrollo de pequeñas microempresas procesadoras que pudieran funcionar en el distrito, por lo tanto en el Plan de Desarrollo Distrital se ha propuesto la necesidad de ampliar a un sistema trifásico. Al interior de las comunidades, existen estancias, viviendas un poco alejadas a los centros poblados y que por su dispersión no cuentan con luz eléctrica y el sistema de electrificación solo ha tomado en cuenta los centros poblados concentrados.

**FIGURA 13:** Condiciones del alumbrado público del distrito de Cusipata

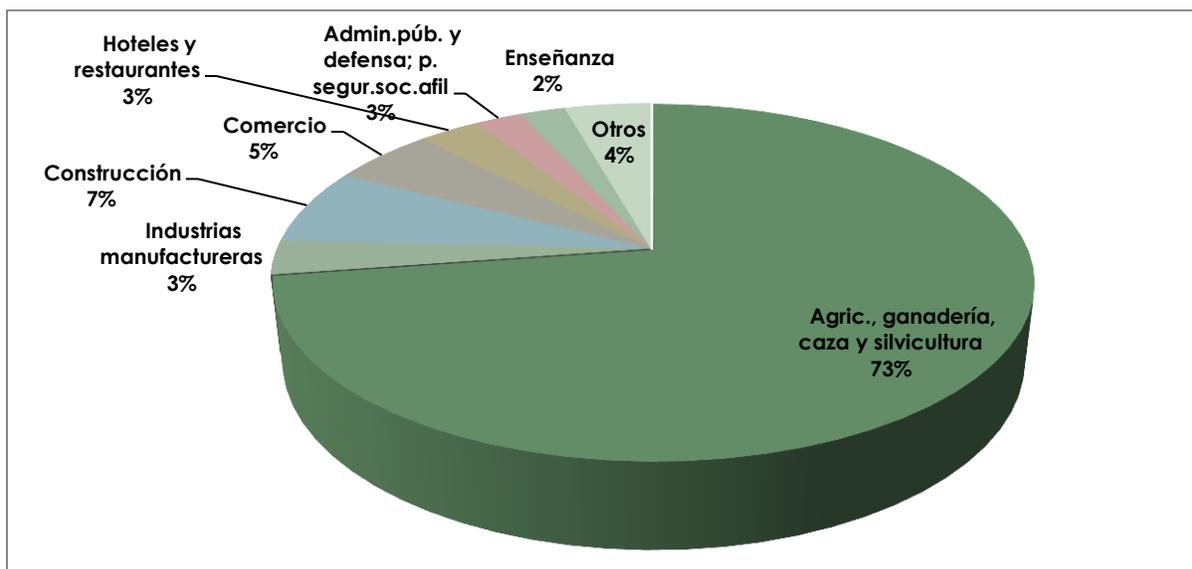


Fuente: Elaboración Propia

#### **4.2.8.8. Actividad Económica**

##### **Población Económicamente Activa (PEA)**

La situación económica del Distrito de Cusipata indica que, el 73% de su PEA labora en el sector agropecuario y un 5% se dedica al comercio formal e informal y un 3% a la actividad de hoteles y restaurantes, un 7% son obreros de construcción, un 2% a la enseñanza y un 4% a otras actividades.

**GRAFICO 0-1:** Actividad Laboral Distrito de Cusipata

Fuente: INEI Censos Nacional de Población y vivienda 2007

#### 4.2.8.9. Otras Actividades

Dentro de otras actividades productivas dentro del distrito de Cusipata se pueden percibir como:

- La producción de frutas y frutales especialmente dentro del centro poblado y capital del distrito de Cusipata y algunas comunidades, como el capulín, cuyo fruto se puede observar en los meses de diciembre, enero y febrero.
- Las actividades de la piscicultura que especialmente viene promoviendo los comuneros de Tintinco y Chillihuani con fines de consumo para garantizar de alguna manera la seguridad alimentaria.
- Producción de tejidos aprovechando la lana de alpaca y ovinos el cual se bien promoviendo paupérrimamente sin ningún soporte técnico de emprendimiento.

Asimismo, este distrito cuenta con una planta industrial de la Empresa MOLINOS CUSCO S.A., la cual está diseñada exclusivamente para la fabricación y procesamiento de alimentos orgánicos, como: Fideos al huevo Cusipata, Hojuelas de Quiwicha, quinua perlada, Galletas y Espinaca deshidratada. La empresa MOLINOS CUSCO S.A., contribuye con puestos laborales para la fabricación de sus productos.

**FIGURA 14:** Empresas principales del distrito de Cusipata



Fuente: Elaboración Propia

### **4.3. Diagnóstico del Sistema Actual de Manejo de Residuos Sólidos**

En el distrito de Cusipata y sus comunidades se observa que la generación de residuos sólidos esta en incremento, esto debido a que el distrito se encuentra en una vía de acceso inter provincial, en la vía sur andino, convirtiéndose en un lugar de descanso momentáneo y un sitio donde acceder al uso de servicios básicos (compra de alimentos, uso de baños públicos, etc.).

La cobertura del servicio de limpieza pública en el distrito de Cusipata, no es totalmente eficiente, debido a que los procesos de almacenamiento, barrido, recolección, transporte, reaprovechamiento y disposición final, no presentan las condiciones técnicas adecuadas, lo que limita la cantidad de población a atender y por lo tanto brindar una calidad del servicio.

Dicho servicio es brindado por la Subgerencia de Gestión Ambiental y Recursos Humanos, en los procesos de barrido, recolección, transporte, reaprovechamiento y disposición final. A pesar de los esfuerzos de la Municipalidad, el manejo y eliminación de los residuos sólidos es todavía un problema serio y latente, en el caso de las zonas

alejadas (comunidades) el recojo de los residuos sólidos es una vez por semana, lo que ocasiona que muchas de estas familias por desconocimiento, arrojan sus desechos en acequias, puquiales o alrededores de las franja marginales del río, lo que genera un impacto negativo sobre el medio ambiente.

El procesos de barrido en las vías públicas, solo se efectúa en la capital del distrito, estas personas están dotados de escobas y recogedoras, las cuales pasan por las calles principales de la ciudad, tanto para el procesos de barrido almacenamiento recolección y transporte de los residuos sólidos se mezcla con los ramas, hojas y desechos de animales que llegan al botadero de Ccollpapata de manera indiscriminada.

#### **4.3.1. Estudio de caracterización de Residuos Sólidos Municipales**

El desarrollo del Estudio de Caracterización de los Residuos Sólidos en el distrito de Cusipata, se llevó a cabo en el año 2016, en la cual se contó con la participación de la población; dicho estudio tuvo una duración de 8 días, iniciando con la recolección, transporte al local acondicionado para el estudio, y posteriormente el pesado de las bolsas debidamente codificadas; una vez concluido estos pesos se anotó el peso de las bolsas en el formato de registro diario.

Para el recojo de los RSM, se determinó la zonificación distrital que permitió determinar áreas homogéneas o con características similares y delimitarlas gráficamente con fines de planificación y una mejor operación de actividades en campo para la recolección de muestras de residuos, para el caso presente se tomó solo 1 zona de muestreo en el distrito de Cusipata y también se tomaron en cuenta los 7 anexos del Distrito para el caso de Viviendas, Establecimientos Comerciales e Instituciones Educativas.

A continuación se presenta el sector de muestreo en el Distrito de Cusipata, lugar también donde se encuentran las instituciones educativas, mercado, predios domiciliarios y no domiciliarios.

**FIGURA 15 : Zonificación del distrito de Cusipata**

Fuente: ECRSM Distrito Cusipata.

Seguidamente se determinó el número de predios domiciliarios. El número total de viviendas es de 1449 en el distrito de Cusipata y comunidades el promedio de integrantes por vivienda es de 4 habitantes aproximadamente Así entonces se tiene el siguiente cuadro donde se detalla el número de viviendas en cada anexo del distrito de Cusipata.

**Tabla 9:** Número de Predios Domiciliarios

Zonas	Cantidad de viviendas
Cusipata	556
Tintinco	189
Patacolca	73
Parupucyo	83
Moccoraise	190
Yaucat	106
Paucarpata	90
Chillihuani	162
<b>Total</b>	<b>1,449</b>

Fuente: ECRSM Distrito Cusipata

**4.3.1.1. Cálculo del Tamaño de Muestras para Predios Domiciliarios**

La información de la cantidad de viviendas es de 1449 la cual fue proporcionada por la Gerencia de Administración Tributaria de la Municipalidad Distrital de Cusipata. Para el cálculo del tamaño de muestra para los predios domiciliarios se halló usando la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z_{1-\alpha/2}^2 N \sigma^2}{(N - 1)E^2 + Z_{1-\alpha/2}^2 \sigma^2}$$

Dónde:

*n = muestra de las actividades domiciliarias**N = Total de viviendas**Z = nivel de confianza 95% = 1.96**σ = Desviación estándar**e = Error permisible*

Se obtiene como resultado el siguiente cuadro con las muestras ya obtenidas ordenadamente:

**Tabla 10:** Calculo del tamaño de muestra

Zonas	Cantidad	Porcentaje %	Distribución de la Muestra	Muestra Real
Cusipata	556	34.42	22.54	23
Tintinco	189	13.50	8.37	8
Patacolca	73	5.83	3.42	3
Parupucyo	83	6.63	4.11	4
Moccoraise	190	13.58	8.42	8
Yaucat	106	8.47	5.25	5
Paucarpata	90	7.19	4.46	4
Chillihuani	162	10.38	6.44	7
<b>Total</b>	<b>1449</b>	<b>100%</b>	<b>62.00</b>	<b>62</b>

Fuente: ECRSM Distrito Cusipata

#### 4.3.1.2. Determinación de la Generación Per-Cápita por vivienda

##### a) Generación Per Cápita de la Capital del Distrito Cusipata

Como se mencionó la recolección de las viviendas participantes se hizo durante 8 días, comenzando con la recolección, transporte al local acondicionado para el estudio, y posteriormente el pesado de las bolsas debidamente codificadas; una vez concluido estos pesos se anotó el peso de las bolsas en el formato de registro diario.

**FIGURA 16:** Pesado y Recojo de los Residuos Sólidos Municipales



Fuente: ECRSM Distrito de Cusipata

En algunos momentos por la incompatibilidad de horarios de los establecimientos de tipo comercial, institucional, servicios y especiales, se realizó el repaso de las rutas de recolección por encontrarse cerrado en algunos casos o con poco tiempo que presentan de acuerdo a sus actividades; sin embargo se trató de garantizar al máximo la recolección de las muestras respectivas.

Para el cálculo de la GPC se debe tener como dato el número de habitantes por cada vivienda ( $X$ ), y el peso registrado ( $P$ ) desde el 2do día, para ello se utilizó la siguiente fórmula:

$$GPC Viv = \frac{(Pd2 + Pd3 + \dots + Pd8)}{7x}$$

Dónde:

*X:* Número de habitantes

*Pd:* Peso por cada día

**Tabla 11:** Generación Per Cápita de Residuos Sólidos Cusipata

Código	Nº Habitantes	Generación Per Cápita (kg/hab/día)							PROMEDIO GPC
		GPC día 2	GPC día 3	GPC día 4	GPC día 5	GPC día 6	GPC día 7	GPC día 8	
V - 01	6	0.05	0.05	0.07	0.06	0.09	0.06	0.07	0.06
V - 02	4	0.13	0.16	0.19	0.10	0.08	0.13	0.08	0.12
V - 03	4	0.08	0.05	0.03	0.03	0.13	0.15	0.13	0.08
V - 04	4	0.10	0.13	0.15	0.15	0.14	0.15	0.13	0.13
V - 05	4	0.11	0.08	0.10	0.13	0.16	0.15	0.14	0.12
V - 06	4	0.20	0.23	0.11	0.20	0.08	0.05	0.13	0.14
V - 07	4	0.11	0.20	0.06	0.28	0.00	0.08	0.48	0.17
V - 08	3	0.17	0.67	0.42	0.43	0.50	0.33	0.47	0.43
V - 09	5	0.24	0.38	0.29	0.40	0.42	0.36	0.36	0.35
V - 10	7	0.09	0.13	0.11	0.43	0.14	0.01	0.07	0.14
V - 11	3	0.17	0.27	0.30	0.17	0.20	0.17	0.17	0.20
V - 12	4	0.25	0.25	0.25	0.38	0.33	0.28	0.20	0.28
V - 13	5	0.08	0.12	0.25	0.14	0.18	0.20	0.06	0.15
V - 14	4	0.08	0.28	0.23	0.58	1.25	0.23	0.15	0.40
V - 15	3	0.67	0.30	0.12	0.63	2.00	0.03	0.23	0.57
V - 16	5	0.02	0.06	0.13	0.80	0.34	0.18	0.10	0.23
V - 17	5	0.07	0.24	0.30	0.40	0.01	0.22	0.14	0.20
V - 18	1	0.50	0.20	0.25	0.00	0.20	0.40	1.00	0.36
V - 19	3	0.30	0.60	0.07	1.00	0.07	0.37	0.03	0.35
V - 20	1	0.55	0.30	0.20	0.10	1.10	0.40	0.20	0.41
V - 21	2	0.35	2.00	1.20	0.30	0.65	0.50	0.25	0.75
V - 22	4	0.11	0.18	0.04	0.53	0.33	0.53	0.25	0.28
V - 23	3	0.07	0.13	0.07	0.17	0.10	0.03	0.30	0.12
								<b>TOTAL</b>	<b>0.26</b>

Fuente: ECRSM Distrito de Cusipata

Finalmente tenemos que la Generación Per Cápita de la capital distrito Cusipata es 0.26 kg/hab/día.

#### 4.3.1.3. Determinación de la Composición Física de los residuos sólidos Domiciliarios

Para realizar el presente trabajo se utilizó la muestra correspondiente a un día. Para lo cual se colocó los residuos en una zona pavimentada y encima de un plástico grande, con la finalidad de no combinar los residuos con tierra.

Seguidamente se rompieron las bolsas y se han vertido los residuos formando un montón. Con la finalidad de homogeneizar la muestra, en cuanto a los residuos más voluminosos a estos se les trozaron en partes más pequeñas para que sea más fácil su manipulación.

**FIGURA 17:** Realización de Cuarteo de los Residuos Sólidos Municipales



Fuente: ECRSM Distrito de Cusipata

Se obtuvo un volumen grande residuos sólidos, por lo cual se procedió con el método del cuarteo y se dividió en 4 partes para después escoger las 2 partes opuestas (lados sombreados en el gráfico), entonces así formar un nuevo montón más pequeño. La muestra menor se volvió a mezclar y se dividió en 4 partes nuevamente, volver a escoger las partes opuestas y formar otra muestra más pequeña hasta obtener una muestra más manejable de aproximadamente 25 a 30 Kg.

Posteriormente se determinó el Porcentaje promedio de cada componente, para lo que se efectuó un promedio simple, es decir sumando los porcentajes de todos los días de cada componente y dividiéndolo entre los 7 días de la semana (recordar que el 1er día no se tomó en cuenta por no considerarse útil).

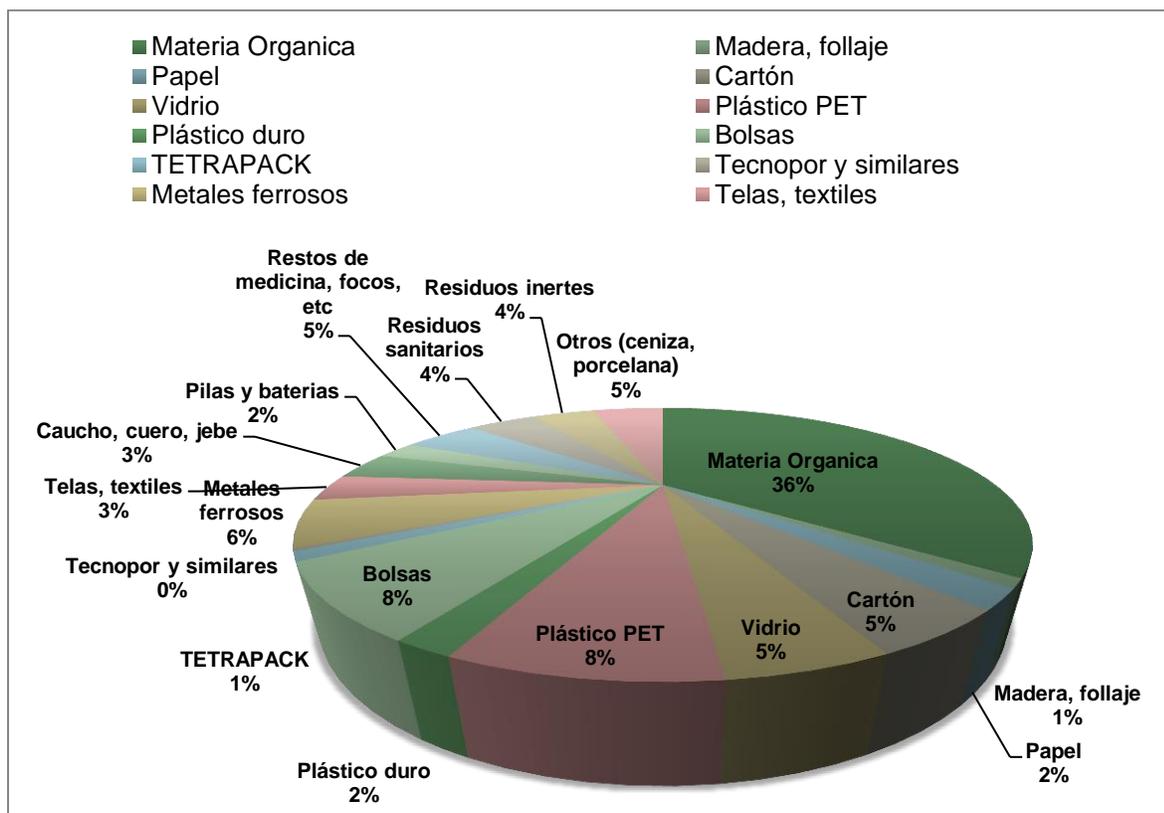
Los resultados de la composición física de los residuos sólidos estudiados a nivel domiciliario, se detalla en el siguiente cuadro:

**Tabla 12: Registro de pesos por componentes de residuos sólidos de viviendas Cusipata**

N°	MATERIALES	DÍA 1 Kg	DÍA 2 Kg	DÍA 3 Kg	DÍA 4 Kg	DÍA 5 Kg	DÍA 6 Kg	DÍA 7 Kg	DÍA 8 Kg	Promedio Kg	%
1	Materia Orgánica	4.00	13.20	6.70	10.20	5.30	6.65	11.30	8.00	8.76	35.54
2	Madera, follaje	0.20	0.30	0.10	0.20	0.30	0.10	0.50	0.20	0.24	0.98
3	Papel	0.30	0.30	0.30	0.20	0.50	1.60	0.60	0.20	0.53	2.14
4	Cartón	0.20	0.40	1.80	1.30	2.10	0.80	0.70	1.00	1.16	4.69
5	Vidrio	1.10	0.40	0.50	1.20	0.60	3.70	0.80	1.30	1.21	4.92
6	Plástico PET	0.60	0.60	3.80	1.60	3.30	1.10	1.30	2.10	1.97	8.00
7	Plástico duro	1.20	1.00	0.60	0.70	0.40	0.60	0.01	0.01	0.47	1.92
8	Bolsas	0.02	0.10	1.70	1.70	1.70	2.50	3.45	2.40	1.94	7.85
9	TETRAPACK	0.30	0.20	0.30	0.40	0.55	0.20	0.10	0.10	0.26	1.07
10	Tecnopor y similares	0.20	0.20	0.10	0.05	0.01	0.10	0.05	0.05	0.08	0.32
1	Metales ferrosos	0.50	1.50	0.70	0.80	1.90	1.60	1.00	2.10	1.37	5.56

1											
1 2	Telas, textiles	0.40	1.10	1.20	0.50	0.51	1.40	0.45	0.50	0.81	3.28
1 3	Caucho, cuero, jebe	1.30	0.10	2.20	1.60	0.30	0.01	0.30	1.50	0.86	3.48
1 4	Pilas y baterías	0.15	0.30	0.80	1.10	0.20	0.10	0.80	0.70	0.57	2.32
1 5	Restos de medicina, focos, etc	0.50	0.60	0.70	2.60	1.10	0.80	0.50	1.50	1.11	4.52
1 6	Residuos sanitarios	1.20	1.30	1.50	1.35	1.40	0.50	0.25	1.30	1.09	4.40
1 7	Residuos inertes	1.2	0.05	0.40	1.40	1.50	1.80	0.80	1.20	1.02	4.14
1 8	Otros (ceniza, porcelana)	0.05	0.85	2.50	1.20	1.30	0.80	0.50	1.20	1.19	4.84
	X	<b>22.5</b>	<b>25.9</b>	<b>28.1</b>	<b>22.9</b>	<b>24.3</b>	<b>23.4</b>	<b>25.3</b>	<b>24.66</b>	<b>100.0</b>	<b>0</b>

Fuente: ECRSM Distrito de Cusipata

**GRAFICO 0-2:** Componentes de residuos sólidos de viviendas – Cusipata

Fuente: ECRSM Distrito de Cusipata

De acuerdo al gráfico precedente, se presenta la composición física de los residuos sólidos del sector domiciliario del Distrito de Cusipata; donde se observa que el mayor porcentaje de los residuos lo representa los residuos orgánicos con un 36% seguidamente de los plásticos PET y bolsas con 8% y 8% respectivamente.

#### 4.3.1.4. Determinación de la Densidad de los residuos sólidos Domiciliarios

Para la determinación de la densidad, se acondicionó 01 cilindro de plástico de volumen definido (210 litros cada cilindro), en el cual, se colocó las muestras debidamente pesadas y por estrato de procedencia, buscando llenar el cilindro, para luego levantarlo unos 30 cm. sobre el suelo y se dejó caer tres veces, para uniformizar la muestra.

Se calculó la densidad de los residuos sueltos (sin compactar) y luego de uniformizada la muestra (compactados). Este procedimiento se repitió con el total de muestras procedentes de cada estrato. El cálculo de la densidad se halló en gabinete tanto por estrato como a nivel distrital, empleando la siguiente fórmula:

$$S = \frac{W}{V} = \frac{W}{\pi \left(\frac{D}{2}\right)^2 \times (H - h)}$$

Dónde:

*S: Densidad de los residuos sólidos*

*W: Peso de los residuos sólidos*

*V: Volumen del residuo sólido*

*D: Diámetro del cilindro*

*H: Altura del cilindro*

*h: Altura del cilindro*

*π: Constante pi (3.1416)*

La densidad “S” hallada representa a los residuos sólidos sin compactar estos datos podrán ser útiles a la hora de diseñar la recolección y transporte de los residuos sólidos puesto que en este momento los residuos sólidos aún no han sido compactados y ocupan un volumen mayor que al ser compactados.

**FIGURA 18:** Determinación de la Densidad de los Residuos Sólidos Municipales

Fuente: ECRSM Distrito de Cusipata

**Tabla 13:** Densidad en Residuos Sólidos Domiciliarios No Compactados

Datos de Densidad de Residuos Sólidos NO compactados Para Viviendas								
PARAMETROS	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6	DIA 7	DIA 8
Volumen "V" Cilindro (m3)	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21
Altura libre "h" sin compactar (m)	0.10	0.16	0.10	0.11	0.14	0.13	0.09	0.07
Volumen "V" sin compactar (m3)	0.19	0.17	0.19	0.18	0.18	0.18	0.19	0.20
Peso "W" de los RRSS (Kg)	168	48.42	55.05	63.20	69.19	70.19	53.10	52.68
Densidad "D" de los RRSS sin Compactar (Kg/m3)	250	285.42	295	343.66	394.66	394.04	280.30	270.03
<b>DENSIDAD PROMEDIO</b>	<b>323.33</b>	<b>Kg/m3</b>						

Fuente: ECRSM Distrito de Cusipata

**Tabla 14:** Densidad En Residuos Sólidos Domiciliarios Compactados

<b>Datos de Densidad de Residuos Sólidos compactados Para Viviendas</b>								
<b>PARAMETROS</b>	<b>DIA 1</b>	<b>DIA 2</b>	<b>DIA 3</b>	<b>DIA 4</b>	<b>DIA 5</b>	<b>DIA 6</b>	<b>DIA 7</b>	<b>DIA 8</b>
Volumen "V" Cilindro (m3)	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21
Altura libre "h" compactada (m)	0.22	0.22	0.18	0.21	0.22	0.19	0.18	0.17
Volumen "Vc" compactado (m3)	0.15	0.15	0.16	0.16	0.15	0.16	0.16	0.17
Peso "W" de los RRSS (Kg)	168.00	48.42	55.05	63.20	69.19	70.19	53.10	52.68
Densidad "Dc" de los RRSS compactado (Kg/m3)	1100.33	317.13	335.69	406.41	453.13	435.52	323.80	315.79
<b>DENSIDAD PROMEDIO</b>	<b>369.64</b>	<b>Kg/m3</b>						

Fuente: ECRSM Distrito de Cusipata

#### 4.3.1.5. Determinación de la Humedad de los residuos sólidos Domiciliarios

La determinación del parámetro de humedad dentro del estudio de los residuos sólidos, constituye un dato importante para proyectar la generación de lixiviados; para la determinación de la humedad, este dato se obtiene a través de un laboratorio para el cual el análisis de la humedad es determinada según el laboratorio.

- Se trabajó con la fracción orgánica de los residuos sólidos domiciliarios. La metodología aplicada consistió en separar la masa orgánica y realizar cuarteos consecutivos de esta, hasta obtener una masa final equivalente a 50 gr, para luego ser transportada
- El análisis de la masa orgánica se desarrolló durante un periodo de 05 (cinco) días correspondientes a los días hábiles.
- A partir del análisis realizado en el Laboratorio de las 05 (cinco) muestras, se obtiene un porcentaje de humedad equivalente a 65.12 %.

**Tabla 15:** Determinación de la Humedad

Número de Muestra				Humedad
Fecha del análisis			Campo	%
2016	04	0025	M1	52.61
2016	04	0026	M2	76.12
2016	04	0030	M3	71.19
2016	04	0031	M4	65.15
2016	04	0032	M5	60.51
<b>Promedio</b>				<b>65.12</b>

Fuente: ECRSM Distrito de Cusipata

Nota: El resultado de Humedad para viviendas domiciliarias será la misma que para Establecimientos Comerciales, Mercados, Instituciones Educativas y Barrido de Calles

#### 4.3.1.6. Determinación de Generación Per-Cápita de predios Comerciales

##### **Generación per cápita de establecimiento de predios comerciales de la capital distrito Cusipata**

La generación per cápita por establecimiento de los predios comerciales en la capital del distrito de Cusipata es, **1.19 kg/EC/día**.

