

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**TESIS**

**“CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES  
PARA EL DISEÑO DE UN RELLENO SANITARIO MANUAL EN  
EL DISTRITO DE PACHÍA – TACNA”.**

**PARA OPTAR:**

**TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL**

**PRESENTADO POR:**

Bach. Martha Lucía Mendieta Romero  
Bach. Rosmery Mendoza Casilla

**TACNA – PERÚ**

**2019**

# UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

## FACULTAD DE INGENIERÍA

### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

#### TESIS

#### “CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES PARA EL DISEÑO DE UN RELLENO SANITARIO MANUAL EN EL DISTRITO DE PACHÍA – TACNA”

Tesis sustentada y aprobada el 28 de Junio de 2019; estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE:



---

ING. MILAGROS HERRERA REJAS

SECRETARIO:



---

M Sc. JOSÉ OSWALDO CAZORLA GALDOS

VOCAL:



---

M Sc. VICENTE MÁLAGA APAZA

ASESOR:



---

Dr. RICHARD SABINO LAZO RAMOS

TACNA – PERÚ

2019



## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo **Martha Lucía Mendieta Romero**, en calidad de **bachiller** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Ambiental** de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificado con DNI N° 70329764.

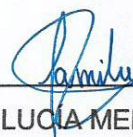
Declaro bajo juramento que:

1. Soy autor de la tesis titulada: **“Caracterización de Residuos Sólidos Municipales para el diseño de un Relleno Sanitario Manual en el Distrito de Pachía – Tacna”**.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a LA UNIVERSIDAD cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis, libro y/o invento.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.

Tacna, 28 de Junio de 2019



MARTHA LUCÍA MENDIETA ROMERO

DNI N° 70329764



## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo **Rosmery Mendoza Casilla**, en calidad de **bachiller** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Ambiental** de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificado con DNI N° 70658324.

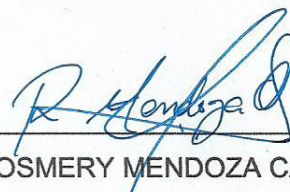
Declaro bajo juramento que:

1. Soy autor de la tesis titulada: **“Caracterización de Residuos Sólidos Municipales para el diseño de un Relleno Sanitario Manual en el Distrito de Pachía – Tacna”**.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a LA UNIVERSIDAD cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis, libro y/o invento.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.

Tacna, 28 de Junio de 2019



ROSMEY MENDOZA CASILLA

DNI N° 70658324

## **DEDICATORIA**

A Dios sobre todas las cosas, y sin duda a mi mamita Rosa y a mi papá Ernesto R., que están siempre pendiente de mí y por quererme, a mi hermana Manuela y mama Martha que me apoyan constantemente de forma alentadora y motivadora, y a mis tíos, a todos ellos, quienes estuvieron pendientes del desarrollo de este trabajo, por su apoyo incondicional y palabras de aliento diario, por su paciencia y sabiduría que son un impulso que me motivan a continuar y a perseverar en mis objetivos, gracias por siempre.

***Martha Lucía Mendieta Romero***

A mis padres Nora y Víctor que están siempre a mi lado, que me enseñan a luchar siempre por lo que más se anhela y por su amor incondicional. Por su trabajo desmedido para formarme profesionalmente.

A mí querida Tía Inés que ahora me cuida y guía desde un lugar mejor, gracias por haber asumido el rol de una segunda madre y encaminarme siempre para lograr mis objetivos.

***Rosmery Mendoza Casilla***

## **AGRADECIMIENTO**

Un agradecimiento a las personas que hicieron que esto fuera posible:

A Dios, que sin Él no habiéramos culminado este trabajo, por estar siempre con nosotras de distintas formas.

A nuestros padres por su apoyo incondicional, que con su sabiduría y paciencia nos ayudaron a culminar este trabajo de investigación.

Al Alcalde Ing. Julio César Choqueña Huamaní y en especial a la Gerencia de Desarrollo Económico, Social, Gestión Ambiental y Turismo a cargo del Ing. Edgard Humberto Tuero Vicente de la Municipalidad Distrital de Pachía por su apoyo motivacional y material para la ejecución del presente trabajo.

A todas las personas involucradas en el Estudio, que sin su apoyo, paciencia y tiempo no se hubiera podido obtener los resultados.

A todos, muchas gracias.

***Martha Lucía Mendieta Romero y Rosmery Mendoza Casilla***

## INDICE DE CONTENIDO

<b>RESUMEN</b> .....	<b>16</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>17</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>18</b>
<b>I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	<b>20</b>
1.1 Descripción del problema.....	20
1.2 Formulación del problema.....	21
1.3 Justificación e importancia .....	21
1.4 Objetivos.....	22
1.4.1 Objetivo General.....	22
1.4.2 Objetivos Específicos .....	22
1.5 Hipótesis .....	22
1.5.1 Hipótesis General .....	22
1.5.2 Hipótesis Específicas.....	22
<b>II. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>23</b>
2.1 Antecedentes del Estudio .....	23
2.1.1 A nivel Internacional .....	23
2.1.2 A nivel Nacional.....	23
2.1.3 A nivel Local .....	25
2.2 Bases Teóricas .....	25
2.2.1 Clasificación de Residuos Sólidos según su origen: .....	25
2.2.2 La problemática de los residuos sólidos en Perú .....	26
2.2.3 Aspectos importantes en esta problemática ambiental de los RSU.....	27
2.2.4 Importancia de la gestión de residuos sólidos domiciliarios ..	27
2.2.5 Manejo de residuos sólidos domiciliarios en el Perú .....	27
2.2.6 Formas de disposición final de los residuos sólidos domiciliarios.....	28
2.2.7 Residuos clasificados según su gestión.....	28
2.2.7.1 Residuos de ámbito municipal .....	28
2.2.7.2 Residuos de ámbito no municipal.....	29
2.2.8 Relleno sanitario manual .....	29
2.2.8.1 Ventajas.....	29
2.2.8.2 Desventajas .....	29
2.2.9 Desarrollo local sustentable.....	30
2.2.10 Clasificación de los rellenos sanitarios.....	30
2.2.10.1 Relleno sanitario manual.....	30
2.2.10.2 Relleno sanitario semi-mecanizado.....	31

2.2.10.3	Relleno sanitario mecanizado .....	31
2.2.11	Instalaciones mínimas en un relleno sanitario.....	31
2.2.12	Determinación de parámetros de diseño .....	32
2.2.13	Producción per cápita.....	32
2.2.14	Producción total.....	32
2.2.15	Proyección de la producción total .....	33
2.2.16	Volumen de residuos sólidos .....	33
2.2.17	Material para Cobertura .....	33
2.2.18	Cálculo del área requerida.....	33
2.2.19	Criterios para la selección de áreas de relleno .....	35
2.3	Definición de Términos .....	35
2.3.1	Almacenamiento.....	35
2.3.2	Botadero.....	36
2.3.3	Caracterización .....	36
2.3.4	Densidad.....	36
2.3.5	Generación per cápita .....	36
2.3.6	Reciclaje.....	36
2.3.7	Recuperación .....	36
2.3.8	Residuos Sólidos.....	37
2.3.9	Segregación .....	37
2.3.10	Volumen.....	37
2.4	Datos generales del distrito.....	37
2.4.1	Ubicación Geográfica.....	37
2.4.2	Límites .....	37
2.4.3	Características Geográficas .....	38
2.4.4	Características Socio Económicas de la Población .....	39
<b>III.</b>	<b>MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>43</b>
3.1	Tipo y nivel de la investigación:.....	43
3.2	Población y/o muestra de estudio .....	43
3.2.1	Población actual .....	43
3.2.2	Muestra .....	45
3.2.3	Distribución de la muestra .....	46
3.2.4	Empadronamiento .....	47
3.2.5	Entrega de bolsas .....	48
3.2.6	Plan de seguridad e higiene .....	48
3.2.7	Recolección y transporte de las muestras .....	49
3.3	Identificación de Variables .....	49
3.3.1	Variable dependiente (y) .....	49
3.3.2	Variable independiente (x).....	49



3.4	Operacionalización de Variables.....	50
3.5	Técnicas e instrumentos para la recolección de datos .....	51
3.6	Procesamiento y análisis de datos .....	51
3.6.1	Determinación de parámetro .....	51
3.6.2	Generación per cápita residuos sólidos municipales .....	51
3.6.3	Generación de residuos sólidos domiciliarios .....	51
3.6.4	Generación de residuos sólidos en establecimientos .....	53
	comerciales .....	53
3.6.5	Población .....	54
3.6.6	Composición de los residuos sólidos.....	54
3.6.7	Determinación de la densidad de los residuos sólidos.....	57
3.6.8	Determinación de la humedad de los residuos sólidos .....	58
3.6.9	Volumen de Residuos Sólidos.....	58
3.6.10	Diseño del relleno sanitario manual.....	59
3.6.11	Volumen del relleno sanitario .....	59
3.6.12	Parámetros de relleno sanitario.....	60
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>61</b>
4.1	Resultados.....	61
4.1.1	Caracterización de origen domiciliario.....	61
4.1.2	Generación per cápita de los residuos sólidos para el año 2017 .....	66
4.1.3	Densidad de residuos sólidos domiciliarios .....	67
4.1.4	Composición física de los residuos domiciliarios .....	71
4.1.5	Humedad de los Residuos Sólidos Domiciliarios.....	78
4.2	Resultados de Caracterización de residuos no domiciliarios .....	79
4.2.1	Composición Física de residuos sólidos no domiciliarios .....	79
4.2.1.1	Composición Física de RS no domiciliarios de Instituciones Educativas .....	79
4.2.1.2	Composición Física de RS no domiciliarios de Restaurantes.....	81
4.3	Generación de residuos sólidos no domiciliarios.....	83
4.3.1	Generación de residuos sólidos no domiciliarios de establecimientos Comerciales .....	84
4.3.2	Generación de RS no domiciliarios del barrido de calles del distrito.....	85
4.4	Resultados Generales de la caracterización de los residuos sólidos municipales.....	85
4.5	Humedad de los residuos sólidos no domiciliarios .....	85
4.6	Densidad de los residuos sólidos no domiciliarios.....	86
4.7	Diseño de Relleno Sanitario Manual .....	87
4.8	Prueba estadística .....	92

<b>V. DISCUSIÓN.....</b>	<b>97</b>
5.1 Contratación de resultados.....	97
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>99</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>100</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>101</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>104</b>

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1 - Clasificación de residuos sólidos según su origen .....	26
Cuadro 2 - Población final proyectada .....	44
Cuadro 3 - Tipos de predios no domiciliarios .....	45
Cuadro 4 - Distribución de muestras.....	47
Cuadro 5 - Distribución de muestras por giros de actividades comerciales – Zona Urbana .....	47
Cuadro 6 - Normas de Seguridad en el ECRSM.....	48
Cuadro 7 - Equipo de Protección para el ECRSM.....	49
Cuadro 8 - Operacionalización de las variables .....	50
Cuadro 9 - Clasificación de residuos sólidos.....	56
Cuadro 10 - Parámetros de diseño .....	60
Cuadro 11 - Generación Per Cápita (GPC) de Residuos Sólidos Domiciliarios de la localidad de Peligro.....	61
Cuadro 12 - Generación Per Cápita (GPC) de Residuos Sólidos Domiciliarios de la localidad de Huaycuyo .....	62
Cuadro 13 - Generación Per Cápita (GPC) de Residuos Sólidos Domiciliarios de la localidad de Pachía Cercado.....	62
Cuadro 14 - Generación Per Cápita (GPC) de Residuos Sólidos Domiciliarios de la localidad de Miculla .....	63
Cuadro 15 - Generación Per Cápita (GPC) de Residuos Sólidos Domiciliarios de la localidad de Calientes .....	63
Cuadro 16 - Generación Per Cápita (GPC) de Residuos Sólidos Domiciliarios de la localidad de Toquela .....	64
Cuadro 17 - Generación Per Cápita (GPC) de Residuos Sólidos Domiciliarios de la localidad de Caplina .....	65
Cuadro 18 - Generación Per Cápita (GPC) de Residuos Sólidos Domiciliarios de la localidad de Ancoma .....	65
Cuadro 19 - Generación Per Cápita (GPC) de Residuos Sólidos Domiciliarios de la localidad de Challaviento.....	66
Cuadro 20 - Generación de per cápita de los residuos sólidos para el año 2017 ....	66
Cuadro 21 - Generación de per cápita de los residuos sólidos para el año 2018 ....	67
Cuadro 22 - Densidad de los Residuos Sólidos del Anexo Peligro .....	67
Cuadro 23 - Densidad de los Residuos Sólidos del Anexo Huaycuyo.....	68
Cuadro 24 - Densidad de los Residuos Sólidos del Anexo Pachía Cercado .....	68
Cuadro 25 - Densidad de los Residuos Sólidos del Anexo Miculla .....	68

Cuadro 26 - Densidad de los Residuos Sólidos del Anexo Calientes.....	69
Cuadro 27 - Densidad de los Residuos Sólidos del Anexo Toquela.....	69
Cuadro 28 - Densidad de los Residuos Sólidos del Anexo Ancoma .....	70
Cuadro 29 - Densidad de los Residuos Sólidos del Anexo Challaviento .....	70
Cuadro 30 - Densidad de los Residuos Sólidos del Anexo Caplina .....	70
Cuadro 31 - Composición Porcentual de Instituciones Educativas.....	80
Cuadro 32 - Composición Física Restaurantes.....	82
Cuadro 33 - Generación de RS no domiciliarios Instituciones Educativa .....	84
Cuadro 34 - Generación Restaurantes .....	84
Cuadro 35 - Generación Barrido de Calles .....	85
Cuadro 36 - Resultados generales .....	85
Cuadro 37 - Densidad de Residuos No Domiciliarios en Establecimientos Comerciales .....	86
Cuadro 38 - Densidad de Residuos No Domiciliarios en Instituciones Iniciales .....	86
Cuadro 39 - Densidad de Residuos No Domiciliarios en Instituciones Educativas .....	86
Cuadro 40 - Datos del Relleno Sanitario Manual del distrito de Pachía .....	88
Cuadro 41 - Datos del Relleno Sanitario Manual del distrito de Pachía .....	89
Cuadro 42 - Área del Relleno Sanitario Manual del distrito de Pachía .....	91
Cuadro 43 - Cálculo de la Celda diaria del Relleno Sanitario Manual del distrito de Pachía.....	92
Cuadro 44 - Generación de Residuos sólidos en la zona Urbana y zona Rural por días .....	93
Cuadro 45 - Consolidado de GPC Distrito de Pachia.....	114
Cuadro 46 - Consolidado de Composición Porcentual del Distrito de Pachía .....	115
Cuadro 47 - Consolidado de Composición Porcentual del Distrito de Pachía .....	116
Cuadro 48 - Consolidado de Densidad del Distrito de Pachía.....	117



## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Generación total de residuos sólidos domiciliarios cuando se tiene un solo sector.....	52
Figura 2 Generación de residuos sólidos cuando se tiene varios sectores .....	52
Figura 3 – Método del cuarteo .....	55
Figura 4 Composición Porcentual anexo Peligro.....	71
Figura 5 Composición Porcentual anexo Huaycuyo.....	72
Figura 6 Composición Porcentual anexo Cercado .....	73
Figura 7 - Composición Porcentual anexo Miculla .....	74
Figura 8 - Composición Porcentual anexo Calientes.....	74
Figura 9 - Composición Porcentual anexo Ancoma .....	75
Figura 10 - Composición Porcentual anexo Toquepala.....	76
Figura 11 - Composición Porcentual Challaviento.....	77
Figura 12 - Composición porcentual anexo Caplina.....	78
Figura 13 - Composición porcentual anexo I.E. ....	81
Figura 14 - Composición porcentual Restaurantes .....	83
Figura 15 - Modelo de Oficio de invitación para participar en el estudio de caracterización – establecimiento .....	90

## INDICE DE ANEXOS

Anexo 1 - Empadronamiento para la participación en el Estudio .....	104
Anexo 2 - Empadronamiento para la participación en el Estudio .....	104
Anexo 3 - Empadronamiento para la participación en el Estudio .....	105
Anexo 4 - Empadronamiento para la participación en el Estudio .....	105
Anexo 5 - Recojo de Residuos Sólidos Domiciliarios .....	106
Anexo 6 - Recojo de Residuos Sólidos Domiciliarios .....	106
Anexo 7 - Recojo de Residuos Sólidos Domiciliarios .....	107
Anexo 8 - Recojo de Residuos Sólidos Domiciliarios .....	107
Anexo 9 - Recojo de Residuos Sólidos Domiciliarios .....	108
Anexo 10 - Traslado de Residuos Sólidos M. a la zona de estudio .....	108
Anexo 11 - Cuarteo de Residuos Sólidos Municipales .....	109
Anexo 12 - Homogeneización de Residuos Sólidos Municipales .....	109
Anexo 13 - Caracterización y Pesaje de Residuos Sólidos Municipales seleccionados .....	110
Anexo 14 - Homogeneización de Residuos Sólidos Municipales .....	110
Anexo 15 - Carta para el empadronamiento de vecinos para el Estudio .....	111
Anexo 16 - Densidad de Residuos Sólidos Seleccionados .....	112
Anexo 17 - Humedad de Residuos Sólidos Municipales .....	112
Anexo 18 - Humedad de Residuos Sólidos Municipales .....	113
Anexo 19 - Humedad de Residuos Sólidos Municipales .....	113
Anexo 20 - Matriz de consistencia .....	118
Anexo 21 - Modelo de Oficio de invitación para participar en el estudio de caracterización – viviendas .....	119
Anexo 22 - Modelo de Oficio de invitación para participar en el estudio de caracterización – establecimientos .....	119
Anexo 23 - Registro de viviendas participantes en el Estudio de Caracterización.	119
Anexo 24 - Registro de establecimientos participantes en el Estudio de Caracterización .....	119
Anexo 25 - Presupuesto de Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales .....	119
Anexo 26 - Registro de pesos diarios – domiciliarios .....	119
Anexo 27 - Registro de pesos y altura libre de cilindro para determinar la densidad .....	119
Anexo 28 - Ficha de Registro de pesos de Residuos Sólidos – Domiciliarios .....	119
Anexo 29 - Ficha de Registro de pesos de Residuos Sólidos – No Domiciliarios..	119

Anexo 30 - Plano de Distribución de Muestras.....	124
Anexo 31 – Plano de Distribución de Celdas.....	125

## RESUMEN

El presente estudio titulado “Caracterización de residuos sólidos municipales para el diseño de un relleno sanitario manual en el distrito de Pachia – Tacna”, tiene como objetivo determinar el valor y porcentaje de cada parámetro de caracterización de residuos sólidos municipales para el diseño de un relleno sanitario manual del distrito de Pachía, Provincia de Tacna, mediante el cálculo del área, volumen, cálculo de la vida útil del relleno sanitario, la identificación, la GPC, peso y densidad de los residuos generados y la identificación del material de cobertura del distrito de Pachía, provincia de Tacna, 2017. Para la ejecución del presente trabajo se utilizó la “Guía Metodológica para la Elaboración del Estudio de Caracterización para Residuos Sólidos Municipales”, elaborado por el Ministerio del Ambiente-MINAM. Los resultados obtenidos del estudio indican que la GPC en Pachía es de  $0,404 \text{ Kg.hab}^{-1} \cdot \text{día}^{-1}$  en el año 2017. La densidad en el distrito fue de  $103,504 \text{ Kg/m}^3$ . En la composición física, la materia orgánica con un 10,473%, el segundo componente de mayor representatividad son los residuos sanitarios con un 12,40%, La humedad de los residuos sólidos domiciliarios y no domiciliarios es 36% y 26% respectivamente. El área sugerida para el Relleno Sanitario Manual en el Distrito de Pachía es de 1.84 hectáreas.