**Tabla 16:** Generación Per Cápita de Residuos Sólidos Cusipata NO Domiciliarios

Código	Nº Trabajadores	Generación per cápita de RSM (Kg/EC/día)							PROMEDIO GPC
		GPC día 2	GPC día 3	GPC día 4	GPC día 5	GPC día 6	GPC día 7	GPC día 8	
EC - 01	2	2.00	1.40	0.60	3.30	0.70	3.90	2.60	2.07
EC - 02	4	0.20	1.20	0.60	1.10	0.50	0.60	0.50	0.67
EC - 03	4	0.80	1.50	8.50	1.20	1.90	2.00	0.00	2.27
EC - 04	4	0.40	2.40	1.10	0.90	0.40	0.20	0.25	0.81
EC - 05	3	1.10	0.50	1.00	0.60	2.00	0.40	0.00	0.80
EC - 06	3	0.40	0.90	0.45	0.40	1.10	2.00	0.60	0.84
EC - 07	2	0.45	0.35	1.40	0.90	0.25	0.60	0.00	0.56
EC - 08	3	0.60	0.80	0.70	1.10	1.60	1.60	1.70	1.16
EC - 09	4	0.10	0.10	0.35	0.40	1.10	0.90	0.30	0.46
EC - 10	3	0.35	0.35	0.60	0.20	0.40	1.30	0.50	0.53

EC - 11	4	6.10	1.20	0.90	2.70	0.90	1.00	1.10	1.99
EC - 12	4	7.50	3.00	6.30	0.80	2.20	1.90	0.00	3.10
EC - 13	5	0.10	1.40	0.60	0.70	0.25	1.70	0.20	0.71
EC - 14	3	0.25	0.25	0.20	0.30	0.25	0.90	0.30	0.35
EC - 15	4	1.40	0.70	0.80	0.80	1.10	0.10	0.00	0.70
EC - 16	6	0.30	0.45	0.95	1.70	0.40	0.20	0.20	0.60
EC - 17	4	2.70	0.90	0.60	0.10	1.70	0.10	0.20	0.90
EC - 18	5	2.00	5.10	2.40	2.00	3.00	1.50	1.30	2.47
EC - 19	4	0.70	0.10	0.15	0.90	0.10	1.20	0.20	0.48
EC - 20	5	0.80	1.50	0.90	4.00	1.50	0.90	5.80	2.20
EC - 21	4	0.38	0.50	0.41	1.10	0.30	0.50	1.00	0.60
EC - 22	2	1.10	6.00	0.60	0.80	1.70	1.30	0.00	1.64
EC - 23	2	0.10	0.60	0.20	1.80	1.40	0.45	0.90	0.78
EC - 24	3	2.00	4.00	3.10	1.50	1.20	0.40	1.50	1.96
EC - 25	5	0.30	0.20	1.00	1.80	1.30	1.20	1.20	1.00
<b>Total</b>									<b>1.19</b>

Fuente: ECRSM Distrito de Cusipata

#### 4.3.1.7. Determinación de Composición Física de Residuos Sólidos en Establecimientos Comerciales

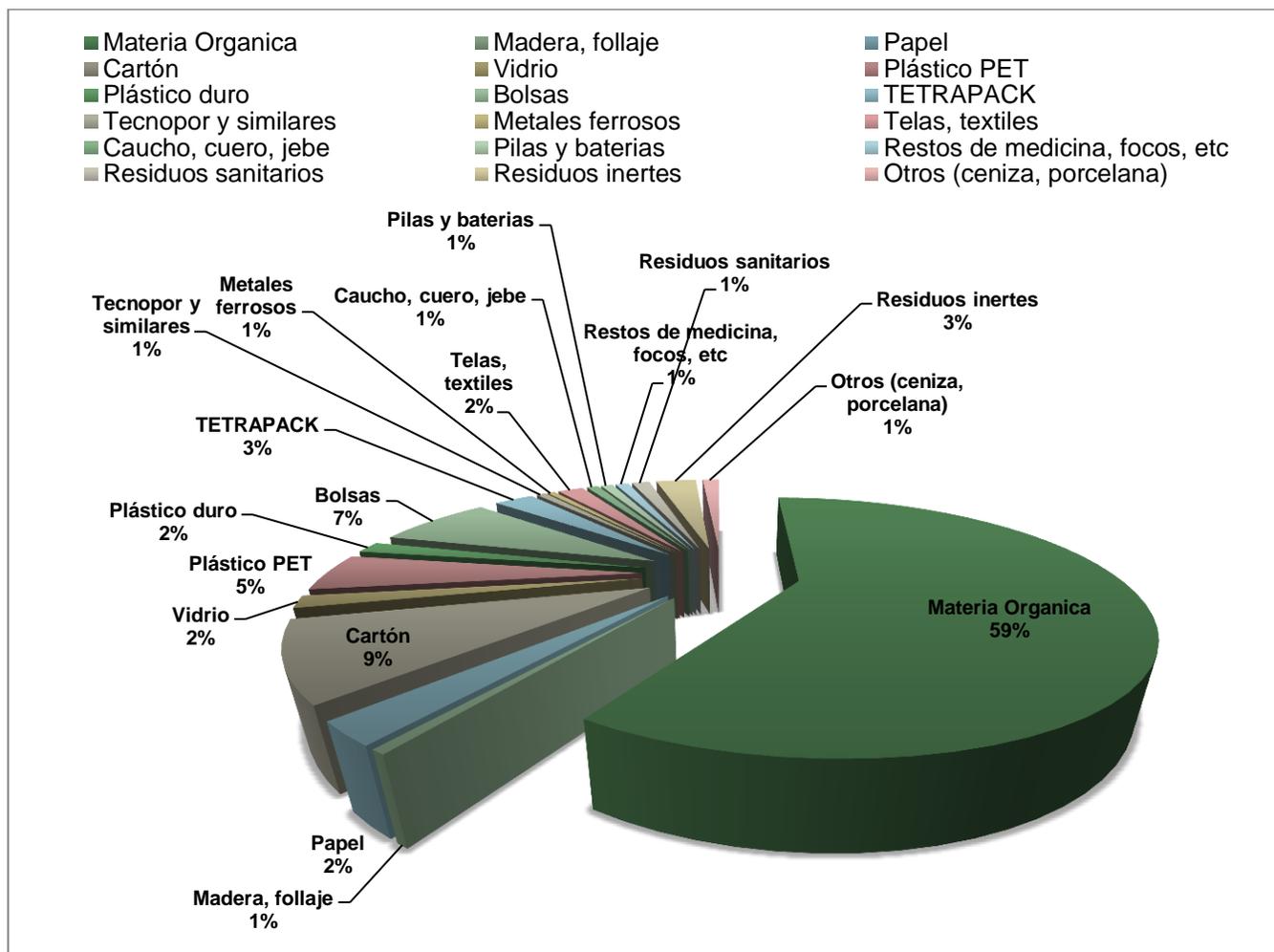
Los resultados de la composición física de los residuos sólidos estudiados a nivel de establecimientos comerciales, se detalla en el siguiente cuadro:

**Tabla 17:** Registro de pesos por componentes de residuos sólidos de establecimientos comerciales Cusipata

N°	MATERIALES	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	DÍA 7	DÍA 8	Promedio	%
		Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	
1	Materia Orgánica	12.0	15.0	14.0	13.5	13.0	11.0	12.0	13.0	13.07	58.98
2	Madera, follaje	0.00	0.05	0.05	0.00	0.00	0.01	0.70	0.02	0.12	0.54
3	Papel	0.60	0.30	0.40	0.50	0.30	0.05	1.10	1.20	0.55	2.48
4	Cartón	0.00	1.10	1.80	2.10	3.55	3.35	0.50	1.75	2.02	9.12
5	Vidrio	0.00	0.20	0.00	0.50	0.01	0.05	1.30	0.40	0.35	1.59
6	Plástico PET	0.70	2.30	0.90	1.10	0.70	0.70	1.00	0.90	1.09	4.90
7	Plástico duro	0.00	0.10	0.05	0.25	1.10	0.40	0.01	0.50	0.34	1.55
8	Bolsas	1.20	1.50	1.20	1.50	1.10	1.80	2.00	2.30	1.63	7.35
9	TETRAPACK	0.00	0.3	0.3	0.5	0.2	0.4	1.2	1.20	0.59	2.64
10	Tecnopor y similares	0.00	0.00	0.10	0.50	0.15	0.05	0.01	0.20	0.14	0.65
11	Metales ferrosos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.01	0.50	0.12	0.52
12	Telas, textiles	0.10	0.30	0.90	0.00	0.35	0.35	0.40	0.45	0.39	1.77
13	Caucho, cuero, jebe	0.20	0.10	0.60	0.01	0.00	0.01	0.25	0.30	0.18	0.82
14	Pilas y baterías	0.00	0.00	0.05	0.60	0.00	0.10	0.45	0.10	0.19	0.84
15	Restos de medicina, focos, etc	0.01	0.10	0.05	0.40	0.00	0.20	0.30	0.40	0.21	0.93
16	Residuos sanitarios	0.20	0.30	0.05	0.40	0.10	0.30	0.30	0.50	0.28	1.26
17	Residuos inertes	1.30	0.20	0.80	0.50	0.04	0.50	1.90	0.50	0.63	2.86
18	Otros (ceniza, porcelana)	0.5	0.10	0.20	0.20	0.40	0.30	0.60	0.05	0.26	1.19
		<b>X</b>	<b>21.95</b>	<b>21.45</b>	<b>22.56</b>	<b>21.00</b>	<b>19.87</b>	<b>24.03</b>	<b>24.27</b>	<b>22.16</b>	<b>100.00</b>

Fuente: ECRSM Distrito de Cusipata

**GRAFICO 0-3:** Composición física de residuos sólidos de establecimientos comerciales



Fuente: ECRSM Distrito de Cusipata

De acuerdo al gráfico, se presenta la composición física de los residuos sólidos del sector domiciliario del Distrito de Cusipata donde se observa que el mayor porcentaje es de los residuos orgánicos con un 59% seguidamente de los Cartones y bolsas con 9% y 7% respectivamente.

#### 4.3.1.8. Determinación de la Densidad en Establecimientos Comerciales

**Tabla 18:** Densidad En Residuos Sólidos De Establecimientos Comerciales  
No Compactados

<b>Datos de Densidad de Residuos Sólidos NO compactados Para Viviendas</b>								
<b>PARAMETROS</b>	<b>DIA 1</b>	<b>DIA 2</b>	<b>DIA 3</b>	<b>DIA 4</b>	<b>DIA 5</b>	<b>DIA 6</b>	<b>DIA 7</b>	<b>DIA 8</b>
Volumen "V" Cilindro (m3)	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21
Altura libre "h" sin compactar (m)	0.10	0.16	0.10	0.11	0.14	0.13	0.09	0.07
Volumen "V" sin compactar (m3)	0.19	0.17	0.19	0.18	0.18	0.18	0.19	0.20
Peso "W" de los RRSS (Kg)	14.10	14.60	15.10	13.20	12.90	13.40	11.90	12.80
Densidad "D" de los RRSS sin Compactar (Kg/m3)	75.56	86.06	80.92	71.82	73.59	75.23	62.82	65.61
<b>DENSIDAD PROMEDIO</b>	<b>73.72</b>	<b>Kg/m3</b>						

Fuente: ECRSM Distrito de Cusipata

**Tabla 19:** Densidad en Residuos Sólidos de Establecimientos Comerciales Compactados

<b>Datos de densidad de residuos sólidos compactados para viviendas</b>								
<b>Parametros</b>	<b>Día 1</b>	<b>Día 2</b>	<b>Día 3</b>	<b>Día 4</b>	<b>Día 5</b>	<b>Día 6</b>	<b>Día 7</b>	<b>Día 8</b>
Volumen "V" Cilindro (m3)	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21
Altura libre "h" compactada (m)	0.22	0.22	0.18	0.21	0.22	0.19	0.18	0.17
Volumen "Vic" compactado (m3)	0.15	0.15	0.16	0.16	0.15	0.16	0.16	0.17
Peso "W" de los RRSS (Kg)	14.10	14.60	15.10	13.20	12.90	13.40	11.90	12.80
Densidad "Dc" de los RRSS compactado (Kg/m3)	92.35	95.62	92.08	84.88	84.49	83.15	72.56	76.73

<b>Densidad Promedio</b>	<b>84.22</b>	<b>Kg/m3</b>
--------------------------	--------------	--------------

Fuente: ECRSM Distrito de Cusipata

### Recolección de muestras en Mercados

Otro punto por estudiar es el establecimiento como los mercados e Instituciones Educativas las muestras son como sigue:

**Tabla 20:** Generación Per Cápita de Residuos Sólidos de Mercado Cusipata

Código	Nº Habitantes	Generación per cápita de RSM (Kg/PV/día)							PROMEDIO GPC
		GPC día 2	GPC día 3	GPC día 4	GPC día 5	GPC día 6	GPC día 7	GPC día 8	
M - 01	3	0.47	0.60	0.45	0.90	0.80	1.20	1.10	0.79
M - 02	3	4.60	2.70	0.95	0.70	1.20	1.30	2.80	2.04
M - 03	4	0.80	0.50	1.70	0.40	2.40	1.00	2.00	1.26
M - 04	5	0.40	1.30	0.55	1.10	6.70	0.30	0.60	1.56
M - 05	2	0.30	0.50	0.25	0.30	1.20	0.20	0.90	0.52
M - 06	2	0.70	0.80	1.90	3.00	0.80	0.20	1.40	1.26
M - 07	5	1.10	1.30	0.80	0.90	1.40	1.80	1.50	1.26
M - 08	6	0.50	2.00	2.50	1.50	1.80	2.40	0.80	1.64
M - 09	1	0.50	0.90	1.10	0.90	0.50	1.50	1.30	0.96
M - 10	2	1.10	0.80	0.50	0.30	0.90	1.20	1.40	0.89
M - 11	2	1.40	1.30	1.10	0.30	1.10	2.00	1.00	1.17
M - 12	3	1.20	1.50	1.15	1.10	2.50	2.50	3.00	1.85
M - 13	3	3.20	1.90	0.45	1.25	6.10	6.00	0.00	2.70
M - 14	1	0.80	0.90	1.10	0.50	0.60	0.40	0.70	0.71
M - 15	4	0.96	0.60	0.50	0.60	1.10	1.50	0.90	0.88
M - 16	3	1.10	1.40	0.05	0.30	0.30	1.10	0.10	0.62
M - 17	2	0.80	1.80	1.10	0.90	0.80	1.10	1.30	1.11
M - 18	4	1.40	1.30	1.20	0.80	1.70	1.90	1.10	1.34
M - 19	2	1.10	1.50	1.30	0.90	0.55	0.50	1.25	1.01
M - 20	1	0.90	1.70	0.80	0.80	1.10	1.20	0.90	1.06
M - 21	2	1.70	0.80	0.90	0.80	0.90	1.10	0.70	0.99
M - 22	2	3.70	1.45	0.60	0.10	0.30	0.20	0.70	1.01
M - 23	3	1.30	2.15	0.85	0.60	1.00	1.10	1.40	1.20
M - 24	2	0.50	0.25	1.30	0.20	1.20	0.80	0.60	0.69
								<b>TOTAL</b>	<b>1.19</b>

Fuente: ECRSM Distrito de Cusipata

Finalmente tenemos que la Generación Per Cápita puesto de venta de la capital distrito Cusipata es 1.19 kg/PV/día

#### 4.3.1.9. Determinación de Composición Física de Residuos Sólidos en Mercados

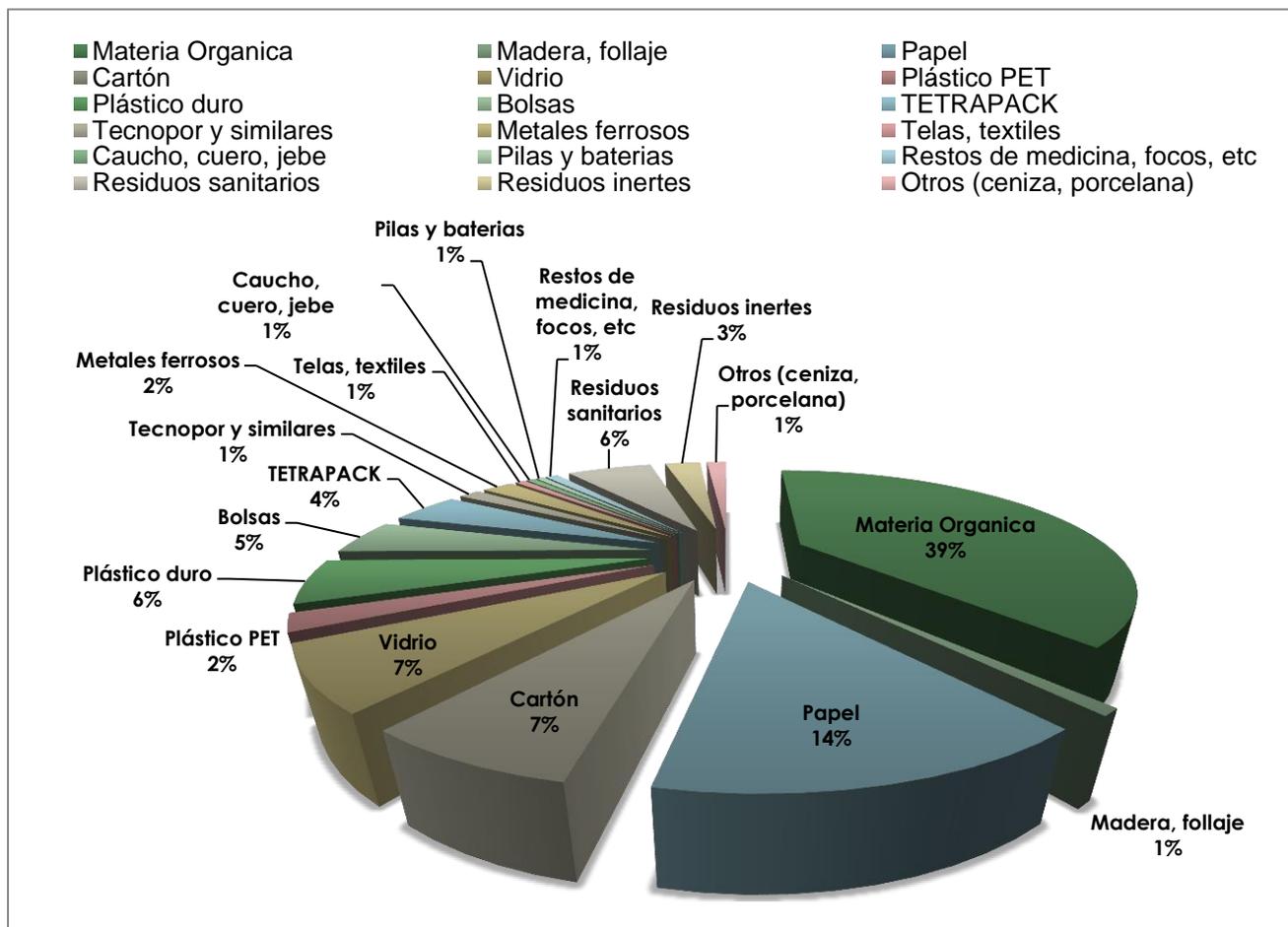
Los resultados de la composición física de los residuos sólidos estudiados a nivel de Mercados, se detalla en el siguiente cuadro:

**Tabla 21:** Componentes de residuos sólidos de instituciones educativas

N <sup>o</sup>	MATERIALES	DÍA 1 Kg	DÍA 2 Kg	DÍA 3 Kg	DÍA 4 Kg	DÍA 5 Kg	DÍA 6 Kg	Promedio Kg	%
1	Materia Orgánica	15.50	11.75	16.40	12.90	12.20	12.90	13.23	38.74
2	Madera, follaje	0.40	0.20	0.10	0.15	0.40	0.50	0.27	0.79
3	Papel	2.50	4.00	4.50	6.45	6.60	1.65	4.64	13.59
4	Cartón	0.40	2.45	2.00	4.40	1.45	1.35	2.33	6.82
5	Vidrio	0.80	6.20	0.35	1.10	1.40	3.00	2.41	7.06
6	Plástico PET	1.10	0.40	0.35	0.40	1.00	1.50	0.73	2.14
7	Plástico duro	0.20	2.50	2.60	1.70	1.30	1.50	1.92	5.62
8	Bolsas	0.10	1.50	1.60	2.00	1.15	1.70	1.59	4.66
9	TETRAPACK	0.10	0.80	0.70	0.80	2.00	3.20	1.50	4.39
10	Tecnopor y similares	0.40	0.35	0.40	0.70	0.90	0.05	0.48	1.41
11	Metales ferrosos	0.35	0.40	0.20	1.30	1.40	0.30	0.72	2.11
12	Telas, textiles	0.10	0.20	0.10	0.35	0.15	0.30	0.22	0.64
13	Caucho, cuero, jebe	0.40	0.10	0.05	0.05	0.50	0.30	0.20	0.59
14	Pilas y baterías	0.80	0.20	0.00	0.30	0.00	0.40	0.18	0.53
15	Restos de medicina, focos, etc.	0.50	0.20	0.10	0.30	0.50	0.40	0.30	0.88
16	Residuos sanitarios	3.20	3.10	2.45	1.20	2.10	1.50	2.07	6.06
17	Residuos inertes	1.10	0.60	0.50	1.15	1.00	1.15	0.88	2.58
18	Otros (ceniza, porcelana)	0.3	0.50	0.60	0.45	0.55	0.30	0.48	1.41
		<b>X</b>	<b>35.45</b>	<b>33.00</b>	<b>35.70</b>	<b>34.60</b>	<b>32.00</b>	<b>34.15</b>	<b>100.00</b>

Fuente: ECRSM Distrito de Cusipata

**GRAFICO 0-4:** Composición Física de los Residuos Sólidos de las Instituciones Educativas



Fuente: ECRSM Distrito de Cusipata

De acuerdo al gráfico precedente, se presenta la composición física de los residuos sólidos del sector de Mercado del Distrito de Cusipata donde se observa que el mayor porcentaje es de los residuos orgánicos con un 39% seguidamente de los Cartones y papel con 7% y 14% respectivamente.

#### 4.3.1.10. Determinación de la Densidad en Mercados

**Tabla 22:** Densidad en Residuos Sólidos de Mercado No Compactados

<b>Datos de Densidad de Residuos Sólidos NO compactados Para Mercados</b>								
<b>PARAMETROS</b>	<b>DIA 1</b>	<b>DIA 2</b>	<b>DIA 3</b>	<b>DIA 4</b>	<b>DIA 5</b>	<b>DIA 6</b>	<b>DIA 7</b>	<b>DIA 8</b>
Volumen "V" Cilindro (m3)	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21
Altura libre "h" sin compactar (m)	0.12	0.15	0.11	0.12	0.17	0.11	0.09	0.14
Volumen "V" sin compactar (m3)	0.18	0.17	0.18	0.18	0.17	0.18	0.19	0.18
Peso "W" de los RRSS (Kg)	12.50	11.50	13.40	13.60	14.20	14.60	12.70	15.10
Densidad "D" de los RRSS sin Compactar (Kg/m3)	69.08	66.68	72.91	75.16	85.12	79.44	67.04	86.14

<b>Densidad Promedio</b>	<b>76.07</b>	<b>Kg/m3</b>
--------------------------	--------------	--------------

Fuente: ECRSM Distrito de Cusipata

**Tabla 23:** Densidad en Residuos Sólidos de Mercado Compactados

<b>Datos de Densidad de Residuos Sólidos compactados Para Mercados</b>								
<b>PARAMETROS</b>	<b>DIA 1</b>	<b>DIA 2</b>	<b>DIA 3</b>	<b>DIA 4</b>	<b>DIA 5</b>	<b>DIA 6</b>	<b>DIA 7</b>	<b>DIA 8</b>
Volumen "V" Cilindro (m3)	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21
Altura libre "h" compactada (m)	0.20	0.21	0.19	0.21	0.24	0.20	0.17	0.22
Volumen "Vc" compactado (m3)	0.16	0.16	0.16	0.16	0.15	0.16	0.17	0.15
Peso "W" de los RRSS (Kg)	12.50	11.50	13.40	13.60	14.20	14.60	12.70	15.10
Densidad "Dc" de los RRSS compactado (Kg/m3)	78.95	73.95	83.15	87.45	96.58	92.21	76.13	98.90

<b>Densidad Promedio</b>	<b>86.91</b>	<b>Kg/m3</b>
--------------------------	--------------	--------------

Fuente: ECRSM Distrito de Cusipata

#### 4.3.1.11. Determinación de Generación Per-Cápita en Instituciones Educativas

##### Generación Per cápita de Instituciones Educativas del Distrito de Cusipata

El estudio de caracterización de residuos sólidos para las Instituciones educativas se realizó durante 6 días para luego eliminar la primera muestra por razones antes mencionadas se procede a hallar la GPC de I.E. con la totalidad de Instituciones Educativas, tanto en la capital distrito como en las 7 comunidades correspondientes para lo que obtendremos los siguientes resultados:

**Tabla 24:** Generación per cápita de I.E. de la capital distrito de Cusipata

CÓDIGO DE COLEGIO	Nº alumnos y trabajadores	Generación Per Cápita de RSM (Kg/hab/día)					PROMEDIO GPC
		GPC día 2	GPC día 3	GPC día 4	GPC día 5	GPC día 6	
IE - 01	48	0.13	0.09	0.11	0.09	0.14	0.11
IE - 02	233	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03
IE - 03	344	0.05	0.04	0.05	0.04	0.04	0.04
<b>Total</b>							<b>0.06</b>

Fuente: ECRSM Distrito de Cusipata

La generación per cápita de las I.E. de la capital distrito Cusipata es de 0.06 kg/hab/día.

Si N = Nº de alumnos y trabajadores en total de todo el distrito de Cusipata = 625.

Entonces la Generación total de Residuos sólidos de las IE de la capital distrito de Cusipata es: Generación de Residuos sólidos =  $625 \times 0.06 = 37.5\text{kg/día}$

**Tabla 25:** Generación per cápita de I.E. de Tintinco

CÓDIGO DE COLEGIO	Nº alumnos y trabajadores	Generación Per Cápita de RSM (Kg/hab/día)					PROMEDIO GPC
		GPC día 2	GPC día 3	GPC día 4	GPC día 5	GPC día 6	
IE - 04	40	0.15	0.04	0.04	0.01	0.05	0.06
IE - 05	69	0.04	0.03	0.10	0.21	0.05	0.09
IE - 06	87	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03
<b>Total</b>							<b>0.06</b>

Fuente: ECRSM Distrito de Cusipata

La generación per cápita de las I.E. del anexo de Tintinco es de 0.06 kg/hab/día; si N = Nº de alumnos y trabajadores en total de todo el anexo de Tintinco es = 196.

Entonces la Generación total de Residuos sólidos de las IE del anexo de Tintinco es: Generación de Residuos sólidos =  $196 \times 0.06 = 11.76\text{kg/día}$

**Tabla 26:** Generación Per cápita de I.E. de Patacolca

CÓDIGO DE COLEGIO	Nº alumnos y trabajadores	Generación Per Cápita de RSM (Kg/hab/día)					PROMEDIO GPC
		GPC día 2	GPC día 3	GPC día 4	GPC día 5	GPC día 6	
IE – 07	25	0.060	0.044	0.038	0.048	0.018	0.042
IE - 08	47	0.034	0.030	0.031	0.026	0.076	0.039
<b>Total</b>							<b>0.040</b>

Fuente: ECRSM Distrito de Cusipata

La generación per cápita de las I.E. del anexo de Patacolca es de 0.04 kg/hab/día. Si  $N = N^{\circ}$  de alumnos y trabajadores en total de todo el anexo de Tintinco es = 72.

Entonces la Generación total de Residuos sólidos de las IE del anexo de Tintinco es:  
 Generación de Residuos sólidos =  $72 \times 0.040 = 2.88\text{kg/día}$ .

**Tabla 27:** Generación Per cápita de I.E. de Parupucyo

CÓDIGO DE COLEGIO	Nº alumnos y trabajadores	Generación Per Cápita de RSM (Kg/hab/día)					PROMEDIO GPC
		GPC día 2	GPC día 3	GPC día 4	GPC día 5	GPC día 6	
IE – 09	10	0.115	0.110	0.160	0.145	0.050	0.116
IE – 10	8	0.050	0.075	0.069	0.150	0.050	0.079
<b>Total</b>							<b>0.097</b>

Fuente: ECRSM Distrito de Cusipata

La generación per cápita de las I.E. del anexo de Parupucyo es de 0.097 kg/hab/día. Si  $N = N^{\circ}$  de alumnos y trabajadores en total de todo el anexo de Parupucyo es = 18.

Entonces la Generación total de Residuos sólidos de las IE del anexo de Parupucyo es:  
 Generación de Residuos sólidos =  $18 \times 0.097 = 1.746 \text{ kg/día}$ .

**Tabla 28:** Generación Per Cápita de I.E. DE Moccoraize

CÓDIGO DE COLEGIO	Nº alumnos y trabajadores	Generación Per Cápita de RSM (Kg/hab/día)					PROMEDIO GPC
		GPC día 2	GPC día 3	GPC día 4	GPC día 5	GPC día 6	
IE - 11	23	0.065	0.039	0.109	0.052	0.035	0.060
IE - 12	70	0.049	0.093	0.098	0.052	0.069	0.072
						<b>Total</b>	<b>0.066</b>

Fuente: ECRSM Distrito de Cusipata

La generación per cápita de las I.E. del anexo de Moccoraize es de 0.066 kg/hab/día. Si N= Nº de alumnos y trabajadores en total de todo el anexo de Moccoraize es = 93.

Entonces la Generación total de Residuos sólidos de las IE del anexo de Moccoraize es: Generación de Residuos sólidos =  $93 \times 0.066 = 6.138$  kg/día

**Tabla 29:** Generación Per cápita de I.E. de Yaucat

CÓDIGO DE COLEGIO	Nº alumnos y trabajadores	Generación Per Cápita de RSM (Kg/hab/día)					PROMEDIO GPC
		GPC día 2	GPC día 3	GPC día 4	GPC día 5	GPC día 6	
IE - 13	40	0.063	0.078	0.063	0.113	0.095	0.082
IE - 14	24	0.208	0.148	0.100	0.077	0.142	0.135
						<b>Total</b>	<b>0.109</b>

Fuente: ECRSM Distrito de Cusipata

La generación per cápita de las I.E. del anexo de Yaucat es de 0.109 kg/hab/día. Si N = Nº de alumnos y trabajadores en total de todo el anexo de Yaucat es = 64.

Entonces la Generación total de Residuos sólidos de las IE del anexo de Yaucat es: Generación de Residuos sólidos =  $64 \times 0.040 = 2.56$  kg/día.

**Tabla 30:** Generación Per cápita de I.E. de Paucarpata

CÓDIGO DE COLEGIO	Nº alumnos y trabajadores	Generación Per Cápita de RSM (Kg/hab/día)					PROMEDIO GPC
		GPC día 2	GPC día 3	GPC día 4	GPC día 5	GPC día 6	
IE - 15	37	0.023	0.041	0.045	0.049	0.027	0.037
IE - 16	47	0.115	0.081	0.032	0.085	0.028	0.068
						<b>Total</b>	<b>0.052</b>

Fuente: ECRSM Distrito de Cusipata

La generación per cápita de las I.E. del anexo de Paucarpata es de 0.052 kg/hab/día. Si N= Nº de alumnos y trabajadores en total de todo el anexo de Paucarpata es = 84.

Entonces la Generación total de Residuos sólidos de las IE del anexo de Paucarpata es: Generación de Residuos sólidos =  $84 \times 0.052 = 4.368\text{kg/día}$

**Tabla 31:** Generación Per cápita de I.E. de Chillihuani

CÓDIGO DE COLEGIO	Nº alumnos y trabajadores	Generación Per Cápita de RSM (kg/hab/día)					PROMEDIO GPC
		GPC día 2	GPC día 3	GPC día 4	GPC día 5	GPC día 6	
IE - 17	45	0.021	0.036	0.078	0.027	0.027	0.038
IE - 18	132	0.032	0.033	0.029	0.022	0.019	0.027
IE - 19	86	0.033	0.022	0.016	0.034	0.053	0.032
						<b>Total</b>	<b>0.032</b>

Fuente: ECRSM Distrito de Cusipata

La generación per cápita de las I.E. del anexo de Chillihuani es de 0.032 kg/hab/día. Si N = Nº de alumnos y trabajadores en total de todo el anexo de Chillihuani es = 263.

Entonces la Generación total de Residuos sólidos de las IE del anexo de Chillihuani es: Generación de Residuos sólidos =  $263 \times 0.032 = 8.416\text{ kg/día}$

## Determinación de Composición Física de Residuos Sólidos en Instituciones Educativas

Los resultados de la composición física de los residuos sólidos estudiados a nivel de Instituciones Educativas, se detalla en el siguiente cuadro:

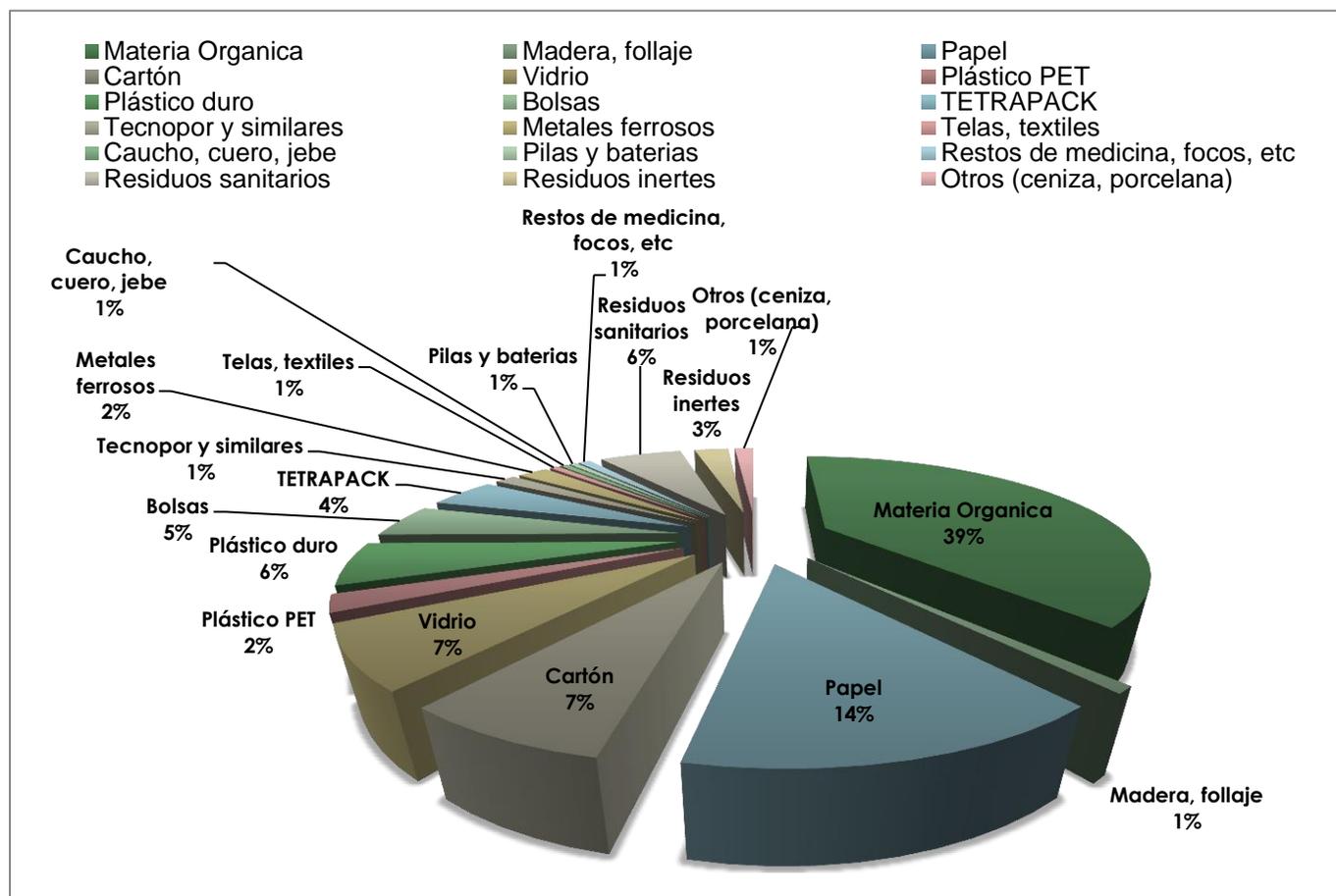
**Tabla 32:** Registro de Pesos por Componentes de Residuos Sólidos de Instituciones Educativas

N.º	MATERIALES	DÍA 1 Kg	DÍA 2 Kg	DÍA 3 Kg	DÍA 4 Kg	DÍA 5 Kg	DÍA 6 Kg	Promedio Kg	%
1	Materia Orgánica	15.50	11.75	16.40	12.90	12.20	12.90	13.23	38.74
2	Madera, follaje	0.40	0.20	0.10	0.15	0.40	0.50	0.27	0.79
3	Papel	2.50	4.00	4.50	6.45	6.60	1.65	4.64	13.59
4	Cartón	0.40	2.45	2.00	4.40	1.45	1.35	2.33	6.82
5	Vidrio	0.80	6.20	0.35	1.10	1.40	3.00	2.41	7.06
6	Plástico PET	1.10	0.40	0.35	0.40	1.00	1.50	0.73	2.14
7	Plástico duro	0.20	2.50	2.60	1.70	1.30	1.50	1.92	5.62
8	Bolsas	0.10	1.50	1.60	2.00	1.15	1.70	1.59	4.66
9	TETRAPACK	0.10	0.80	0.70	0.80	2.00	3.20	1.50	4.39
10	Tecnopor y similares	0.40	0.35	0.40	0.70	0.90	0.05	0.48	1.41
11	Metales ferrosos	0.35	0.40	0.20	1.30	1.40	0.30	0.72	2.11
12	Telas, textiles	0.10	0.20	0.10	0.35	0.15	0.30	0.22	0.64
13	Caucho, cuero, jebe	0.40	0.10	0.05	0.05	0.50	0.30	0.20	0.59
14	Pilas y baterías	0.80	0.20	0.00	0.30	0.00	0.40	0.18	0.53
1	Restos de medicina, focos,	0.50	0.20	0.10	0.30	0.50	0.40	0.30	0.88

5	etc								
1	Residuos sanitarios	3.20	3.10	2.45	1.20	2.10	1.50	2.07	6.06
6									
1	Residuos inertes	1.10	0.60	0.50	1.15	1.00	1.15	0.88	2.58
7									
1	Otros (ceniza, porcelana)	0.3	0.50	0.60	0.45	0.55	0.30	0.48	1.41
8									
	X	35.4	33.0	35.7	34.6	32.0	34.15	100.0	0
		5	0	0	0	0			

Fuente: ECRSM Distrito de Cusipata

**GRAFICO 0-5: Composición Física de los Residuos Sólidos de las Instituciones Educativas**



Fuente: ECRSM Distrito de Cusipata

La composición física de los residuos sólidos del sector de Mercado del Distrito de Cusipata donde se observa que el mayor porcentaje es de los residuos orgánicos con un 39% seguidamente de los Cartones y papel con 7% y 14% respectivamente.

#### 4.3.1.12. Determinación de la Densidad en Instituciones Educativas

**Tabla 33:** Densidad en residuos sólidos de IE no compactados

<b>Datos de Densidad de Residuos Sólidos NO compactados Para Instituciones Educativas</b>						
<b>PARAMETROS</b>	<b>DIA 1</b>	<b>DIA 2</b>	<b>DIA 3</b>	<b>DIA 4</b>	<b>DIA 5</b>	<b>DIA 6</b>
Volumen "V" Cilindro (m3)	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21
Altura libre "h" sin compactar (m)	0.25	0.13	0.11	0.12	0.10	0.14
Volumen "V" sin compactar (m3)	0.14	0.18	0.18	0.18	0.19	0.18
Peso "W" de los RRSS (Kg)	10.00	14.50	13.60	14.50	14.04	15.50
Densidad "D" de los RRSS sin Compactar (Kg/m3)	69.35	81.40	74.00	80.13	75.24	88.42
<b>DENSIDAD PROMEDIO</b>	<b>79.84</b>	<b>Kg/m3</b>				

Fuente: ECRSM Distrito de Cusipata

**Tabla 34:** Densidad en Residuos Sólidos de IE Compactados

<b>Datos de Densidad de Residuos Sólidos compactados Para Instituciones Educativas</b>						
<b>PARAMETROS</b>	<b>DIA 1</b>	<b>DIA 2</b>	<b>DIA 3</b>	<b>DIA 4</b>	<b>DIA 5</b>	<b>DIA 6</b>
Volumen "V" Cilindro (m3)	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21
Altura libre "h" compactada (m)	0.32	0.20	0.22	0.19	0.21	0.18
Volumen "Vc" compactado (m3)	0.12	0.16	0.15	0.16	0.16	0.16
Peso "W" de los RRSS (Kg)	10.00	14.50	13.60	14.50	14.04	15.50
Densidad "Dc" de los RRSS compactado (Kg/m3)	80.38	91.58	89.07	89.97	90.28	94.52
<b>DENSIDAD PROMEDIO</b>	<b>91.08</b>	<b>Kg/m3</b>				

Fuente: ECRSM Distrito de Cusipata

## Recolección de muestras en Barrido de Calles

### 4.3.1.13. Determinación de Generación Per-Cápita de Barrido de Calles

En la determinación de la generación per cápita del barrido de calles, se consideró 8 días. Cada una de las rutas de barrido tiene la misma distancia, por lo cual la proyección de la generación se realizará multiplicando el total de rutas principales (6) por el promedio generado entre las rutas analizadas.

**Tabla 35:** Determinación de Generación Per-Cápita de Barrido de Calles

Nº	CALLE	Día 1 Peso (Kg)	Día 2 Peso (Kg)	Día 3 Peso (Kg)	Día 4 Peso (Kg)	Día 5 Peso (Kg)	Día 6 Peso (Kg)	Día 7 Peso (Kg)	Día 8 Peso (Kg)	Promedio por día (Kg/día)
1	CALLE ALIPIO YABAR	15.000	17.000	7.000	10.000	9.000	7.000	8.600	10.700	9.900
2	CALLE VIGNATI	14.500	4.650	8.400	5.000	7.500	6.400	9.300	7.500	6.964
		NO	Promedio de los 2 días							8.432

Fuente: ECRSM Distrito de Cusipata

**Generación Total De RRSS** = NC x PROMEDIO DE RECCOJO EN 2 CALLES

$$\begin{aligned} \text{En Barrido De Calles} &= 6 \times 8.432 \\ &= 50.592 \text{ kg/día} \end{aligned}$$

NC= Número de Calles Principales en total = 6

Por lo que se concluye que la generación de residuos sólidos del barrido de calles en el distrito de Cusipata es en un total de 50.592 Kg/día.

### 4.3.1.14. Determinación de Composición Física de Residuos Sólidos de Barrido de Calles

Los resultados de la composición física de los residuos sólidos estudiados a nivel de Barrido de Calles, se detalla en el siguiente cuadro:

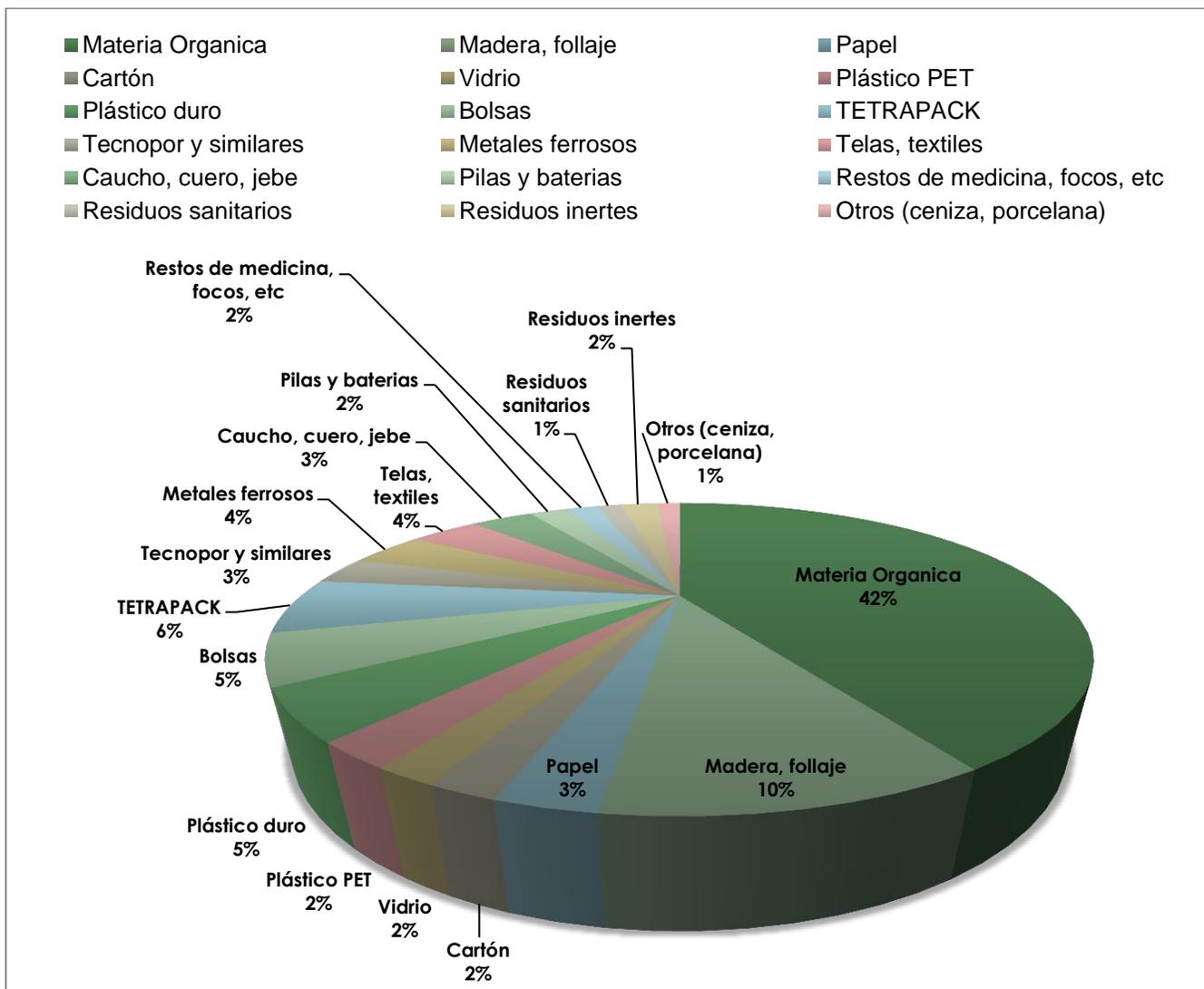
**Tabla 36:** Cuadro Registro de pesos por componentes de residuos sólidos de barrido de calles

N°	MATERIALES	DÍA 1 Kg	DÍA 2 Kg	DÍA 3 Kg	DÍA 4 Kg	DÍA 5 Kg	DÍA 6 Kg	DÍA 7 Kg	DÍA 8 Kg	Promedio Kg	%
1	Materia Orgánica	10.10	11.00	7.00	10.00	8.00	12.00	9.00	11.50	9.79	41.57
2	Madera, follaje	2.10	1.00	3.00	5.00	4.00	2.00	1.80	0.50	2.47	10.50
3	Papel	0.70	0.70	0.40	0.30	0.50	1.10	1.00	0.60	0.66	2.79
4	Cartón	0.80	0.90	0.90	0.50	0.20	0.40	0.20	0.10	0.46	1.94
5	Vidrio	1.20	0.65	0.40	0.50	0.30	0.40	0.60	0.10	0.42	1.79
6	Plástico PET	0.60	0.10	0.60	0.15	0.50	1.20	0.30	1.10	0.56	2.40
7	Plástico duro	0.80	1.50	1.00	0.50	1.30	1.20	1.60	0.80	1.13	4.79
8	Bolsas	0.50	1.50	1.65	1.00	1.00	0.70	1.20	1.40	1.21	5.13
9	TETRAPACK	1.40	1.20	1.30	2.00	2.50	1.40	0.60	0.80	1.40	5.95
10	Tecnopor y similares	0.50	0.90	0.25	1.50	0.50	0.00	0.00	1.90	0.72	3.06
11	Metales ferrosos	1.10	1.00	1.20	0.50	0.80	1.20	0.80	0.90	0.91	3.88
12	Telas, textiles	0.50	1.50	1.10	0.90	1.40	0.40	0.80	0.20	0.90	3.82
13	Caucho, cuero, jebe	1.10	1.80	1.10	0.50	0.20	0.30	1.10	0.70	0.81	3.46
14	Pilas y baterías	1.40	1.10	0.50	0.00	0.00	0.40	1.00	0.60	0.51	2.18
15	Restos de medicina, focos, etc	1.20	1.00	0.40	0.20	0.10	0.30	0.60	0.40	0.43	1.82
16	Residuos sanitarios	0.60	0.30	0.10	0.40	0.40	0.50	0.30	0.30	0.33	1.40
17	Residuos inertes	0.50	0.30	0.80	0.70	0.60	0.50	0.40	0.30	0.51	2.18
18	Otros (ceniza, porcelana)	0.2	0.10	0.80	0.30	0.20	0.40	0.30	0.10	0.31	1.33
	<b>X</b>	<b>26.55</b>	<b>22.50</b>	<b>24.95</b>	<b>22.50</b>	<b>24.40</b>	<b>21.60</b>	<b>22.30</b>	<b>23.54</b>	<b>100.00</b>	

Fuente: ECRSM Distrito de Cusipata

En el gráfico siguiente se presenta, la composición física de los residuos sólidos del sector de Barrido de Calles del Distrito de Cusipata donde se observa que el mayor porcentaje es de los residuos orgánicos con un 42% seguidamente de los Maderas, follajes con 10 % tetra packs y plásticos duros con 6% y 5% respectivamente.

**GRAFICO:** Composición Física de los Residuos Sólidos de Barrido de Calles



Fuente: ECRSM Distrito de Cusipata

## Determinación de la Densidad de Barrido de Calles

**Tabla 37:** Densidad en residuos sólidos de barrido de calles no compactados

<b>Datos de Densidad de Residuos Sólidos NO compactados Para Barrido de calles</b>								
<b>PARAMETROS</b>	<b>DIA 1</b>	<b>DIA 2</b>	<b>DIA 3</b>	<b>DIA 4</b>	<b>DIA 5</b>	<b>DIA 6</b>	<b>DIA 7</b>	<b>DIA 8</b>
Volumen "V" Cilindro (m3)	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21
Altura libre "h" sin compactar (m)	0.10	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.14	0.11
Volumen "V" sin compactar (m3)	0.19	0.18	0.18	0.18	0.17	0.17	0.18	0.18
Peso "W" de los RRSS (Kg)	13.00	14.00	12.40	13.00	11.10	12.60	16.60	14.00
Densidad "D" de los RRSS sin Compactar (Kg/m3)	69.66	77.37	69.61	74.16	64.36	74.27	94.69	76.18
<b>Densidad Promedio</b>	<b>75.81</b>	<b>Kg/m3</b>						

Fuente: ECRSM Distrito de Cusipata

**Tabla 38:** Densidad en Residuos Sólidos de Barrido de Calles Compactados

<b>Datos de Densidad de Residuos Sólidos compactados Para Barrido de Calles</b>								
<b>PARAMETROS</b>	<b>DIA 1</b>	<b>DIA 2</b>	<b>DIA 3</b>	<b>DIA 4</b>	<b>DIA 5</b>	<b>DIA 6</b>	<b>DIA 7</b>	<b>DIA 8</b>
Volumen "V" Cilindro (m3)	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21
Altura libre "h" compactada (m)	0.19	0.21	0.22	0.25	0.24	0.24	0.22	0.21
Volumen "Vc" compactado (m3)	0.16	0.16	0.15	0.14	0.15	0.15	0.15	0.16
Peso "W" de los RRSS (Kg)	13.00	14.00	12.40	13.00	11.10	12.60	16.60	14.00
Densidad "Dc" de los RRSS compactado (Kg/m3)	80.66	90.03	81.21	90.15	75.50	85.70	108.72	90.03

<b>Densidad Promedio</b>	<b>88.76</b>	<b>Kg/m3</b>
--------------------------	--------------	--------------

Fuente: ECRSM Distrito de Cusipata

#### 4.3.1.15. Resultado de la caracterización de Residuos Sólidos Municipales (Domiciliarios + No Domiciliarios)

#### 4.3.1.16. Generación Total y Generación Per Cápita Total de los Residuos Sólidos Domiciliarios

La Generación Per Cápita de los residuos sólidos domiciliarios, que abarca al distrito y las comunidades, es de 0.30 Kg/hab/día.

**Tabla 39:** Generación Total Per cápita de los Residuos Sólidos Domiciliarios

ZONA	GPC kg/hab/día	Población (N) habitantes	GPC x N REGISTRO DE SOLIDOS DOMICILIARIOS (Kg/día)
Capital del Distrito Cusipata	0.26	1920	504.81
Comunidad Tintinco	0.31	653	204.21
Comunidad Patacolca	0.27	252	69.05
Comunidad Parupucyo	0.28	287	79.20
Comunidad Moccoraíse	0.39	657	259.18
Comunidad Yaucat	0.33	366	119.53
Comunidad Paucarpata	0.22	311	69.09
Comunidad Chillihuani	0.31	560	174.03
<b>Total</b>	<b>0.30</b>	<b>5006</b>	<b>1479.09 Kg/día</b>

Fuente: ECRSM Distrito de Cusipata

#### 4.3.1.17. Composición física de los residuos sólidos domiciliarios

Los resultados finales de la composición física de los residuos sólidos estudiados a nivel domiciliario, se detalla en la siguiente tabla donde se puede observar que la materia orgánica está en mayor porcentaje seguidamente de plásticos y bolsas con 8 y 7.85%.

**Tabla 40:** Composición Física de los RSM domiciliarios

<b>N°</b>	<b>MATERIALES</b>	<b>Promedio (Kg)</b>	<b>%</b>
1	Materia Orgánica	8.76	35.54
2	Madera, follaje	0.24	0.98
3	Papel	0.53	2.14
4	Cartón	1.16	4.69
5	Vidrio	1.21	4.92
6	Plástico PET	1.97	8.00
7	Plástico duro	0.47	1.92
8	Bolsas	1.94	7.85
9	TETRAPACK	0.26	1.07
10	Tecnopor y similares	0.08	0.32
11	Metales ferrosos	1.37	5.56
12	Telas, textiles	0.81	3.28
13	Caucho, cuero, jebe	0.86	3.48
14	Pilas y baterías	0.57	2.32
15	Restos de medicina, focos, etc	1.11	4.52
16	Residuos sanitarios	1.09	4.40
17	Residuos inertes	1.02	4.14
18	Otros (ceniza, porcelana)	1.19	4.84
<b>Total</b>		<b>24.66</b>	<b>100.00</b>

Fuente: ECRSM Distrito de Cusipata

#### **4.3.1.18. Generación Total y Generación Per Cápita Total de los Residuos Sólidos No Domiciliarios**

De igual manera, los resultados de la Generación Per Cápita Total de la capital del distrito y sus comunidades abarcan establecimientos comerciales, mercados, instituciones educativas y barrido de calles.

**Tabla 41:** Generación Total Per cápita de los Residuos Sólidos No Domiciliarios

Sub Grupo	Generación per cápita		Cantidad	Generación
				Kg/ Día
Establecimientos comerciales	1.35	Kg/establecimiento/día	87	117.42
Mercados	1.19	Kg/puesto de venta/día	32	38.08
Instituciones Educativas	0.056	Kg/ alumno, personal, docente/día	1415	79.78
Barrido de calles		Kg/día		50.592
<b>Total</b>				<b>285.87</b>

Fuente: ECRSM Distrito de Cusipata

#### 4.3.1.19. Composición física de los residuos sólidos no domiciliarios

De los resultados de Composición para Generadores no Domiciliarios se tiene el siguiente cuadro donde se detalla en resumen lo resultados obtenidos de Establecimientos Comerciales, Mercado, Instituciones Educativas y barrido de Calles.

**Tabla 42 :** Composición Física de los RSM No domiciliarios

N°	MATERIALES	Establecimientos Comerciales	Mercados	Instituciones Educativas	Barrido de Calles	Total	%
1	Materia Orgánica	13.07	11.03	13.23	9.79	47.12	47.31
2	Madera, follaje	0.12	0.33	0.27	2.47	3.19	3.20
3	Papel	0.55	0.93	4.64	0.66	6.78	6.81
4	Cartón	2.02	1.12	2.33	0.46	5.93	5.95
5	Vidrio	0.35	0.23	2.41	0.42	3.41	3.42
6	Plástico PET	1.09	0.55	0.73	0.56	2.93	2.94
7	Plástico duro	0.34	0.22	1.92	1.13	3.61	3.62
8	Bolsas	1.63	1.05	1.59	1.21	5.48	5.50
9	TETRAPACK	0.59	0.33	1.50	1.40	3.82	3.84
10	Tecnopor y similares	0.14	0.12	0.48	0.72	1.46	1.47
11	Metales ferrosos	0.12	0.26	0.72	0.91	2.01	2.02
12	Telas, textiles	0.39	0.47	0.22	0.90	1.98	1.99
13	Caucho, cuero, jebe	0.18	0.84	0.20	0.81	2.03	2.04
14	Pilas y baterías	0.19	0.98	0.18	0.51	1.86	1.87
15	Restos de medicina, focos, etc	0.21	0.49	0.30	0.43	1.43	1.44

16	Residuos sanitarios	0.28	0.30	2.07	0.33	2.98	2.99
17	Residuos inertes	0.63	0.24	0.88	0.51	2.26	2.27
18	Otros (ceniza, porcelana)	0.26	0.27	0.48	0.31	1.32	1.33
<b>Total</b>		<b>22.16</b>	<b>19.75</b>	<b>34.15</b>	<b>23.54</b>	<b>99.60</b>	<b>100.00</b>

Fuente: ECRSM Distrito de Cusipata

De donde se infiere que el 47% está compuesto por materia Orgánica, seguido de papeles con un 6.81%, cartones con 5.95% y bolsas con un 5.5%, materiales que representan el mayor porcentaje en la composición de residuos Sólidos No Domiciliarios.

**Tabla 43:** Generación Per Cápita y por establecimientos

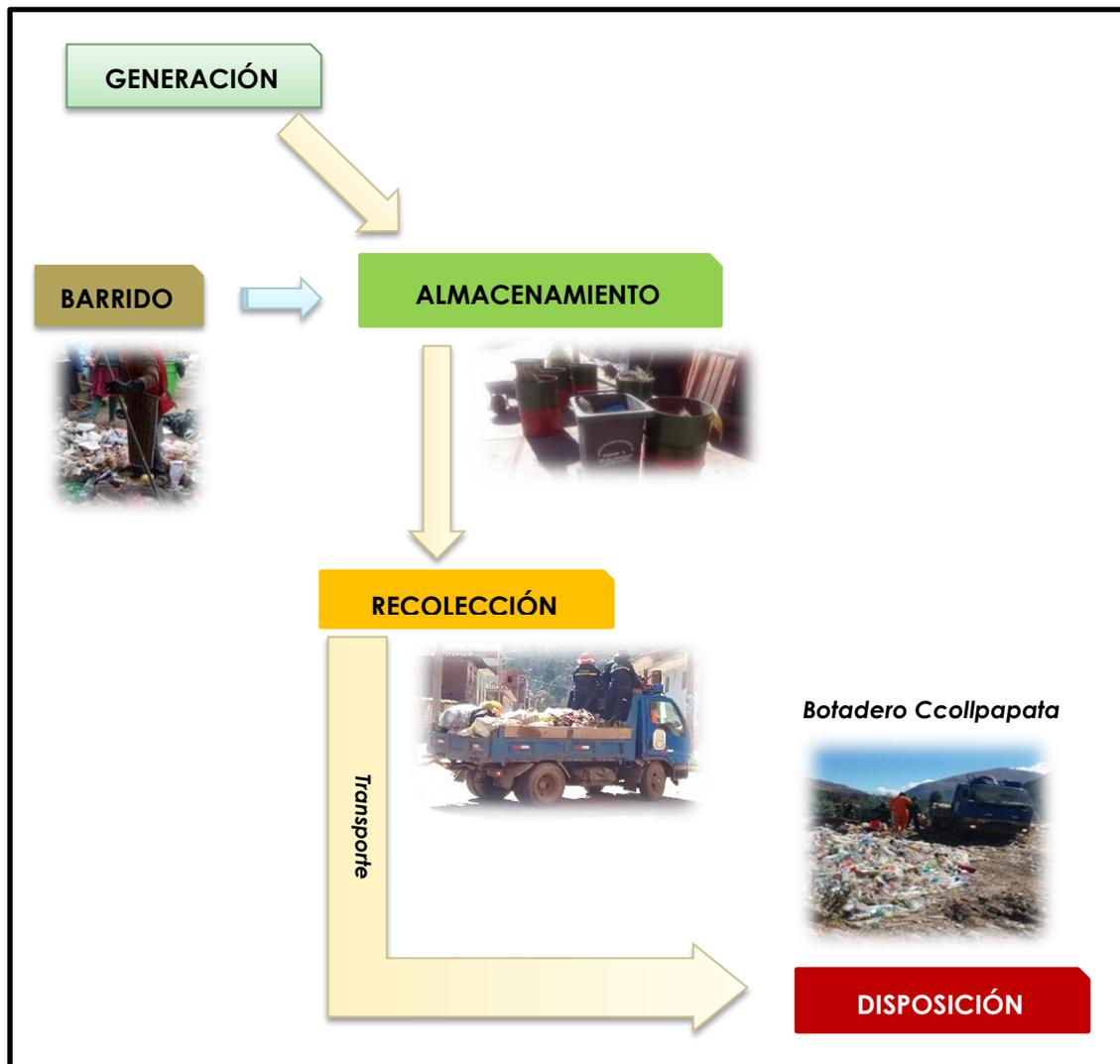
<b>Residuos Sólidos</b>	<b>Domiciliarios</b>	<b>No domiciliarios</b>	<b>Total</b>
Cantidad	<i>Población al 2016</i>	<i>Establecimientos</i>	
	5,006	87 (EC)+32(MDO)+1415 (ALUMNOS)	
GPC- GPE	<i>(kg/hab./día)</i>	<i>(kg/Estab./día)</i>	
	<b>0.30</b>	<b>235.28</b>	
Generación diaria (ton/día)	1,48	0.235	<b>1.72</b>
Generación diaria (ton/mes)	44.40	7.05	<b>51.45</b>
Generación diaria (ton/año)	532.8	84.60	<b>617.4</b>

Fuente: ECRSM Distrito de Cusipata

#### 4.3.2. Situación Actual del Servicio de Limpieza Pública

El Servicio de Limpieza Pública en el distrito de Cusipata sigue el siguiente procedimiento:

**GRAFICO 0-6:** Servicio Actual de Limpieza Pública y sus procesos en el Distrito de Cusipata



Fuente: Elaboración Propia

#### 4.3.2.1. Capacidades de Gestión

La prestación del servicio de Limpieza Pública se realiza desde la Subgerencia de Gestión Ambiental y Recursos Naturales de la Municipalidad Distrital de Cusipata, de la División de Medio Ambiente y Limpieza; el mismo que tiene la siguiente estructura orgánica:

**GRAFICO 0-7:** Organización Jerárquica del Servicio de Limpieza Pública

Fuente: Elaboración propia

La División del Medio Ambiente y Limpieza Pública, responsable de mantener el equilibrio medio ambiental y el servicio de limpieza y la ornamentación del distrito de Cusipata, promoviendo la participación ciudadana a efectos de presentar un distrito limpio y ordenada, desarrollando en forma adecuada, eficiente y oportuna el manejo y gestión de los residuos sólidos en sus diferentes etapas y procesos.