**PALABRAS CLAVE:** Residuos Sólidos, caracterización de residuos sólidos, diseño de relleno sanitario, Pachía.



## **ABSTRACT**

The present study of municipal solid waste characterization for the design of a manual landfill in the district of Pachia - Tacna, has as objective determine the value and percentage of each parameter of municipal solid waste characterization for the design of a manual landfill of the district of Pachía, Province of Tacna, by calculating the area, volume, calculation of the useful life of the landfill, the identification, the CPG, weight and density of the waste generated and the identification of the coverage material of the district of Pachía , province of Tacna, 2017. For the execution of this work, the "Methodological Guide for the Preparation of the Characterization Study for Municipal Solid Waste", prepared by the Ministry of Environment-MINAM, was used. The results obtained from the study indicate that the CPG in Pachía is 0.404 Kg.hab-1. day-1 in 2017. The density in the district was 103,504 Kg / m<sup>3</sup>. In the physical composition, organic matter with 10,473%, the second most representative component is sanitary waste with 12.40%. The humidity of household and non-household solid waste is 36% and 26% respectively.

The suggested area for Manual Landfill in the Pachía District is 1.84 hectares.

**KEY WORDS:** Solid Waste, solid waste characterization, landfill design, Pachía.

## INTRODUCCIÓN

El manejo de los residuos sólidos es un problema común en la mayoría de ciudades del país, debido a diversos factores tales como el crecimiento demográfico, la cantidad cada vez mayor de residuos que genera la población, la deficiente educación y participación comunitaria, entre otros. Esto se refleja en la falta de limpieza de áreas públicas, existencia de botaderos, que conlleva a la reproducción de vectores transmisores de enfermedades, generación de malos olores y el deterioro paisajístico afectando el medio ambiente.

El aumento de generación de residuos sólidos se ha convertido en una problemática principalmente a nivel municipal, ya que el manejo y operatividad de residuos sólidos es responsabilidad de las Municipalidades.

En la mayoría de los municipios del distrito de Tacna, el manejo de residuos sólidos municipales se realiza sin estudios previos, criterios técnicos, ambientales, económicos y sociales.

El aumento de la generación per cápita de residuos sólidos genera una mala disposición de estos en lugares como en botaderos, generadores de proliferación de malos olores, contaminación de suelo, agua, aire y enfermedades si se encuentran en lugares cercanos a la población.

La alternativa responsable para una correcta disposición es la construcción de un relleno sanitario, el cual, es un método adecuado para la eliminación final de residuos sólidos en el suelo, ya que, mediante estudios previos durante la construcción, durante la operación y al finalizar el tiempo de vida útil el ecosistema no se ve afectado, ni la salud de la población.

La estructura del presente informe titulado: “CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES PARA EL DISEÑO DE UN RELLENO SANITARIO MANUAL EN EL DISTRITO DE PACHÍA – TACNA” se compone de 5 capítulos, el primer capítulo comprende el planteamiento del problema, el cual describe la problemática y además, mediante la formulación del problema para concluir en una justificación importancia del proyecto, objetivo general, objetivos específicos e hipótesis que ayudarán a determinar si la suposición fue correcta. El segundo capítulo comprende del Marco Teórico, el cual describe los antecedentes internacionales, nacionales y locales de la investigación, las bases teóricas y definición de términos

quienes ayudarán a la mejor comprensión del presente estudio. En el tercer capítulo, el marco metodológico que comprende el tipo y diseño de la investigación, población y muestra del estudio, muestra, distribución de la muestra, empadronamiento, entrega de bolsas, plan de seguridad, recolección y transporte de muestras, técnicas e instrumentos para la recolección de datos, procesamiento y análisis de datos y la determinación de parámetros como la generación per cápita municipal, generación de residuos sólidos en establecimientos comerciales, composición, determinación de la densidad de residuos sólidos, determinación de la humedad de residuos sólidos, volumen de residuos sólidos, volumen del material de cobertura, volumen del relleno sanitario, cálculo del área requerida, cálculo de la celda diaria, área de la celda y el largo o avance de la celda.

En el capítulo 4 se presentan los resultados y discusiones en referencia al estudio de caracterización de residuos sólidos municipales del distrito de Pachía y al diseño del relleno sanitario; estos resultados se pueden verificar en los anexos y plano.

En el capítulo 5 se presenta las conclusiones enfocados a los objetivos de la investigación y las recomendaciones respectivas. Finalmente se encuentra la bibliografía, recopilaciones de citas utilizadas en todo el estudio.

## **CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1 Descripción del problema**

Se conoce del aumento de la población a nivel mundial; el crecimiento diario medio según el último censo realizado por CIA (Central Intelligence Agency) en el año 2013 fue de 212,920 personas por día, por lo tanto, el volumen de los residuos crece desmesuradamente, lo que está poniendo en riesgo el ecosistema, lugar integrado por una agrupación de seres vivos, cuyos procedimientos vitales se interrelacionan y se desenvuelven en función de factores físicos de un mismo hábitat. (*Real Academia Española, 2017*)

Los residuos sólidos y semisólidos están y estarán presentes a lo largo de la existencia de los seres humanos, pues son característicos a la actividad de todo ser vivo. Pregunta ¿Qué sucedió para que se considere un obstáculo la existencia de residuos sólidos? Esto se interpreta al aumento de la generación de esta misma, lo que causa un desbalance entre el ecosistema y las actividades humanas. (*Otero, 1996*).

Una de las actividades humanas que más impacto negativo genera son los niveles de consumo progresivo materialista, lo que está poniendo en riesgo el desarrollo sostenible, lo que significa que existe una relación entre las necesidades de los seres vivos del presente sin comprometer las satisfacciones de las generaciones futuras. (*Comisión Brundtland, 1987*).

Para lograr la disminución de los residuos se debe realizar la segregación en la fuente, reaprovechamiento y por último un correcto almacenamiento de residuos sólidos mediante diferentes técnicas y herramientas; como la del relleno sanitario, lugar especialmente para residuos no aprovechables, el cual es escaso a nivel internacional y en especial en el Perú, en donde sólo se cuentan con 12 rellenos sanitarios que no se abastecen para los 1851 distritos (*Grupo RPP, 2016*). El distrito de Pachía, provincia de Tacna, es el lugar seleccionado para realizarse el presente estudio de investigación ya que no cuenta con un relleno sanitario.



## 1.2 Formulación del problema

¿La caracterización y cuantificación de los residuos sólidos podrían contribuir al diseño del relleno sanitario para mejorar la gestión de residuos sólidos del distrito Pachía, provincia de Tacna?

## 1.3 Justificación e importancia

Toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente en buen estado, para el adecuado desenvolvimiento, y a la obligación de ayudar a una sólida gestión ambiental, así como sus factores, asegurando la conservación de la diversidad biológica y el desarrollo sostenible, mencionada en la Constitución Política del Perú y en la Ley N° 28611 - Ley General del Ambiente, 2005.

### 1.1.1 Social

El crecimiento anual poblacional del distrito de Pachía ha desarrollado una problemática en la atención del servicio de limpieza, recojo y tratamiento de residuos sólidos municipales, por lo que se requiere de una búsqueda por parte de los funcionarios de alternativas para la solución del problema, ya que, al no ser atendidos correctamente, la contaminación aumenta y afecta la calidad de vida del ambiente y de las personas.

### 1.1.2 Tecnológico – Económico

Al determinar los datos de los parámetros del estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales, en tal aspecto, permitirá implementar un Programa de Segregación en la Fuente y Recolección Selectiva, que sirva para que las Municipalidades, de manera general, disminuyan sus gastos en la recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos, con lo cual, las cantidades de los mismos, lleguen a ser menores y el resto será recuperado por recicladores formales, que les permitirá un ingreso económico, pudiendo ser una forma de autogestión llevar a cabo cualquier programa que beneficie directamente a la comunidades.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General**

- Determinar los parámetros de caracterización de residuos sólidos municipales para el diseño de un relleno sanitario manual del distrito de Pachía, Provincia de Tacna (2017).

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Identificar la generación per cápita, peso, composición física, densidad y humedad de los residuos sólidos generados en el distrito de Pachía.
- Determinar el área, volumen, cálculo de la vida útil del relleno sanitario manual.

## **1.5 Hipótesis**

### **1.5.1 Hipótesis General**

- Los parámetros obtenidos del estudio de los residuos sólidos generados por los pobladores del distrito de Pachía nos ayudarán a obtener la caracterización de desechos sólidos y los datos para el área del diseño de un relleno sanitario manual, para comprobar la hipótesis se empleará el software estadístico Stat Graphic.

### **1.5.2 Hipótesis Específicas**

- Los datos numéricos de la generación per cápita, peso, composición física, densidad y humedad de los residuos sólidos generados en el distrito de Pachía permitirán obtener información primaria de sus características.
- El área, volumen, cálculo de la vida útil son parámetros necesarios para la elaboración de la propuesta del Relleno Sanitario Manual para el Distrito de Pachía.

## **CAPITULO II MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Antecedentes del Estudio**

#### **2.1.1 A nivel Internacional**

Según la tesis “Propuesta de un programa para el manejo de los residuos sólidos” (Córdoba), se concluye que el impacto negativo está conectado con inadecuadas prácticas de segregación en la fuente, el deficiente almacenamiento, la mínima educación ambiental y la falta de práctica del reciclaje. (Rivera, 2009)

En el repositorio “Caracterización y manejo de residuos sólidos de siete predios en Salento, Quindío”; concluyó que, La generación per cápita de residuos sólidos en la zona alta de la Municipalidad es 0,31Kg/día, y según la composición física de su muestreo, el predio genera el 93% de materia orgánica/día del total de residuos desechados. (Hincapie, 2012)

De acuerdo al repositorio “Propuesta para el diseño del nuevo relleno sanitario para el Municipio de AguaChica – Cesar, (Bogotá), se pudo determinar que el manejo de los residuos sólidos de la Municipalidad no realiza reciclaje, lo que significa que la vida útil de su relleno sanitario sea menor. Se tomó como punto referencial para la disposición adecuada de residuos a 5 km de relleno sanitario, contemplando la expansión de la población, ya que antes se encontraba a 12 km. (Díaz y Vallejo, 2017).

#### **2.1.2 A nivel Nacional**

En la publicación científica “Caracterización de los residuos sólidos en castilla Piura, Perú” concluye que los resultados obtenidos indican que los Residuos Sólidos Urbanos de Castilla obtuvieron la densidad de 301,09 Kg/m<sup>3</sup>, una humedad de 33,7% y su generación varió entre

0,38 y 0,72 Kg/hab-día para los estratos socioeconómicos E y A. (Taype, 2006).

Posteriormente, se presenta el trabajo titulado “Estudio del tipo de residuos sólidos domiciliarios generados en la ciudad de Tamshiyacu-Distrito de Fernando Lores- Región Loreto” llega a la conclusión que, la gpc es de 0,89 Kg/hab/día; con una generación por día de 0,159 Tn, por mes 4,78 Tn y anual de 57,39 Tn. (Varela, 2014).

Luego, en su tesis “Propuesta de mejora para la gestión estratégica del programa de segregación en la fuente y recolección selectiva de residuos sólidos domiciliarios en el distrito de Los Olivos”, concluyen que por habitante en Los Olivos se produce en el año 2014 0,71 Kg de residuos domiciliarios en forma diaria. Los cambios de la Propuesta obtuvieron un impacto positivo el Ratio Costo-Efectividad del Programa, y en el 2015 sería de 2,004, es decir disminuiría en 56% al año anterior. (Sacha y Zeballos Villareal, 2014)

En el repositorio “Estudio de Prefactibilidad para la instalación de un Relleno Sanitario para la Localidad de Tembladera – distrito de Yonán (Trujillo), concluye que el relleno sanitario diseñado para este proyecto se centró en la cantidad de residuos sólidos recolectados siendo 2,41 t/día. Se diseñó un relleno sanitario semi mecanizado de tipo trinchera, el cual permite la captación de los lixiviados y los gases de metano que genera. El área destinada para el relleno fue de 2,87 has y tendrá un funcionamiento de 10 años y además contará con 5 celdas durante ese tiempo. (Navarrete, 2016)

En la caracterización, realizada en el Municipio de Comas (2014), la generación per cápita de las viviendas es de 0,538 kg.hab-1. día<sup>-1</sup>, generación per cápita municipal es de 0,807 kg.hab-1. día<sup>-1</sup>, la densidad de 176 kg.m-3, la humedad promedio de 21,95% y en la composición, lo más predominante fueron los residuos orgánicos con 62,06%, los reaprovechables con 13,72%. De la estadística realizada, el 94% de los pobladores reciben el servicio de limpieza pública, el 50% está de acuerdo que la recolección sea diaria, el 34% no realizan reciclaje, 60% lo hace forma permanente y un 5% a veces.

En el Estudio de Caracterización de los residuos sólidos, realizada en Castilla Piura (2006), la generación de residuos sólidos domiciliarios es de 0,535 Kg/hab-día que es 27,63%, la humedad de 33,7%, densidad de 301,09 Kg/m<sup>3</sup>, en la composición, los escombros, cenizas



y lozas pertenecen a un 26,98%, y finalmente materia orgánica con 25,12%.

### **2.1.3 A nivel Local**

En el Proyecto de Investigación: “Caracterización y cuantificación de los residuos sólidos del campus Capanique de la Universidad Privada de Tacna, nos dice que según Gasca et al (2008), los problemas ambientales se originan en el plano social y demandan soluciones de actuación individual y colectivo que pueden ser impulsadas desde las distintas instituciones sociales a partir de estrategias comunicativas. (Lazo, 2015)

El manejo de los residuos sólidos municipales, es uno de los principales problemas ambientales que presenta Tacna, se puede destacar como las principales causas; el aumento de la ciudad, la cantidad de residuos se generan, la crisis económica de las Municipalidades que ha obligado a minimizar el gasto público, (PIGARS Tacna, 2004).

En el estudio realizado en Pocollay, Tacna la GPC en domicilios, es 0,576 Kg/hab/día, los residuos orgánicos predominan con 43,9% y los envases plastificados con un 2,88%, cartón con 2,47% un 10,06% de residuos sanitarios. La densidad con 109,51 Kg/m<sup>3</sup>, la humedad 45,45% y de la ceniza es un 81,33% (Córdova, 2015).

## **2.2 Bases Teóricas**

En este punto se explicará acerca de los desechos, lo trascendental y desarrollo.

### **2.2.1 Clasificación de Residuos Sólidos según su origen:**

En base a los dispuesto en la Ley N° 27314 – Ley General de Residuos Sólidos. Los desechos sólidos se pueden agrupar según su principio y por características, según la normativa nacional existente.

- a. Residuos originados de las viviendas.
- b. Residuos originados en establecimientos comerciales.
- c. Residuos originados en lugares públicos.

- d. Residuos originados en establecimientos de salud.
- e. Residuos originados en industrias.
- f. Residuos de construcciones.
- g. Residuos agropecuarios.
- h. Residuos de diversas actividades.

A continuación, en el siguiente cuadro N° 01, la agrupación de desechos sólidos según su raíz:

**Cuadro 1 - Clasificación de residuos sólidos según su origen**

<b>Fuente</b>	<b>Definición</b>	<b>Tipos de Residuos Sólidos</b>
Establecimientos de Salud	Desechos originados en las actividades para la atención de salud. Como en postas, laboratorios, entre otros.	Mascarillas, algodón, jeringas, ropa desechable, batas no reusables, entre otros
De origen industrial	Desechos originados por actividades industriales como en las minas, empresas energéticas, ladrilleras, entre otros.	Residuos peligrosos, no reciclables, ladrillos, lixiviados
Residuos de construcciones	Desechos originados en construcciones, demoliciones como de viviendas, pistas, represa, entre otros.	Ladrillo, escombros, piedras, entre otros
Agropecuario	Originado por el transcurso de actividades agrícolas y pecuarias.	Fertilizantes, Fungicidas, entre otros
Instalaciones o actividades especiales	Son originados en el préstamo de servicios.	Ptars, Terminales, Aeropuertos, Puertos, entre otros

Fuente: Adaptado de Otero (1996) y Fuentes (2008)

### 2.2.2 La problemática de los residuos sólidos en Perú

Según el documento del estado de la gestión de los residuos en municipios de nuestro país de los años 2010 al 2011, se producen a diario 20,000 Tn. En la capital, donde habitan más de 8 000 000, se generan 2, 123,016 Tn de desechos anuales. Por ser humano se genera 0,61 kilos diariamente, lo que significa un aumento importante de los desechos. (MINAM, 2011). Los gobiernos son los responsables de guiar a las habitantes buenas prácticas en el manejo de residuos, a través de la implementación de proyectos con la capacidad de

educar a los pobladores asignando recursos que permitan hacer uso de las 3 Rs. (Ley 27314, 2005).

### **2.2.3 Aspectos importantes en esta problemática ambiental de los RSU**

- a. Transmisión de infecciones por el contacto con los residuos sólidos.
- b. Los contenedores que no son vigilados generan impacto negativo sobre fuentes de agua, debido que a lo que se genera puede contaminar a estas mismas.
- c. La falta de un servicio adecuado de recolección de los residuos municipales genera sin control residuos sólidos que aparecen por el entorno. (Barrados, 2009)

### **2.2.4 Importancia de la gestión de residuos sólidos domiciliarios**

En Oxford, se empieza con los términos del desarrollo sostenible en la Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, que se realizó en Río de Janeiro en el año 1992. Donde se determinó que las actividades humanas deben realizarse de forma equilibrada y en armonía con el ambiente. (Paiva, 2008).