Las funciones de la División de Medio Ambiente, Limpieza Pública y Ornato son las siguientes:

- a) Programar, dirigir, ejecutar, supervisar, evaluar y controlar el equilibrio del medio ambiente, recojo de residuos sólidos en el Distrito de Cusipata, así como el transporte, disposición final y tratamiento y la ornamentación del distrito.

- b) Programar, planificar, organizar, dirigir, controlar, supervisar, evaluar ejecutar la presentación del medio ambiente, limpieza pública y ornato, Prestación de Saneamiento Básico – OMSABA.
- c) Organizar Coordinar con SENASSA acciones de Saneamiento Ambiental, para una adecuada prestación de servicios de limpieza pública.
- d) Propiciar campañas de forestación y reforestación, otorgando prioritaria atención a la recuperación de las especies nativas locales y fauna silvestre.
- e) Proponer programas y promover convenios con organismos públicos o privados para el mantenimiento y conservación de áreas verdes, parques y jardines y vigilar el cumplimiento de las Normas Municipales referidas a la conservación, mantenimiento y desarrollo de áreas verdes.
- f) Programas, organizar, controlar y evaluar la protección y conservación del medio ambiente en el ámbito del distrito y proponer programas de salud pública, saneamiento y educación sanitaria y ambiental.
- g) Propiciar campañas de forestación y reforestación, otorgando prioritaria atención a la recuperación de las especies nativas locales y fauna silvestre.
- h) Proponer programas y promover convenios con organismos públicos o privados para el mantenimiento y conservación de áreas verdes, parques y jardines y vigilar el cumplimiento de las Norma Municipales referidas a la conservación, mantenimiento y desarrollo de áreas verdes.
- i) Prestar el servicio de Limpieza Pública, en forma directa o a través de la activa participación de la población.
- j) Formular, ejecutar y evaluar su Plan Operativo y el Cuadro de Necesidades.
- k) Administrar los rellenos sanitarios municipales de conformidad con las regulaciones videntes.

#### **4.3.2.2. Presupuesto Asignado:**

La Subgerencia de Gestión Ambiental y Recursos Naturales de la Municipalidad Distrital de Cusipata, actualmente, tiene un presupuesto anual asignado de S/. 150, 000.00 (Ciento Cincuenta Mil con 00/100 Soles). Teniendo en cuenta los datos proporcionados en la página de Consulta Amigable del Ministerio de Economía y Finanzas, se logra identificar los presupuestos asignados en materia de Gestión de

Residuos Sólidos dentro de la Función 17: Ambiente, el cual indica que tiene un monto certificado anual de S/.17,100.00 (Diecisiete Mil Cien con 00/100 soles) siendo un presupuesto menor a comparación de otros distritos pertenecientes de la provincia.

#### **4.3.2.3. Personal:**

En la Subgerencia de Gestión Ambiental y Recursos Naturales, la responsable de programar, regular, incentivar, aprobar, supervisar y desarrollar propuestas es la Licenciada en Enfermería Lucia Auccatinco Monrroy, la cual cuenta con un asistente administrativo; a su vez la asignación de trabajadores que tiene a su cargo, es como sigue:

**FIGURA 19:** Personal Ingresando al Botadero



Fuente: Elaboración Propia

#### **4.3.2.4. Equipamiento e Insumos:**

Debido al limitado presupuesto asignado en la Subgerencia de Gestión Ambiental y Recursos Naturales el requerimiento de equipamiento e insumos no cubren una parte

importante para dar un servicio eficiente de la limpieza pública, ya que este se mezcla con la limpieza de los ambientes de la misma subgerencia.

Además, se puede observar que las mascarillas antigases solo la utilizan el personal de reciclaje, pero debería de utilizarlo todo el personal, ya que todos se encuentran expuestos a la contaminación presente en el área de la disposición final (botadero).

**FIGURA 20:** Material de la Oficina de Medio Ambiente



Fuente: Elaboración propia

#### **4.3.2.5. Oficina Administrativa:**

La División del Medio Ambiente y Limpieza Pública, es administrada en la Subgerencia de Gestión Ambiental y Recursos Naturales, indicando que no existe una oficina propia para tal fin, ni mucho menos el equipamiento administrativo, por lo que estas son compartidas de acuerdo a la necesidad de la División.

**FIGURA 21:** Oficina de la Subgerencia de Gestión Ambiental y Recursos Naturales



Fuente: Elaboración Propia

Esta oficina cuenta con los siguientes bienes: 02 computadoras, 02 impresoras, 02 escritorios de melamine, 04 sillas de madera, 04 sillas de plástico, 02 armario para archivadores; es preciso mencionar que dicha oficina también es el lugar donde están los materiales de limpieza.

**FIGURA 22:** Personal de Limpieza en Función de sus labores



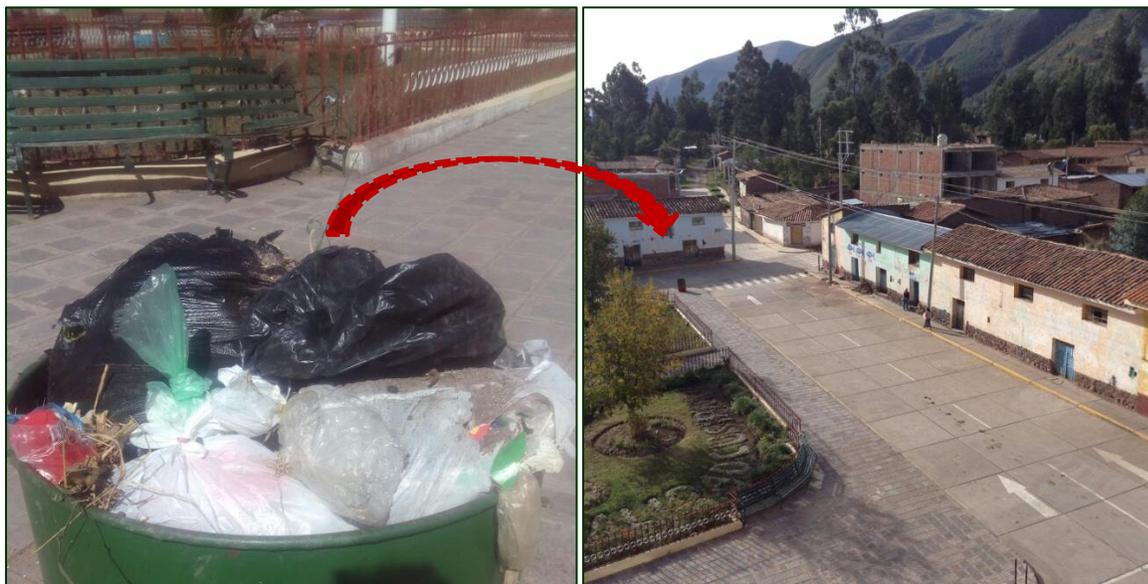
Fuente: Elaboración Propia

#### 4.3.2.6. Proceso de almacenamiento

El proceso de almacenamiento municipal se refiere a tachos, cilindros, contenedores, etc., con los que cuenta la municipalidad para que los propios pobladores puedan hacer uso de ellos para depositar los residuos generados en las calles (no cuenta viviendas), estos pueden estar ubicados en las plazas, parques, jardines, mercados, etc.

La Municipalidad Distrital de Cusipata, ha dispuesto cilindros para su uso tanto en la plaza principal, mercado y calles principales, en la actualidad son 10 cilindros que se encuentran operando (4 plaza, 1, mercado, 5 distribuidos en las calles principales), aunque la municipalidad cuenta con 26 cilindros, es decir que 16, no están operando.

**FIGURA 23:** Ubicación de los Cilindros



Fuente: Elaboración propia

La generación de Residuos Sólidos como parte del almacenamiento es de 17 kilos al día.

#### 4.3.2.7. Proceso de Barrido

A la fecha, el proceso de barrido corresponde a 6 calles principales, y la vía principal que es la Carretera Cusco - Sicuani, diariamente 6 operarios de limpieza en horario de 06:00 a.m. - 08:00 a.m., realizan el barrido de las calles.

Adicionalmente llevan con ellos tachos con ruedas, escoba y un recogedor lo que les permite recorrer las calles del distrito, cabe resaltar que este servicio de barrido solo se realiza actualmente en el Centro Poblado de Cusipata. Con un total de 3.35 Km de Barrido diario y una productividad 558.3 metros de barrido por persona.

En la siguiente tabla se puede observar las zonas que cuentan con el programa de barrido y las longitudes de cada una.

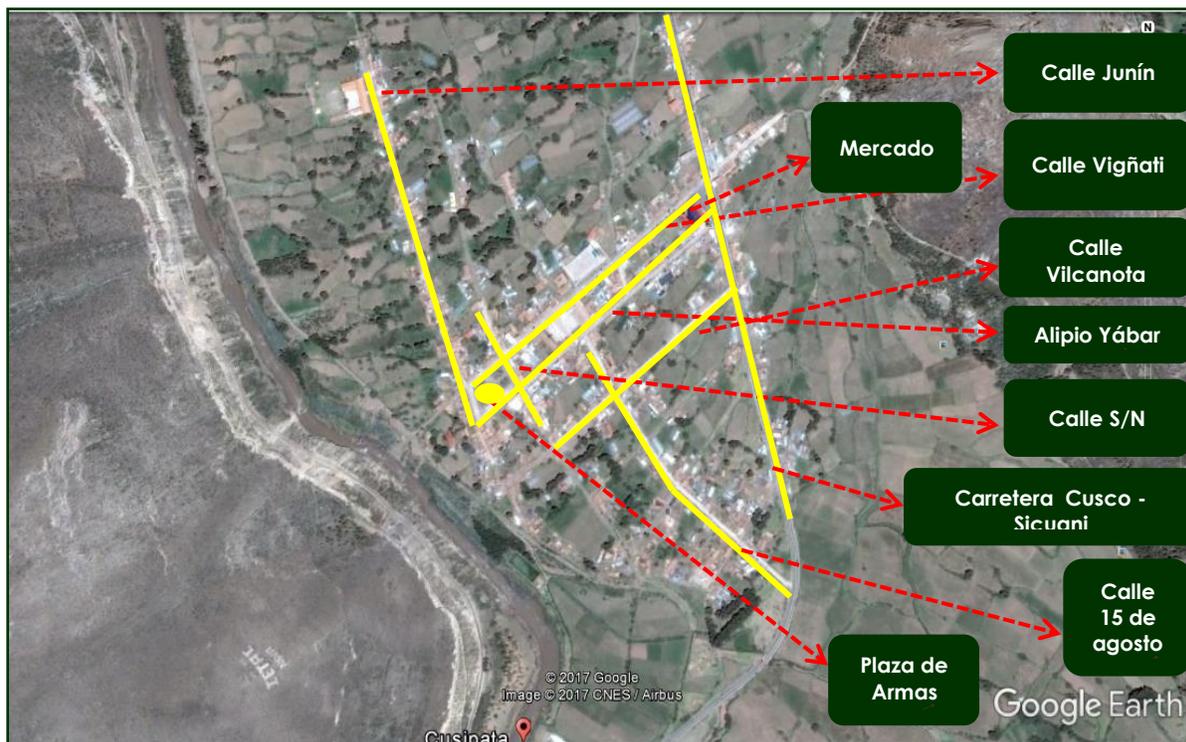
**Tabla 44:** Proceso de Barrido en el distrito de Cusipata

N°	Nombre	Longitud (m)
1	Vía Cusco - Sicuani	512
2	Calle 5 de agosto	430.21
3	Calle Vignati	468.92
4	Calle Junín	582.27
5	Calle Alipio Yabar	485.57
6	Calle Vilcanota	459.19
7	Calle S/n	156.46
8	Mercado	125.07
9	Plaza	134.66
<b>TOTAL</b>		<b>3354.35</b>

Fuente: Elaboración Propia – Trabajo de Campo

Como se puede observar en la ilustración, solo las calles principales cuentan con este servicio, lo que permite tener las calles limpias de dicho centro poblado. En la actualidad no se cuenta con un manual de procedimiento y programación de barrido, esto hace que el proceso presente ineficiencia ya que podría haber más rendimiento por trabajador.

### GRAFICO 0-8: Delimitación de calles en la Capital de distrito de Cusipata



Fuente: Elaboración Propia – Trabajo de Campo

#### 4.3.2.8. Proceso de Recolección

El proceso de recolección de los residuos sólidos municipales se efectúa en la capital del distrito dos veces por semana y en el caso de las 7 comunidades es una vez por semana.

Como se puede observar se hace nueve servicios por semana, se cuenta con un volquete de 3 m<sup>3</sup>, el cual está en funcionamiento desde el año 2012, no cuenta con un mantenimiento permanente, y está en funcionamiento unas 6 horas al día, este mismo es el encargado de transportar al botadero que se encuentra a 7 minutos del centro poblado.

**FIGURA 24:** Vehículo de recojo de los Residuos Solidos

Fuente: Elaboración Propia

También se puede observar que al tener que desplazarse a las comunidades su rendimiento es menor ya que los caminos no son vías asfaltadas por lo que tiene un rendimiento menor, actualmente está a un 40% de su rendimiento.

Se puede observar que las características del vehículo no son las óptimas para este proceso, ya que su diseño es más de carga que de recolección.

**Tabla 45: Recorrido del Vehículo de recojo de residuos solidos**

N°	ZONAS	N° de Veces por semana
1	CUSIPATA	2
2	TINTINCO	1
3	PATACOLCA	1
4	PARUPUCYO	1
5	MOCCORAISE	1
6	YAUCAT	1
7	PAUCARPATA	1
8	CHILLINUANI	1
<b>Total de Servicios</b>		<b>9</b>

Fuente: Elaboración Propia – Trabajo de Campo

En el trabajo de campo se puede evidenciar que no existe una buena segregación de los residuos sólidos municipales, lo que hace que presente deficiencias en el servicio y en la salud de la población.

**FIGURA 25:** Inadecuada Segregación de RSM



Fuente: Elaboración Propia

Existe además una mala manipulación en el proceso de recolección, el vehículo no cuenta con las características para poder llevar a cabo una disposición final de los RSM; para hacerlo se recurre a escobas, para que se pueda hacer el depósito final de estos residuos.

#### **4.3.2.9. Proceso de Disposición Final**

El ingreso al botadero actual en el sector de Ccollpapata, es mediante una trocha en la se puede observar la existencia de aguas empozadas, la cual, por efectos del clima (variación de calor intenso en el día y frío de noche, y en meses de lluvias acumulación de charcos) emana olores ácidos como producto de la lixiviación y la descomposición de los RSM, además de ser un terreno inestable, alrededor se puede observar una gran cantidad de mosquitos sobre todo en el área del agua empozada.

**FIGURA 26:** Disposición Final de RSM: Acceso e ingreso al botadero Ccollpapata



Fuente: Elaboración propia

**FIGURA 27:** Presencia de malos olores, Vectores Contaminantes



Fuente: Elaboración propia

En esta figura como se observa ya el área del actual botadero, este presenta un área de unos 200 m<sup>2</sup>, se localiza a las riberas del río, y por su mismo colapso los RSM,

están cayendo al río Vilcanota generando la contaminación de sus aguas y la ausencia de especies propias de la zona, el total de los RSM son traídos a este botadero, tiene una antigüedad de 10 años, actualmente no cuenta con permisos sanitarios por parte de la DIRESA (Dirección Regional de Salud), MINAM( Ministerio del Ambiente) y/o algún otro organismo competente.

**FIGURA 28:** Supervisión de Organismos Competentes al botadero de Ccollpapata: OEFA(Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental.)



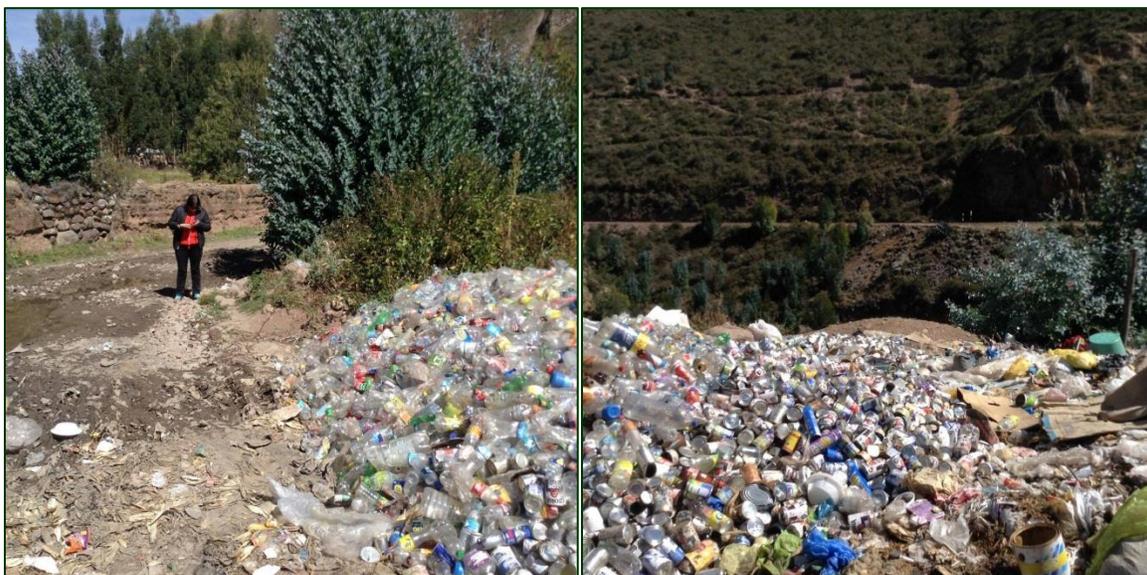
Fuente: Elaboración Propia

Recordemos que dice la **ley N° 27314 - Ley General de Residuos Sólidos aprobado por Decreto Supremo N° 057-2004-PCM**, establece en su Artículo 82°: *“La disposición final de residuos del ámbito de gestión municipal se realiza mediante el método de relleno sanitario. La disposición final de residuos del ámbito de gestión no municipal se realiza mediante el método de relleno de seguridad”*. Es decir, que el botadero actual del Distrito de Cusipata no es apto para seguir operando, ya que la ley establece que la disposición final sea a un relleno sanitario.

#### 4.3.2.10. Proceso de Reciclaje

En el proceso de reciclaje actualmente el Municipio no cuenta con un Programa de Formalización de Recicladores, la **Ley N° 29419 - Ley que Regula la Actividad de los Recicladores Artículo 5°: Regulación Local:** *“La actividad de los recicladores es regulada por los gobiernos locales como entes rectores, en el marco de sus atribuciones. El régimen de regulación local se orienta a incorporar a los recicladores como parte del sistema local de gestión de residuos sólidos. Los gobiernos locales establecen normas de promoción de la actividad que realizan los recicladores de residuos sólidos no peligrosos en coordinación con las asociaciones de recicladores registrados en su jurisdicción”.*

**FIGURA 29:** Reciclaje de material plástico en el botadero



Fuente: Elaboración Propia

En el trabajo de campo se puede observar que se realiza el proceso de reciclaje de envases de plástico, estos sin ningún conocimiento y tratamiento pertinente, ya que después de desechar en el botadero los recicladores proceden a segregar los plásticos y ponerlos a lado del botadero, esto genera una contaminación de los trabajadores, lo que podría conllevar a contraer enfermedades dérmicas, urinarias e infecto contagiosas, no existe un plan para un manejo eficiente de los RSM reciclables.

La labor de los recicladores, es peligrosa debido a que no llevan implementos de seguridad adecuados, solo tiene una mascarilla de enfermería lo cual no les protege de los malos olores y la emanación de gases, no presentan un uniforme adecuado para esta actividad, y tampoco cuentan con un conocimiento de manipulación y cuidado personal, debido a que se pudo evidenciar las trabajadoras se está tocando el rostro con los guantes que usan para la selección de la basura.

**FIGURA 30:** Proceso de Reciclaje en el botadero



Fuente: Elaboración Propia

#### **4.3.2.11. Percepción del servicio**

En lo referente a la percepción del servicio de limpieza pública en el distrito de Cusipata, y según el trabajo de campo, la población considera que el 50% de las viviendas seleccionadas califica que es regular, no mostrando una satisfacción completa, solo el 2% indica que el servicio es muy bueno, el 13% nos indica que el servicio es malo.

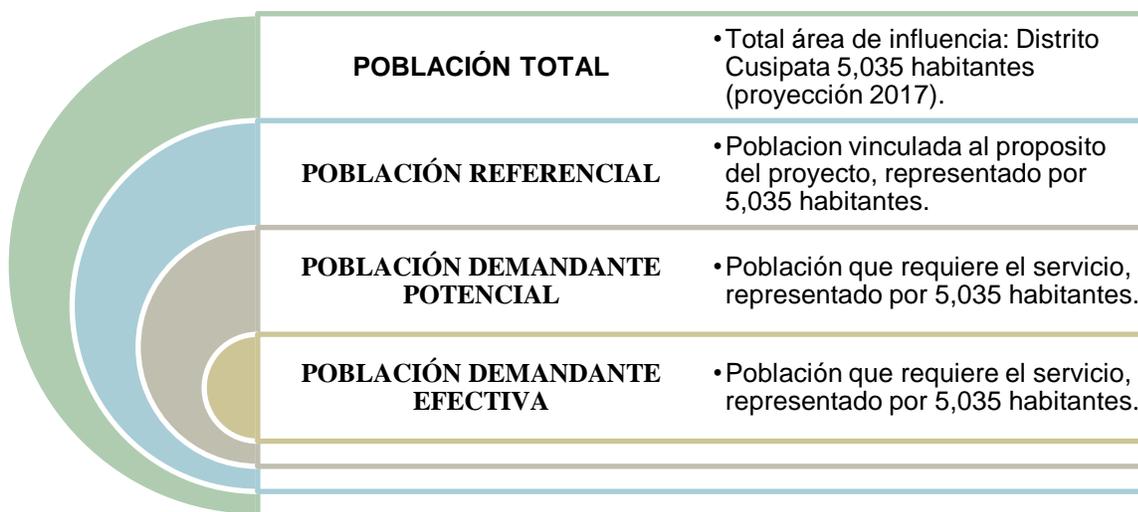
Sobre la pregunta cómo calificaría el actual servicio de recolección de residuos sólidos en su vivienda, el 57% indica que es regular la recolección de residuos sólidos, un 31% de viviendas indica que es bueno, el 6 % indica que el recojo es muy bueno y el otro 6% menciona que es malo.

Se puede concluir que la percepción del servicio en términos generales es regular, se evidencia que no existe la satisfacción de la población al servicio y recolección de los residuos sólidos en el Distrito de Cusipata.

### 4.3.3. Diseño Del Relleno Sanitario

#### 4.3.3.1 Estimación de la población que requiere el Relleno Sanitario

Para la estimación de la población demandante, es necesario tener presente lo siguiente:



Para el estudio de la demanda del presente proyecto se toma en como referencia la población total del Distrito.

Para la determinación de la población se usó la información del Censo Nacional del INEI 2007, la población beneficiaria del proyecto es el área urbana y rural del distrito, es decir, la población total del Distrito de Cusipata, que representa el 100% de la población corresponde un total de 4,755 (año 2007), para el año 2017 se proyecta una población de 5,035 habitantes, que representa el 100.00 % de la población total al presente año.

**Tabla 46:** Población Urbano y Rural del Distrito de Cusipata

TIPO	POBLACIÓN	%
Urbano	1,185.00	24.92
Rural	3,570.00	75.08
<b>Total</b>	<b>4,755.00</b>	<b>100.00</b>

Fuente: INEI, Censo Nacional 2007.

Para el año 2026, la población de influencia del proyecto tendrá un total de 5,361 habitantes, que significa en promedio 1,787 viviendas.

**Tabla 47:** Población Potencialmente Demandante

AÑO	POBLACIÓN PROYECTADA
2,017	5,035
2,018	5,064
2,019	5,093
2,020	5,122
2,021	5,151
2,022	5,181
2,023	5,210
2,024	5,240
2,025	5,270
2,026	5,301
2,027	5,331
2,028	5,361

Fuente: trabajo de gabinete

La población del Área de Influencia, es todo el distrito de Cusipata Incluyendo sus 7 comunidades utilizando la tasa de crecimiento de 0,57%, para el 2017 la población se encuentra distribuida de la siguiente forma:

**Tabla 48:** Población del Área de Influencia

N°	ZONAS	POBLACION
1	CUSIPATA	1932
2	TINTINCO	657
3	PATACOLCA	254
4	PARUPUCYO	288
5	MOCCORAISE	660
6	YAUCAT	368
7	PAUCARPATA	313
8	CHILLINUANI	563
<b>Total</b>		<b>5,035</b>

Fuente: Trabajo de Gabinete

**4.3.3.2 Demanda del servicio de limpieza pública**

Para la determinación de la demanda del servicio de limpieza pública, se ha tomado en cuenta, los indicadores obtenidos durante el proceso de Elaboración del Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Domiciliarios y No Domiciliarios del Distrito de Cusipata, desarrollado durante los meses de abril del año 2016; para tal efecto se toman en cuenta los siguientes datos:

**Tabla 49:** Generación Per Cápita y por establecimientos

Residuos Sólidos	Domiciliarios	No domiciliarios	Total
Cantidad	Población al 2016	Establecimientos	
	5,006	87 (EC)+32(MDO)+1415 (ALUMNOS)	
GPC- GPE	(kg/hab./día)	(kg/Estab./día)	
	<b>0.30</b>	<b>235.28</b>	
Generación diaria (ton/día)	1,48	0.235	<b>1.72</b>
Generación diaria (ton/mes)	44.40	7.05	<b>51.45</b>

Generación diaria (ton/año)	532.8	84.60	<b>617.4</b>
-----------------------------	-------	-------	--------------

Fuente: ECRSM Distrito de Cusipata

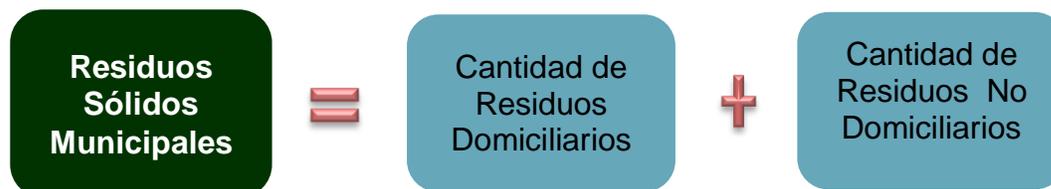
Así mismo se considera la densidad de los residuos sólidos domiciliarios con un valor de 84.22 Kg/m<sup>3</sup>, densidad de los residuos sólidos no domiciliarios con un valor de 86.25 Kg/m<sup>3</sup> y un valor de la densidad promedio de 85.23 Kg/m<sup>3</sup>. Así mismo para el sector no domiciliario se consideran la generación por establecimientos y/o actividad por día y total, el mismo que se detalla a continuación:

**Tabla 50:** Generación sector no domiciliario

Sub Grupo	Generación per cápita		Cantidad	Generación
				Kg/ Día
Establecimientos comerciales	<b>1.35</b>	Kg/establecimiento/día	87	117.42
Mercados	<b>1.19</b>	Kg/puesto de venta/día	32	38.08
Instituciones Educativas	<b>0.056</b>	Kg/ alumno, personal, docente/día	1415	79.78
Barrido de calles		Kg/día		50.592
<b>Total</b>				<b>285.87</b>

Fuente: ECRSM Distrito de Cusipata

Para la determinación de la cantidad de los residuos sólidos municipales, se deberá tomar en cuenta la cantidad de los residuos generados en los predios más los residuos generados en lugares públicos.



La Demanda del Servicio de Limpieza Pública, tanto en la zona urbana como rural debidamente identificados, cuenta con un total de 5,035 habitantes en el año 2017, lo

que genera una ligera variación con respecto al año anterior de acuerdo a las proyecciones respectivas realizadas; con una Generación Per Cápita de 0.30 Kg/habitante/persona, se tiene un total de 1.49 ton/día provenientes de las viviendas; por otra parte de acuerdo a los resultados del Estudio de Caracterización realizado, se determina la generación de los residuos no domésticos (establecimientos) con un total de 0.24 t/día, lo que significa una generación total de 1.72 ton/día y de 628.81ton/año; en este ítem se considera a las instituciones educativas conformadas por 1415 personas entre alumnos, maestros y conserjes estos tienen una generación diaria de 0.056 kg/ alumnos/día, al día se generan 79.78 Kg/día y un total de 29.12 Ton/año estos se toman en este punto por que los residuos tienen más características de residuos de establecimientos por lo mismo que existen programas alimenticios. Para tal efecto se presentan los datos proyectados en la población con la tasa de crecimiento (0.57%), tal como se muestra en el siguiente cuadro:

**Tabla 51:** Demanda del Servicio de Limpieza Pública en el Proceso de Recolección de Residuos Sólidos Generados en los Predios

Año	Horizonte	Población	GPC (kg/hab/día)	Generación de residuos sólidos domésticos (t/día)	Generación de residuos no domésticos (t/día)	Generación total de residuos (t/día)	Generación total de residuos (t/año)	Demanda en proceso de recolección de residuos generados en predios (t/año)
2017	0	5,035	0.30	1.49	0.24	1.72	628.81	628.81
2018	1	5,064	0.30	1.51	0.24	1.75	638.25	638.25
2019	2	5,093	0.30	1.53	0.24	1.77	647.82	647.82
2020	3	5,122	0.30	1.56	0.24	1.80	657.54	657.54
2021	4	5,151	0.31	1.58	0.24	1.83	667.41	667.41
2022	5	5,181	0.31	1.61	0.25	1.86	677.44	677.44
2023	6	5,210	0.31	1.63	0.25	1.88	687.61	687.61
2024	7	5,240	0.32	1.66	0.25	1.91	697.94	697.94
2025	8	5,270	0.32	1.69	0.25	1.94	708.43	708.43

2026	9	5,301	0.32	1.71	0.26	1.97	719.07	719.07
2027	10	5,331	0.33	1.74	0.26	2.00	729.88	729.88
2028	11	5,361	0.33	1.77	0.26	2.03	740.86	740.86

Fuente: Equipo Técnico

#### 4.3.3.3 Demanda Total del Servicio de Limpieza Pública

De acuerdo al Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos en el Distrito de Cusipata 2016, se ha logrado identificar un total de 1.72 ton/día de residuos sólidos de los cuales 1.48 ton/día es proveniente del sector domiciliario, 0.235 ton/día proveniente de los establecimientos (0.36 ton/día de instituciones, comercio, servicio y especiales; y 0.051 ton/día del barrido de calles), y teniendo en cuenta lo que considera el estudio sobre la cantidad de almacenamiento público en papeleras y al trabajo de campo se ha identificado una cantidad de almacenamiento de 30% del barrido en la actualidad se tiene una generación de 0,015 ton/día.

En tal sentido, la demanda total del servicio de limpieza pública, se obtiene de la suma de la demanda de los residuos domésticos (viviendas), y de los residuos no domésticos, provenientes de los establecimientos, barrido de calles y almacenamiento público, lo que hacen un total de 1.72 ton/día de residuos sólidos municipales equivalente a 652.28 ton/año y para el año 10 del horizonte de evaluación se tendría una demanda de 2.13 ton/día y 777.27 ton/año tal como se muestra en el siguiente cuadro:

**Tabla 52:** Demanda Total del Servicio de Limpieza Pública

AÑO	HORIZONTE	RESIDUOS NO DOMESTICOS			DEMANDA TOTAL (ton/día)	DEMANDA TOTAL (ton/año)
		Establecimientos	Barrido de calles	Almacenamiento Público		
2017	0	0.24	0.0506	0.0152	1.79	652.82
2018	1	0.24	0.0511	0.0167	1.82	662.99
2019	2	0.24	0.0516	0.0184	1.84	673.36
2020	3	0.24	0.0521	0.0202	1.87	683.94
2021	4	0.24	0.0526	0.0222	1.90	694.74
2022	5	0.25	0.0532	0.0244	1.93	705.77
2023	6	0.25	0.0537	0.0269	1.96	717.03

2024	7	0.25	0.0542	0.0296	2.00	728.53
2025	8	0.25	0.0548	0.0325	2.03	740.30
2026	9	0.26	0.0553	0.0358	2.06	752.33
2027	10	0.26	0.0559	0.0394	2.09	764.65
2028	11	0.26	0.0564	0.0433	2.13	777.27

Fuente: Equipo Técnico

#### 4.3.3.4 Proceso de Disposición Final

Teniendo en cuenta, que actualmente se demanda 1.79 ton/día de residuos sólidos domésticos y no domésticos a disponer en el sistema de disposición final, el mismo que ha sido obtenido, tomando en cuenta el crecimiento poblacional urbana (tasa de crecimiento 0.57%), la generación per cápita de habitantes y la generación de residuos sólidos en establecimientos y generación de vías públicas propias del último estudio de caracterización, además se toma en cuenta la densidad promedio distrital y la densidad de los residuos sólidos en su etapa de compactada y estabilizada 450 y 550 Kg/m<sup>3</sup> respectivamente) que permita un adecuado dimensionamiento del terreno.

**Tabla 53:** Proceso de Disposición Final

Detalle	Unidad	Valor
Población inicial	habitantes	5,035
Población final	habitantes	5,361
GPC	Kg/hab/día	0.30
Vida útil	años	10
Cobertura de recolección de residuos	%	70.33
Densidad de residuos recién compactada	Kg/m <sup>3</sup>	430.15
Densidad de residuos estabilizada	Kg/m <sup>3</sup>	550
Cantidad total de residuos sólidos en 10 años	ton	8553.73
Volumen total compactado de residuos solidos	m <sup>3</sup>	1438.26
Volumen total estabilizado de residuos solidos	m <sup>3</sup>	15,552.24
Material de cobertura (% de residuo sólido estabilizado)	%	20
Volumen total de residuos sólidos en el relleno	m <sup>3</sup>	20,528.96
Altura del relleno	M	8

Área total requerida	m <sup>2</sup>	2566.12
Área total requerida + 30%	ha	0.33
Área de celda + cobertura de tierra (80x40m)	m <sup>2</sup>	3200
Cantidad de celdas	unidad	1

Fuente: Equipo Técnico

Continuación se presenta el cuadro de cálculos para la determinación de los datos indicados:

Tabla 54: **Determinación de Área Requerida para Relleno Sanitario**

Año	Población	GPC (kg/hab/día)	GENERACIÓN MUNICIPAL			Volumen de Residuos Sólidos a Disponer por Año (m3/Año) Factor 0.5	Volumen de Material de Cobertura (m3/Año)	Volumen de Residuos Sólidos a Disponer Acumulado (m3)	Volumen Material de Cobertura Acumulado(m3)	Volumen del Relleno Sanitario Acumulado (m3)
			Domiciliaria (ton/día)	No Domiciliaria (ton/día)	Total (ton/año)					
0	5035.00	0.30	1.49	0.30	652.82	1305.64	261.13	1305.64	261.13	1566.77
1	5064.00	0.30	1.51	0.31	662.99	1325.98	265.20	2631.62	526.32	3157.95
2	5093.00	0.30	1.53	0.31	673.36	1346.73	269.35	3978.35	795.67	4774.02
3	5122.00	0.30	1.56	0.31	683.94	1367.89	273.58	5346.23	1069.25	6415.48
4	5151.00	0.31	1.58	0.32	694.74	1389.48	277.90	6735.72	1347.14	8082.86
5	5181.00	0.31	1.61	0.32	705.77	1411.53	282.31	8147.25	1629.45	9776.70
6	5210.00	0.31	1.63	0.33	717.03	1434.05	286.81	9581.30	1916.26	11497.56
7	5240.00	0.32	1.66	0.34	728.53	1457.07	291.41	11038.37	2207.67	13246.04
8	5270.00	0.32	1.69	0.34	740.30	1480.60	296.12	12518.96	2503.79	15022.76
9	5301.00	0.32	1.71	0.35	752.33	1504.67	300.93	14023.63	2804.73	16828.35
10	5331.00	0.33	1.74	0.36	764.65	1529.30	305.86	15552.93	3110.59	18663.52
11	5361.00	0.33	1.77	0.36	777.27	1554.54	310.91	17107.47	3421.49	20528.96

12	5389.33	0.33	1.79	0.37	786.25	1572.49	314.50	18329.89	3665.98	21995.87
13	5418.99	0.34	1.82	0.37	797.54	1595.09	319.02	19765.68	3953.14	23718.81
14	5448.64	0.34	1.84	0.38	808.84	1617.68	323.53	21201.46	4240.29	25441.75
15	5478.29	0.34	1.87	0.38	820.14	1640.28	328.05	22637.25	4527.45	27164.69
16	5507.95	0.34	1.89	0.39	831.44	1662.87	332.57	24073.03	4814.61	28887.64
17	5537.60	0.35	1.92	0.39	842.73	1685.47	337.09	25508.82	5101.76	30610.58
18	5567.26	0.35	1.94	0.40	854.03	1708.06	341.61	26944.60	5388.92	32333.52
19	5596.91	0.35	1.97	0.41	865.33	1730.66	346.13	28380.39	5676.08	34056.46
20	5626.56	0.36	1.99	0.41	876.63	1753.25	350.65	29816.17	5963.23	35779.40

Fuente: Trabajo de Gabinete

#### 4.3.3.5 Tecnología del Relleno Sanitario

En esta fase se realizarán trabajos importantes en toda el área como son, la habilitación de las áreas para la disposición final de residuos, la construcción de los canales pluviales, la construcción de pozos para lixiviados, entre otros.

Los residuos sólidos serán colocados en su totalidad en el relleno sanitario, haciendo un reaprovechamiento de los mismos, debido a los criterios indicados anteriormente.

Dicha infraestructura comprende lo siguiente:

- a) **Movimiento masivo de tierras.-** Constituyen los trabajos de corte y eliminación de tierra que se realizan en las áreas a ser habilitadas hasta alcanzar los niveles y formas previstas en los planos correspondientes. Estos trabajos se realizan con el empleo de maquinaria pesada.
- b) **Nivelación y acabados en base y taludes.-** Constituyen los trabajos de movimiento de tierras realizados con herramientas manuales, hasta lograr que las superficies estén libres de piedras grandes y tengan las dimensiones y formas definidas en los planos. En esta etapa de los trabajos de habilitación, se realiza el suministro y extendido de tierra seleccionada en toda la superficie a ser habilitada, con la finalidad de que la superficie permita su compactación y tenga un acabado apto para las actividades siguientes.
- c) **Riego y compactación.-** Luego de culminado los trabajos de movimiento de tierras y acabados en las superficies de la base y taludes a ser impermeabilizados, es necesario que estas tengan una superficie uniforme y compactada. Para ello se realiza el riego con agua para que el suelo tenga el contenido óptimo de humedad que permita su compactación manual y/o mecánica, hasta que la superficie esté acondicionada para realizar los trabajos siguientes, entre ellos la instalación de los materiales geo sintéticos.
- d) **Excavación de zanjas para anclaje de geo sintéticos.-** Con la finalidad de asegurar los materiales geo sintéticos (geomembrana y geotextil), en los bordes de la superficie a ser impermeabilizada, se realizará la excavación manual de las zanjas perimetrales para fijar los materiales geosintéticos, con las formas y dimensiones correspondientes. El confinamiento definitivo de los materiales

geosintéticos, se realizará en los bordes que constituyan los límites de la superficie a ser impermeabilizada.

- e) **Instalación de geomembrana.-** La instalación de la geomembrana, realizada por personal técnico de la empresa proveedora; la superficie donde será colocada la geomembrana deberá estar libre de piedras u otros objetos punzo cortantes, luego se procederá a extender la geomembrana, cuidando las dimensiones de traslape previsto para realizar la soldadura y para el caso de los bodes exteriores, considerando las dobleces y dimensiones de las zanjas laterales de confinamiento.
- f) **Anclaje y confinamiento lateral de los geosintético.-** Culminada la instalación de la geomembrana, debe realizarse el confinamiento de la geomembrana, en las zanjas que con esta finalidad se han habilitado en los bordes exteriores. Este confinamiento debe realizarse de acuerdo a lo especificado en el plano correspondiente.
- g) **Drenaje vertical para gases.-** Se inician en la base del área a ocuparse y están constituidas por cilindros metálicos con perforaciones laterales y rellenas con piedras de tamaño variable, hasta 20” de diámetro. Los cilindros se van superponiendo verticalmente de acuerdo al crecimiento vertical en la disposición final de los residuos. En el extremo superior del dren vertical, se instalará el quemador para posibilitar la combustión controlada de los gases que pudieran emanar. Debido a las características de los residuos que se disponen en las infraestructuras para residuos peligrosos (residuos con ausencia o mínima presencia de materia orgánica) hay la posibilidad de ausencia total o mínima cantidad de gases que puedan emanar a través de los drenes verticales, por lo que no debe descartarse la imposibilidad de realizar la combustión.
- h) **Drenaje para lixiviados.-** Los lixiviados serán conducidos a la zona de menor cota de la infraestructura de disposición final de residuos, mediante el dren longitudinal principal que se desarrollara a lo largo de la base del relleno sanitario. El dren longitudinal principal que estará conectado a los drenes transversales secundarios, conducirá los lixiviados hasta la zona de acumulación

habilitada en el extremo inferior de la infraestructura, desde donde será succionada hacia la poza de captación ubicada en área contigua.

**i) Construcción de poza para almacenamiento y recirculación de lixiviados.-**

Los lixiviados acumulados en la poza de captación al interior de la infraestructura de disposición final, serán monitoreados en forma permanente para que de acuerdo del tirante de lixiviados acumulados, estos tengan que ser succionados para ser derivados a la poza de almacenamiento, ubicada fuera de la infraestructura de disposición final de residuos. La poza de almacenamiento de lixiviados, estará cubierta en la base y taludes con geomembrana lisa de 1 mm de espesor. Esta geomembrana estará fijada en la zanja de anclaje habilitada en todo el perímetro de la poza de almacenamiento.

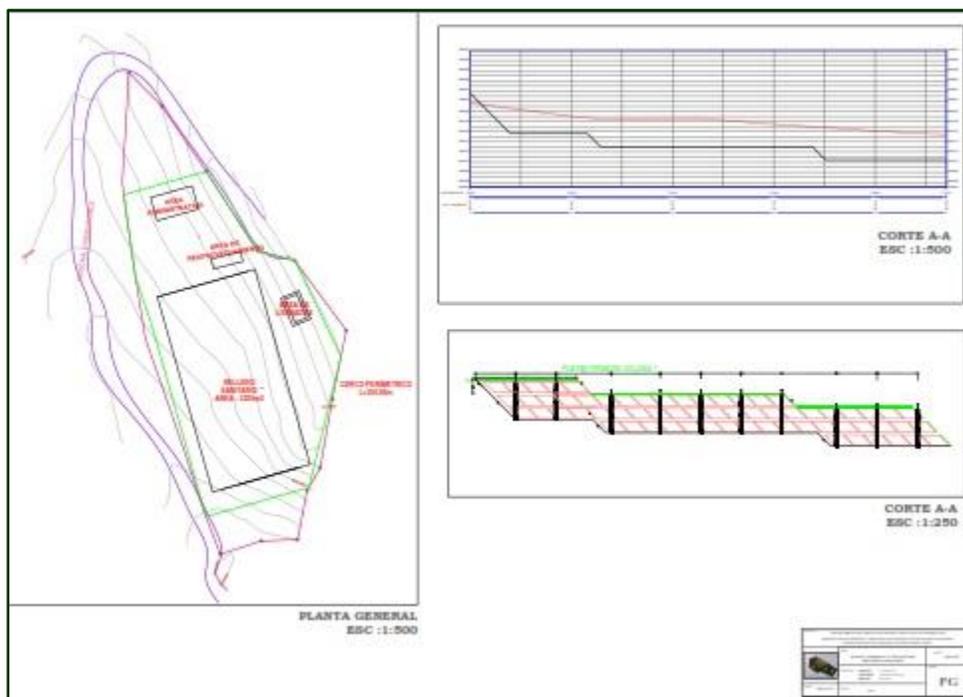
**j) Construcción de canal pluvial.-** Con la finalidad de evitar que las aguas superficiales y las de escurrimiento superficial debido a las intensas precipitaciones pluviales que se registran en la zona, lleguen a la infraestructura, el proyecto contempla la habilitación de canales pluviales, que tengan la finalidad de desviar las aguas de escurrimiento superficial fuera del área de la infraestructura.

**k) Construcción de cerco perimetral.-** Teniendo en cuenta que las infraestructuras relacionadas al manejo de los residuos sólidos, deben constituir áreas de acceso restringido, la infraestructura, estará provista de un cerco perimetral con características disuasivas y con la finalidad de evitar el ingreso de personas ajenas y animales domésticos que pudieran pastar por las inmediaciones. Se cercara un perímetro de 333.5 ml. Los materiales a ser empleados serán palos de eucalipto anclados en el suelo mediante zapatas de concreto, y la colocación de 04 hileras de alambre de púas en forma paralela a la superficie del suelo. Así mismo se implementará un sistema de cerco vivo con plantaciones nativas de la zona; que permita delimitar el área del relleno sanitario y áreas complementarias, tanto de personas, animales y evitar además la disipación de malos olores.

- l) Construcción de instalaciones administrativas y guardianía.-** Estará constituido por los ambientes destinados a la administración y dirección técnica de la infraestructura de tratamiento y disposición final de residuos sólidos del ámbito municipal. Asimismo, se prevé la construcción de un ambiente adecuado para ser utilizado como servicios higiénicos y vestuarios. Así como la construcción de un almacén para materiales y herramientas. Se construirá el área administrativa en  $34\text{m}^2$ , el mismo que tendrá cimentación de concreto y estructura de adobe y calamina con revocado y enlucido de arcilla. La guardianía tendrá similares características del material, en un área de  $13\text{m}^2$ .
- m) Construcciones de estructuras sanitarias.-** El proyecto considera el aprovisionamiento de agua potable mediante cisternas, las que serán almacenados en tanques apoyados de polietileno de  $2,5\text{m}^3$  de capacidad cada uno, desde estos tanques apoyados sobre un terraplén se distribuirá el agua a las instalaciones previstas.
- n) Mejoramiento de la vía de acceso exterior.-** Comprende la vía externa que se inicia en la localidad de Virgen Purificada y atraviesa el terreno destinado al proyecto, hasta la zona de Ccochayocpata. La vía se encuentra operativa y habilitada hasta la progresiva  $\text{km}+5.1$  faltando un tramo de  $+0.9\text{ km}$ , para una habilitación adecuada, hasta el lugar destinado al relleno sanitario.
- o) Construcciones de vías de accesos interiores.-** La superficie de rodadura será mejorada mediante un lastrado usando material proveniente de cantera seleccionada y el sistema de drenaje será mediante cunetas laterales. Adicionalmente a la vía de acceso interior de carácter permanente, a lo largo de la vida útil de la infraestructura será necesario la habilitación de vías internas de carácter temporal, estas vías constituirán parte de los trabajos de operación de la infraestructura.
- p) Área para parqueo y mantenimiento de maquinarias.-** Esta infraestructura será habilitada para la protección de las maquinarias asignadas a la infraestructura, además de servir de estacionamiento en los periodos que no se requieran ser utilizadas, servirá para realizar trabajos de mantenimiento preventivo y correctivos, entre otros. A continuación se presentan diseños de

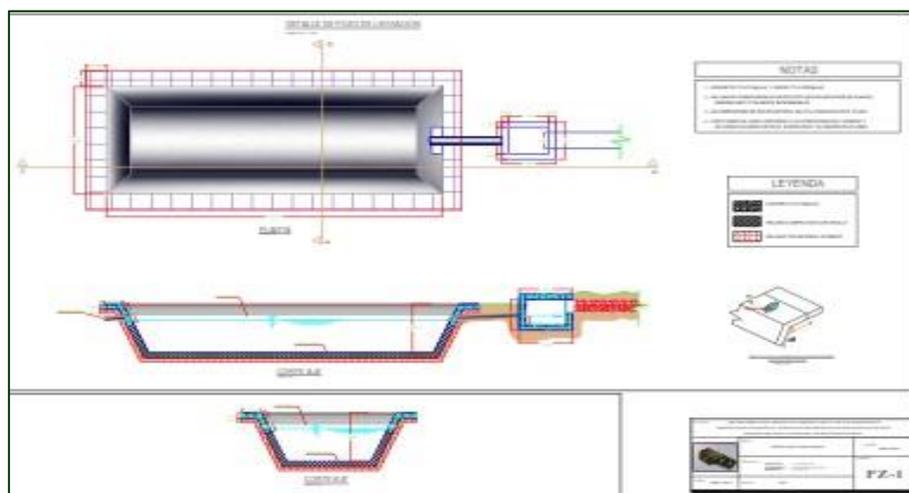
ubicación, planta y especificaciones técnicas en la infraestructura de disposición final, que además se adjuntan en Anexos con los detalles

**GRAFICO 0-9:** Distribución de la Planta



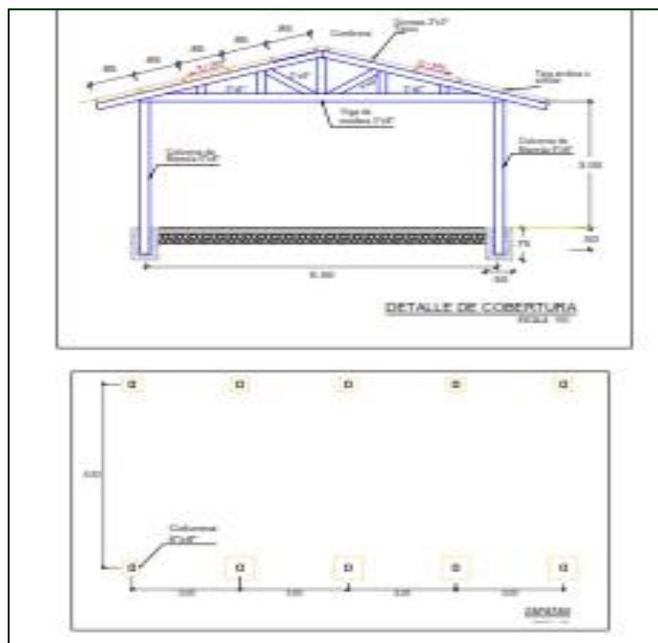
Fuente: Elaboración propia

**GRAFICO 0-10:** Estructura de Pozo de Lixiviados



Fuente: Elaboración propia

### GRAFICO 0-11: Estructura de área administrativa



Fuente: Elaboración Propia

#### 4.3.3.6 Costos de la implementación del relleno sanitario

La implementación del proyecto tiene una sola alternativa, ya que existen tres tipos de relleno sanitario que se pueden construir en el Perú: Mecanizado para generación de más 40 toneladas diarias; el semimecanizado que está en un rango de 15 a 40 m<sup>3</sup> toneladas al día; y el manual que es para la generación de menos de 15 toneladas diarias, en este sentido según la guía del ministerio del ambiente la tecnología recomendada es una sola la del RELLENO SANITARIO MANUAL, puesto que la producción es de 1.79 ton/día.

La alternativa Única, implica principalmente el uso de recursos económicos para el expediente técnico, Apropiada disposición final de los RSM, Eficiente capacidad operativa de recolección, Apropiada reaprovechamiento de los RSM, Eficiente gestión técnica, administrativa, económica y financiera del servicio de limpieza pública, Adecuadas prácticas de la población en el manejo de residuos sólidos, Gastos generales, Declaración de impacto ambiental, liquidación técnica y financiera y la supervisión del proyecto durante la ejecución. Los recursos necesarios para la etapa de

pre inversión e inversión constituyen el capital fijo del proyecto, mientras que para los costos de operación y mantenimiento constituyen el capital de trabajo para el inicio de operaciones. El costo total de la alternativa única es de S/. 1, 429,489.49 (Un Millón Cuatrocientos Veintinueve Mil Cuatrocientos Ochenta y Nueve con 49/100 Soles).

**Tabla 55:** Costo Total a Precios de Mercado

<b>COMPONENTES</b>	<b>Alternativa Única Precios Privados</b>
Apropiada Disposición Final de RSM	709,525.82
Eficiente Capacidad Operativa De Recolección	307,413.00
Apropiado Reaprovechamiento De Los RSM	77,229.83
Eficiente Gestión Técnica, Administrativa, Económica y Financiera del Servicio de Limpieza Publica	20,974.55
Adecuadas Practicas de la Población en el Manejo de Residuos Solidos	13,570.00
<b>COSTO DIRECTO</b>	<b>S/. 1,128,713.20</b>
<b>GASTOS GENERALES</b>	<b>S/. 180,394.89</b>
<b>ELABORACION DE EXPEDIENTE TECNICO</b>	<b>S/. 38,527.00</b>
<b>SUPERVISION DE OBRA</b>	<b>S/. 59,903.81</b>
<b>LIQUIDACION DE OBRA</b>	<b>S/. 21,950.59</b>
<b>TOTAL DE INVERSION</b>	<b>S/. 1,429,489.49</b>

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.3.4. Estudio De Impacto Ambiental

El presente proyecto de Investigación, se caracteriza por promover la conservación y protección de los recursos físicos, biológicos y culturales, del distrito de Cusipata de la provincia de Quispicanchis, mediante el mejoramiento del servicio de limpieza pública del distrito de Cusipata, orientando al equilibrio sostenible entre el desarrollo socioeconómicos de la zona y el ambiente que lo rodeo.

En esta etapa del proyecto, se identifican y detallan las interacciones positivas y negativas de los principales medios bióticos y abióticos, teniendo como objetivo principal evaluar la situación ambiental en las áreas de influencia. Asimismo se identifican los aspectos ambientales generados a partir de la implementación del proyecto; además de su influencia con el medio social, económico, cultural y ambiental.

El Estudio de Impacto ambiental (EIA), es un procedimiento jurídico – administrativo de recopilación o compilación de información, análisis o predicción destinada a anticipar, corregir y prevenir los posibles efectos directos e indirectos que la ejecución de una determinada obra o proyecto causa sobre el medio ambiente.

Permitiendo a la Administración adoptar las medidas adecuadas a su protección. La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), valorará los efectos directos e indirectos de cada propuesta de actuación sobre la población humana, la flora, la fauna, el suelo, el aire; el agua, el clima, el paisaje y la estructura y función de los ecosistemas previsiblemente afectados.

#### **4.3.4.1. Impactos Negativos**

- a) **Aire:** Las partículas suspendidas, serán producto principalmente del transporte de material de acarreo, el desmontaje de estructuras temporales, movimiento de tierra, tránsito y desplazamiento de vehículos y maquinarias, en la disposición en la explotación de las canteras de roca y suelo.

De acuerdo con el análisis de los atributos de evaluación presentados en la matriz de evaluación, se define como un impacto negativo de nivel de importancia Leve.

- b) **Ruido:** El empleo de las maquinarias de obra y maniobras, las actividades de movimiento de tierra y el desmontaje de estructuras temporales, operación de la planta de concreto; serán las principales fuentes de emisión de ruidos.

De acuerdo con el análisis de los atributos de evaluación presentados en la matriz de evaluación, se define como un impacto negativo de nivel de importancia moderado.

- c) **Agua:** En cuanto a la calidad del Agua, un aspecto que puede generar el aporte de sólidos en suspensión en las aguas superficiales, son los procesos del material de acarreo que serán utilizados para la construcción de la vía. Así también se establece que la alteración de la calidad de agua podría acontecer de manera aislada, en los casos de derrames de elementos contaminantes.

De acuerdo con el análisis de los atributos de evaluación presentados en la matriz de evaluación, se define como un impacto negativo de nivel de importancia leve.

- d) **Suelos:** La alteración de la calidad del suelo está referida a la posibilidad de derrames de combustible y lubricantes, que podrían ocurrir durante el funcionamiento de las maquinarias en las actividades de acarreo, transporte y extracción del material. Si ello ocurre, sus efectos serán locales, de pequeña magnitud.

El servicio de almacenamiento y abastecimiento (llenado) de combustible a las maquinarias, serán del grifo instalado en el Campamento de obra. Respecto a los residuos domésticos, serán acopiados temporalmente en el lugar establecido para su disposición final. Durante las operaciones de la planta chancadora y la cantera, se dispondrán de baños químicos.

De acuerdo con el análisis de los atributos de evaluación presentados en la matriz de evaluación, se define como un impacto negativo de nivel de importancia leve.

- e) **Paisaje:** Para la situación específica durante la construcción del proyecto, la alteración del paisaje actual, se percibirá básicamente por el desplazamiento y operaciones de las maquinarias y equipos de obra, por las actividades de

movimiento de tierra (corte y relleno), el montaje de estructuras temporales, desbroce de la cobertura vegetal para la explotación de la cantera

De acuerdo con el análisis de los atributos de evaluación presentados en la matriz de evaluación, se define como un impacto negativo de nivel de importancia moderada.

- f) **Medio Biológico:** Siendo el área una zona aledaña a una vía nacional y además al centro poblado de Cusipata, tanto de flora como de fauna se encuentran totalmente desplazadas por las actividades humanas, correspondiendo a sucesiones secundarias de vegetación. Por tanto, el impacto que se ha verificado en este componente ambiental es negativo de nivel de importancia leve, de acuerdo con el análisis de los atributos de evaluación presentados en la matriz de evaluación.
- g) **Salud y Seguridad:** En cuanto a la ocurrencia de accidentes de tránsito existe un riesgo de la ocurrencia por el incremento en el tráfico vehicular en la vía de acceso, considerando que en las mismas circulan vehículos particulares. De acuerdo con el análisis de los atributos de evaluación presentados en la matriz de evaluación, se define como un impacto negativo de nivel de importancia moderada.

La posibilidad de ocurrencia de accidentes y afectación a la integridad física a los trabajadores es mínima porque se considera la ejecución de charlas de inducción y capacitaciones permanentes a los trabajadores, el uso de equipos de protección personal durante la ejecución del trabajo y prácticas seguras. Para el Consorcio Vías Cusco es prioridad la seguridad de terceros, de sus trabajadores y de las sub-contratistas, implementando y evaluando continuamente los sistemas de gestión de riesgos laborales.

De acuerdo con el análisis de los atributos de evaluación presentados en la matriz de evaluación, se define como un impacto negativo de nivel de importancia moderada.

- h) **Patrimonio Cultural:** Se establece que las instalaciones auxiliares no están asociadas a ningún sitio arqueológico.

De acuerdo con el análisis de los atributos de evaluación presentados en la matriz de evaluación, se define como un impacto negativo de nivel de importancia leve.

#### 4.3.4.2. Impactos Positivos

- a) **Empleo:** A lo largo de la ejecución de todo el proyecto, la contratación de personal se ha coordinado con los representantes de la población local y/o organización de construcción civil, dando prioridad a la contratación de personal local, de preferencia de los sectores localizados en áreas cercanas al proyecto.

De acuerdo con el análisis de los atributos de evaluación presentados en la matriz de evaluación, se define como un impacto positivo de nivel de importancia moderada.

- b) **Economía:** Se espera que, con la implementación de la operación temporal de la Cantera y Planta Chancadora, se incremente la dinamización del comercio y servicios, con lo cual se tendrá efectos positivos en la economía local.

De acuerdo con el análisis de los atributos de evaluación presentados en la matriz de evaluación, se define como un impacto positivo de nivel de importancia moderada.