El impacto negativo de las actividades humanas y naturales es competencia de instituciones provinciales, distritales y del gobierno local, mediante acciones. Asimismo, identificar los roles de los ministerios, las que son actores en el manejo de residuos, no tienen responsabilidades de un adecuado tratamiento de estos residuos. (Alternativa 1999).

Todos los impactos negativos son reflejados mediante acciones como la inadecuada limpieza pública, actividades humanas irracionales, irrelevancia de la disposición de residuos en cuerpos de agua, etc. (Jaramillo, 1999).

### **2.2.5 Manejo de residuos sólidos domiciliarios en el Perú**

Los municipios presentan y realizan programas, planes, acciones de residuos sólidos que son llevados a cabo por el recaudo en los

impuestos. Los recursos económicos que ingresan a los municipios están contemplados en la Ley Orgánica de Municipalidades – LOM (Ley N° 27972, 2003), donde se contemplan las competencias en Protección del Ambiente.

Las leyes del Perú amparan el adecuado manejo de residuos sólidos a través de programas, de donde se guían de leyes internacionales dados en la Convención de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo (CNUMAD), gracias a la cual, se acogió una normatividad en la protección del ambiente, para un avance comercial y económico a nivel nacional. Pero, a pesar de la integración de nuevas leyes, aún en el siglo XXI, el tratamiento adecuado de residuos sólidos se encuentra sin avances. (Fuentes, 2008).

### **2.2.6 Formas de disposición final de los residuos sólidos domiciliarios**

Para la descripción de este concepto, se acoge lo expuesto por Aristizabal y SÁCHICA, 2001.

- a. Rellenos sanitarios: Estructura donde se almacena, esparce y compacta de forma secuencial los residuos, para una adecuada disposición final de ellos.
- b. Vertedero a cielo abierto: Sistema usado con frecuencia, que consiste en depositar los residuos sólidos en algún terreno sin realizar tratamiento alguno, ocasionando impactos negativos en el medio ambiente.
- c. Incineración: Es el quemado de los residuos sólidos utilizando hornos como sistema de disposición final, es una técnica costosa pero no requiere que se clasifiquen los residuos por origen, ya que al ser mezclados se reduce el volumen.

### **2.2.7 Residuos clasificados según su gestión**

#### **2.2.7.1 Residuos de ámbito municipal**

Son los residuos que se originan en domicilios y en comercios, transportes, restos vegetales y animales,

papeles, cartones, entre otros, por lo tanto, responsabilidad del Municipio. (Expuesto en la Ley N° 27314,2015).

### **2.2.7.2 Residuos de ámbito no municipal**

Para el caso de los residuos de ámbito no municipal, se trata de aquellos generados en actividades en donde no se involucre la Municipalidad. Su disposición final se realiza en rellenos de seguridad, los que pueden ser de dos tipos, de conformidad con el Artículo 83° del Reglamento de la Ley N° 27314 - Ley General de Residuos Sólidos, 2005.

## **2.2.8 Relleno sanitario manual**

El relleno sanitario es una técnica de disposición final de residuos sólidos en el suelo, mediante el uso de principios de ingeniería para confinar los residuos sólidos en un área previamente implementada con los dispositivos para el control y manejo de las emisiones (líquidos y gases) que se generan producto de la descomposición de la materia orgánica contenida en los residuos sólidos, con la finalidad de prevenir el deterioro de la calidad ambiental. (Eguizabal, 2011).

### **2.2.8.1 Ventajas**

Sobre las ventajas del relleno sanitario manual, expone Jaramillo (1991)

- a. El relleno sanitario, genera mínimos impactos negativos.
- b. Bajos costos de operación y mantenimiento.
- c. Generación de empleo.
- d. Funcionamiento a corto plazo.

### **2.2.8.2 Desventajas**

Sobre las desventajas del relleno sanitario manual, expone Fernández (2010).

- a. La adquisición del terreno es la primera barrera para la construcción del relleno sanitario, debido a la oposición por parte de la población cercana.
- b. Los asentamientos fuertes se presentan en los primeros dos años después de terminado el relleno, por lo tanto, se dificulta el uso del terreno
- c. Se puede presentar una eventual contaminación de aguas subterráneas y superficiales cercanas, si no se toman las debidas precauciones. (Fernández, 2010)

### **2.2.9 Desarrollo local sustentable**

Depende de las necesidades privadas de cada persona, considerando lo material y abstracto, pero en donde las necesidades básicas y eliminación de la pobreza extrema es el inicio de todo. El modo en que cada sociedad logra satisfacer sus necesidades no es el mismo para todas. El modo en que cada sociedad garantiza la satisfacción de las necesidades básicas de sus integrantes depende de si misma (Catells, 2007).

### **2.2.10 Clasificación de los rellenos sanitarios**

Se clasifican en manuales, semi-mecanizados y mecanizados.

#### **2.2.10.1 Relleno sanitario manual**

Es construido en poblaciones menores de 40,000 habitantes, en donde se producen menos de 20 toneladas diarias de residuos sólidos. Mediante la técnica manual, se necesita solo maquinaria pesada para la construcción de este mismo incluyendo excavación y adecuación., El resto de las demás actividades se pueden realizar manualmente, lo que permite que municipios con pocos ingresos tengan la facilidad de considerarlo debido que las operaciones para la disposición de residuos sólidos se realizan manualmente. Se puede utilizar para dos o más poblaciones el mismo relleno. (Eguizabal, 2009)

### **2.2.10.2 Relleno sanitario semi-mecanizado**

Tiene todas las características básicas de un relleno, diseñado, construido y operado con criterios de ingeniería civil y sanitaria para poblaciones hasta de 100,000 habitantes, para ciudades que generan entre 20 y 40 toneladas diarias de residuos sólidos. 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. (Fernández, 2010).

### **2.2.10.3 Relleno sanitario mecanizado**

Se recomienda un relleno sanitario mecanizado si la población es menor a 50 000 habitantes, se puede compartir con municipios cercanos.

Si el terreno es caro o limitado se puede hacer uso de un tractor a medio tiempo, para que los costos no sean elevados, y este tipo de relleno es favorable para sitios muy lluviosos. (Roben, 2002)

## **2.2.11 Instalaciones mínimas en un relleno sanitario**

Las instalaciones mínimas son, según el Reglamento Ley 27314, 2008:

- a. Impermeabilización del fondo y taludes del relleno con arcilla u otro material que cumpla con un coeficiente de permeabilidad  $K \leq 1 \times 10^{-7}$  cm/seg y con un espesor mínimo de 0.40 m.
- b. Uso de geo membrana como material impermeabilizante, que se puede complementar con geotextil y geo malla u otros medios mecánicos para estabilizar el suelo, incluyendo una capa de arcilla con similares características a las indicadas en el párrafo anterior,

con un espesor no menor de 0.20 m.

- c. Drenes de lixiviados con planta de tratamiento o sistema de recirculación interna de los mismos.
- d. Drenes y chimeneas de evacuación y control de gases.
- e. Canales perimétricos de intersección y evacuación de aguas de escorrentía superficial.
- f. Barrera sanitaria.
- g. Pozos para el monitoreo del agua subterránea a menos que la autoridad competente no lo indique, teniendo a vista el sustento técnico.
- h. Sistemas de monitoreo y control de gases y lixiviados.
- i. Sistema contra incendios y dispositivos de seguridad.
- j. Señalización y letreros de información.
- k. Sistema de pesaje y registro.
- l. Construcciones complementarias como: caseta de control, oficina administrativa, almacén, servicios higiénicos y vestuario.

### 2.2.12 Determinación de parámetros de diseño

A continuación, se describen aquellos parámetros que se deben tener en cuenta para el diseño de un relleno sanitario manual.

### 2.2.13 Producción per cápita

Para hacer referencia a la producción per cápita, se señala que es la multiplicación del peso de la basura expresado en kilogramos por la cantidad de personas por día. (Eguizabal, 2009).

$$GPC_i = \frac{\text{Día 1} + \text{Día 2} + \text{Día 3} + \text{Día 4} + \text{Día 5} + \text{Día 6} + \text{Día 7}}{\text{Número de habitantes} \times 7 \text{ días}} \dots(1)$$

### 2.2.14 Producción total

La producción de los residuos sólidos es la relación de los habitantes con la PPC. Gracias a este parámetro se puede determinar equipos con cierta capacidad y características para un recojo adecuado de los desechos, cantidad de personal, ruta y frecuencia de recolección.



(Eguizabal, 2009).

### **2.2.15 Proyección de la producción total**

En el Perú, la cantidad de población futura se encuentra publicada por el Instituto Nacional de Estadística – INEI, cuyos datos son utilizados por municipios y otras entidades públicas y privadas para realizar un estudio o proyecto.

Por otro lado, si no se tuviese los datos, se puede estimar la población para el año de estudio y para el futuro, tomando como referencia el último Censo de Población y Vivienda, para estimar la proyección de la producción total, teniendo como dato la generación de residuos por habitante. Es importante contar con datos recientes relativos a la población. A partir del resultado de la proyección, se calcula el número total de viviendas en el municipio y se toma como promedio 5 habitantes por vivienda. (Nippon Koei Lac, 2017)

### **2.2.16 Volumen de residuos sólidos**

Con los parámetros mencionados anteriormente se tiene el volumen diario y anual de residuos compactados y estabilizados que se requiere. (Eguizabal, 2009).

### **2.2.17 Material para Cobertura**

El relleno sanitario debe ser autosuficiente en material de cobertura para su construcción. Se realiza la multiplicación del Volumen anual compactado con el material de cobertura que es del 20 a 25 % del volumen de los residuos que han sido compactados anteriormente. (Guía de Diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario mecanizado, 2009).

### **2.2.18 Cálculo del área requerida**

Para determinar el área requerida se necesita del valor del volumen para la construcción del relleno sanitario manual, con la profundidad o altura que puede tener el relleno. Se puede estimar con los

conocimientos topográficos.

La proyección del relleno sanitario manual debe ser mínimo de 5 años hasta un máximo de 10 años. No obstante, a veces se debido a que no se encuentra un adecuado terreno para la construcción del relleno sanitario manual, es posible considerar la proyección del relleno menor a 5 años. Este tiempo se llama vida útil o periodo de diseño. El área requerida para la construcción de este tipo de relleno depende principalmente de factores como:

- a. Cantidad de residuos sólidos que se van a disponer.
- b. Cantidad de material de cobertura.
- c. Densidad de compactación de los residuos municipales.
- d. Profundidad o altura del relleno sanitario.
- e. Áreas adicionales para obras complementarias.

$$\text{ARS} = \text{VRS} / \text{hRS}$$

...(2)

Donde:

VRS = volumen de relleno sanitario ( $\text{m}^3/\text{año}$ ).

ARS = área por rellenar sucesivamente ( $\text{m}^2$ ).

hRS = altura o profundidad media del relleno sanitario (m).

Y el área total requerida será:

$$\text{AT} = \text{F} \times \text{ARS}$$

...(3)

Donde:

AT = Área total requerida ( $\text{m}^2$ )

F = Factor de aumento del área adicional requerida para las vías de penetración, áreas de retiro a linderos, caseta para portería e instalaciones sanitarias, patio de maniobras, entre otros. Este es entre 20-40% del área que se deberá rellenar. (Biblioteca virtual de desarrollo sostenible y salud ambiental, 2010)

### **2.2.19 Criterios para la selección de áreas de relleno**

La municipalidad provincial es la encargada de definir y determinar la ubicación o espacios geográficos en su jurisdicción para la instalación del relleno sanitario, el cual debe tener en cuenta los siguientes parámetros:

- a. Los planes urbanos y utilización del terreno deben ser compatibles.
- b. Debe ser compatible con el PIGAR, en provincias.
- c. Tener en cuenta la reducción de impactos negativos a la hora de la construcción del relleno sanitario y durante el funcionamiento de este mismo.
- d. Factores climáticos, topográficos, geológicos, geomorfológicos, hidrogeológicos, entre otros, según corresponda.
- e. Prevención de riesgos sanitarios y ambientales.
- f. Tener en cuenta la ubicación de patrimonios arqueológicos, culturales y monumentales de la zona.
- g. Cuidado y preservación de áreas naturales protegidas por el Estado y conservación de los recursos naturales renovables.
- h. Vulnerabilidad del área frente a desastres naturales.
- i. Se debe ubicar a una distancia no menor de mil (1,000) metros de la población.
- j. El área del terreno para la construcción del relleno sanitario debe tener una vida útil no menor a 5 años, a menos que se vayan a disponer residuos sólidos que provengan de actividades no duraderas y no municipales, el cual debe estar indicado en el Estudio Ambiental. (Reglamento de ley 27314, 2008).

## **2.3 Definición de Términos**

### **2.3.1 Almacenamiento**

Se entiende como la acción de retener por un determinado tiempo los residuos sólidos hasta el debido proceso como reaprovechamiento o tratamiento final. (SEDESOL, 2010).

### **2.3.2 Botadero**

Infraestructura utilizada para la inadecuada disposición de residuos sólidos municipales o no municipales, que no presenta licencia. Este tipo de lugares genera impactos negativos al medio ambiente ya que el terreno utilizado no ha sido estudiado previo a la utilización de este.

### **2.3.3 Caracterización**

Es un estudio realizado en los establecimientos comerciales y viviendas de ámbito municipal para conocer la cantidad de residuos sólidos que se generan y los tipos de residuos. (SAC, 2013).

### **2.3.4 Densidad**

Para definir el término densidad, se debe hacer referencia a que la basura se obtiene dividiendo el peso de la basura (W) entre el volumen del recipiente (V). (BVSDE, 2010).

### **2.3.5 Generación per cápita**

El presente indicador muestra la cantidad de residuos sólidos domiciliarios generados por habitante. Unidad de medida: Kilogramos por habitante por día (kg/Hab-Día). Este indicador permite conocer la cantidad de residuos sólidos generados por habitante, a su vez sirve de insumo para el diseño, elaboración e implementación de políticas y estrategias para la minimización de los residuos. (SINIA, 1998).

### **2.3.6 Reciclaje**

Es una actividad donde intervienen aquellos residuos sólidos que mediante procesos de transformación se pueden utilizar con otros fines. (MINAM, 2001).

### **2.3.7 Recuperación**

Actividad que permita reaprovechar partes o componentes que constituyen residuo sólido. (MINAM, 2001).

### **2.3.8 Residuos Sólidos**

Todos los desechos que son generados por las actividades del hombre, que en este caso representan solamente los sólidos y que según el propietario al terminar con la vida útil dispone a desecharlos y a considerarlos como inútiles e indeseables. (Tchobanoglous, Theissen, & Eliassen, 1994).

### **2.3.9 Segregación**

Acción de agrupar determinados componentes de los residuos sólidos para ser manejados de manera especial. (CONAM, 2001).

### **2.3.10 Volumen|**

Los residuos deben ser colocados en un recipiente (de dimensiones y peso conocidos) y se mide la altura del cilindro, a donde llega la basura. Con estos datos se calcula el volumen de los residuos sólidos. (Ministerio de Ambiente y Territorio, 2006).

## **2.4 Datos generales del distrito**

### **2.4.1 Ubicación Geográfica**

El Distrito de Pachía, ubicado en la Provincia de Departamento de Tacna, a 17.6 km de la ciudad de Tacna; en la carretera internacional Tacna – Collpa La Paz, siendo eminentemente Agrícola y Turístico por su clima cálido y seco permanentemente, se ubica geográficamente entre los paralelos de Latitud Sur 17° 27' y 18° 20' y entre los meridianos longitud este 69° 31' y 70° 4'.

### **2.4.2 Límites**

Sus límites fueron modificados mediante Ley N° 24715 Nueva Ley de Demarcación territorial de la Provincia de Tacna y los límites son los siguientes:

Por el Norte : Con la Provincia de Tarata  
Por el Sur : Con el Distrito de Calana y Pocollay  
Por el Este : Con el Distrito de Palca  
Por el Oeste : Con el Distrito de Ciudad Nueva

### **2.4.3 Características Geográficas**

Esta zona se caracteriza por presentar un clima árido como consecuencia de la marcada influencia de la corriente de Humboldt. El Distrito de Pachía por su ubicación geográfica, que comprende las zonas climáticas Costa y Yunga, presenta características propias de una zona árida intertropical, sus principales características son la humedad relativa cuyo promedio histórico muestra niveles moderados, y sus escasas precipitaciones debido al fenómeno de inversión térmica, por lo que solamente se registran finas garúas o lloviznas insignificantes e irregulares en los meses de invierno (Junio-Julio) y son originados por las densas neblinas que se levantan del litoral, existe alta nubosidad.

Temperatura.

El Distrito de Pachía presenta una temperatura promedio de 17,8°C, las temperaturas medias alcanzan la máxima de 24.6°C en verano (febrero) y la mínima de 13.6° C en invierno (julio), tal como lo señalan los registros de la estación climática Jorge Basadre – Tacna

Durante los eventos del fenómeno El Niño, entre diciembre y marzo, se han detectado temperaturas máximas de 28.5 °C (año 2000) y 29.7 °C (año 2001) en la estación de la Universidad Nacional Jorge Basadre; mientras que en el invierno se registraron temperaturas mínimas de 9.2 °C (año 2001) y 13.1 °C (año 2002).

La temperatura media varía de 18,3 °C en la Costa a 3,3 °C en las localidades de Ancoma, Toquela y Challaviento. En la zona se presenta una serie de variaciones térmicas de acuerdo a los pisos altitudinales existentes. Las temperaturas máximas extremas promedio varían de 24 °C a 20 °C, mientras que las temperaturas mínimas extremas promedio varían de 0,8 °C a 14 °C

Existe dificultad para el análisis del clima de esta zona, debido a la escasez de datos locales y a la variabilidad de microclimas locales

provocados por los diferentes factores geográficos, atmosféricos y geomorfológicos.

Los patrones de circulación, representados por las corrientes oceánicas, las masas de aire de la alta atmósfera, la posición astronómica sobre la tierra y las características de la superficie (altitud y exposición), constituye los factores más importantes que afectan el clima.