#### 4.3.4.3. Medidas de Control de los Impactos Ambientales

Las acciones de mitigación y corrección constituyen un conjunto de medidas estructuradas orientados a prevenir, corregir o mitigar los impactos ambientales adversos que podrían ser ocasionados por la ejecución del proyecto en la etapa de construcción y acondicionamiento. Cabe mencionar que estas medidas se darán en todo el proceso de ejecución del proyecto:

El Plan de Manejo Socio-Ambiental (PMSA)<sup>1</sup> está conformado por un conjunto de programas, subprogramas, especificaciones y lineamientos orientados a

---

<sup>1</sup> Establece las medidas de control de los impactos ambientales negativos

prevenir y controlar los efectos, impactos, riesgos ambientales y sociales que se generarán durante la etapa de Construcción.

Es necesario tener en consideración que, para velar por el cumplimiento de las presentes funciones, se necesita la inclusión de un especialista ambiental exclusivo; o en todo caso, dentro de las funciones de la residencia del proyecto se deben tener en cuenta el cumplimiento de las funciones de seguridad, salud y medio ambiente que se tienen a continuación:

- Definir las políticas y estrategias relacionadas a la implementación del PMSA, contenido en el presente estudio.
- Responsable técnico y administrativo de la implementación del PMSA.
- Coordinar y concertar con las instituciones públicas y privadas involucradas con el proyecto para la implementación de las políticas y estrategias del PMSA.
- Responsable del proceso de contratación de personal para el Área de Seguridad y Medio Ambiente y Área de Asuntos Sociales y Relaciones Comunitarias.
- Evaluar el desempeño del personal y emitir los informes correspondientes.
- Supervisar la implementación del PMSA en todos sus programas y sub-programas
- Aprobar los informes de monitoreo socio ambiental.
- Elaborar los informes (mensuales, trimestrales) que solicite la Unidad Ejecutora del Proyecto.

Las medidas de control de los posibles impactos ambientales están contenidas en los Programas y Subprogramas del PMSA, que son los siguientes:

#### Medidas de Control de los Impactos Ambientales

#### Programa de Medidas Preventivas, Mitigadoras y Correctivas

- Sub-Programa de Manejo de Residuos Sólidos
- Sub-Programa de Manejo de Aguas Residuales
- Sub-Programa de Control de Polvos y Emisiones
- Sub-Programa de Señalización Ambiental

## Programa de Prevención de Riesgos y Contingencias

- Sub-Programa De Salud y Seguridad Ocupacional
- Sub-Programa de Prevención de Riesgos Laborales

## Actividades de Cierre de la Fase de Ejecución

### Plan de Desmantelamiento

- Plan de Cierre del Manejo de Residuos Sólidos
- Sub Programa de Abandono de Canteras
- Sub Programa de Abandono de Depósitos de Material Excedente
- Sub Programa de Abandono de Campamentos
- Sub Programa de Revegetación

### Plan de Clausura de Botadero Actual

#### **4.3.4.4. Programa de Medidas Preventivas, Mitigadoras y Correctivas**

El presente Programa, corresponde al desarrollo de medidas específicas para mitigar los posibles impactos ambientales potenciales que se presentan en los diferentes componentes del proyecto:

- Componente Atmósfera
- Componente Suelo
- Componente Social

Los objetivos del presente programa es el de Establecer las medidas específicas identificadas para cada componente ambiental afectado. Y también dar cumplimiento con la normatividad ambiental vigente y con los compromisos contractuales.

El responsable de la aplicación de las medidas de manejo establecidas en el presente programa, es el ejecutor. En el siguiente cuadro se observan las medidas a considerar en la implementación del proyecto:

**Tabla 56:** Acciones a realizar para la prevención, mitigación y corrección de impactos ambientales

COMPONENTE	IMPACTO (S) POTENCIAL (ES)		MANEJO SOCIO AMBIENTAL
	Impacto(s)	Actividad(es) Causante(s)	Medida(s) Propuesta(s)
CALIDAD DEL AIRE	Alteración de la calidad del aire	<ul style="list-style-type: none"> <li>Movilización y desmovilización de equipos y maquinarias.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contar con equipos de protección (Los obreros que trabajen en áreas de producción constante de polvo y gases a consecuencia de la combustión en el caso de operaciones de maquinarias y equipos, deberán contar con su respectivas protecciones buco nasales)</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Operación de equipos y maquinarias</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se dispondrá del uso de camiones cisternas, mangueras u otros elementos, para el humedecimiento de las áreas donde se requiere minimizar la dispersión de material particulado. El humedecimiento (riego) se efectuará de acuerdo a las condiciones climáticas en los frentes de obra, recomendándose realizarlo con una periodicidad diaria a interdiaria.</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Transporte de materiales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se garantizará que los equipos y maquinarias de obra (vehículos, camiones, generadores, otros) estén en buen estado de funcionamiento, a fin de minimizar las emisiones de elementos tóxicos a la atmósfera</li> </ul>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>Para el transporte de materiales se establecerá que los camiones y/o maquinarias durante el transporte de material suelto (incluye material para uso constructivo y material excedente de obra), dispongan, cuando sea pertinente, de sistemas de humedecimiento que impidan la dispersión en el aire de los materiales transportados.</li> </ul>
RUIDO	Incremento de los niveles de ruido	<ul style="list-style-type: none"> <li>Movilización y desmovilización de equipos y maquinarias.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se establecerá en los frentes de obra la prohibición a los operarios de maquinarias y vehículos efectuar ruidos innecesarios (toque de claxon). El uso de sirenas sólo será en caso de emergencias</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Operación de equipos y maquinarias</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se implementará sistemas de silenciadores en aquellos vehículos y maquinarias que generen ruidos excesivos y que podrían generar posibles efectos nocivos a los trabajadores de obra y/o población local</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transporte de materiales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se establecerá que las actividades constructivas se realicen en horario diurno</li> </ul>
SUELOS	Compactación de suelos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Movilización y desmovilización de equipos y maquinarias.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A fin de minimizar la compactación de los suelos por el tránsito de vehículos y maquinarias; se señalará a sus operarios y conductores de vehículos y/o maquinarias de obra, que la operación de desplazamiento y ocupación (estacionamiento) de los mismos lo efectúen estrictamente en los lugares autorizados y definidos (dentro de los frentes de obra y campamento)</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Operación de equipos y maquinarias</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar trabajos de escarificación y readecuación de suelos durante la etapa de cierre (Ver plan de abandono de áreas auxiliares y de apoyo temporal).</li> </ul>
	Contaminación de suelos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Movilización y desmovilización de equipos y maquinarias.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El abastecimiento de combustible será de acuerdo a lo indicado en la legislación vigente para el manejo de Sustancias peligrosas.</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Operación de equipos y maquinarias</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ante la ocurrencia accidental de algún derrame de material contaminante, se realizará la limpieza y eliminación de los suelos (10 cm por debajo del nivel alcanzado por el contaminante) en las áreas donde se haya producido derrames de residuos líquidos (hidrocarburos), asfalto líquido, concreto y/o otro. Donde exista compactación de suelos a consecuencia de la ocupación de las instalaciones, se efectuará la escarificación respectiva</li> </ul>
SOCIAL	Posibles accidentes laborales y a pobladores locales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Movilización y desmovilización de equipos y maquinarias.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las áreas de trabajo dispondrán de materiales de primeros auxilios en caso de la ocurrencia de algún accidente.</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Operación de equipos y maquinarias</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar un mantenimiento adecuado a las instalaciones y lugares de trabajo, de manera que durante sus condiciones de funcionamiento, se evite la afectación de la seguridad y salud de los trabajadores.</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transporte de materiales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los trabajadores contarán con una adecuada indumentaria de seguridad de acuerdo a las actividades que desarrollen.</li> </ul>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tomar en cuenta los lineamientos establecidos en el programa de seguridad y salud laboral.</li> </ul>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>• En caso de la ocurrencia de algún accidente sobre la población donde el ejecutor sea responsable, se comprometerá a cubrir los gastos de recuperación e indemnización de la persona afectada.</li> </ul>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se establecerán señalizaciones preventivas y reguladoras temporales, con el fin de que no sea afectado la integridad física de la población durante la ejecución de los trabajos.</li> </ul>

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental.

#### 4.3.5. Estudio Referencial De Selección De Sitio

##### 4.3.5.1. Ubicación de las áreas de pre seleccionadas

Sobre la jurisdicción del distrito de Cusipata, se identificaron áreas de propiedades Municipales, comunales, cooperativas y privadas, mediante el trabajo en conjunto con las autoridades de las Municipalidad distrital, provincial, y personal técnico técnicos, a fin de poder obtener su opinión técnica y aval básicamente en relación a la definición del lugar para disponer los residuos de dicha localidad.

Finalmente las áreas que se describen como alternativas, están en función a sus Características principales como son la calidad de suelo, accesibilidad, forma y relieve Topográfico, riesgo geodinámica y esencialmente su disponibilidad de uso, de manera que

no se afecten los planes de expansión urbana así como el cumplimiento de la normativa vigente.

De acuerdo a ello se han identificado 02 (dos) alternativas como áreas potenciales en donde ubicar la infraestructura de disposición final de residuos sólidos, las mismas que se señalan a continuación en el Cuadro N°1:

**Tabla 57:** Alternativas preseleccionadas

N	Alternativa	Nombre
1	Alternativa 1	Sector Cuncacancha
2	Alternativa 2	Sector Curabamba

Fuente: Elaboración propia

**Figura 31:** Mapa de Ubicación de las Alternativas

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.3.5.2. Metodología De Selección

En los siguientes cuadros se presenta un criterio práctico y sencillo para evaluar por medio calificativo, a los diferentes lugares seleccionados.

**Tabla 58:** Criterios de Selección

Item	Criterios de Selección	Reglamento de la Ley N°27314	Áreas alternativas (Calificación)	
			Área N°1	Área N°2
1	Distancia a la población más cercana (km)	>1 km	1.56 km	1.25 km
2	Distancia a granjas crianza de animales (km)	>1 km	>1 km	>1 km
3	Distancia a aeropuertos o pistas de aterrizaje (Km)	>13 km	62.29	62.84
4	Area del terreno (m2)		7,700	9,314

5	Vida Utili	>5	>10	>10
6	Uso actual del suelo y del área de influencia		Uso actual no Definido. Se ubica fuera de expansión urbana, en terreno eriazos.	Uso actual es para la producción agrícola.
7	Propiedad del terreno		Municipal, cuenta con acta de posesión y está en proceso de inscripción en registros públicos.	Propiedad Privada.
8	Accesibilidad al sitio (Distancia a vía de acceso principal km)		Se accede mediante carretera pavimentada 750 m y luego 2.5 km de trocha carrozable	Se accede mediante carretera pavimentada 4.32 km y luego 1.2 km de trocha carrozable
9	Pendiente del terreno (Topografía)		5 %	7 %

10	Posibilidad del Material de cobertura		Buena	Buena
11	Profundidad de la napa freática		No se ha evidenciado Nivel freático superficial	No se ha evidenciado Nivel freático superficial
12	Distancia a Fuentes de agua superficiales		693 metros	570 metros
13	Geología del Suelo (Permeabilidad)		92,57 <b>Lts/m<sup>2</sup>/dia</b>	
14	Opinión pública		Favorable	Favorable
15	Área natural protegida por el estado		No se encuentra dentro de ningún Área Natural Protegida por el Estado, ni de ninguna Zona de Amortiguamiento.	No se encuentra dentro de ningún Área Natural Protegida por el Estado, ni de ninguna Zona de Amortiguamiento.
16	Área arqueológica		No presenta Restos Arqueológicos	No presenta Restos Arqueológicos

			cos.	cos.
17	Vulnerabilidad a desastres naturales (Inundaciones, deslizamientos)		Moderada mente estable	Moderada mente Vulnerable
18	Dirección predominante del viento (Contraria a la población más cercana)		Sur a Norte	Sur a Norte
19	Cuenta con barrera sanitaria natural		No	Si

**Tabla 59 :** Calificación de alternativa

Item	Criterios de Selección	Reglamento de la Ley N°27314	Áreas alternativas (Calificación)	
			Área N°1	Área N°2
1	Distancia a la población más cercana (km)	>1 km	5	5
2	Distancia a granjas crianza de animales (km)	>1 km	5	5
3	Distancia a aeropuertos o pistas de aterrizaje (Km)	>13 km	5	5
4	Área del terreno (m2)		5	5
5	Vida Útil	>5	5	5
6	Uso actual del suelo y del área de influencia		5	2
7	Propiedad del terreno		5	3
8	Accesibilidad al sitio (Distancia a vía de acceso principal km)		5	4
9	Pendiente del terreno (Topografía)		4	3
10	Posibilidad del Material de cobertura		4	4
11	Profundidad de la napa freática		5	4
12	Distancia a Fuentes de agua superficiales		4	4
13	Geología del Suelo (Permeabilidad)		5	4
14	Opinión pública		5	4
15	Área natural protegida por el estado		5	5
16	Área arqueológica		4	4
17	Vulnerabilidad a desastres naturales (Inundaciones, deslizamientos)		5	4
18	Dirección predominante del viento (Contraria a la población más cercana)		3	3
19	Cuenta con barrera sanitaria natural		3	4

**Tabla 60:** Ponderación de Alternativa.

Item	Criterios de Selección	Peso Asigando (%)	Resultado Obtenido (Calificación X Peso (*))	
			Área N°1	Área N°2
1	Distancia a la población más cercana (km)	7	35	35
2	Distancia a granjas crianza de animales (km)	6	30	30
3	Distancia a aeropuertos o pistas de aterrizaje (Km)	3.5	17.5	17.5
			0	0
4	Area del terreno (m2)	5	25	25
5	Vida Utili	7	35	35
6	Uso actual del suelo y del área de influencia	4.5	22.5	9
			0	0
7	Propiedad del terreno	7.4	37	22.2
8	Accesibilidad al sitio (Distancia a vía de acceso principal km)	3.5	17.5	14
9	Pendiente del terreno (Topografía)	3.3	13.2	9.9
10	Posibilidad del Material de cobertura	4	16	16
11	Profundidad de la napa freática	6	30	24
12	Distancia a Fuentes de agua superficiales	3.5	14	14
13	Geología del Suelo (Permeabilidad)	2.5	12.5	10
14	Opinión pública	8.4	42	33.6
15	Área natural protegida por el estado	6.8	34	34
16	Área arqueológica	6.8	27.2	27.2
17	Vulnerabilidad a desastres naturales (Inundaciones, deslizamientos)	6.8	34	27.2
18	Dirección predominante del viento (Contraria a la población más cercana)	5.5	16.5	16.5
19	Cuenta con barrera sanitaria natural	2.5	7.5	10
<b>Total</b>		<b>100</b>	<b>466.4</b>	<b>410.1</b>

(\*) La calificación por peso se obtiene luego de multiplicar el puntaje asignado por el peso asignado para cada criterio por cada alternativa.

**Tabla 61:** Ponderación

Orden de mérito	Nombre del área	puntaje Total
1	Alternativa N°1 Cuncacancha	466.4
2	Alternativa N°2 Curabamba	410.1

#### 4.3.5.3. Descripción Del Área Seleccionada

De acuerdo a la valorización realizada, en función a los criterios de selección establecidos por la Dirección Regional Guía Para La Opinión Técnica Favorable De Estudio De Selección De Área Para Infraestructuras De Tratamiento, Transferencia Y Disposición Final Residuos Sólidos, el orden de prioridad establecida para la selección de las áreas, es la siguiente:

#### 4.3.5.4. VALORACIÓN.

1. – Alternativa 1 466.4
2. – Alternativa 3 410.1

Teniendo en consideración el análisis efectuado en la ubicación de las dos áreas seleccionadas, se puede concluir que la **Alternativa N° 01 Cuncacancha**.

## CONCLUSIÓN

- Actualmente existe un déficit en la recolección de residuos sólidos, ya que solo se opera al 40% capacidad.
- El proceso de barrido y almacenamiento necesita una optimización de sus actividades para coberturar las calles del distrito de Cusipata.
- En el distrito de Cusipata existe un botadero que no reúne la capacidad técnica para su uso, y no cuenta con los documentos para su funcionamiento.
- Para el presente proyecto de Investigación se determinó tomar en cuenta una sola alternativa de solución por la cantidad de Residuos sólidos Generales, que no es mayor a 15m<sup>3</sup>, este es un relleno sanitario.
- El presente proyecto de Inversión pública tiene un presupuesto de S/. 1, 429,489.49 a Precios de Mercado.
- Los Costos de Operación y Mantenimiento, aseguran la vida útil del Proyecto
- Se prevé que durante el horizonte del proyecto, los residuos tengan un incremento de 1% anual, llegando a ser 0.38kg/hab/día en el año 10.

## RECOMENDACIÓN

- Se recomienda que la población esté directamente involucrada, para generar una conciencia y buenos hábitos de recolección, reaprovechamiento y segregación, para garantizar una mejor calidad de vida y preservación del medio ambiente.
- La construcción de un relleno Sanitario en el distrito de Cusipata beneficiara en los siguientes aspectos.

### a) Beneficios para la salud

- Reducción del riesgo a contraer enfermedades diarreicas, parasitarias, dérmicas, respiratorias y metaxénicas (dengue, malaria etc.) que afectan a la población en especial grupos vulnerables como niños menores de 5 años y adultos mayores de 65 años.
- La mejora del proceso y técnica del recojo elimina la posibilidad de contaminación de suelos, pistas, medio ambiente al colocar de manera adecuada las bolsas en los vehículos de recolección.
- El uso de vehículos nuevos disminuye la emisión de CO<sub>2</sub> y por ende disminución de enfermedades respiratorias ocasionadas por esta actividad.
- Reduce la contaminación ambiental (suelo, aire y agua) en la disposición final de Residuos Sólidos y por relación directa las enfermedades derivadas de su mala disposición.
- Mejora la calidad de vida de la población al estar en un ambiente saludable.
- Reducción del riesgo de accidentalidad en el transporte hacia la disposición final, menor número de vehículos.

**b) Beneficios Ambientales**

- Disminución de la contaminación ambiental al controlarse los lixiviados y emisión de gases en el relleno sanitario.
- Evita la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas.
- Disminución de la proliferación de vectores y roedores.
- Reducción del impacto ambiental en todas las etapas del sistema, principalmente en los de almacenamiento y disposición final.
- Al usar vehículos que cuentan con bandejas de recolección de fluidos, disminuye los riesgos de derrame de lixiviados en el recorrido de las rutas.
- Disminuir y/o eliminar los puntos críticos de acumulación de residuos sólidos en las vías públicas, mejorará el impacto paisajístico, se gozará de nueva imagen de ciudad limpia.
- La mejora ambiental tiene implícita la reducción de los agentes vectores o mecanismos de contagio de las personas y por consiguiente otorga beneficios reales a la población.
- Reducción del impacto paisajístico que ocasiona los vehículos de transporte.
- Reaprovechamiento de residuos sólidos municipales inorgánicos para su comercialización.

**c) Beneficios para la Gestión técnico operativo**

- Mejora de la cobertura y calidad del servicio de limpieza pública.
- Mejora de los instrumentos de gestión para la ejecución de los procesos y presupuesto del PIP Incremento de la recaudación por arbitrios de servicio de limpieza pública, al dar un buen servicio la población sensibilizada mejora la cultura de pago.
- Uso eficiente del recurso y del gasto, al tener un control adecuado del proceso.

- Personal operario de la Municipalidad capacitado, para desarrollar un trabajo técnico - operativo óptimo en el proceso íntegro del servicio de limpieza público. Disminuye el riesgo de los operarios a ser expuestos a contaminarse, al realizar el servicio de recojo y transporte de residuos sólidos.
- Control adecuado del estado de salud de sus trabajadores del servicio de limpieza y los requisitos para que sean contratados (vacunas completas).
- Un manejo adecuado de los residuos sólidos alarga la vida útil del nuevo relleno sanitario.
- Al reaprovechar los residuos sólidos (inorgánicos), alargamos la vida útil del relleno sanitario, y disminuimos la carga de los vehículos que transportaran los residuos sólidos a disposición final.
- Utilización más racional de la flota de recolección por la existencia de balanzas en el relleno sanitario, la toma del peso de todas las cargas de los vehículos permite una distribución más perfecta de las rutas de recolección, además de evitar sobrecargas que pueden dañar el equipo, o lo contrario: la subutilización de la capacidad de transporte.
- Beneficios Económicos
- Mejoramiento de la autoestima de la población, en particular los que se encuentran en situación de pobreza.
- Evita que la Población Económicamente Activa (PEA), al enfermar pierda días laborales y/o reduzca su rendimiento.
- Reducción de la incidencia de enfermedades ligadas al inadecuado manejo de los Residuos Sólidos, y por tanto reducción de los gastos asociados a su tratamiento por parte del estado y la misma población.
- Incremento de la actividad turística al disponer de un ambiente limpio y saludable con paisajes recuperados, por ende incremento económico por este rubro.
- Aumento de las actividades económicas al contarse con un ambiente apropiado que pueda atraer posibles inversiones.

- Consolidación de mercados económicos existentes derivados del reaprovechamiento de residuos inorgánicos.
- Aumento del valor de las propiedades al disponer de un ambiente limpio y saludable.
- Disminución de la tasa de morosidad e incremento de la recaudación.
- Generación de nuevos puestos de trabajo para la población local.
- Producto de la generación de empleo, se crea un círculo virtuoso de consumo y satisfacción de necesidades básicas (salud, vivienda, educación, etc.)
- Reformulación de la tarifa para los usuarios al disminuir los costos de transporte.
- Ahorro de costos de transporte de unidades de recolección, al emplear un punto intermedio de almacenamiento para la llegada de los vehículos recolectores.
- Ahorro del costo de manteniendo de la flota de vehículos de transporte al disminuir su transitabilidad por las vías hacia disposición final.
- Aumento del turismo al disponer de un ambiente limpio y saludable.

## BIBLIOGRAFÍA

- Brandan, R. M. (2008). *“Guía de diseño, construcción de Relleno Sanitario.*
- Cantanhede, A. (2011). *Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.*
- Carlos Eduardo Meléndez, 2004. *Guía Práctica para la operación de celdas diarias en rellenos sanitarios pequeños y medianos.* Programa Ambiental Regional para Centro América – Guatemala.
- CEAMSE, 2009. *Informe Especial Los rellenos Sanitarios del Mundo - ¿Hacia dónde vamos?.* Noticias Ceamse23 (13), 6-13.
- COMISIÓN ESTATAL DE AGUAS, 2013. *Alcantarillado Pluvial III.* Poder Ejecutivo del Estado de Querétaro – México.
- Consejo Nacional del Ambiente. (2004). *Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos.*Lima: Editor.
- Dirección General De Salud Ambiental, 2004. *Marco Institucional de los Residuos Sólidos en el Perú.* Lima. Lima: SINCO Editores.
- DED - Ilustre Municipalidad de Loja, Ecuador.
- Eva Röben, 2002. *Diseño, Construcción, Operación y Cierre de Rellenos Sanitarios Municipales.*
- Futuro Sustentable, 2009. *Rellenos Sanitarios en el Mundo.* Futuro Sustentable, 26(5). 16– 24.
- Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales.* (1997 ). Mexico.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2012. Perú: *Estimaciones y Proyecciones de Población Total por Sexo de las Principales Ciudades, 2000 – 2015.* Dirección Técnica de Demografía e Indicadores Sociales, Lima, Perú.

Instituto Nacional de Estadística e Informática; Ministerio del Ambiente; *Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente*, 2009. Iniciativa Latinoamericana y Caribeña para el Desarrollo Sostenible: Indicadores de Seguimiento. Perú: Solvima Graf S.A.C.

Jaramillo, J. (1991). *Guía para el Diseño, Construcción y Operación*. Wachintong DC.

Jorge A. Rodríguez, 2008. *Diseño de Relleno Sanitario para la Municipalidad Santa Rosa de Copan*. Secretaria de Gobernación y Justicia de la República de Honduras, Honduras.

Jorge Jaramillo, 2002. *Guía para el Diseño, Construcción y Operación de Rellenos Sanitarios Manuales*. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente División de Salud y Ambiente.

MDC. (2016). *Estudio de caracterización de residuos sólidos domiciliarios y no domiciliarios del distrito de cusipata y sus comunidades, provincia de quispicanchi, región cusco*. Cusipata: Municipalidad Distrital de Cusipata.

MEF. (2007). *Pautas metodológicas para la incorporación del análisis del riesgo de desastres en los Proyectos de Inversión Pública*. (SNIP, Ed.) Lima, Perú: Comunica2-SAC.

Ministerio del Ambiente, 2012. *Cuarto Informe Nacional De Residuos Sólidos Municipales y No Municipales*. Ministerio del Ambiente, Lima: Editor.

MMAyA, 2010. *Guía para la Implementación, Operación y Cierre de Rellenos Sanitarios*.

Municipalidad Distrital de Laredo, 2011. *Plan de Manejo de Residuos Sólidos del distrito de Laredo*, Trujillo.

Municipalidad Distrital de Moche, 2013. *Mejoramiento de la Infraestructura Vial y Peatonal de la Av. La Marina tramo Cruce el Gallo y Las Delicias*, Distrito de Moche- Trujillo - La Libertad, Trujillo, Perú.

OEFA. (2015). *Guía de Diseño y Mantenimiento de Relleno Sanitario Manual*.

Organismo Provincial para del Desarrollo Sostenible, 2010. *Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos*. Buenos Aires.

PERÚ - MINAM. (10 de Junio de 2016). *República del Perú*. Obtenido de ministerio del ambiente: [http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/09/rm\\_052-2012-minam.pdf](http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/09/rm_052-2012-minam.pdf)

PERÚ-INEI. (2007). XI Censo Poblacional de la República del Perú. Lima, Lima, Perú.

*Regional de frecuencia de precipitación anual para la determinación de mapas de sequías*». Revista Peruana Geo-Atmosférica Rpga, Vol. 3: 104-115.

Rosalía Marizol Eguizabal Brandan, 2012. *Guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario manual*. Ministerio del Ambiente, Lima, Perú.

Stewart M. Oakley, 2005. *Lagunas De Estabilización En Honduras: Manual de Diseño, Construcción, Operación y Mantenimiento, Monitoreo y Sostenibilidad*. Universidad Estatal de California – EE.UU.

Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico, Bolivia.