#### **2.4.4 Características Socio Económicas de la Población**

Pachía, es un distrito cuyos pobladores pertenecen a familias antiguas de la Provincia de Pachía, que mantienen las costumbres y celebraciones de fechas importantes para el distrito.

Es considerada dentro del mapa de la pobreza nacional como una zona considerada con pobreza y pobreza extrema; sin embargo, existen dentro de las mismas indudables muestras de población con niveles de pobreza tangible y extrema.

Otro factor importante para la cuantificación del aspecto social; es sin duda, la atención que el poblador en promedio recibe en sus servicios básicos, desde luego que es muy importante señalar que un servicio indispensable es la provisión de productos o insumos para la preparación de alimentos y el consumo que se encuentra dado por la canasta familiar el cual es casi nula en su provisión en el distrito de Pachía, ya que la Comunidad Campesina no cuenta con el servicio de centro de abastos.

Vinculado a las características Socio-Económicas se encuentra también las condiciones urbanas a continuación se detalla la Evaluación de las condiciones urbanas a nivel de distrito.

##### **a) Evaluación de las Condiciones Urbanas**

La evaluación de las condiciones urbanas permite identificar el estado actual del espacio construido, tanto de las edificaciones como de su funcionamiento como una unidad urbana. De esta manera, se pueden identificar diferentes niveles y tipos de intervención de acuerdo a las condiciones presentes.

Identificación de la Calidad de la Estructura Urbana: La identificación de la calidad del ambiente construido (la

estructura urbana) constituye un elemento fundamental en el análisis espacial del distrito. Esta identificación permitirá localizar áreas urbanas con diferentes condiciones y por lo tanto, ubicar espacios aptos donde se pueda incentivar la densificación residencial, la revitalización y/o renovación urbana o la construcción de equipamientos diversos.

Para este análisis se han considerado las siguientes variables: tipo de usos de suelo (Residencial, salud, comercio, Recreación, Educación, Gestión, Seguridad y Prevención) y de otros usos de equipamiento complementario (cultura, religión), estado de la edificación, material de techos y muros, áreas servidas de equipamiento básico.

Identificación de la Dinámica Urbana (el funcionamiento de la Estructura Urbana): Otro elemento importante a analizar está constituido por la identificación de la dinámica urbana, es decir el funcionamiento actual del distrito como una unidad, de manera tal que se puedan localizar los centros de actividad y ejes de actividades productivas que operan en el Distrito de Pachía.

La identificación de la dinámica urbana está basada en el análisis de las siguientes variables: usos de suelo, jerarquía vial, áreas servidas de equipamiento de alcance metropolitano y distrital y densidad poblacional.

La identificación de la dinámica urbana está basada en el análisis de las siguientes variables: usos de suelo, jerarquía vial, áreas servidas de equipamiento de alcance metropolitano y distrital y densidad poblacional.

b) Evaluación de las Condiciones Socioeconómicas

La evaluación de las condiciones socioeconómicas permite conocer cómo el comportamiento urbano de la población y de la economía está influyendo en la ocupación y uso del espacio urbano. De esta manera, la identificación del funcionamiento de la estructura urbana y su capacidad para soportar dicho uso podrá proveer una imagen de la influencia de las condiciones socioeconómicas en el distrito. La evaluación de las condiciones socioeconómicas se realiza a través de la



identificación de dos sub-modelos: la vulnerabilidad socioeconómica y las condiciones para la inversión.

La identificación de la Vulnerabilidad Socioeconómica: La identificación de áreas social y económicamente vulnerables es un requisito indispensable para identificar zonas urbanas en riesgo de deterioro o actualmente deterioradas. Así, se podrá localizar zonas que requieren mayor atención y estrategias dirigidas a superar sus deficiencias.

Las variables consideradas para este análisis son: pobreza urbana, informalidad y seguridad urbana. Estas variables representan las características propias de la dinámica urbana en los países en vías de desarrollo y que contribuyen a la movilización de los flujos sociales y económicos.

La identificación de las Condiciones Socioeconómicas para la Inversión: La identificación de áreas social y económicamente aptas para la inversión de tipo público y privado es un estudio necesario para localizar zonas con condiciones aptas para la inversión. En este sentido, no sólo las características urbanas son un indicativo para tal fin, sino también la inclusión de condicionantes más dinámicas constituidas por los factores socioeconómicos.

Este análisis incluye las siguientes variables: valor del suelo, densidad poblacional e informalidad, variables que determinan el comportamiento social y económico básico de la estructura urbana.

#### Actividad Agrícola

La actividad agrícola es una de sus principales actividades económicas predominantes, donde se ve cultivos como orégano, papa, alfalfa, maíz cholo y haba grano verde como fuente de ingresos de las familias.

#### Actividad Pecuaria

La ganadería se presenta como la actividad secundaria a la agricultura a nivel de volumen de producción, pero sobre todo como fuente de ingreso. La población pecuaria predominante la constituye el ganado Vacuno, Ovino, Caprino, Porcino y

Camélidos. La crianza más importante para las familias campesinas de esta zona es el ganado vacuno para la leche. También es importante la crianza de ovinos (Criollas y Hampshire Down o cara negra) para carne y excepcionalmente la de caprinos. La producción más importante y la fuente fundamental de ingresos para las familias es la elaboración de quesos esta actividad es inter diaria que envían a lo largo de la semana y de todo el año.

## **CAPITULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1 Tipo y nivel de la investigación:**

Descriptiva / Aplicativa

#### **3.2 Población y/o muestra de estudio**

La población sobre la que se ha tomado la información para el estudio de caracterización, cuantificación y propuesta de diseño de un relleno sanitario se ubican en el distrito de Pachía, Tacna. De acuerdo a la zonificación y catastro del distrito se tiene 2 zonas:

- a. Zona Urbana:
  - Calientes
  - Miculla
  - Pachía
  - El Peligro
  - Huaycuyo
- b. Zona Rural:
  - Caplina
  - Ancoma
  - Toquela
  - Challaviento

Por el método aleatorio simple se escogerá determinados predios domiciliarios y no domiciliarios para la participación del estudio. En esta investigación se utilizará el Método del Cuarteo para la selección de la muestra para la caracterización de los residuos sólidos.

##### **3.2.1 Población actual**

Para el cálculo de la población actual se debe aplicar la siguiente

fórmula:

$$PF = Pi \times (1+r)^n \quad \dots(4)$$

Donde:

Pi: Población inicial; Población real obtenida del último Censo Nacional (Fuente INEI, 2007).

r: Tasa de crecimiento anual inter censal (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.

Según INEI (2007) la población del distrito de Pachía era de 1945, para tener una cifra más exacta, mediante la fórmula mencionada se halló la población para el año 2017 obteniendo como dato 2106 habitantes; mientras que para el año 2027 la población sería de 2281.

### **Cuadro 2 - Población final proyectada**

POBLACIÓN ACTUAL	
PF10 = 2017	2106
PF11= 2018	2123
PF12=2019	2140
PF13=2020	2157
PF14=2021	2175
PF15=2022	2192
PF16=2023	2209
PF17=2024	2227
PF18=2025	2245
PF19=2026	2263
PF20=2027	2281

Fuente: Elaboración Propia, 2019

La población final proyectada de 10 años para la población del Distrito de Pachía hasta el 2027 es de 2281 habitantes.

Cuadro 3 - Tipos de predios no domiciliarios

TIPOS DE PREDIOS NO DOMICILIARIOS	SUB CLASIFICACIÓN	CANTIDAD
COMERCIO	Tiendas de autoservicios	7
	Restaurantes	10
INSTITUCIONAL	Instituciones Educativas	5
ÁREAS PÚBLICAS	Parques	2
	Plazas	2
TOTAL		26

Fuente: Elaboración propia (2019)

Luego se debe determinar el número de predios domiciliarios. Según la Guía Metodológica de Estudio de Caracterización de residuos sólidos se puede asumir un valor promedio de 5 habitantes por vivienda; entonces el valor encontrado es de 610 establecimientos domiciliarios. En el caso los predios no domiciliarios o generadores no domiciliarios, la Municipalidad Distrital de Pachía no cuenta con una clasificación completa de predios no domiciliarios, por lo que se vio necesario realizar el conteo de cada una de manera presencial.

### 3.2.2 Muestra

Para el cálculo del número de la muestra domiciliaria y número de la muestra no domiciliaria se utiliza la siguiente fórmula:

$$n = \frac{z_{1-\alpha/2}^2 N \sigma^2}{(N-1)E^2 + z_{1-\alpha/2}^2 \sigma^2} \quad \dots(5)$$

Fuente: Guía Metodológica del Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales (2014)

N =	421
$\sigma$	0.25
Z <sub>1-<math>\alpha</math>/2</sub>	1.96
E =	0.061
Nivel de Confianza	95%
% Contingencia	10%

Donde:

n: Número de muestras  
 N: Universo (total de viviendas)  
 $\sigma$ : Desviación estándar  
 $Z_{1-\alpha/2}$ : Nivel de confianza  
 E: Error permisible

Al número de muestra que se ha calculado, se adicionó el 10% como contingencia.

$$n + 10\% = \mathbf{62 \text{ viviendas}}$$

El número de muestras a recolectar para realizar la caracterización de residuos en predios domiciliarios es de 62 viviendas.

De la misma manera, la cantidad de predios no domiciliarios es igual a:

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

N =	26
$\sigma$	0.25
$Z_{1-\alpha/2}$	1.96
E =	0.061

$$n + 10\% = \mathbf{16 \text{ establecimientos}}$$

El número de muestras a recolectar para realizar la caracterización de residuos en predios no domiciliarios es de 16 establecimientos.

### 3.2.3 Distribución de la muestra

Pachía está constituido por dos zonas: Zona Urbana conformada por Peligro, Huaycullo, Pachía Cercado, Miculla y Calientes, y la Zona Rural conformada por Toquela Ancoma, Challaviento y Caplina. En

este caso, existen dos estratos económicos, es decir, tienen una población con características heterogéneas, por lo que el estudio de caracterización se realizó en las dos zonas sin promediar los resultados.

*Cuadro 4 - Distribución de muestras*

Distribución de muestras		
Domicilios	Zona Rural	Zona Urbana
	39	50
No Domiciliaria	0	16

Fuente: Elaboración propia (2019)

*Cuadro 5 - Distribución de muestras por giros de actividades comerciales – Zona Urbana*

TIPOS DE PREDIOS NO DOMICILIARIOS	SUB CLASIFICACIÓN	CANTIDAD
COMERCIO	Tiendas de autoservicios	7
	Restaurantes	10
INSTITUCIONAL	Instituciones Educativas	5
ÁREAS PÚBLICAS	Parques	2
	Plazas	2
TOTAL		26

Fuente: Elaboración propia (2019)

Una vez que se conoce el número de la muestra y los sectores de distribución, se procede a la distribución espacial de las muestras, estas se harán de manera aleatoria y deben ser lo más disperso posible. Esta es una distribución preliminar, que se ajustó cuando se realizó la visita en campo.

### 3.2.4 Empadronamiento

Para la identificación de predios domiciliarios y no domiciliarios, se hizo un recorrido completo por las calles del distrito de Pachía, lugar donde se llevó a cabo la investigación, por el inconveniente de no contar con un plano con los lotes de los predios. Posteriormente, una vez identificados los predios se prosiguió a comunicar a los pobladores acerca del Estudio que se estaba llevando a cabo mediante Oficios,

invitando a las viviendas y establecimientos que se ofrecieron a ser partícipes.

### 3.2.5 Entrega de bolsas

Para llevar a cabo este procedimiento, sucede que el personal de campo, debe entregar las bolsas a cada predio domiciliario y no domiciliario participante.

### 3.2.6 Plan de seguridad e higiene

Con respecto al plan de seguridad e higiene, se conoce que el personal encargado de realizar el trabajo de campo, como es la caracterización y cuantificación de residuos sólidos municipales tomaron las medidas necesarias de seguridad durante el trabajo de campo, tal como se establece en el Cuadro N° 12 de la Guía Metodológica del Estudio de Caracterización de Residuos Municipales del MINAM (2014).

*Cuadro 6 - Normas de Seguridad en el ECRSM*






Actividades	Normas de Seguridad
Recolección selectiva	Uso de todos los equipos de protección personal (guantes, mascarilla, botas, uniforme).
Descarga de bolsas	Descargar las bolsas cuidadosamente y sin tirarlas. Pesado de las bolsas Si las bolsas
Pesado de las bolsas	Si las bolsas son muy pesadas, manipularlas entre dos integrantes del equipo
Traslado de bolsas para segregación y/o separación	Llevar las bolsas a la mesa de trabajo, de ser muy pesadas, trasladarlas entre dos integrantes del equipo.
Segregación y/o separación	Abrir las bolsas y vaciarlas cuidadosamente a la mesa de trabajo, usar los equipos de protección personal.
Determinación de la densidad	Levantar con cuidado el cilindro, para evitar golpes
Disposición final	Realizar el traslado de bolsas al área de disposición final con las medidas de seguridad necesaria para evitar cualquier accidente (caídas, luxaciones lumbares y otros)

Fuente: Guía Metodológica para la elaboración del estudio de caracterización de residuos sólidos, 2015



De la misma forma, para evitar algún tipo de accidente imprevisto, el personal de campo debe utilizar todo el equipo de protección personal necesario, como se indica en el cuadro N° 07.

*Cuadro 7 - Equipo de Protección para el ECRSM*

Equipo de protección	Características	Riesgos que cubre
 Mandil	Mandil o delantal de plástico que prende del cuello o uniforme de trabajo.	Gérmenes, salpicaduras, frío y calor en el trabajo.
 Gorra	Sombrero o gorro que cubra el cabello, según características de la región.	Gérmenes que afectan el cuero cabelludo, la insolación, dolor de cabeza por el sol.
 Botas de seguridad	Botas para cubrir los pies de la humedad.	Golpes y/o caída de objetos, resbalones
 Guantes	Guantes de cuero y/o de nitrilo.	Cortes con objetos, quemaduras y contacto con gérmenes.
 Mascarilla	Mascarilla con filtro de repuesto.	Inhalación de polvo, vapor, humo, gases.

Fuente: Guía metodológica para la elaboración del estudio de caracterización de residuos sólidos. 2012

### 3.2.7 Recolección y transporte de las muestras

Para la recolección de datos, es importante que el personal técnico de campo respete los horarios establecidos por los jefes de hogar, así como de los predios no domiciliarios o establecimiento.

Además, se debe indicar a los empadronados de los domicilios y establecimientos el último día de recolección de residuos sólidos, es decir, cuando la fase de campo haya finalizado.

## 3.3 Identificación de Variables

### 3.3.1 Variable dependiente (y)

- Estudio de caracterización
- Diseño de relleno sanitario

### 3.3.2 Variable independiente (x)

- Composición porcentual
- Tasa de generación per cápita
- Densidad
- Cantidad de residuos orgánicos

- Humedad
- Área requerida
- Volumen del relleno sanitario
- Material de cobertura

### 3.4 Operacionalización de Variables

A continuación, se muestra el cuadro N° 08 de Operacionalización de las variables:

*Cuadro 8 - Operacionalización de las variables*

<b>Variables</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>
Composición porcentual de residuos sólidos.	Residuos Sólidos en el Distrito de Pachía.	Porcentaje de huesos, madera, alimentos, cuero, papel, botellas, plástico, vidrio, metal, residuos tóxicos.
Tasa de generación per cápita en el distrito de Pachía.		Generación de residuos domiciliarios más la generación de residuos no domiciliarios. Kg/hab/día
Densidad de los residuos sólidos.		Dimensionamiento del equipamiento de almacenamiento público Kg/m <sup>3</sup>
Cantidad de residuos sólidos orgánicos y reciclables.		Materia Orgánica, follaje, madera, papel, cartón, latas, plástico PET. Kg
Humedad		% de humedad
Área requerida para el diseño del relleno sanitario.	Caracterización de residuos sólidos municipales para diseño de un relleno sanitario manual en el Distrito de Pachía - Tacna.	Volumen del relleno sanitario m <sup>3</sup> /año Altura del relleno sanitario m
Volumen del relleno sanitario.		Volumen de residuos sólidos en un año (m <sup>3</sup> /año) por material de cobertura 25% Generación de residuos Ton/año Densidad de residuos (Ton/m <sup>3</sup> ) Área requerida (m <sup>2</sup> )
Material de cobertura		Población proyectada a 10 años

Fuente: Elaboración propia (2019)

El estudio de caracterización es una investigación descriptiva, donde se determinará el valor de las variables, éstas se definen a continuación (guía metodológica para el desarrollo del estudio de caracterización de residuos sólidos municipales, 2014).

### **3.5 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos**

Mediante documentos y registros, los cuales consisten en examinar los datos obtenidos a partir de la caracterización de residuos sólidos municipales y la observación experimental que se obtiene a través del cuarteo de los residuos recolectados y a partir de ello, la determinación de diferentes componentes.

### **3.6 Procesamiento y análisis de datos**

El procedimiento está contenido en la Metodología- Guía metodológica para el desarrollo del Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales (EC-RSM), establecida por el Ministerio del Ambiente (MINAM, 2013). Una vez finalizada la fase de registro de datos, la información de cada ficha será trasladada a una base de datos Excel, para arrojar datos estadísticos exactos.

#### **3.6.1 Determinación de parámetro**

A continuación, se detalla el procedimiento para la recolección de los datos para cada variable del estudio.

#### **3.6.2 Generación per cápita de residuos sólidos municipales**

La Generación de residuos sólidos municipales se obtiene mediante la suma la generación de residuos sólidos domiciliarios y la generación de residuos sólidos no domiciliarios.

#### **3.6.3 Generación de residuos sólidos domiciliarios**

Para el cálculo de la generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios, según la Guía Metodológica del MINAM se debe tener en cuenta lo siguiente: Si el distrito presenta un sector o más, es decir, si presenta un mismo o diferente estrato económico, la generación total de residuos sólidos domiciliarios se calcula:

generación per cápita promedio de la muestra por la población total, pero si presenta más de dos sectores, se suma el producto de la generación per cápita por la población de cada sector.

A continuación, en página siguiente, se presenta el cuadro N° 07, correspondiente a la generación total de residuos sólidos domiciliarios cuando se tiene un solo sector y el Cuadro N°08, que corresponde a la generación total de residuos sólidos domiciliarios cuando se tiene más de un sector.