**ANEXOS**

**Tabla 62:** Matriz de Consistencia.

**Título de Tesis:** Propuesta de Diseño, Construcción, Operación, Mantenimiento y cierre de un Relleno Sanitario Manual en el Distrito de Cusipata Año 2016

<b>PROBLEMAS</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>METODOLOGÍA</b>
<p><b>Problema General</b> ¿En qué medida un Relleno Sanitario mejorará la disposición final de los residuos sólidos en el Distrito de Cusipata?</p> <p><b>Problema Específico.</b> a)¿Conocer el Estudio de Caracterización de los residuos sólidos municipales del Distrito de Cusipata?</p> <p>b)¿Calcular la capacidad útil del relleno sanitario de acuerdo a la generación anual de los residuos sólidos municipales y su proyección a un tiempo de 10 años?</p> <p>c)¿Cuáles son los criterios de estudio de selección de sitio para la ubicación del relleno</p>	<p><b>Objetivo General</b> Diseñar un Relleno Sanitario en el Distrito de Cusipata con el propósito de realizar una adecuada disposición final de los residuos sólidos municipales, cumpliendo con la normatividad ambiental vigente que enmarca el Ministerio del Ambiente (MINAM) y la Dirección General de Salud (DIGESA).</p> <p><b>Objetivos Específicos</b> a) Realizar un Estudio de Caracterización de los residuos sólidos municipales del Distrito de Cusipata. b) Determinación de la capacidad útil del relleno sanitario de acuerdo a la generación anual</p>	<p><b>Hipótesis General</b> Un Relleno Sanitario mejorará la disposición final de los residuos sólidos en el Distrito de Cusipata.</p> <p><b>Hipótesis Específica</b> a)Se logró Conocer el Estudio de Caracterización de los residuos sólidos municipales del Distrito de Cusipata b) Se calculó la capacidad útil del relleno sanitario de acuerdo a la generación anual de los residuos sólidos municipales y su proyección a un tiempo de 10 años. c) Se aplicó la normativa para los criterios de estudio de selección de sitio</p>	<p><b>Tipo De Investigación</b> Investigación básica</p> <p><b>Nivel De Investigación</b> Investigación de nivel descriptivo explicativo</p> <p><b>Población</b> La población de Cusipata</p> <p><b>Muestra</b> Todos los pobladores del distrito de Cusipata</p> <p><b>Técnicas E Instrumentos</b> <b>Técnicas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fichaje</li> <li>• Encuesta</li> <li>• Instrumentos</li> <li>• Ficha Cuestionario</li> </ul>

<p>sanitario en el Distrito de Cusipata.?</p> <p>d)¿Cuál es del método de construcción y operación del relleno sanitario?</p> <p>e)¿Cuáles son los posibles impactos ambientales que se puedan generar en la fase de construcción y operación del Relleno Sanitario en el Distrito de Cusipata.?</p> <p>f)¿Conocer de qué manera serán los mecanismos ambientales para el seguimiento y control del Relleno Sanitario propuesto?</p>	<p>de los residuos sólidos municipales y su proyección a un tiempo de 10 años.</p> <p>c) Realizar un estudio de selección de sitio para la ubicación del relleno sanitario en el Distrito de Cusipata.</p> <p>d) Determinación del método de construcción y operación del relleno sanitario.</p> <p>e) Determinar los posibles impactos ambientales que se puedan generar en la fase de construcción y operación del Relleno Sanitario en el Distrito de Cusipata.</p> <p>f)Proponer los mecanismos ambientales para el seguimiento y control del Relleno Sanitario propuesto</p>	<p>para la ubicación del relleno sanitario en el Distrito de Cusipata.</p> <p>d)Se diseñó el método de construcción y operación del relleno sanitario</p> <p>e) Se logró determinar los posibles impactos ambientales que se puedan generar en la fase de construcción y operación del Relleno Sanitario en el Distrito de Cusipata.</p> <p>f) Se diseñó los mecanismos ambientales para el seguimiento y control del Relleno Sanitario propuesto.</p>	
--	---	--	--

## Vistas fotográficas de las vistas de campo

**FIGURA 31** : Selección de sitio para el relleno sanitario





**FIGURA 32:** Terreno para el nuevo Relleno Sanitario Cusipata



**FIGURA 33:** Identificación de Flora para el estudio de Impacto Ambiental



**FIGURA 34:** Identificación de Fauna para el estudio de Impacto Ambiental



**FIGURA 35:** Realización de la CALICATA para el análisis de suelos

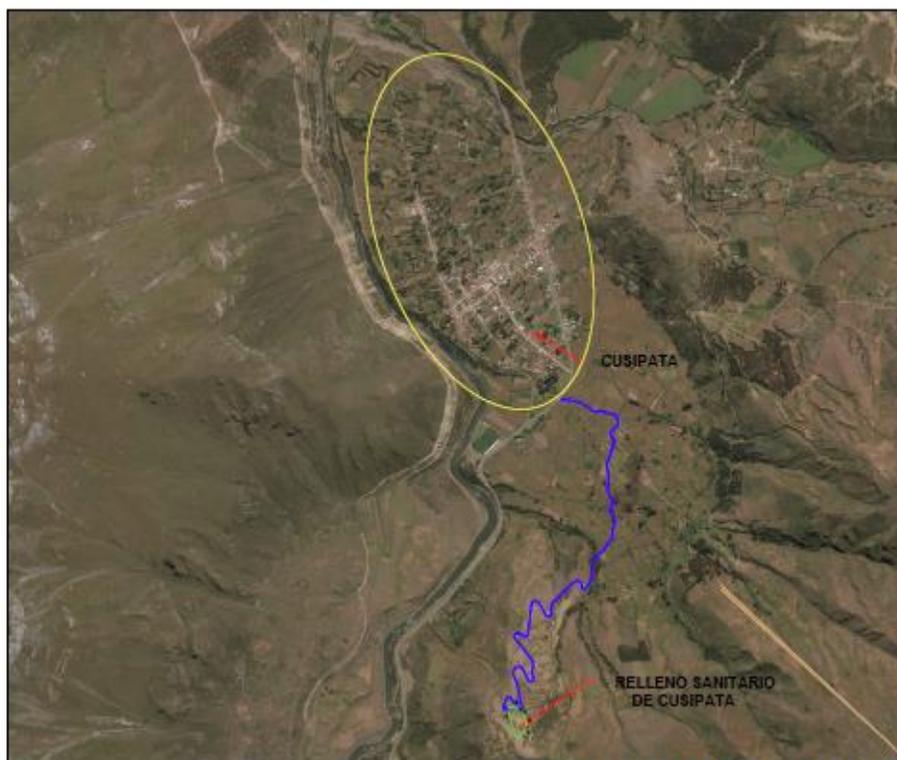
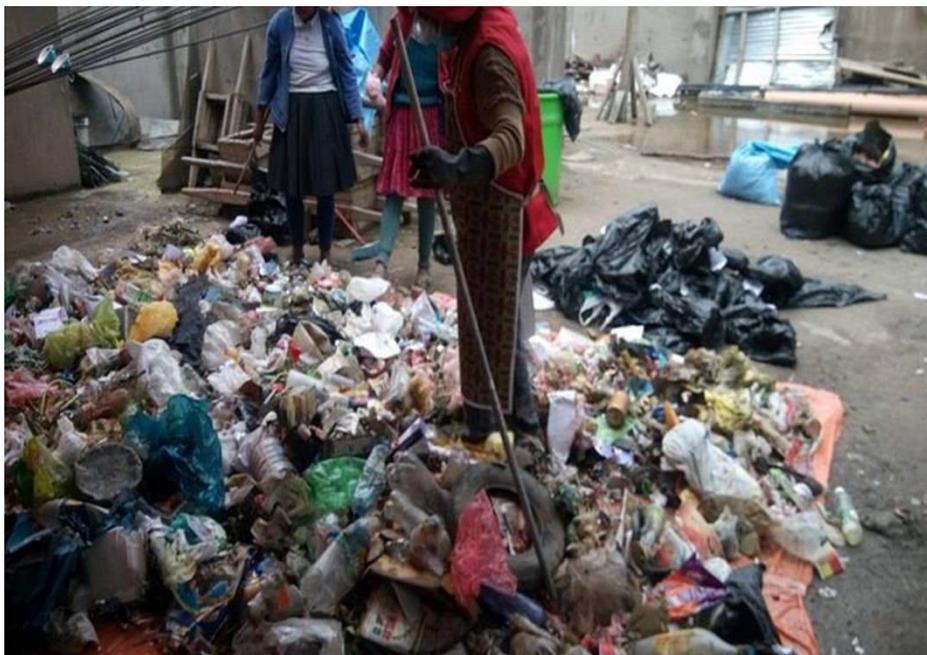


**FIGURA 36:** Visita al botadero de Cusipata

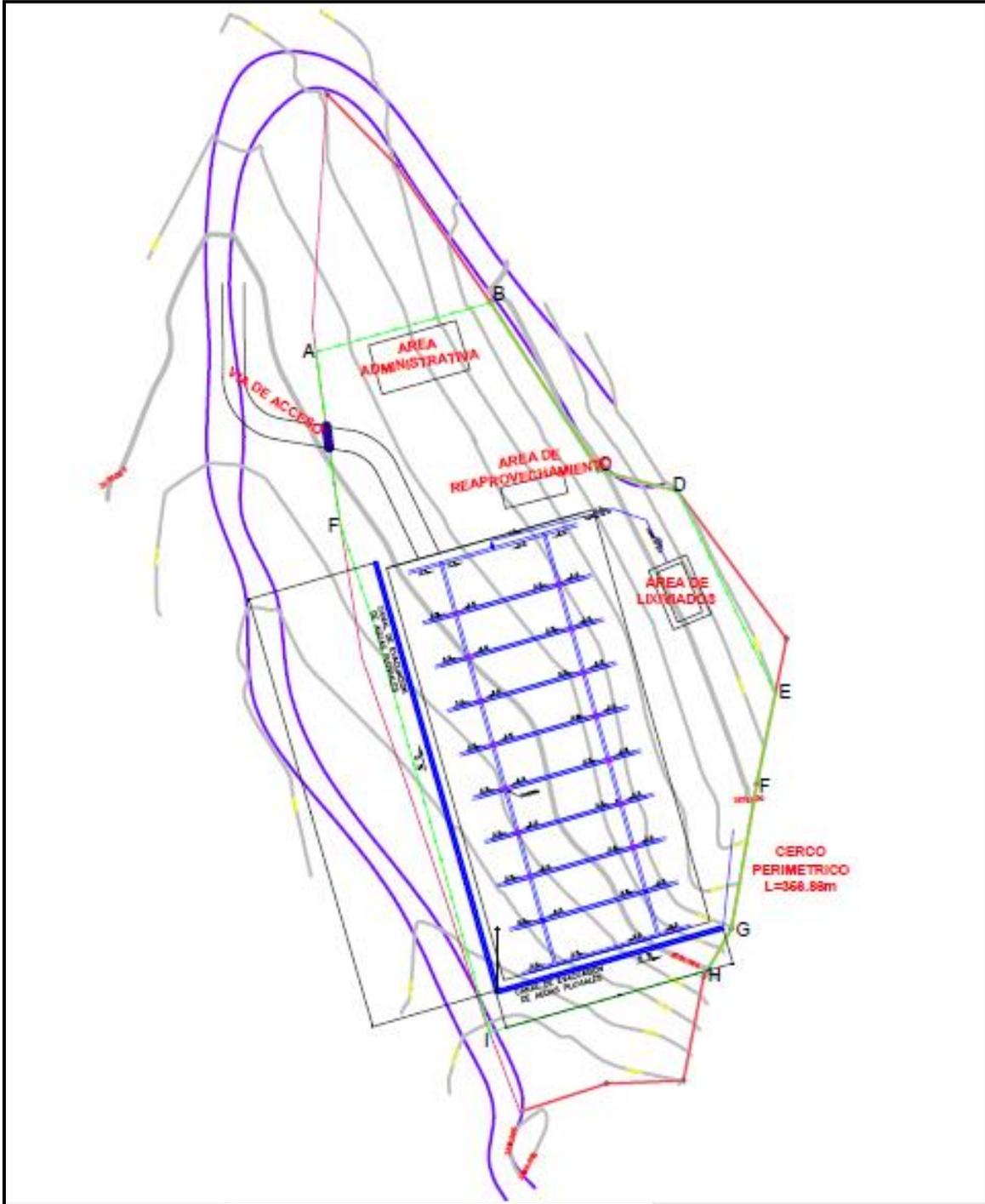


**FIGURA 37:** Encuestas a la población para el estudio de Caracterización

**FIGURA 38:** Ejecución del cuarteo en el estudio de Caracterización



**FIGURA 39:** Ubicación del Relleno Sanitario



**FIGURA 40:** Planta de relleno Sanitario

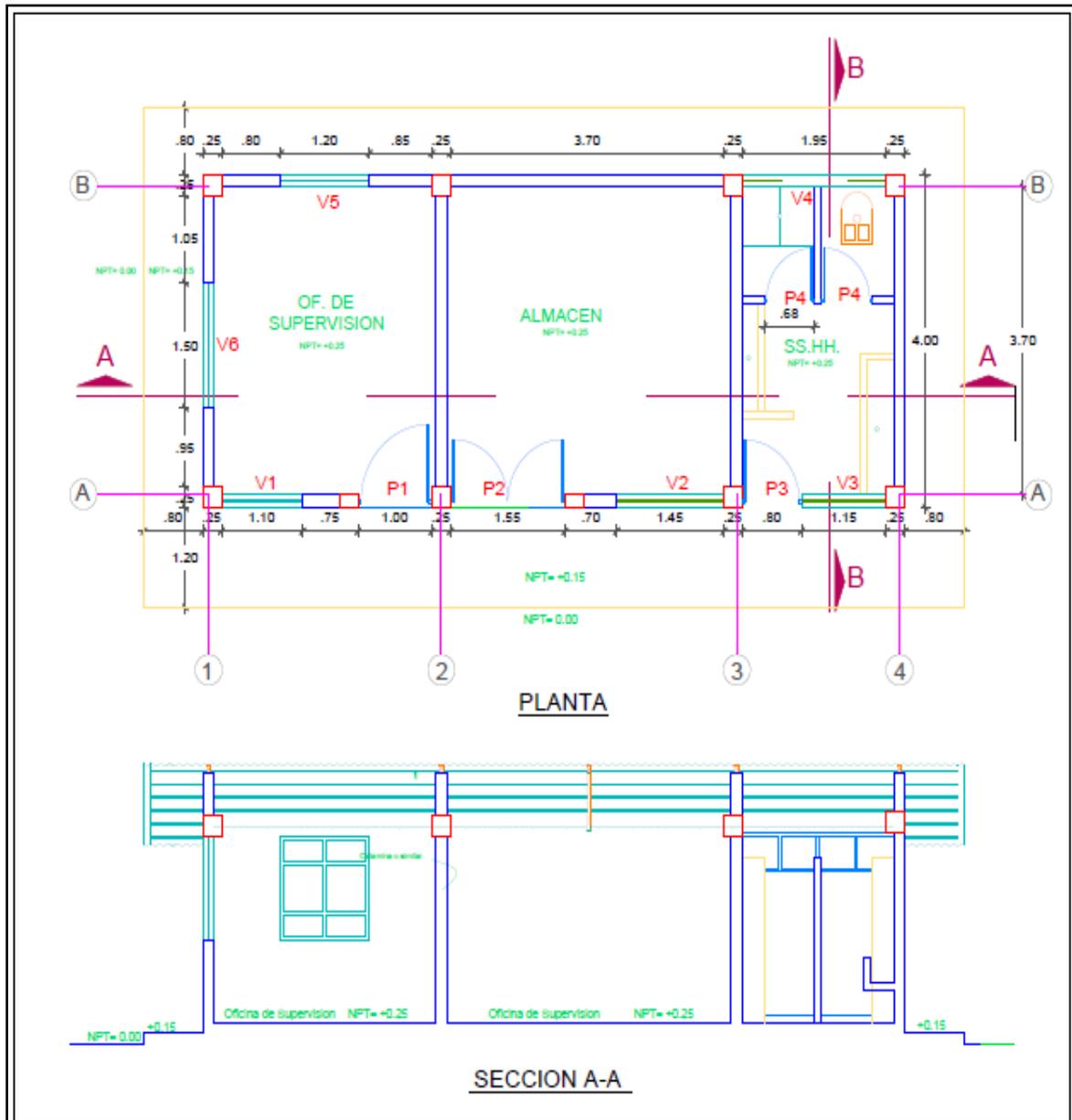


FIGURA 41: Arquitectura del Bloque Administrativo

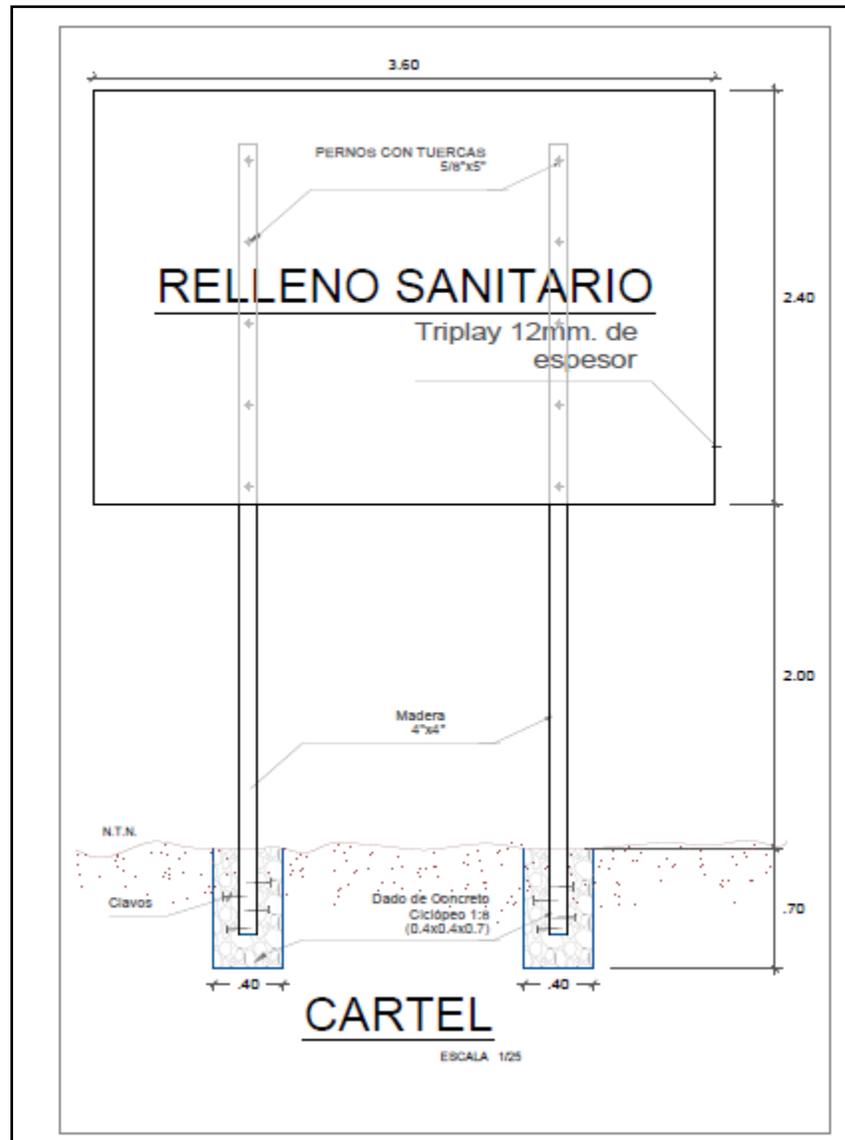
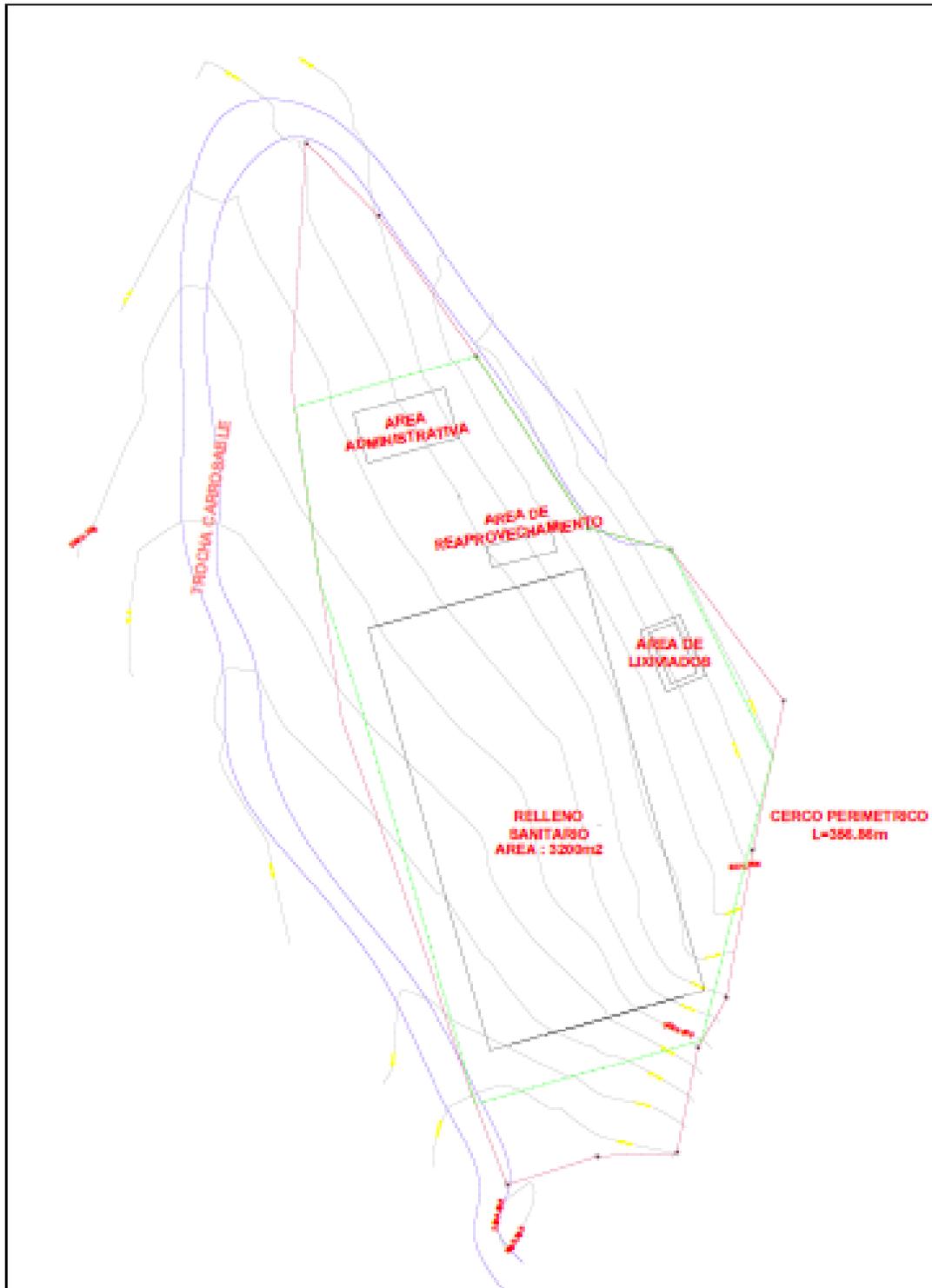
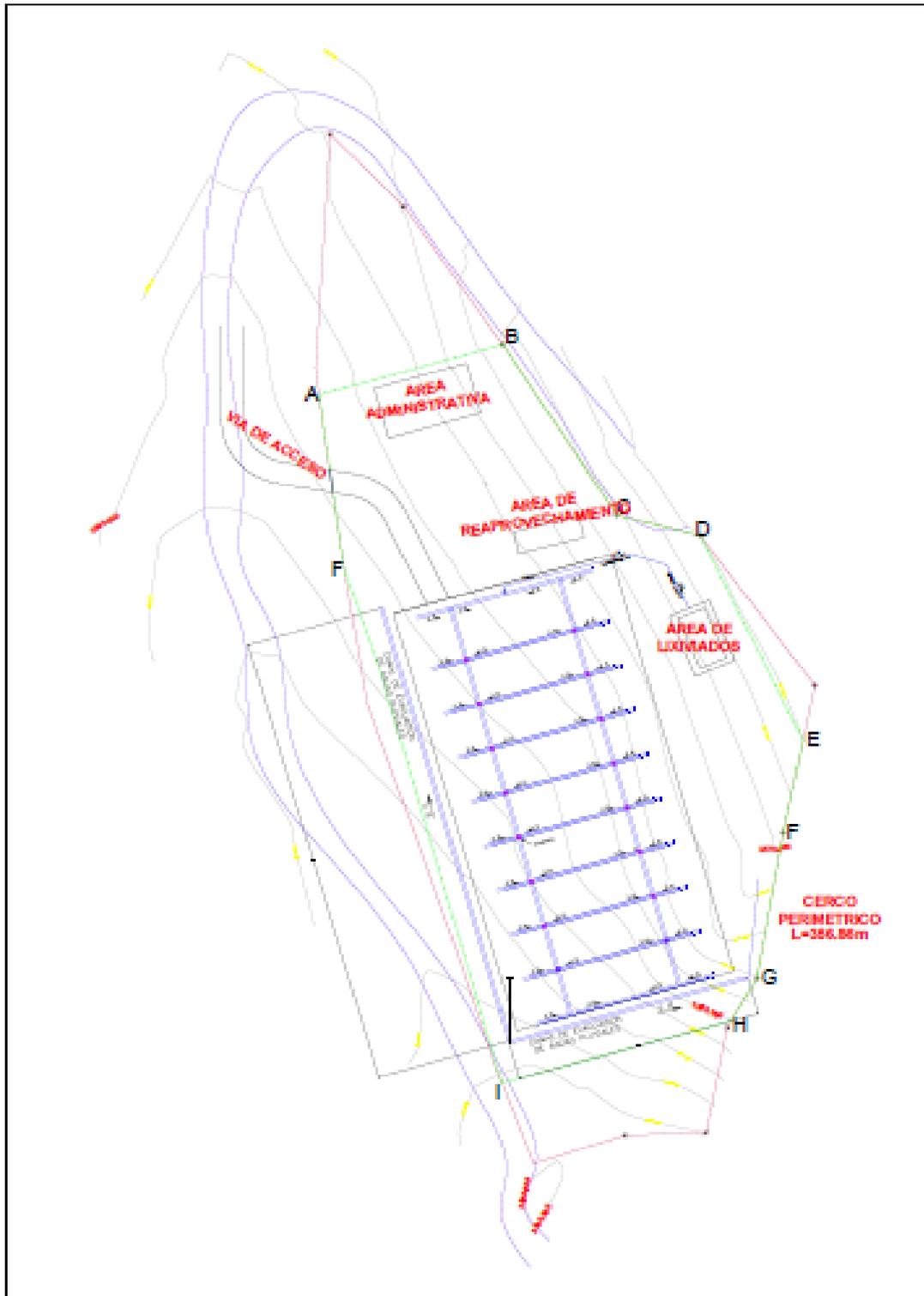


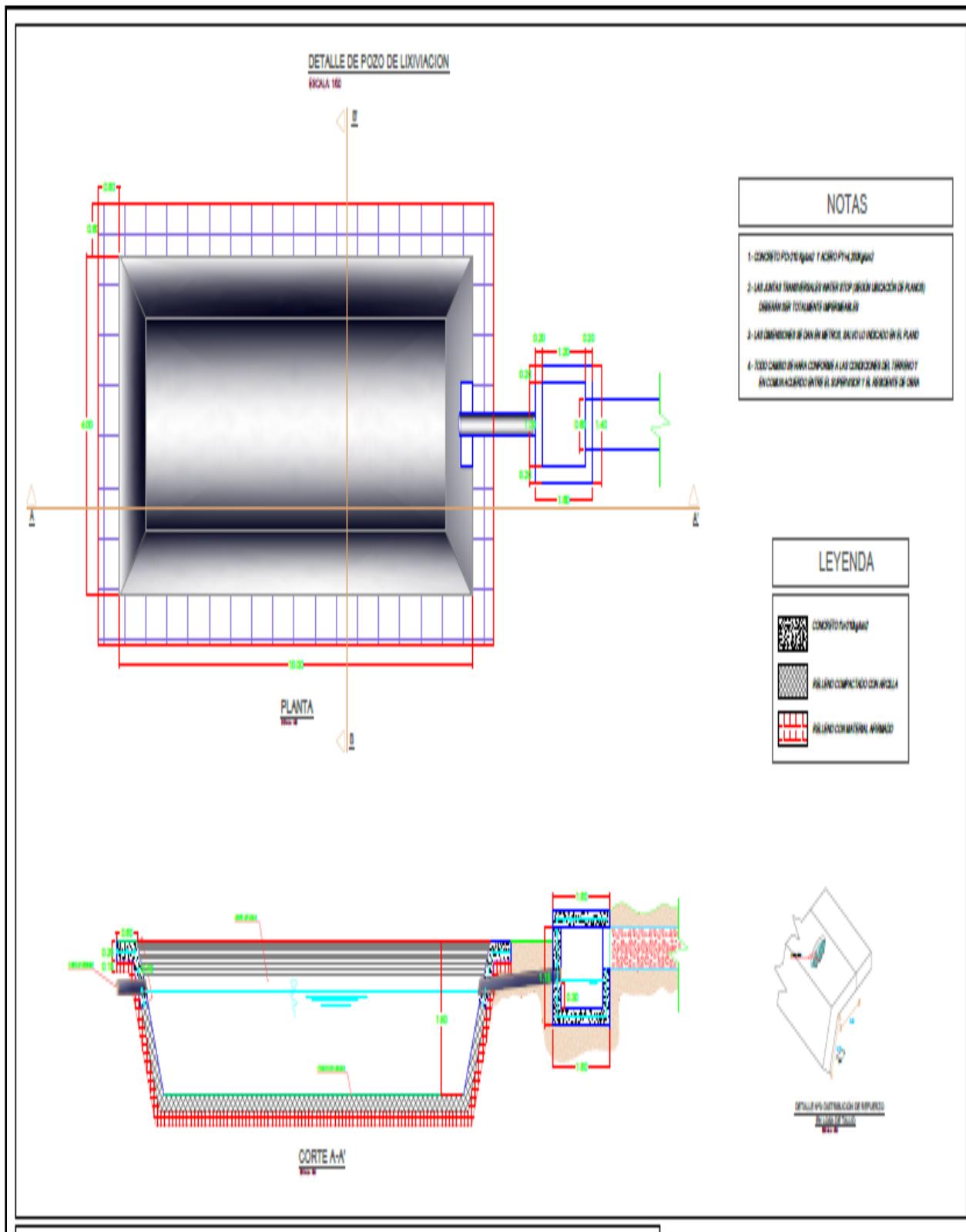
FIGURA 42: Cerco Perimétrico



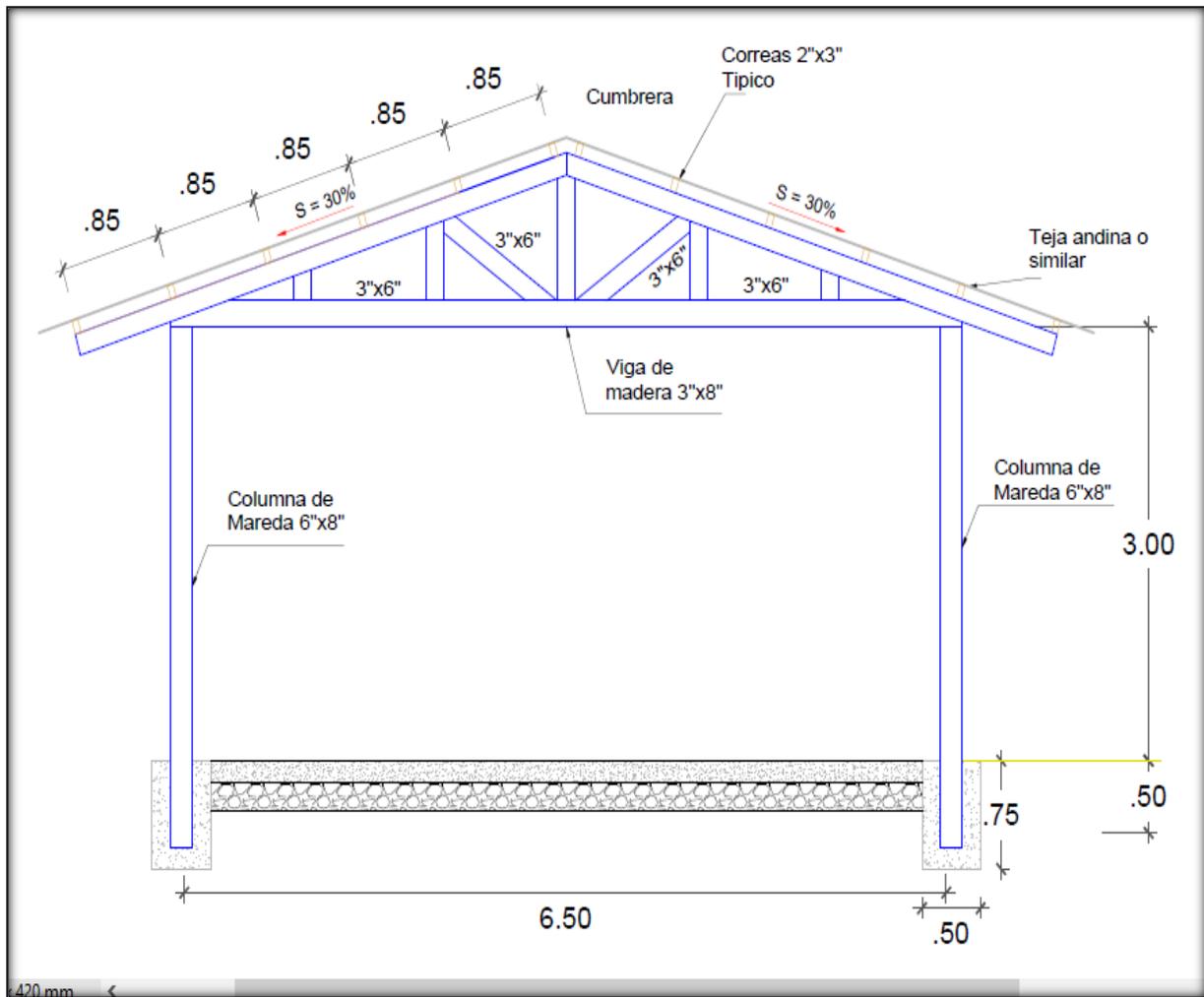
**FIGURA 43:** Cortes del Relleno Sanitario



**FIGURA 44:** Drenaje de Lixiviados



**FIGURA 45:** Poza de Lixiviados



**FIGURA 46:** área de Reaprovechamiento



**FIGURA 47:** Constancia De La Municipalidad Distrital De Cusipata para poder Efectuar el trabajo de Investigación



**FIGURA 48:** Constancia que acredita mi participación en el estudio de Caracterización

## DIPOSITIVAS DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

 **UAP** | UNIVERSIDAD  
ALAS PERUANAS  
**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**  
**TESIS**  
**PROPUESTA DE DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN,**  
**MANTENIMIENTO Y CIERRE DE UN RELLENO SANITARIO**  
**MANUAL EN EL DISTRITO DE CUSIPATA AÑO 2016**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:**

Yesenia Escobar Candia

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE**

INGENIERO AMBIENTAL

**LIMA - PERÚ**

**2018**

## RESUMEN

- El Estudio se realizó en el **Distrito de Cusipata**, Provincia de Quispicanchis, departamento del Cusco
- Primero se procedió a recopilar y analizar toda la información existente de la zona involucrada en el estudio, como **topografía, datos estadísticos poblacionales y demográficos, estudios geológicos, biológicos, hidrológicos**
- Se realizó el estudio de **Caracterización de Residuos Sólidos** así como también el Diagnostico de Sistema de Gestión de Residuos Sólidos del distrito de Cusipata. Terminado los estudios anteriores se procedió a **diseñar el Relleno Sanitario** y realizar la **Evaluación de Impactos Ambientales del proyecto**

## INTRODUCCIÓN

Durante años los problemas ocasionados por un inadecuado manejo de los residuos Sólidos han ido afectando, tanto a las grandes ciudades y sus zonas marginales, así como a las poblaciones rurales

En muchos municipios, el manejo de los residuos aun es de forma empírico ya que no cuentan con las condiciones apropiadas del servicio de limpieza pública, se realiza con una evidente falta de criterios técnicos, económicos y sociales, ocasionando que este servicio carezca de una adecuada planificación y organización, traduciéndose en altos costos de funcionamiento

Un relleno Sanitario constituye una parte de la solución a esta problemática, pues es una técnica de eliminación de los residuos sólidos en el suelo que no causa molestia ni peligro para la salud y seguridad pública

## CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA



Durante años los problemas ocasionados por un inadecuado manejo de los residuos han afectado, tanto a las grandes ciudades y sus zonas marginales, así como a las poblaciones rurales.



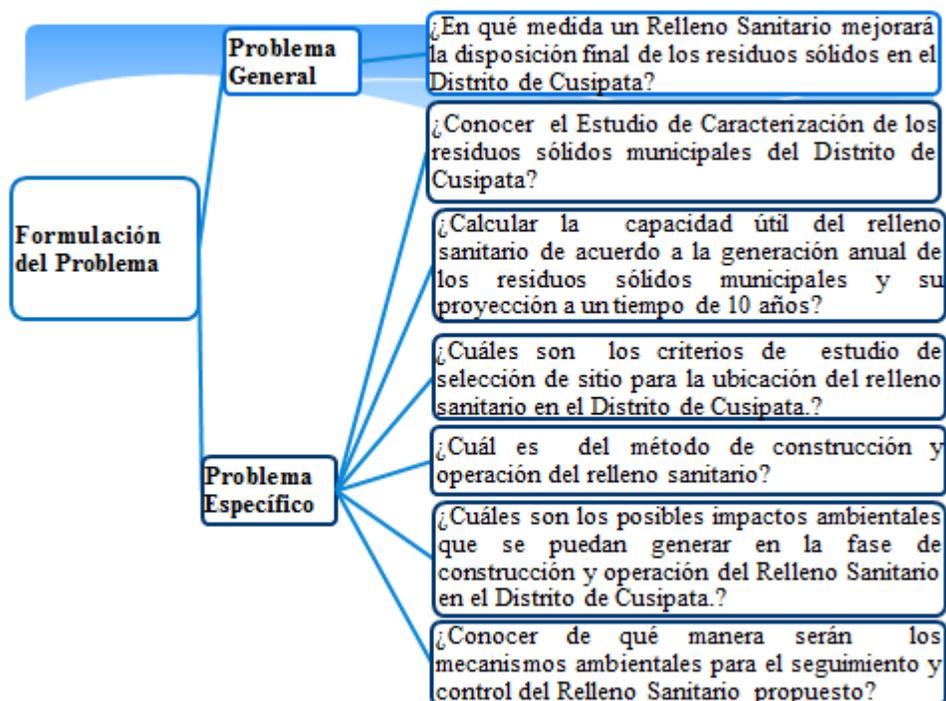
Como consecuencia. Un relleno Sanitario Manual constituye una solución a esta problemática, pues es una técnica de eliminación de los residuos sólidos en el suelo que no causa molestia ni peligro para la salud y seguridad pública.

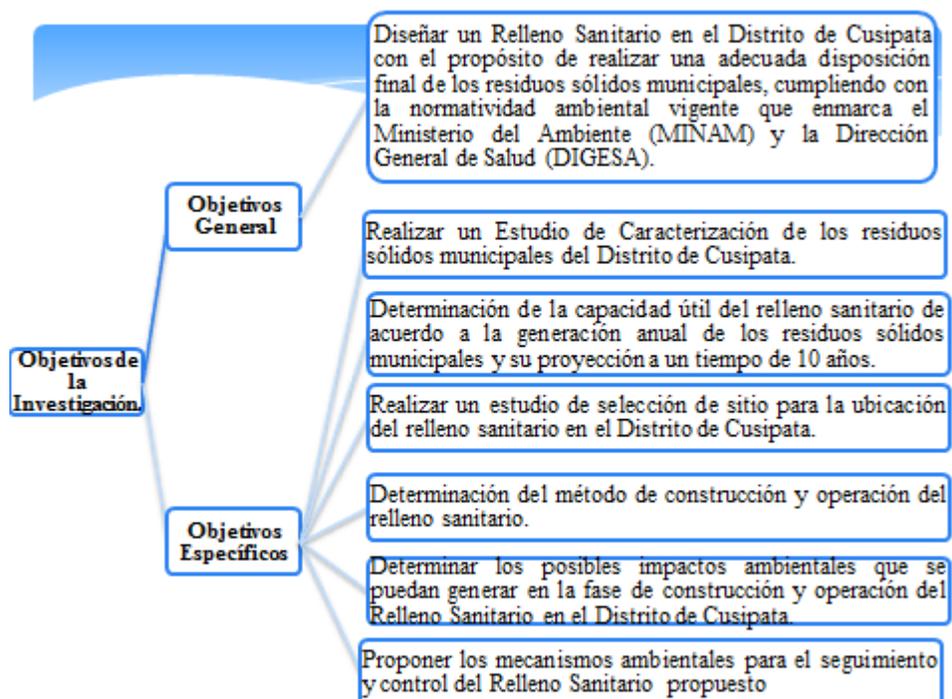


Este relleno sanitario es un proyecto de ingeniería más, destinado a la disposición sanitaria y ambientalmente segura de los residuos sólidos que se generan en dicho municipio, de acuerdo con los principios y métodos de la ingeniería sanitaria y ambiental, ayudando a resolver en gran parte de los problemas que se generan por la inadecuada disposición de los residuos sólidos.

## **BOTADERO ACTUAL**







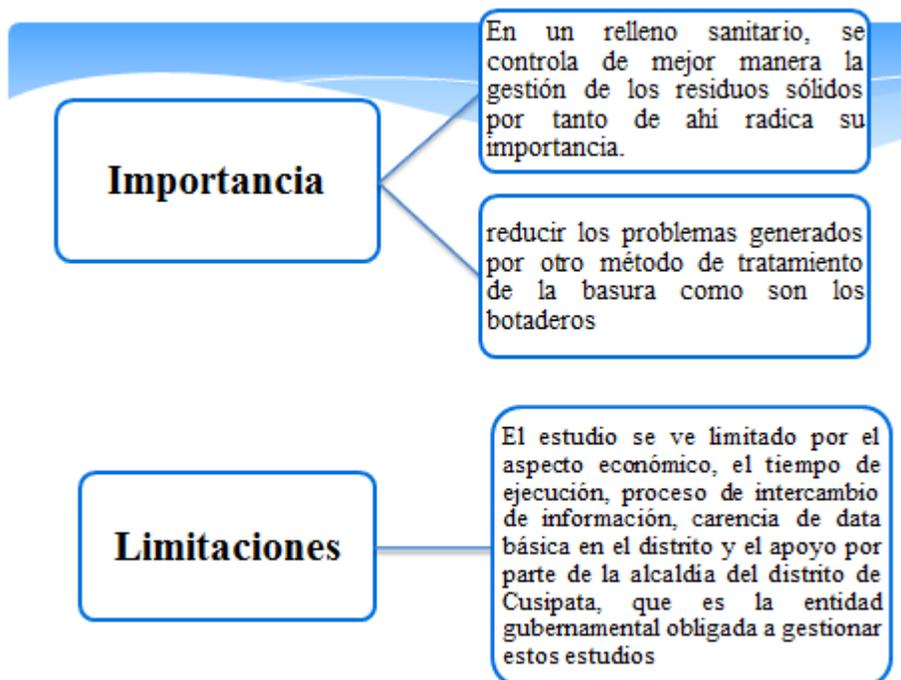
## JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

### Justificación Teórica

permitió comprender como se plantea y elabora un diseño de relleno Sanitario partiendo de la perspectiva de que debe responder a la realidad, necesidades y demandas del distrito, pero sobre todo debe adecuarse a cada localidad, por lo que es alternativo todo el proceso dependiendo de cada realidad

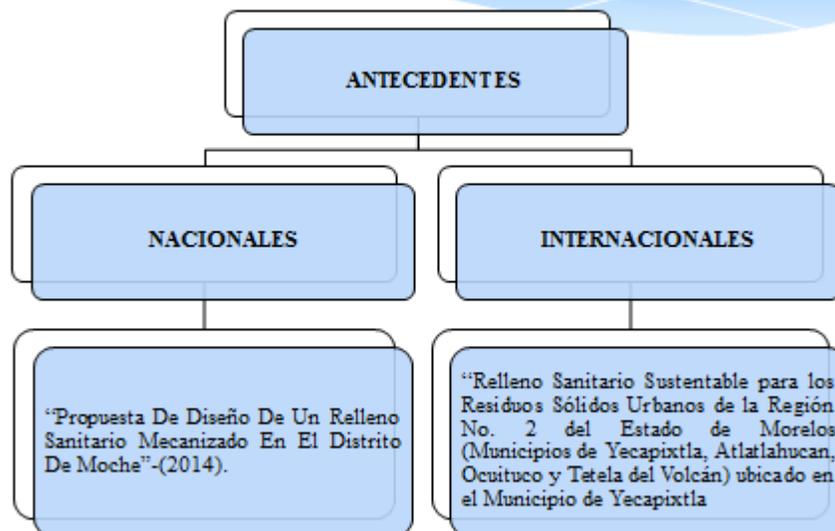
### Justificación Metodológica

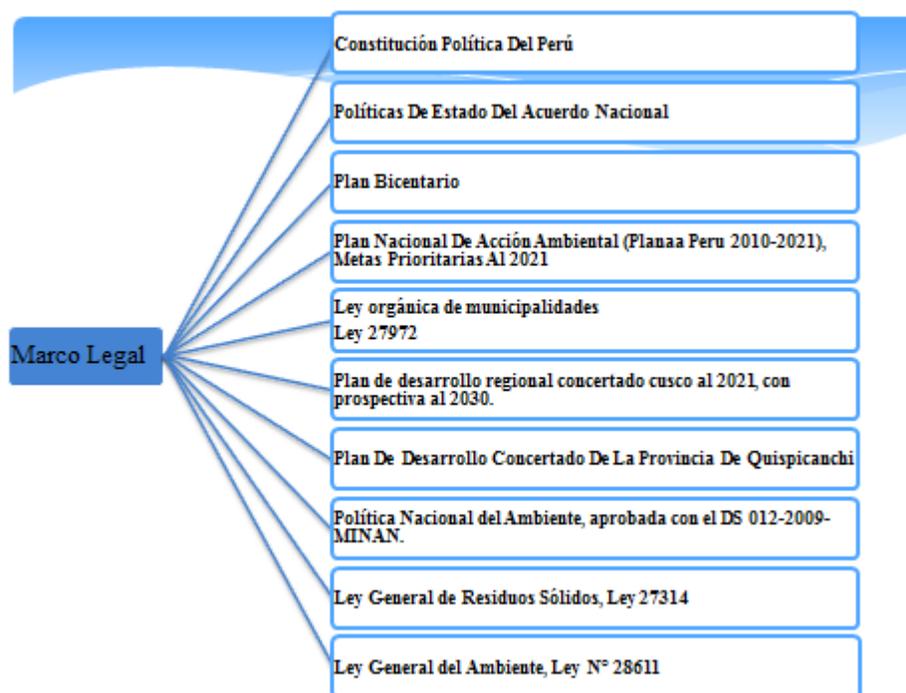
La problemática de los residuos sólidos en las ciudades del país es perceptible

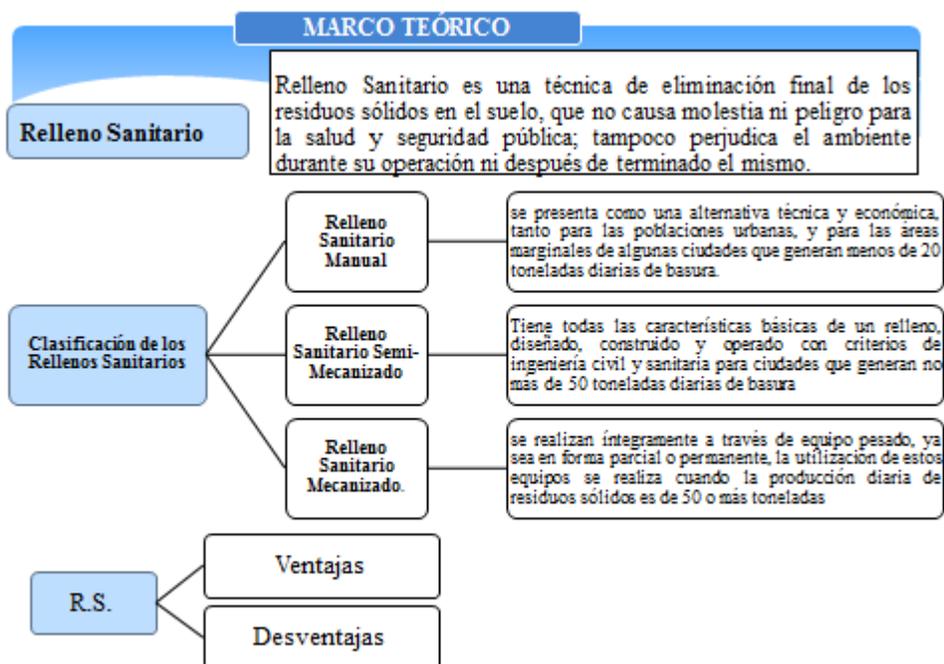


## CAPITULO II: FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN

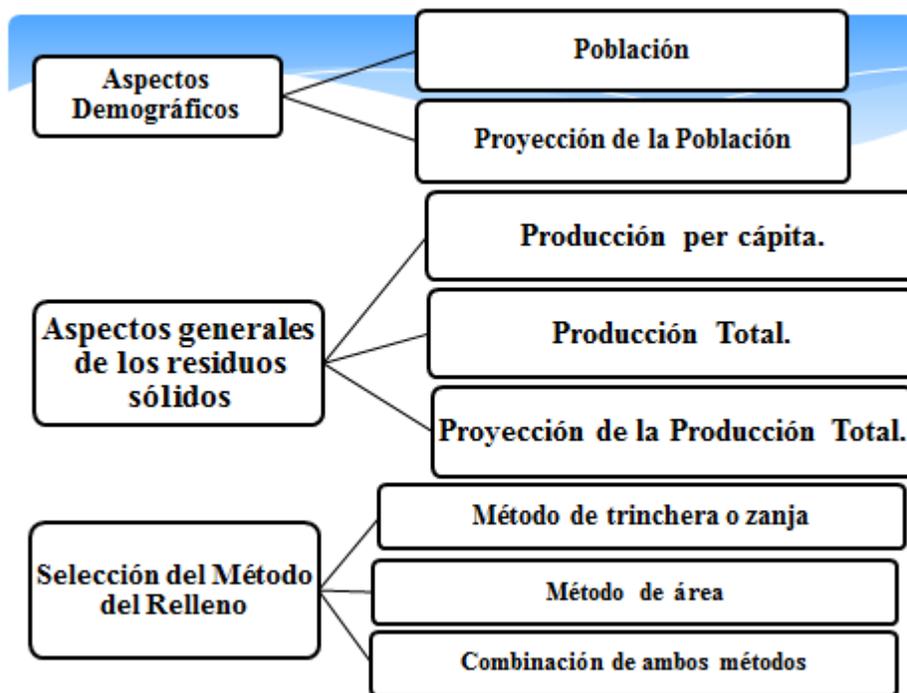
### MARCO REFERENCIAL

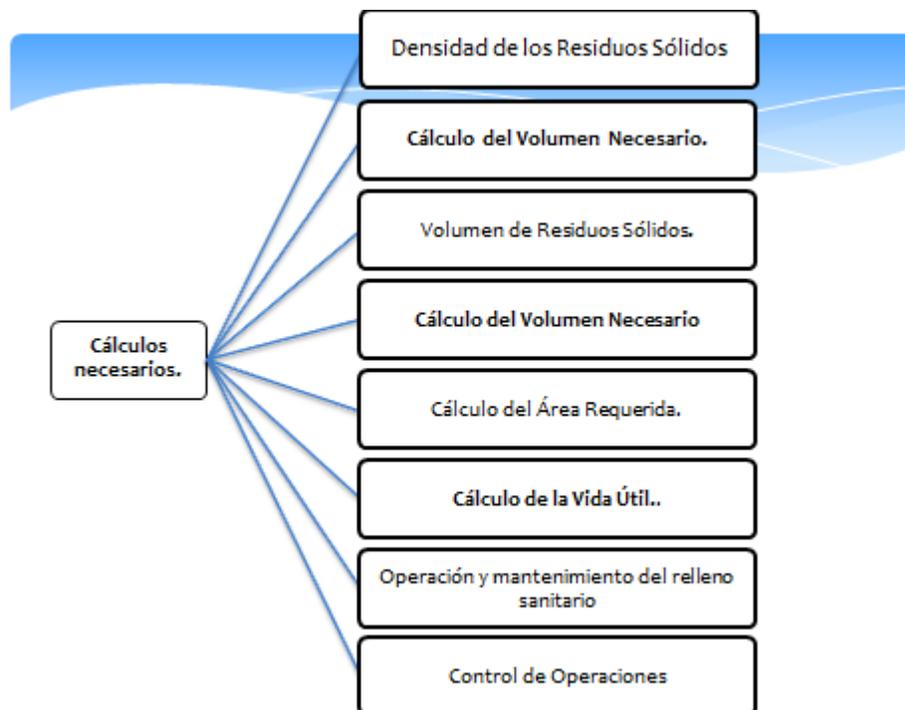




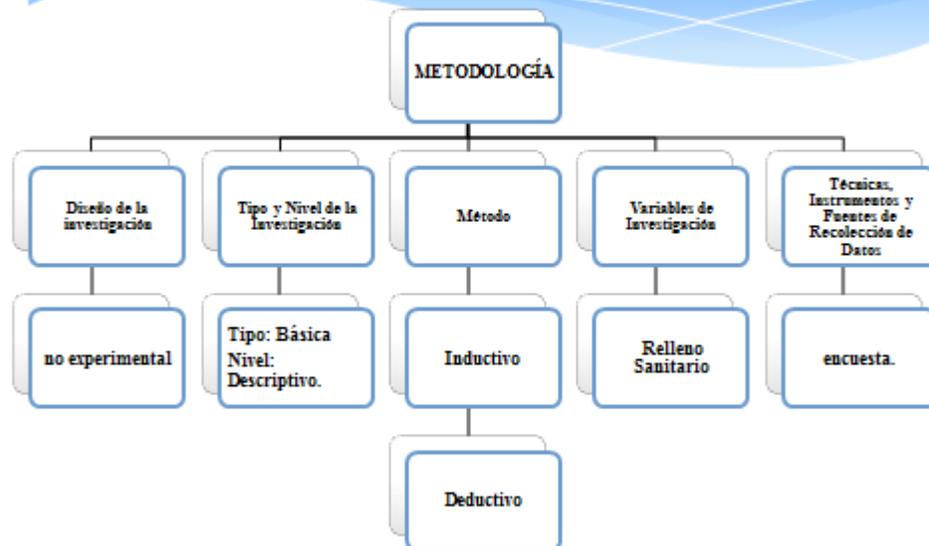








### CAPITULO III: PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO.



PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	METODOLOGÍA
<b>Problema General</b>	<b>Objetivo General</b>	<b>Hipótesis General</b>	<b>Tipo De Investigación</b>
¿En qué medida un Relleno Sanitario mejorará la disposición final de los residuos sólidos en el Distrito de Cuzpata?	Diseñar un Relleno Sanitario en el Distrito de Cuzpata con el propósito de realizar una adecuada disposición final de los residuos sólidos municipales, cumpliendo con la normatividad ambiental vigente que emana el Ministerio del Ambiente (MINAM) y la Dirección General de Salud (DIGESA).	Un Relleno Sanitario mejorará la disposición final de los residuos sólidos municipales en el Distrito de Cuzpata.	Investigación básica Nivel De Investigación
<b>Problema Específico.</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Hipótesis Específica</b>	<b>Investigación de nivel descriptivo exploratorio</b>
a) ¿Conocer el Estudio de Caracterización de los residuos sólidos municipales del Distrito de Cuzpata?	a) Realizar un Estudio de Caracterización de los residuos sólidos municipales del Distrito de Cuzpata.	a) Se logró Conocer el Estudio de Caracterización de los residuos sólidos municipales del Distrito de Cuzpata.	Población La población de Cuzpata
b) ¿Calcular la capacidad del relleno sanitario de acuerdo a la generación anual de los residuos sólidos municipales y su proyección a un tiempo de 10 años?	b) Determinación de la capacidad del relleno sanitario de acuerdo a la generación anual de los residuos sólidos municipales y su proyección a un tiempo de 10 años.	b) Se calculó la capacidad del relleno sanitario de acuerdo a la generación anual de los residuos sólidos municipales y su proyección a un tiempo de 10 años.	Muestra Todos los pobladores del distrito de Cuzpata
c) ¿Cuáles son los criterios de estudio de selección de sitio para la ubicación del relleno sanitario en el Distrito de Cuzpata?	c) Realizar un estudio de selección de sitio para la ubicación del relleno sanitario en el Distrito de Cuzpata.	c) Se aplicó la normativa para los criterios de estudio de selección de sitio para la ubicación del relleno sanitario en el Distrito de Cuzpata.	Técnicas E Instrumentos Técnicas
d) ¿Cuál es el método de construcción y operación del relleno sanitario?	d) Determinación del método de construcción y operación del relleno sanitario.	d) Se diseñó el método de construcción y operación del relleno sanitario.	Fichaje Encuestas Instrumentos Ficha Cuestionario
e) ¿Cuáles son los posibles impactos ambientales que se puedan generar en la fase de construcción y operación del Relleno Sanitario en el Distrito de Cuzpata?	e) Determinar los posibles impactos ambientales que se puedan generar en la fase de construcción y operación del Relleno Sanitario en el Distrito de Cuzpata.	e) Se logró determinar los posibles impactos ambientales que se puedan generar en la fase de construcción y operación del Relleno Sanitario en el Distrito de Cuzpata.	
f) ¿Conocer de qué manera serán los mecanismos ambientales para el seguimiento y control del Relleno Sanitario propuesto?	f) Proponer los mecanismos ambientales para el seguimiento y control del Relleno Sanitario.	f) Se diseñó los mecanismos ambientales para el seguimiento y control del Relleno Sanitario.	

## CAPITULO IV: ORGANIZACIÓN, PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

### • ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN.

#### RESUMEN DE ACTIVIDADES PARA LA CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS



**Tabla 2 : Cusipata y sus 7 comunidades**

LUGAR	AREA	Departamento/Region:	Cusco
Cusipata	Urbano	Provincia:	Quispicanchis
Tintinco	Rural	Distrito:	Cusipata
Patacolca	Rural	Código UBIGEO (distrito):	081206
Parupucyo	Rural	Latitud:	13°54'30" Sur
Moccoraise	Rural	Longitud:	71°30'11" Oeste
Yaucat	Rural	Altitud:	3319 msnm.
Paucarpata	Rural	Superficie:	248.03 km²

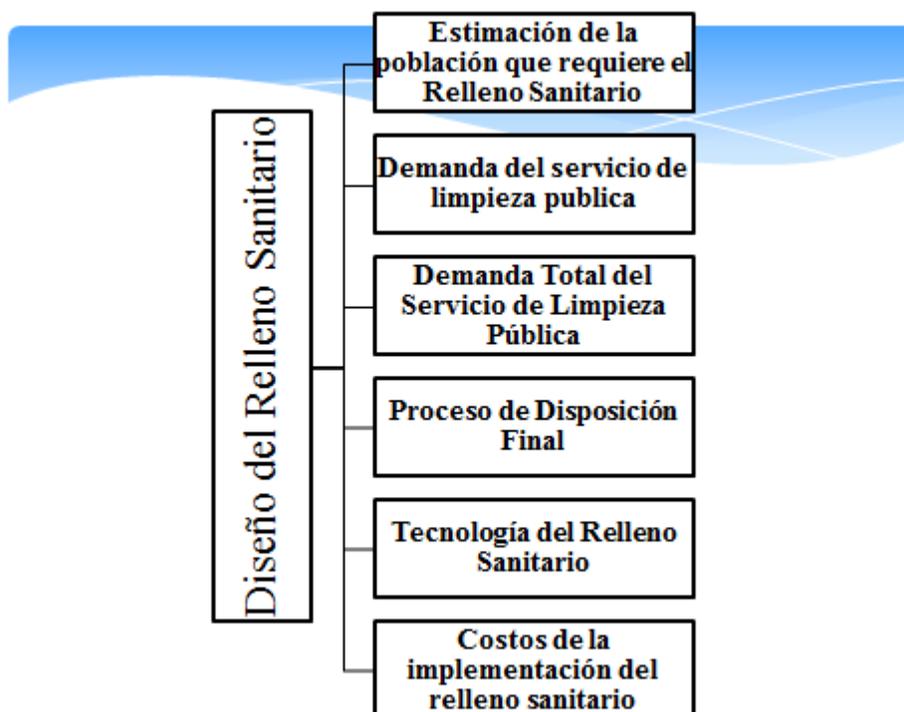


TABLA 54: PROCESO DE DISPOSICIÓN FINAL

Detalle	Unidad	Valor
Población inicial	habitantes	5,035
Población final	habitantes	5,361
GPC	Kg/hab/día	0,30
Vida útil	años	10
Cobertura de recolección de residuos	%	70,33
Densidad de residuos recién compactada	Kg/m <sup>3</sup>	430,15
Densidad de residuos estabilizada	Kg/m <sup>3</sup>	550
Cantidad total de residuos sólidos en 10 años	ton	8553,73
Volumen total compactado de residuos sólidos	m <sup>3</sup>	1438,16
Volumen total estabilizado de residuos sólidos	m <sup>3</sup>	15,551,14
Material de cobertura (% de residuo sólido estabilizado)	%	10
Volumen total de residuos sólidos en el relleno	m <sup>3</sup>	10,518,96
Altura del relleno	M	8
Área total requerida	m <sup>2</sup>	1366,12

**Tabla 55: Determinación de Área Requerida para Relleno Sanitario**

Año	Población	GPC (kg/hab/día)	GENERACIÓN MUNICIPAL			Volumen de Residuos Sólidos x Dispencer por Año (m3/Año) Factor 0.5	Volumen de Material de Cobertura (m3/Año)	Volumen de Residuos Sólidos x Dispencer Acumulad o (m3)	Volumen de Material de Cobertura Acumulad o(m3)	Volumen del Relleno Sanitario Acumulad o (m3)
			Domésticos (ton/día)	No Domésticos (ton/día)	Total (ton/día)					
0	5035	0.30	1.49	0.30	652.82	1305.64	261.13	1305.64	261.13	1566.77
1	5064	0.30	1.51	0.31	662.99	1325.98	265.20	2631.62	526.32	3157.95
2	5093	0.30	1.53	0.31	673.36	1346.73	269.35	3078.35	795.67	4774.02
3	5122	0.30	1.56	0.31	683.94	1367.89	273.58	5346.23	1069.25	6415.48
4	5151	0.31	1.58	0.32	694.74	1389.48	277.90	6735.72	1347.14	8082.86
5	5181	0.31	1.61	0.32	705.77	1411.53	282.31	8147.25	1629.45	9776.70
6	5210	0.31	1.63	0.33	717.03	1434.05	286.81	9581.30	1916.26	11497.56
7	5240	0.32	1.66	0.34	728.53	1457.07	291.41	11038.37	2207.67	13246.04
8	5270	0.32	1.69	0.34	740.30	1480.60	296.12	12518.96	2503.79	15022.76
9	5301	0.32	1.71	0.35	752.33	1504.67	300.93	14023.63	2804.73	16828.35
10	5331	0.33	1.74	0.36	764.65	1529.30	305.86	15552.93	3110.59	18663.52