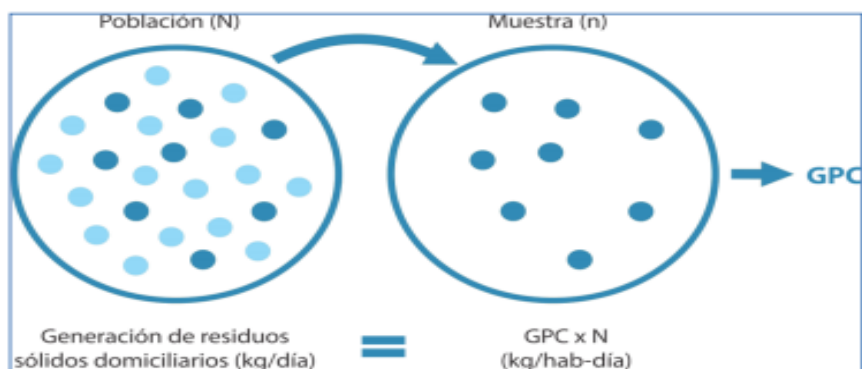


Figura 1 Generación total de residuos sólidos domiciliarios cuando se tiene un solo sector

Fuente: Guía Metodológica del (EC-RSM) MINAM

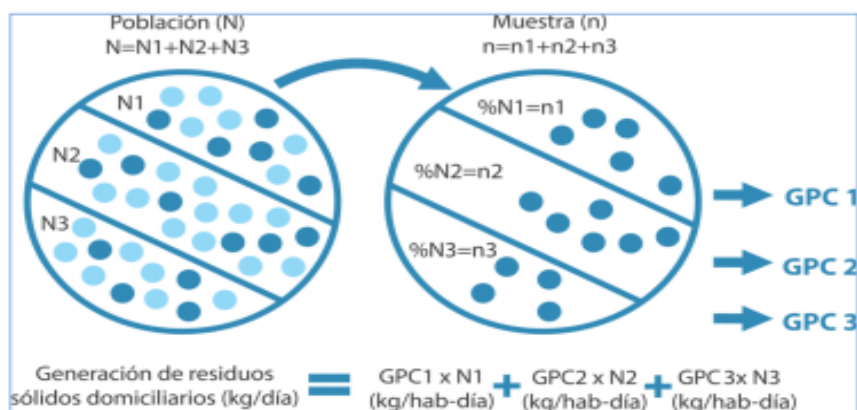


Figura 2 Generación de residuos sólidos cuando se tiene varios sectores

Fuente: Guía Metodológica del (EC-RSM) MINAM

En el distrito de Pachía se cuenta con dos estratos económicos diferentes: Zona Urbana conformada por las Localidades de Peligro, Huaycuyo, Pachía Cercado, Miculla y Calientes. Y el otro estrato conformado por Zona Rural: Toquela, Ancoma, Challaviento y Caplina. El cálculo de la generación per cápita de una zona se determina de la siguiente manera:

- a. Se debe conocer el número de habitantes por cada vivienda participante.
- b. Durante 08 días se deberá recolectar las bolsas de residuos de las viviendas empadronadas y transportar hacia el lugar acondicionado para el estudio,
- c. Se pesan las bolsas identificando a que vivienda pertenece cada una, se anota el peso de las bolsas en el formato de registro diario. Sabiendo que los datos del primer día no se consideran, la Generación per cápita se calcula de la siguiente manera:

$$\text{GPC Vivn} = \frac{(\text{P1d2} + \text{P2d3} + \dots + \text{Pnd8})}{7X} \quad \dots(6)$$

Donde:

GPCn: Generación per cápita de la vivienda

$P_n$ : Peso de la bolsa de la vivienda en el día n, (n: 1, 2,3... 7)

X: Número de habitantes de la vivienda "n"

#### 3.6.4 Generación de residuos sólidos en establecimientos comerciales

Para calcular la generación de los residuos sólidos por establecimiento se aplica la siguiente fórmula:

$$\text{GPE} = \frac{\text{Kg peso recolectados}}{\text{Número de establecimientos comerciales}} \quad \dots(7)$$

Donde:

GPE = Generación per cápita en establecimientos comerciales. La unidad de medida es: Kg/establecimientos/día

Para calcular la generación total de los residuos sólidos comerciales se multiplica la generación del establecimiento por el total de los establecimientos comerciales participantes, se incluye diferentes giros de negocios.

### 3.6.5 Población

Se estimará la cantidad de residuos municipales generados en los siguientes períodos: día, mes y año (2017). La población del distrito de Pachía fue de 1945 habitantes, población real obtenida del Censo Nacional por el INEI en el año 2007, con una tasa intercensal de 0.8%. Para determinar la generación per cápita de los residuos sólidos desde el año 2017 al 2027, se proyectó la población en base a la siguiente ecuación.

$$\text{PF} = \text{PI} * (1 + r)^n \quad \dots(8)$$

Donde:

Pi: Población inicial; población real obtenida del último Censo Nacional (fuente INEI)

r: Tasa de crecimiento anual intercensal (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

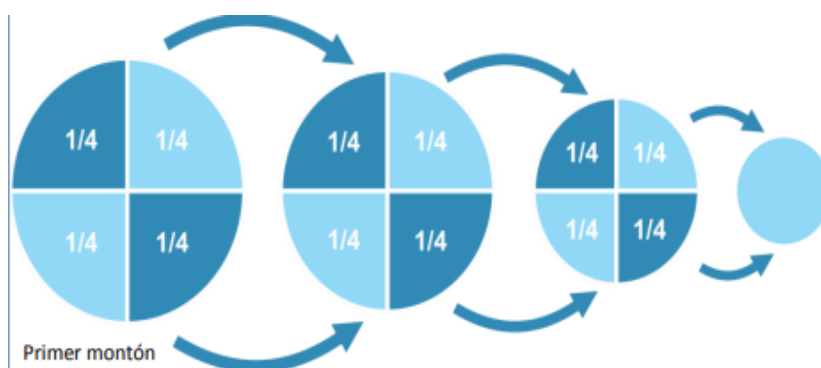
### 3.6.6 Composición de los residuos sólidos

La metodología sugerida es la siguiente:

1. Para realizar el trabajo se utiliza la muestra de un día, en donde se colocan los residuos en una zona pavimentada, previamente limpia, con la finalidad de no combinar los residuos con otros externos.
2. Se procede a romper las bolsas y se vierten los residuos todos juntos, con el objetivo de homogenizar la muestra, se trozan los

residuos más voluminosos hasta conseguir un tamaño que resulte manipulable.

3. Si se tiene un volumen de residuos muy grande, se divide en cuatro partes por el método de cuarteo y se escogen las dos partes opuestas, para formar un nuevo montón pequeño. La muestra menor se vuelve a combinar y se vuelve a formar otra muestra, y se repite el proceso hasta obtener una muestra que resulte manejable.



*Figura 3 – Método del cuarteo*

Fuente: Guía Metodológica del (EC-RSM) MINAM

Se separan los componentes del último montón y se clasifican en los tipos de residuos presentados en el siguiente cuadro N° 09.

Cuadro 9 - Clasificación de residuos sólidos

Tipos de residuos sólidos	Detalle
1. Materia Orgánica	Considera restos de alimentos, cáscaras de frutas y vegetales, excrementos de animales menores, huesos y similares.
2. Madera, follaje	Considera ramas, tallos, raíces, hojas y cualquier otra parte de las plantas producto del clima y las podas.
3. Papel	Considera papel blanco tipo bond, papel periódico, otros.
4. Cartón	Considera cartón marrón, cartón blanco, cartón mixto
5. Vidrio	Considera vidrio blanco, vidrio marrón, vidrio verde
6. Plástico PET	Considera botellas de bebidas, gaseosas, aceites.
7. Plástico Duro	Considera frascos, bateas, otros recipientes.
8. Bolsas	Considera a aquellas bolsas chequeras o de despacho.
9. Tetrapak	Considera envases de leche, jugos, etc.
10. Tecnopor y similares	Si es representativo considerarlo en este rubro, de lo contrario incorporarlo en otros.
11. Metal	Considera latas de atún, leche, conservas, fierro, envases de gaseosa en lata, marcos de ventana, etc.
12. Telas, textiles	Considera restos de telas , textiles
13. Caucho, cuero, jebe	Considera restos de cartuchos, cuero o jebes
14. Pilas	Considera residuos de pilas
15. Restos de medicinas, focos, etc.	Considera restos de medicina, focos, fluorescentes, envases de pintura, plaguicidas y similares.
16. Residuos sanitarios	Considera papel higiénico, pañales y toallas higiénicas.
17. Residuos inertes	Considera, tierra, piedras y similares.
18. Otros (Especificar)	Considera aquellos restos que no se encuentran dentro de la clasificación por tipo de residuo.

Fuente: Instructivo del Ministerio del Ambiente – 2014, para el cumplimiento de la Meta: Implementar un programa de segregación en la fuente y recolección selectiva de residuos sólidos domiciliarios en un 20% y 25% de las viviendas urbanas del distrito.

d. Los componentes se clasifican en diferentes recipientes.

e. Se pesan los componentes en una balanza.

f. Se calcula el porcentaje de cada componente de acuerdo a la siguiente

ecuación:

$$\text{Porcentaje (\%)} = (\text{Pi} / \text{Wt}) \times 100$$

...(9)

Donde

Pi: Peso de cada componente



$W_t$ : Peso total de los residuos recolectados en un día

Para determinar el porcentaje promedio de cada componente, se suma el valor de todos los porcentajes diarios de cada uno y se divide entre los siete días de la semana.

### 3.6.7 Determinación de la densidad de los residuos sólidos

Para determinar la densidad, se realiza los siguientes pasos:

- a. Utilizar un recipiente con una capacidad de 150 o 250 litro y con lados homogéneos.
- b. Medir la altura y diámetro del cilindro.
- c. Escoger las bolsas ya registradas y pesadas y vaciar el contenido.
- d. Una vez lleno el recipiente, levantar el cilindro 20 cm sobre la superficie y dejarlo caer, repite esta acción por tres veces, con la finalidad de uniformizar la muestra y así llenar los espacios vacíos del cilindro.
- e. Medir la altura ocupada por las bolsas registradas y anotar el dato.
- f. Realizar este procedimiento durante los 08 días del Estudio.
- g. Para calcular la densidad para residuos domiciliarios y no domiciliarios, se utiliza la siguiente fórmula:

$$Densidad(S) = \frac{W}{V} = \frac{W}{\pi \left(\frac{D}{2}\right)^2 \times (H)} \quad \dots(10)$$

La densidad se calcula entre la relación del peso de los residuos sólidos y el volumen que ocupa.

Donde:

S: Densidad de los residuos sólidos (Kg m<sup>3</sup>)

W: Masa de los residuos sólidos

V: Volumen del residuo sólido

D: Diámetro del cilindro

H: Altura total del cilindro

$\pi$  : Constante (3.1416)

### 3.6.8 Determinación de la humedad de los residuos sólidos

El dato de humedad de los residuos sólidos se obtiene a través de un laboratorio acreditado por INACAL. Para el presente estudio, se consideró dos muestras para el análisis de humedad. Una para los residuos sólidos domiciliarios y otra para no domiciliarios; así como Vera (2015), consideró dos muestras también para hallar la humedad de los residuos sólidos municipales de la provincia de Chumbivilcas. Para esta prueba, se utilizó el método de secado en estufa, que consiste en obtener una muestra representativa de 100 a 150g de residuos sólidos para ser secado en una estufa a 105°C durante 24 horas.

$$H = \frac{P_i - P_f}{P_i} * 100 \quad \dots(11)$$

Donde:

H: Humedad

Pi: Peso inicial de residuos (kg)

Pf: Peso final de residuos (kg)

### 3.6.9 Volumen de Residuos Sólidos

Para calcular el volumen diario y anual de residuos sólidos municipales se requiere disponer de:

$$V_{\text{diario}} = \frac{RSm}{Drsm} \quad \text{m}^3/\text{kg/día}$$

$$V_{\text{anual compactado}} = V_{\text{diario}} \times 365 \quad \dots(12)$$

Donde:

Vdiario = Volumen de RSM por disponer en un día (m3/día)

Vanual = Volumen de RSM en un año (m3/año)

DSp = Cantidad de RSM producidos (kg/día)

365 = Equivalente a un año (días)

Drsm = Densidad de los RSM recién compactados (400-500)

kg/m<sup>3</sup>) y del relleno estabilizado (500-600 kg/m<sup>3</sup>)

### **3.6.10 Diseño del relleno sanitario manual**

El diseño del relleno sanitario manual, se realizó en base a los criterios establecidos en el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria (CEPIS); adicionalmente, se aplicaron los resultados obtenidos en el presente estudio, mismos que aportaron a la determinación de las características de diseño como se muestran en los siguientes párrafos.

### **3.6.11 Volumen del relleno sanitario**

El volumen del relleno sanitario, se determinó en base a la generación de residuos proyectados para el año 2027. Además, se consideró una profundidad de 3 metros ya que no existe agua subterránea a dicha distancia y se calcularon los parámetros de volumen descritos a continuación:

- a. Volumen de residuos sólidos compactado El cálculo del volumen de residuos compactados, se realizó estableciendo la recolección de residuos dos días por semana, durante la vida útil del relleno sanitario. Además, se estableció la densidad de compactación de 500kg/m<sup>3</sup>, valor seleccionado entre un rango de 400-500kg/m<sup>3</sup> (Röben, 2002).
- b. Volumen de material de cobertura El volumen del material cobertura, se encuentra entre el 20% al 25% del volumen de residuos sólidos compactados, para el presente cálculo se consideró el 20% (Röben, 2002).
- c. Volumen de residuos sólidos estabilizados Para el cálculo del volumen estabilizado, se estableció la densidad estabilizada de residuos, la cual se encuentra en un rango de 500 a 600 kg/m<sup>3</sup>, considerándose para el presente diseño 600 kg/m<sup>3</sup> (Röben, 2002).

### 3.6.12 Parámetros de relleno sanitario

Para la construcción total del relleno sanitario se incluye un factor de aumento de área adicional para las vías, áreas de retiro o linderos, caseta, portería y patio de maniobras, dicho factor tiene un valor de 1,2. Las siguientes fórmulas que son utilizadas se especifican en el siguiente cuadro:

*Cuadro 10 - Parámetros de diseño*

Parámetros	Fórmula	Interpretación
Cantidad de RS diaria.	$DSd = Pob \times ppc$	DSd= cantidad de RS producidos en un día (kg/día). Pob=población total (hab). ppc = producción per cápita (kg/hab-día)
Volumen de RS compactados.	$VdC = DSd \times 7 / 2 \text{ DrsC}$	VdC=volumen de RS compactados por disponer en un día (m <sup>3</sup> /día). 7/2= siete días de producción de RS / dos días de recolección.
	$VaC = VdC \times 365$	DrsC=densidad de los RS recién compactados (400-500 kg/m <sup>3</sup> ). VaC= volumen de RS en un año (m <sup>3</sup> /año)
Volumen del material de cobertura diario	$m. c.d = VdC \times 0,20$ $m. c.a = m. c.d \times 365$	m.c.=material de cobertura equivale al 20 a 25% del volumen de los desechos recién compactados. m.c.d= material de cobertura diario. m.c.a= material de cobertura anual.
Residuos sólidos estabilizados	$VE = DSd \times 7 / 2 / DrsE \times 365$	VE=volumen de RS estabilizados (m <sup>3</sup> /año). DrsE=densidad de los RS estabilizados (500-600 kg/m <sup>3</sup> ).
Volumen del relleno sanitario por año.	$VRS = m. c.a + VE$	VRS= volumen del relleno sanitario (m <sup>3</sup> /año).
Volumen total del relleno sanitario	$VRSvu = \sum_{i=1}^n VRS$	VRSvu= volumen total ocupado durante la vida útil del relleno sanitario (m <sup>3</sup> ).
Área requerida del relleno.	$ARS = \frac{VRS_{acumulado}}{hRS}$	ARS= área por rellenar sucesivamente (m <sup>2</sup> ). VRSacumulado= volumen acumulado del relleno sanitario (m <sup>3</sup> /año). hRS= altura o profundidad del relleno sanitario (m).
Área total requerida.	$AT = ARS \times F$	AT=área total requerida (m <sup>2</sup> ). F=factor de aumento del área adicional. Este es entre 1,2-1,4 (20- 40%) del área que se deberá rellenar.

Fuente: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (2002)

## CAPÍTULO IV RESULTADOS

### 4.1 Resultados

Los resultados del Estudio se dividirán en dos secciones: Caracterización de origen domiciliarios y caracterización de origen no domiciliarios

#### 4.1.1 Caracterización de origen domiciliario

La Generación per-cápita de residuos sólidos domiciliarios en el distrito de Pachía Parte Baja, es de 0,45 kg/persona/día ha sido determinado considerando el promedio de la generación per-cápita de los 7 días considerados durante el estudio, tras el descarte del primer día de muestreo.

En los Cuadros N°11; N°12; N°13; N°14 y N°15 se presentan los valores de la Generación Per Cápita (GPC) de Residuos Sólidos Domiciliarios de Zona Urbana del distrito de Pachía.

*Cuadro 11 - Generación Per Cápita (GPC) de Residuos Sólidos Domiciliarios de la localidad de Peligro*

PELIGRO											
Código de vivienda	Código	N° de Habitantes	Peso (Kg)							Generación per cápita kg/persona/día	
			Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6		Día 7
			Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg		Kg
1	PE/V-01	2	0,789	0,816	0,975	1,425	1,268	1,245	1,356	1,397	0,606
2	PE/V-02	2	0,680	0,726	0,758	0,981	1,023	1,124	1,116	0,996	0,480
3	PE/V-03	5	0,998	0,985	1,154	1,109	1,026	1,196	1,248	1,002	0,221
4	PE/V-04	3	0,852	0,876	0,901	0,916	0,928	1,265	1,099	1,254	0,345
5	PE/V-05	2	0,769	0,916	0,835	1,269	1,173	1,219	1,325	1,186	0,566
6	PE/V-06	6	1,129	1,597	1,603	1,287	1,097	1,314	1,257	1,119	0,221
7	PE/V-07	4	0,886	0,901	1,258	1,129	0,999	1,113	1,081	1,112	0,271
8	PE/V-08	7	0,937	1,246	1,357	1,195	1,267	1,359	1,038	1,115	0,175
9	PE/V-09	4	0,880	0,925	1,159	1,254	1,128	1,119	1,203	1,109	0,282
10	PE/V-10	4	0,852	0,905	1,051	1,147	0,997	1,059	1,128	1,112	0,264
11	PE/V-11	2	0,558	0,621	0,548	0,785	0,713	0,856	0,901	0,964	0,385
12	PE/V-12	3	0,654	0,647	0,598	0,724	0,769	0,845	0,829	0,901	0,253
<b>TOTAL</b>	<b>PELIGRO</b>	<b>44</b>	<b>9,984</b>	<b>11,161</b>	<b>12,197</b>	<b>13,221</b>	<b>12,388</b>	<b>13,714</b>	<b>13,581</b>	<b>13,267</b>	<b>4,069</b>
<b>PROMEDIO GPC</b>											<b>0,339</b>

Fuente: Elaboración Propia (2019)

En el cuadro N° 11 se muestran los datos recopilados para la localidad de Peligro; se recolectaron muestras de 12 viviendas respectivamente codificadas con un total de 44 habitantes, en las cuales se realizó el recojo diario de residuos durante 08 días obteniendo un Promedio GPC de 0,339 kg/persona/día.

*Cuadro 12 - Generación Per Cápita (GPC) de Residuos Sólidos Domiciliarios de la localidad de Huaycuyo*

HUAYCUYO												
N° de Vivienda	Código de Vivienda	N° de habitantes	Peso (Kg)								Generación per cápita Kg/persona/día	
			Día 0 Kg	Día 1 Kg	Día 2 Kg	Día 3 Kg	Día 4 Kg	Día 5 Kg	Día 6 Kg	Día 7 Kg		
1	HUAY - 1	3	1,045	0,698	1,120	2,530	2,780	3,184	2,989	3,841	0,816	
2	HUAY - 2	4	0,961	0,759	0,698	0,798	0,912	0,569	0,361	0,749	0,173	
3	HUAY - 3	6	3,153	2,597	2,694	2,496	2,014	4,365	2,146	2,634	0,451	
4	HUAY - 4	7	3,420	2,562	3,101	3,100	4,237	3,157	2,105	2,004	0,414	
5	HUAY - 5	6	2,101	1,654	4,250	2,321	2,840	2,658	1,367	2,367	0,416	
6	HUAY - 6	4	2,103	2,456	1,247	2,010	1,896	2,387	0,608	0,509	0,397	
7	HUAY - 7	2	0,273	0,178	0,285	0,315	0,458	0,608	0,496	0,612	0,211	
8	HUAY - 8	7	2,478	1,520	1,986	2,365	2,987	8,212	1,304	2,036	0,417	
9	HUAY - 9	5	1,689	2,345	4,258	1,365	1,026	1,365	2,893	3,674	0,484	
10	HUAY - 10	4	1,325	2,758	2,894	2,512	1,325	2,325	5,014	2,896	0,704	
11	HUAY - 11	5	2,345	1,589	2,356		1,894	1,654	1,964	2,356	0,338	
12	HUAY - 12	6	3,986	4,102	2,984	3,142	4,894	2,789	2,740	3,415	0,573	
<b>TOTAL</b>	<b>HUAYCUYO</b>	<b>59</b>	<b>24,789</b>	<b>23,218</b>	<b>27,873</b>	<b>22,954</b>	<b>27,263</b>	<b>33,273</b>	<b>23,987</b>	<b>27,093</b>	<b>5,393</b>	
<b>PROMEDIO GPC</b>											<b>0,449</b>	

Fuente: Elaboración Propia (2019)

En el cuadro N° 12 se muestran los datos recopilados para la localidad de Huaycuyo; se recolectaron muestras de 12 viviendas respectivamente codificadas con un total de 59 habitantes, en las cuales se realizó el recojo diario de residuos durante 08 días obteniendo un Promedio GPC de 0,449 kg/persona/día.

*Cuadro 13 - Generación Per Cápita (GPC) de Residuos Sólidos Domiciliarios de la localidad de Pachía Cercado*

PACHÍA CERCADO												
N° de Vivienda	Código de Vivienda	N° de habitantes	Peso (Kg)								Generación per cápita Kg/persona/día	
			Día 0 Kg	Día 1 Kg	Día 2 Kg	Día 3 Kg	Día 4 Kg	Día 5 Kg	Día 6 Kg	Día 7 Kg		
1	PACH- 1	6	4,416	2,102	3,250	2,530	1,324	2,847	3,479	1,354	0,402	
2	PACH- 2	5	3,842	3,421	2,654	0,798	1,654	1,574	1,634	2,141	0,396	
3	PACH- 3	4	2,102	2,597	3,145	0,684	2,014	3,564	3,654	2,989	0,666	
4	PACH- 4	4	3,547	2,562	3,569	1,564	3,689	2,897	2,681	4,367	0,762	
5	PACH- 5	5	6,234	1,654	3,124	2,321	0,979	3,697	2,953	1,987	0,478	
6	PACH- 6	4	1,054	2,456	2,014	2,004	2,496	1,432	2,678	1,548	0,522	
7	PACH- 7	5	7,236	0,178	4,356	1,521	1,463	0,963	2,105	1,639	0,349	
8	PACH- 8	3	0,589	1,520	1,986	2,365	1,847	1,842	3,679	2,548	0,752	
9	PACH- 9	4	1,689	1,036	4,963	2,014	0,597	2,961	2,546	1,532	0,559	
10	PACH- 10	2	1,325	2,758	1,325	0,597	3,547	5,421	3,412	3,982	1,503	
11	PACH- 11	3	2,345	1,589	0,987	1,306	1,894	3,540	2,106	4,028	0,736	
12	PACH- 12	4	3,986	2,986	1,934	2,105	2,187	2,571	1,152	2,693	0,558	
<b>TOTAL</b>	<b>PACHIA</b>	<b>49</b>	<b>38,365</b>	<b>24,859</b>	<b>33,307</b>	<b>19,809</b>	<b>23,691</b>	<b>33,309</b>	<b>32,079</b>	<b>30,808</b>	<b>7,683</b>	
<b>PROMEDIO GPC</b>											<b>0,640</b>	

Fuente: Elaboración Propia (2019)

En el cuadro N° 13 se muestran los datos recopilados para la localidad de Pachía Cercado; se recolectaron muestras de 12 viviendas respectivamente codificadas con un total de 49 habitantes, en las cuales se realizó el recojo diario de residuos durante 08 días obteniendo un Promedio GPC de 0,640 kg/persona/día.

*Cuadro 14 - Generación Per Cápita (GPC) de Residuos Sólidos Domiciliarios de la localidad de Miculla*

MICULLA											
N° de Vivienda	Código de Vivienda	N° de habitantes	Peso (Kg)								Generación per cápita Kg/persona/día
			Día 0 Kg	Día 1 Kg	Día 2 Kg	Día 3 Kg	Día 4 Kg	Día 5 Kg	Día 6 Kg	Día 7 Kg	
1	MIC- 1	5	2,251	2,326	2,896	1,951	3,652	2,103	2,106	1,983	0,486
2	MIC- 2	2	3,842	2,214	2,102	2,621	1,214	2,126	2,361	2,345	1,070
3	MIC- 3	4	3,926	1,365	2,851	1,214	0,981	1,981	1,245	1,628	0,402
4	MIC- 4	3	3,546	1,258	2,364	2,697	1,625	1,065	2,157	2,412	0,647
5	MIC- 5	1	0,421	0,321	0,296	0,612	0,296	0,213	0,222	0,315	0,325
6	MIC- 6	3	3,524	1,489	1,126	2,569	1,973	1,054	2,098	2,135	0,593
7	MIC- 7	4	1,328	2,325	1,981	1,998	1,597	0,984	1,941	1,548	0,442
8	MIC- 8	5	2,368	2,325	2,129	2,548	1,983	2,136	2,648	2,483	0,464
<b>TOTAL</b>	<b>MICULLA</b>	<b>27</b>	<b>21,206</b>	<b>13,623</b>	<b>15,745</b>	<b>16,210</b>	<b>13,321</b>	<b>11,662</b>	<b>14,778</b>	<b>14,849</b>	<b>4,429</b>
<b>PROMEDIO GPC</b>											0,554

Fuente: Elaboración Propia (2019)

En el cuadro N° 14 se muestran los datos recopilados para la localidad de Miculla; se recolectaron muestras de 08 viviendas respectivamente codificadas con un total de 27 habitantes, en las cuales se realizó el recojo diario de residuos durante 08 días obteniendo un Promedio GPC de 0,554 kg/persona/día.

*Cuadro 15 - Generación Per Cápita (GPC) de Residuos Sólidos Domiciliarios de la localidad de Calientes*

CALIENTES											
Código de vivienda	Código	N° de Habitantes	Peso (Kg)								Generación per cápita kg/persona/día
			Día 0 Kg	Día 1 Kg	Día 2 Kg	Día 3 Kg	Día 4 Kg	Día 5 Kg	Día 6 Kg	Día 7 Kg	
1	CA/ V-01	3	0,684	0,691	0,589	0,746	0,794	0,948	0,976	0,796	0,264
2	CA/ V-02	2	0,548	0,486	0,512	0,578	0,608	0,759	0,842	0,684	0,319
3	CA/ V-03	3	0,719	0,764	0,748	0,694	0,673	0,857	0,819	0,746	0,252
4	CA/ V-04	5	0,874	0,914	0,975	0,927	0,849	0,983	1,085	1,254	0,200
5	CA/ V-05	2	0,598	0,547	0,587	0,609	0,624	0,857	0,869	0,644	0,338
6	CA/ V-06	1	0,254	0,312	0,357	0,289	0,314	0,258	0,296	0,379	0,315
7	CA/ V-07	4	0,756	0,946	0,739	0,814	0,897	1,345	1,489	0,917	0,255
8	CA/ V-08	4	0,837	0,982	1,008	0,961	0,975	1,114	1,103	0,864	0,250
9	CA/ V-09	6	0,845	0,862	0,795	0,901	0,897	1,458	1,364	0,996	0,173
10	CA/ V-10	5	0,862	0,907	0,913	0,874	0,906	1,117	1,168	1,005	0,197
<b>TOTAL</b>	<b>CALIENTES</b>	<b>35</b>	<b>6,977</b>	<b>7,411</b>	<b>7,223</b>	<b>7,393</b>	<b>7,537</b>	<b>9,696</b>	<b>10,011</b>	<b>8,285</b>	<b>2,564</b>
<b>PROMEDIO GPC</b>											0,256

Fuente: Elaboración Propia (2019)

En el cuadro N° 15 se muestran los datos recopilados para la localidad de Calientes; se recolectaron muestras de 10 viviendas respectivamente codificadas con un total

de 35 habitantes, en las cuales se realizó el recojo diario de residuos durante 08 días obteniendo un Promedio GPC de 0,256 kg/persona/día.

La Generación per- cápita de residuos sólidos domiciliarios en el distrito de Pachía Parte Alta, es de 0,350 kg.hab-1. día-1 ha sido determinado considerando el promedio de la generación per-cápita de los 7 días considerados durante el estudio, tras el descarte del primer día de muestreo.

En los cuadros N°16; N°17; N°18 y N°19 se presentan los valores de la Generación Per Cápita (GPC) de Residuos Sólidos Domiciliarios de la Zona Rural del distrito de Pachía.

*Cuadro 16 - Generación Per Cápita (GPC) de Residuos Sólidos Domiciliarios de la localidad de Toquela*

TOQUELA											
N° de Vivienda	Código de Vivienda	N° de habitantes	Peso (Kg)								Generación per cápita Kg/persona/día
			Día 0 Kg	Día 1 Kg	Día 2 Kg	Día 3 Kg	Día 4 Kg	Día 5 Kg	Día 6 Kg	Día 7 Kg	
1	TOQ - 1	2	1,416	1,327	1,324	0,753	1,324	0,847	1,479	1,354	0,601
2	TOQ - 2	3	1,842	1,421	0,654	0,798	1,654	1,574	1,634	1,141	0,423
3	TOQ - 3	2	2,102	1,597	1,145	0,884	1,014	0,564	1,654	0,989	0,561
4	TOQ - 4	4	2,547	0,562	1,569	1,564	1,689	2,897	0,681	1,367	0,369
5	TOQ - 5	2	1,234	1,654	1,124	1,321	0,979	1,697	0,953	0,987	0,623
6	TOQ - 6	3	0,054	0,456	1,014	1,004	0,496	1,432	1,678	1,548	0,363
7	TOQ - 7	2	1,236	1,178	0,356	0,521	1,463	0,963	1,105	0,639	0,445
8	TOQ - 8	4	0,589	0,52	0,986	0,365	1,847	1,842	0,679	1,548	0,278
TOTAL	TOQUELA	22	11,020	8,715	8,172	7,210	10,466	11,816	9,863	9,573	3,661
PROMEDIO GPC											0,458

Fuente: Elaboración Propia (2019)

En el cuadro N° 16 se muestran los datos recopilados para la localidad de Toquela; se recolectaron muestras de 08 viviendas respectivamente codificadas con un total de 22 habitantes, en las cuales se realizó el recojo diario de residuos durante 08 días obteniendo un Promedio GPC de 0,458 kg/persona/día.



**Cuadro 17 - Generación Per Cápita (GPC) de Residuos Sólidos Domiciliarios de la localidad de Caplina**

CAPLINA											
N° de Vivienda	Código de Vivienda	N° de habitantes	Peso (Kg)								Generación per cápita Kg/persona/día
			Día 0 Kg	Día 1 Kg	Día 2 Kg	Día 3 Kg	Día 4 Kg	Día 5 Kg	Día 6 Kg	Día 7 Kg	
1	CAP - 1	2	0,856	0,896	1,210	1,045	1,467	1,001	1,036	0,917	0,541
2	CAP - 2	3	0,823	1,065	1,115	1,039	1,634	0,989	0,651	2,103	0,409
3	CAP - 3	5	1,420	1,049	1,109	0,973	0,945	1,015	1,423	1,064	0,217
4	CAP - 4	4	0,968	1,168	1,025	1,045	1,025	1,026	0,756	1,003	0,252
5	CAP - 5	4	1,123	1,942	1,258	0,901	1,036	1,036	1,657	1,008	0,316
6	CAP - 6	3	0,843	1,067	0,364	0,952	1,089	1,789	1,459	1,014	0,368
7	CAP - 7	2	0,874	1,356	0,458	0,648	1,047	1,335	1,628	1,369	0,560
8	CAP - 8	4	0,934	1,962	1,364	1,548	2,015	1,024	0,595	2,254	0,384
9	CAP - 9	3	1,831	1,597	1,470	0,697	1,064	1,008	0,625	1,364	0,373
10	CAP - 10	4	1,006	1,259	1,984	1,617	0,872	1,035	1,397	0,891	0,323
11	CAP - 11	5	1,197	1,076	1,345	0,923	1,067	1,038	1,811	1,351	0,246
<b>TOTAL</b>	<b>TOQUELA</b>	<b>39</b>	<b>11,875</b>	<b>14,437</b>	<b>12,702</b>	<b>11,388</b>	<b>13,261</b>	<b>12,296</b>	<b>13,038</b>	<b>14,338</b>	<b>3,989</b>
<b>PROMEDIO GPC</b>											<b>0,363</b>

Fuente: Elaboración Propia (2019)

En el cuadro N° 17 se muestran los datos recopilados para la localidad de Caplina; se recolectaron muestras de 08 viviendas respectivamente codificadas con un total de 39 habitantes, en las cuales se realizó el recojo diario de residuos durante 08 días obteniendo un Promedio GPC de 0,363 kg/persona/día.

**Cuadro 18 - Generación Per Cápita (GPC) de Residuos Sólidos Domiciliarios de la localidad de Ancoma**

ANCOMA											
Código de vivienda	Código	N° de Habitantes	Peso (Kg)								Generación per cápita kg/persona/día
			Día 0 Kg	Día 1 Kg	Día 2 Kg	Día 3 Kg	Día 4 Kg	Día 5 Kg	Día 6 Kg	Día 7 Kg	
1	A/V-01	3	0,624	0,589	0,608	0,641	0,598	0,553	0,576	0,636	0,200
2	A/V-02	2	0,538	0,498	0,542	0,514	0,563	0,529	0,492	0,493	0,259
3	A/V-03	2	0,519	0,584	0,588	0,624	0,603	0,611	0,539	0,527	0,291
4	A/V-04	2	0,574	0,494	0,585	0,539	0,582	0,527	0,535	0,573	0,274
5	A/V-05	2	0,591	0,564	0,577	0,609	0,585	0,527	0,469	0,562	0,278
6	A/V-06	2	0,453	0,492	0,397	0,429	0,364	0,368	0,386	0,429	0,205
7	A/V-07	3	0,656	0,639	0,669	0,594	0,588	0,625	0,529	0,635	0,204
8	A/V-08	2	0,533	0,542	0,538	0,461	0,472	0,484	0,506	0,568	0,255
9	A/V-09	3	0,637	0,662	0,695	0,571	0,617	0,628	0,594	0,636	0,210
10	A/V-10	4	0,767	0,701	0,713	0,744	0,71	0,712	0,694	0,715	0,178
<b>TOTAL</b>	<b>ANCOMA</b>	<b>25</b>	<b>5,892</b>	<b>5,765</b>	<b>5,912</b>	<b>5,726</b>	<b>5,682</b>	<b>5,564</b>	<b>5,320</b>	<b>5,774</b>	<b>2,354</b>
<b>PROMEDIO GPC</b>											<b>0,235</b>

Fuente: Elaboración Propia (2019)

En el cuadro N° 18 se muestran los datos recopilados para la localidad de Ancoma; se recolectaron muestras de 10 viviendas respectivamente codificadas con un total de 25 habitantes, en las cuales se realizó el recojo diario de residuos durante 08 días obteniendo un Promedio GPC de 0,235 kg/persona/día.

*Cuadro 19 - Generación Per Cápita (GPC) de Residuos Sólidos Domiciliarios de la localidad de Challaviento*

CHALLAVIENTO											
Código de vivienda	Código	N° de Habitantes	Peso (Kg)								Generación per cápita kg/persona/día
			Día 0 Kg	Día 1 Kg	Día 2 Kg	Día 3 Kg	Día 4 Kg	Día 5 Kg	Día 6 Kg	Día 7 Kg	
1	CH/V-01	2	0,429	0,456	0,478	0,491	0,508	0,488	0,500	0,472	0,242
2	CH/V-02	2	0,483	0,493	0,501	0,488	0,443	0,490	0,487	0,499	0,243
3	CH/V-03	3	0,718	0,739	0,749	0,763	0,739	0,741	0,765	0,785	0,251
4	CH/V-04	2	0,531	0,508	0,557	0,582	0,572	0,562	0,587	0,579	0,188
5	CH/V-05	2	0,529	0,601	0,587	0,604	0,569	0,517	0,532	0,548	0,283
6	CH/V-06	2	0,611	0,498	0,604	0,598	0,589	0,499	0,549	0,562	0,093
7	CH/V-07	2	0,465	0,429	0,482	0,492	0,498	0,523	0,548	0,559	0,126
8	CH/V-08	4	0,721	0,765	0,801	0,793	0,798	0,789	0,821	0,813	0,199
9	CH/V-09	3	0,698	0,599	0,576	0,663	0,626	0,602	0,631	0,698	0,209
10	CH/V-10	2	0,487	0,502	0,499	0,523	0,512	0,505	0,512	0,534	0,256
<b>TOTAL</b>	<b>CHALLAVIENTO</b>	<b>24</b>	<b>5,672</b>	<b>5,590</b>	<b>5,834</b>	<b>5,997</b>	<b>5,854</b>	<b>5,716</b>	<b>5,932</b>	<b>6,049</b>	<b>2,091</b>
<b>PROMEDIO GPC</b>											<b>0,209</b>

Fuente: Elaboración Propia (2019)

La Generación per – cápita de residuos sólidos domiciliarios en el distrito de Pachía, es de 0,40 kg.hab-1. día-1 , que se obtiene entre el promedio de la generación per – cápita de la Parte Alta y Parte Baja, considerando los 7 días del estudio por cada Anexo, excluyendo el primer día de Estudio.

#### 4.1.2 Generación per cápita de los residuos sólidos para el año 2017

En el cuadro N° 20 se presenta la GPC de los residuos sólidos domiciliarios en los siguientes períodos: día mes y años.

*Cuadro 20 - Generación de per cápita de los residuos sólidos para el año*

Población	GPC	Proyección (TM)2017		
		Diaria	Mensual	Anual
2106	0.40	0,842	25,27	307,4

2017

Fuente: Elaboración Propia (2019)

En el cuadro N° 20 se muestra la proyección estimada para el año 2017, con una población de 2106 habitantes una Generación per cápita de 0,40 kg/habitante/día. Así como la estimación Diaria fue de 0,842 kg/hab/día, Mensual de 25,27 ton/mes y Anual con 307,4 ton/año.

*Cuadro 21 - Generación de per cápita de los residuos sólidos para el año 2018*

Población	GPC	Proyección (TM)2018		
		Diaria	Mensual	Anual
2123	0,40	0,849	25,4	309,95

Fuente: Elaboración Propia (2019)

En el cuadro N° 21 se muestra la proyección estimada para el año 2018, con una población de 2123 habitantes una Generación per cápita de 0,40 kg/habitante/día. Así como la estimación Diaria fue de 0,849 kg/hab/día, Mensual de 25,40 ton/mes y Anual con 309,95 ton/año.

#### **4.1.3 Densidad de residuos sólidos domiciliarios**

Para el distrito de Pachía en la Parte Baja se obtuvo una densidad de residuos sólidos domiciliarios de 116,12 Kg/m<sup>3</sup>, representada en los siguientes cuadros.

*Cuadro 22 - Densidad de los Residuos Sólidos del Anexo Peligro*

PELIGRO						
DENSIDAD SUELTA ( Kg/m <sup>3</sup> )						
Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
76,806	78,245	89,357	82,258	92,689	88,625	88,095

Fuente: Elaboración Propia (2019)

Se obtuvo la densidad suelta referida a la cantidad de masa en un determinado volumen expresada en kg/m<sup>3</sup> en un periodo de 7 días en la localidad de Peligro, aplicando la metodología de la Guía de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales del MINAM; teniendo como valor mínimo de densidad el Día 1 con 76,806 kg/m<sup>3</sup> y como valor máximo el Día 5 con 92,689 kg/m<sup>3</sup>.

Cuadro 23 - Densidad de los Residuos Sólidos del Anexo Huaycuyo

HUAYCUYO						
DENSIDAD SUELTA ( Kg/m <sup>3</sup> )						
Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
139,488	181,890	142,424	161,230	217,129	151,314	165,394

Fuente: Elaboración Propia (2019)

Se obtuvo la densidad suelta referida a la cantidad de masa en un determinado volumen expresada en kg/m<sup>3</sup> en un periodo de 7 días en la localidad de Huaycuyo, aplicando la metodología de la Guía de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales del MINAM; teniendo como valor mínimo de densidad el Día 1 con 139,488 kg/m<sup>3</sup> y como valor máximo el Día 5 con 217,129 kg/m<sup>3</sup>.

Cuadro 24 - Densidad de los Residuos Sólidos del Anexo Pachía Cercado

PACHÍA CERCADO						
DENSIDAD SUELTA ( Kg/m <sup>3</sup> )						
Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
156,814	213,667	122,910	160,121	221,177	205,789	201,043

Fuente: Elaboración Propia (2019)

Se obtuvo la densidad suelta referida a la cantidad de masa en un determinado volumen expresada en kg/m<sup>3</sup> en un periodo de 7 días en la localidad de Pachía Cercado, aplicando la metodología de la Guía de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales del MINAM; teniendo como valor mínimo de densidad el Día 3 con 122,910 kg/m<sup>3</sup> y como valor máximo el Día 5 con 221,177 kg/m<sup>3</sup>.

Cuadro 25 - Densidad de los Residuos Sólidos del Anexo Miculla

MICULLA						
DENSIDAD SUELTA ( Kg/m <sup>3</sup> )						
Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
80,565	99,322	92,959	81,320	70,062	91,694	93,670

Fuente: Elaboración Propia (2019)

Se obtuvo la densidad suelta referida a la cantidad de masa en un determinado volumen expresada en kg/m<sup>3</sup> en un periodo de 7 días en la localidad de Miculla, aplicando la metodología de la Guía de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales del MINAM; teniendo como valor mínimo de densidad el Día 1 con 80,565 kg/m<sup>3</sup> y como valor máximo el Día 2 con 99,322 kg/m<sup>3</sup>.

*Cuadro 26 - Densidad de los Residuos Sólidos del Anexo Calientes*

CALIENTES						
DENSIDAD SUELTA ( Kg/m <sup>3</sup> )						
Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
56,100	52,574	53,811	51,867	69,242	74,295	60,303

Fuente: Elaboración Propia (2019)

Se obtuvo la densidad suelta referida a la cantidad de masa en un determinado volumen expresada en kg/m<sup>3</sup> en un periodo de 7 días en la localidad de Calientes, aplicando la metodología de la Guía de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales del MINAM; teniendo como valor mínimo de densidad el Día 4 con 51,867 kg/m<sup>3</sup> y como valor máximo el Día 6 con 74,295 kg/m<sup>3</sup>.

Para la Zona Urbana, se obtuvo una densidad de residuos sólidos domiciliarios de 66,870 Kg/m<sup>3</sup>, representada en los siguientes cuadros.

*Cuadro 27 - Densidad de los Residuos Sólidos del Anexo Toquela*

TOQUELA						
DENSIDAD SUELTA ( Kg/m <sup>3</sup> )						
Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
74,967	64,438	69,972	84,282	99,383	84,842	86,268

Fuente: Elaboración Propia (2019)

Se obtuvo la densidad suelta referida a la cantidad de masa en un determinado volumen expresada en kg/m<sup>3</sup> en un periodo de 7 días de la Zona Rural en la localidad de Toquela, aplicando la metodología de la Guía de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales del MINAM; teniendo como valor mínimo de densidad el Día 2 con 64,438 kg/m<sup>3</sup> y como valor máximo el Día 5 con 99,383 kg/m<sup>3</sup>.

Cuadro 28 - Densidad de los Residuos Sólidos del Anexo Ancoma

ANCOMA						
DENSIDAD SUELTA ( Kg/m <sup>3</sup> )						
Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
42,784	41,438	38,700	39,825	39,734	35,326	42,851

Fuente: Elaboración Propia

Se obtuvo la densidad suelta referida a la cantidad de masa en un determinado volumen expresada en kg/m<sup>3</sup> en un periodo de 7 días de la Zona Rural en la localidad de Ancoma, aplicando la metodología de la Guía de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales del MINAM; teniendo como valor mínimo de densidad el Día 6 con 35,326 kg/m<sup>3</sup> y como valor máximo el Día 7 con 42,851 kg/m<sup>3</sup>.

Cuadro 29 - Densidad de los Residuos Sólidos del Anexo Challaviento

CHALLAVIENTO						
DENSIDAD SUELTA ( Kg/m <sup>3</sup> )						
Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
37,118	40,147	40,532	41,031	39,335	40,822	40,166

Fuente: Elaboración Propia (2019)

Se obtuvo la densidad suelta referida a la cantidad de masa en un determinado volumen expresada en kg/m<sup>3</sup> en un periodo de 7 días de la Zona Rural en la localidad de Challaviento, aplicando la metodología de la Guía de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales del MINAM; teniendo como valor mínimo de densidad el Día 1 con 37,118 kg/m<sup>3</sup> y como valor máximo el Día 4 con 41,031 kg/m<sup>3</sup>.

Cuadro 30 - Densidad de los Residuos Sólidos del Anexo Caplina

CAPLINA						
DENSIDAD SUELTA ( Kg/m <sup>3</sup> )						
Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
118.788	114.466	97.960	111.536	81.647	100.709	123.336

Fuente: Elaboración Propia (2019)

Se obtuvo la densidad suelta referida a la cantidad de masa en un determinado volumen expresada en kg/m<sup>3</sup> en un periodo de 7 días de la Zona Rural en la localidad

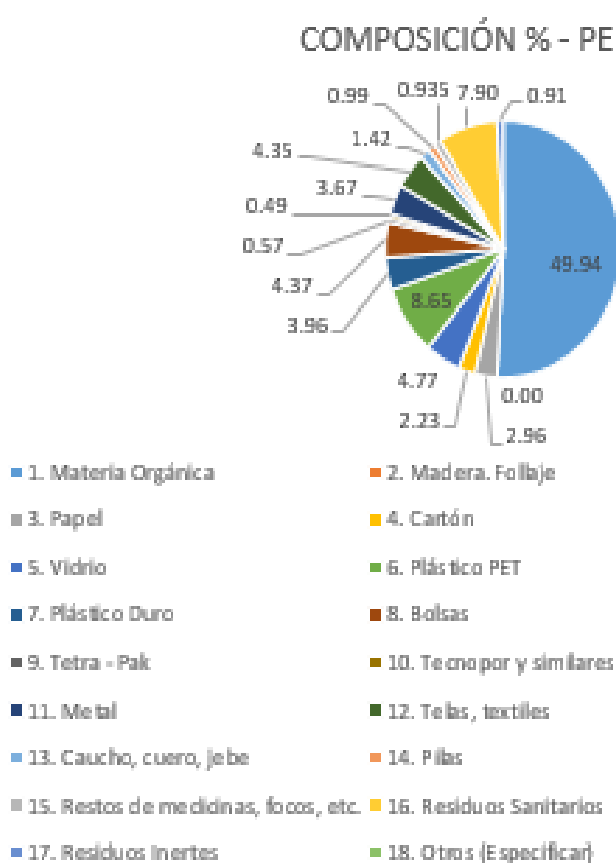
de Caplina, aplicando la metodología de la Guía de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales del MINAM; teniendo como valor mínimo de densidad el Día 5 con 81,647 kg/m<sup>3</sup> y como valor máximo el Día 7 con 123,336 kg/m<sup>3</sup>. Por lo tanto, el promedio de la Zona Alta y Baja del distrito de Pachía es 91.494 Kg/m<sup>3</sup>.

#### 4.1.4 Composición física de los residuos domiciliarios

En la composición física de los residuos sólidos domiciliarios del distrito de Pachía predominan:

##### Zona Urbana

##### **Localidad de Peligro**



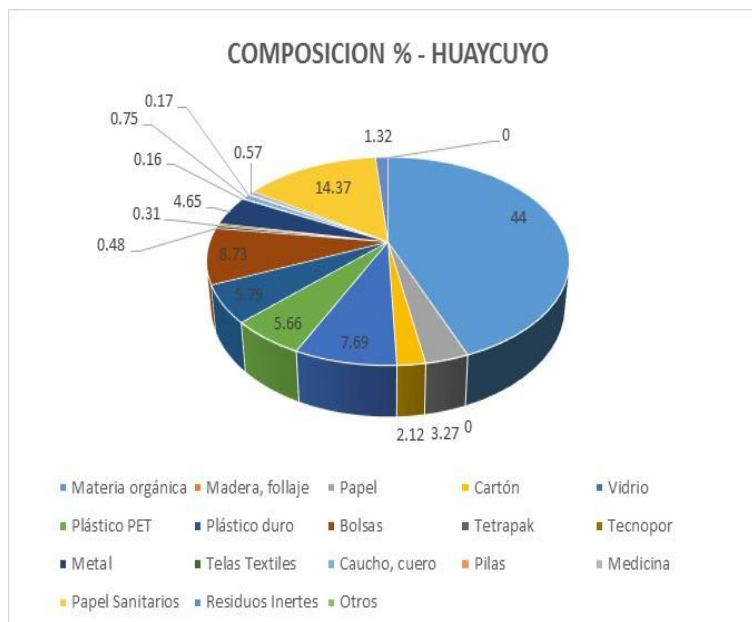
*Figura 4 Composición Porcentual anexo Peligro*

Fuente: Elaboración Propia (2019)

Al realizar el estudio de caracterización se determinó la composición en porcentaje de cada tipo de residuo contemplado en la Guía de Caracterización de RRSS Municipales del Ministerio del Ambiente, para la localidad de Peligro se obtuvo un mayor porcentaje de

composición Materia Orgánica con un 49,94 % y menor porcentaje de composición Tecnopor y similares con un 0,49%.

### Localidad de Huaycuyo:



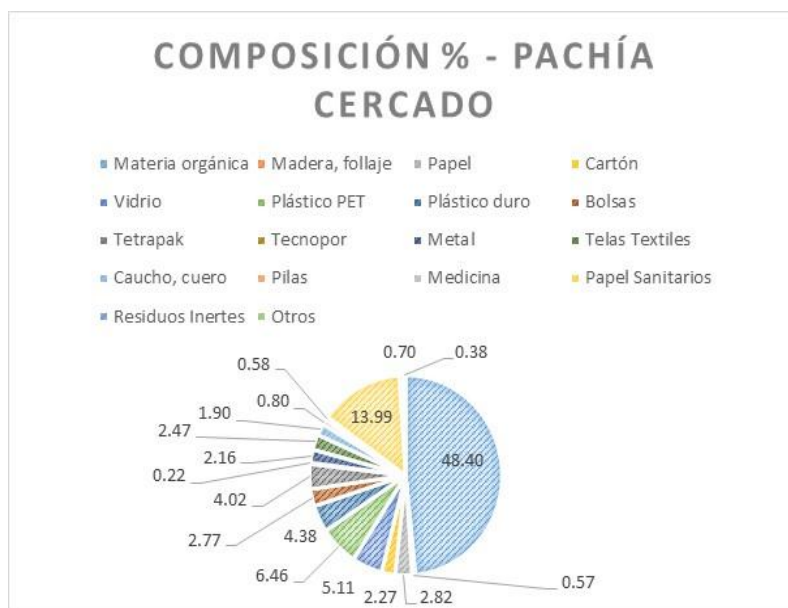
*Figura 5 Composición Porcentual anexo Huaycuyo*

Fuente: Elaboración Propia (2019)

Al realizar el estudio de caracterización se determinó la composición en porcentaje de cada tipo de residuo contemplado en la Guía de Caracterización de RRSS Municipales del Ministerio del Ambiente, para la localidad de Huaycuyo se obtuvo un mayor porcentaje de composición Materia Orgánica con un 44 % y menor porcentaje de composición Telas, textiles con un 0,16%.



### Localidad de Pachía Cercado:



*Figura 6 Composición Porcentual anexo Cercado*

Fuente: Elaboración Propia (2019)

Al realizar el estudio de caracterización se determinó la composición en porcentaje de cada tipo de residuo contemplado en la Guía de Caracterización de RRSS Municipales del Ministerio del Ambiente, para la localidad de Pachía Cercado se obtuvo un mayor porcentaje de composición Materia Orgánica con un 48,40% y menor porcentaje de composición Tecnopor y similares con un 0,22%.

### Localidad de Miculla:

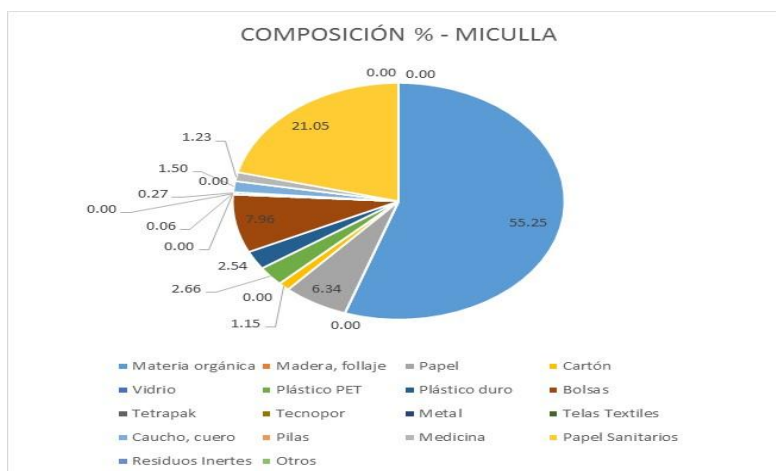


Figura 7 - Composición Porcentual anexo Miculla

Fuente: Elaboración Propia (2019)

Al realizar el estudio de caracterización se determinó la composición en porcentaje de cada tipo de residuo, para la localidad de Miculla se obtuvo un mayor porcentaje de composición Materia Orgánica con un 55,25% y menor porcentaje de composición Tecnopor y similares con un 0,06%.

### Localidad de Calientes:



Figura 8 - Composición Porcentual anexo Calientes

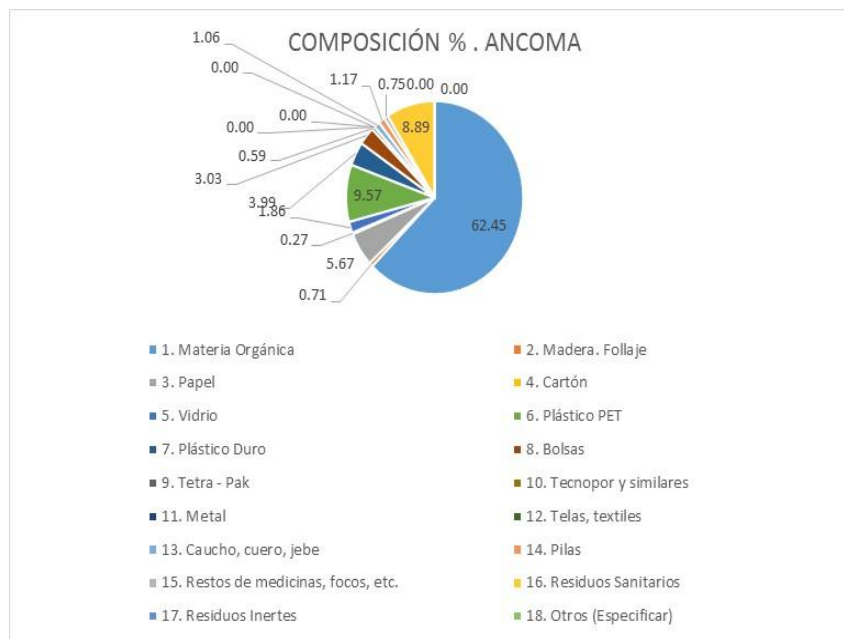
Fuente: Elaboración Propia

Al realizar el estudio de caracterización se determinó la composición en porcentaje de cada tipo de residuo contemplado en la Guía de

Caracterización de RRSS Municipales del Ministerio del Ambiente, para la localidad de Calientes se obtuvo un mayor porcentaje de composición Materia Orgánica con un 59,84% y menor porcentaje de composición Cartón con un 0,50%.

### **ZONA RURAL:**

#### **Localidad de Ancoma**



*Figura 9 - Composición Porcentual anexo Ancoma*

Fuente: Elaboración Propia (2019)

Al realizar el estudio de caracterización se determinó la composición en porcentaje de cada tipo de residuo contemplado en la Guía de Caracterización de RRSS Municipales del Ministerio del Ambiente, para la localidad de Ancoma se obtuvo un mayor porcentaje de composición Materia Orgánica con un 62,45% y menor porcentaje de composición Cartón con un 0,27%.

### Localidad de Toquela:

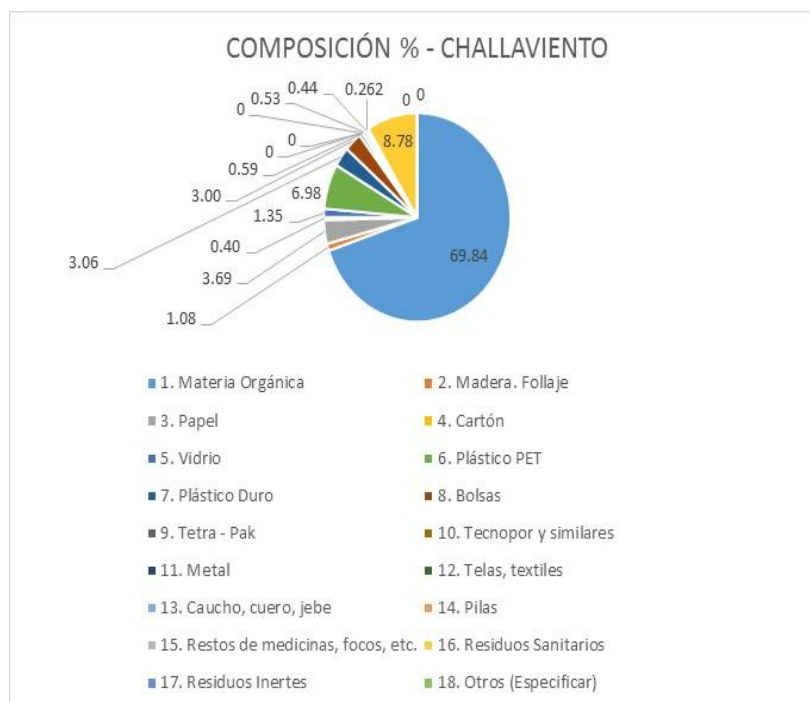


*Figura 10 - Composición Porcentual anexo Toquepala.*

Fuente: Elaboración Propia

Al realizar el estudio de caracterización se determinó la composición en porcentaje de cada tipo de residuo contemplado en la Guía de Caracterización de RRSS Municipales del Ministerio del Ambiente, para la localidad de Toquela se obtuvo un mayor porcentaje de composición Materia Orgánica con un 43,26% y menor porcentaje de composición Telas, textiles con un 0,15%.

### Localidad de Challaviento:

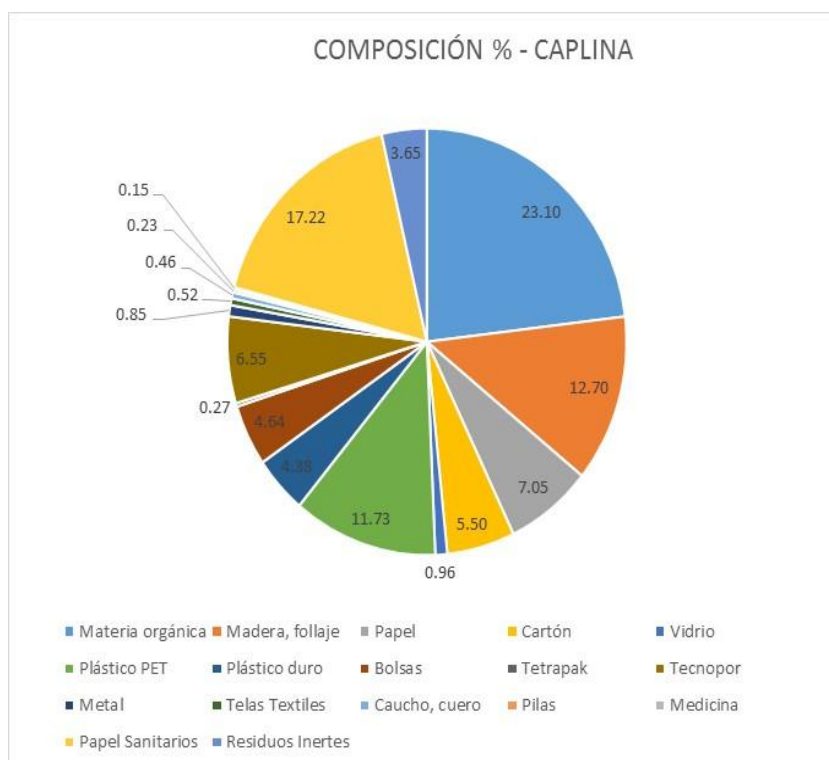


*Figura 11 - Composición Porcentual Challaviento*

Fuente: Elaboración Propia

Al realizar el estudio de caracterización se determinó la composición en porcentaje de cada tipo de residuo contemplado en la Guía de Caracterización de RRSS Municipales del Ministerio del Ambiente, para la localidad de Challaviento se obtuvo un mayor porcentaje de composición Materia Orgánica con un 69,84% y menor porcentaje de composición Cartón con un 0,40%.

### Localidad de Caplina:



*Figura 12 - Composición porcentual anexo Caplina*

Fuente: Elaboración Propia (2019)

Al realizar el estudio de caracterización se determinó la composición en porcentaje de cada tipo de residuo contemplado en la Guía de Caracterización de RRSS Municipales del Ministerio del Ambiente, para la localidad de Caplina se obtuvo un mayor porcentaje de composición Materia Orgánica con un 23,10% y menor porcentaje de composición Restos de medicina con un 0,15%.

#### 4.1.5 Humedad de los Residuos Sólidos Domiciliarios

El contenido de Humedad de los residuos sólidos domiciliarios alcanzó un valor de 36%, lo que significa que tiene un elevado porcentaje de líquidos lixiviados provenientes principalmente de materia orgánica.

## **4.2 Resultados de la Caracterización de residuos no domiciliarios**

### **4.2.1 Composición Física de residuos sólidos no domiciliarios**

El resultado de las muestras obtenidas se presenta por cada tipo de fuente de residuos sólidos o domiciliarios (restaurantes, instituciones educativas, plaza y vía pública)

#### **4.2.1.1 Composición Física de RS no domiciliarios de Instituciones Educativas**

La composición de residuos sólidos no domiciliarios de las Instituciones Educativas del distrito de Pachía, los resultados se muestran en el siguiente cuadro N° 31:

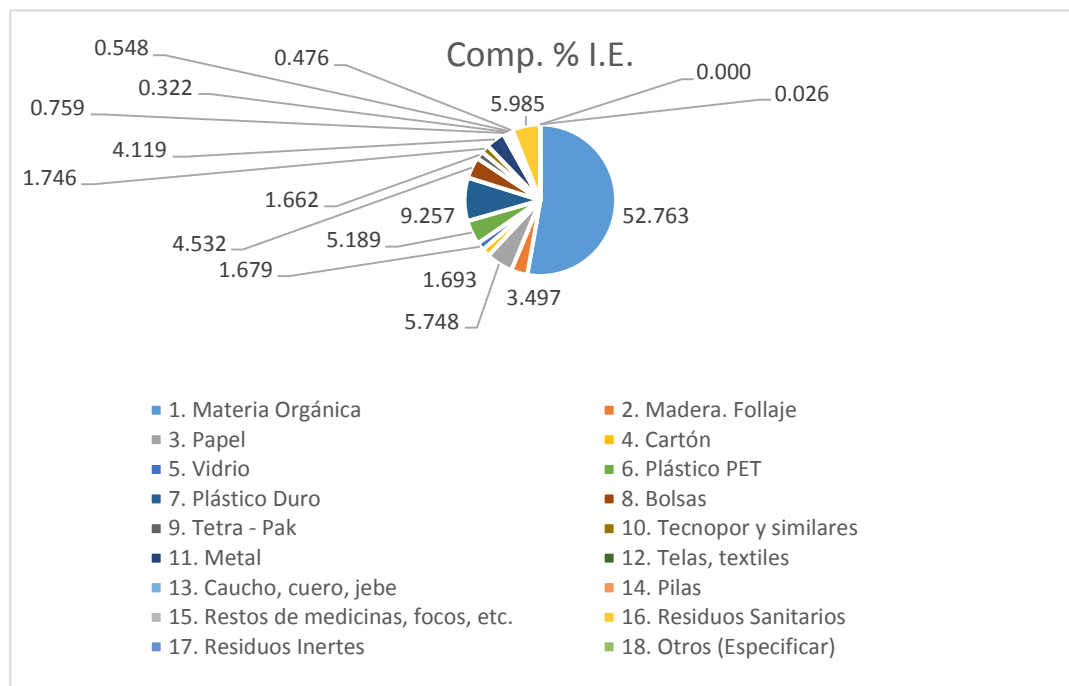
Cuadro 31 - Composición Porcentual de Instituciones Educativas

INSTITUCIONES EDUCATIVAS	
COMPONENTE	TOTAL
Materia orgánica	52,763%
Madera, follaje	3,497%
Papel	5,748%
Cartón	1,693%
Vidrio	1,679%
Plástico PET	5,189%
Plástico duro	9,257%
Bolsas	4,532%
Tetrapak	1,662%
Tecnopor	1,746%
Metal	4,119%
Telas Textiles	0,759%
Caucho, cuero	0,322%
Pilas	0,548%
Medicina	0,476%
Papel Sanitarios	5,985%
Residuos Inertes	0,000%
Otros	0,026%

Fuente: Elaboración Propia (2019)

En la Figura N° 13 se observa que el componente Materia Orgánica es el residuo no domiciliario mayor con un porcentaje de 52,763% en peso del total de residuos, el plástico duro con 9,257%, Papel Sanitario con 5,985%, papel con 5,748%. Plástico PET con 5,189% y los demás componentes tienen menor porcentaje.





*Figura 13 - Composición porcentual anexo I.E.*

Fuente: Elaboración Propia (2019)

#### 4.2.1.2 Composición Física de RS no domiciliarios de Restaurantes

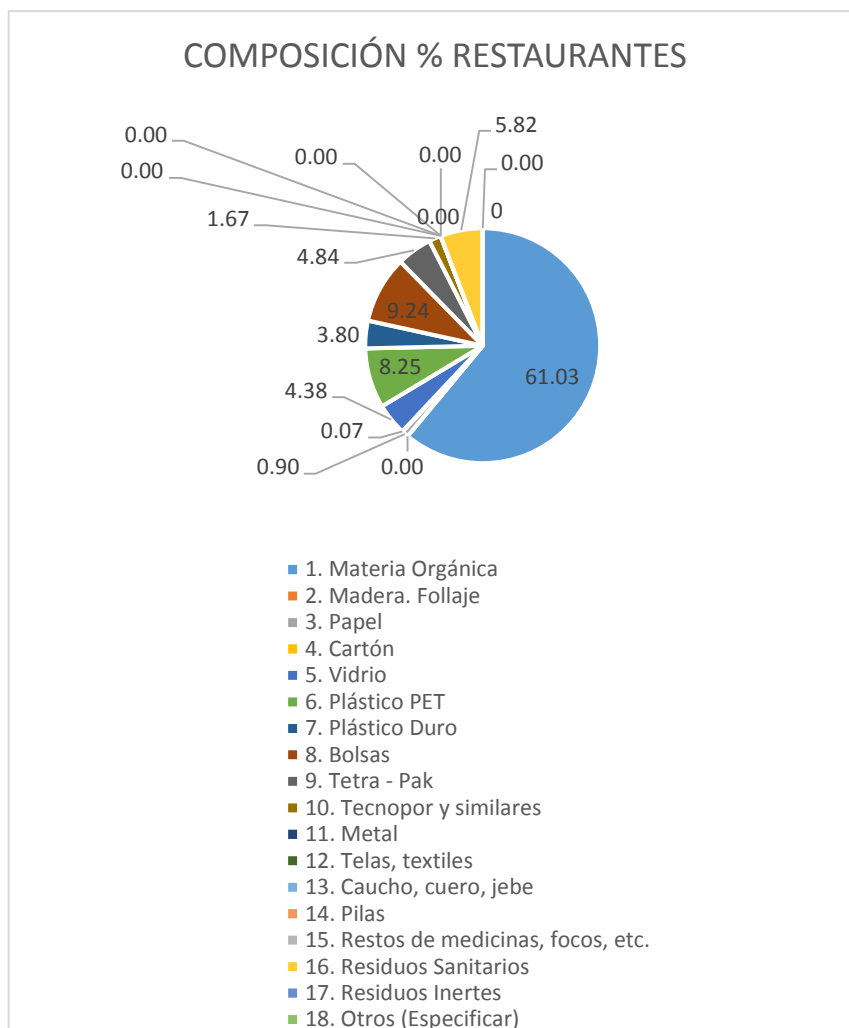
La composición de residuos sólidos no domiciliarios de los Restaurantes del distrito de Pachía, los resultados se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro 32 - Composición Física Restaurantes

Tipo de residuos sólidos	Composición Porcentual
1. Materia Orgánica	61,03%
2. Madera. Follaje	0,00%
3. Papel	0,90%
4. Cartón	0,07%
5. Vidrio	4,38%
6. Plástico PET	8,25%
7. Plástico Duro	3,80%
8. Bolsas	9,24%
9. Tetra - Pak	4,84%
10. Tecnopor y similares	1,67%
11. Metal	0,00%
12. Telas, textiles	0,00%
13. Caucho, cuero, jebe	0,00%
14. Pilas	0,00%
15. Restos de medicinas, focos, etc.	0,00%
16. Residuos Sanitarios	5,82%
17. Residuos Inertes	0,00%
18. Otros (Especificar)	0,00%

Fuente: Elaboración Propia (2019)

En el Cuadro N° 32 se observa que el componente Materia Orgánica es el residuo no domiciliario mayor con un porcentaje de 51,03% en peso del total de residuos, bolsas con 9,24%, Plástico PET con 8,25%, residuos sanitarios con 5,82%. Tetrapak con 4,84% y los demás componentes tienen menor porcentaje.



*Figura 14 - Composición porcentual Restaurantes*

Fuente: Elaboración Propia (2019)

En la figura N° 14 se observa que el componente Materia Orgánica es el residuo no domiciliario mayor con un porcentaje de 61,03% en peso del total de residuos, bolsas con 9,24%, Plástico PET con 8,25%, residuos sanitarios con 5.82% y los demás componentes tienen menor porcentaje.

### 4.3 Generación de residuos sólidos no domiciliarios

La generación de residuos sólidos no domiciliarios de las Instituciones Educativas del distrito de Pachía, los resultados se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro 33 - Generación de RS no domiciliarios Instituciones Educativa

N° de Institución	Código de Institución	N° de alumnos, profesores	Peso (Kg)								Generación per cápita Kg/persona
			Día 0 Kg	Día 1 Kg	Día 2 Kg	Día 3 Kg	Día 4 Kg	Día 5 Kg	Día 6 Kg	Día 7 Kg	
1	I.E. - 1	230	29.5	28.5	31	29.6	29	32	41	22	0.132
2	I.E. - 2	45	6.7	8.2	10.3	9.6	10.2	7.3	12	13.4	0.225
3	I.E. - 3	40	8	5.6	6.3	8.2	4.3	6.5	7.1	6.9	0.160
4	I.E. - 4	8	2.3	3.1	2.4	2.4	2.6	3.4	2.8	3.7	0.364
5	I.E.-5	53	2.964	3.439	4.109	3.528	3.768	3.995	3.247	3.521	0.069
<b>TOTAL</b>											0.951
<b>PROMEDIO GPC</b>											0.190

Fuente: Elaboración Propia (2019)

En el Cuadro N° 33 se observa la generación de los residuos sólidos no domiciliarios de las Instituciones Educativas, el total por fuente de generación de las Instituciones es de 0.190 Kg/día -1.

#### 4.3.1 Generación de residuos sólidos no domiciliarios de establecimientos Comerciales

La generación de residuos sólidos no domiciliarios de los establecimientos comerciales del distrito de Pachía, los resultados se muestran en el siguiente cuadro N° 34.

Cuadro 34 - Generación Restaurantes

GIRO	GENERACIÓN
RESTAURANTE	12.457
SNACK	4.955
KIOSKO	4.497
PASTELERIA	5.538
ABARROTES	3.836
PROMEDIO	6.257

Fuente: Elaboración Propia (2019)

En el Cuadro N° 34 se observa la generación de los residuos sólidos no domiciliarios del distrito, el total por fuente de generación de los establecimientos es de 6.257 Kg/día -1.

### 4.3.2 Generación de RS no domiciliarios del barrido de calles del distrito

La generación de residuos sólidos no domiciliarios de la vía pública del distrito de Pachía, los resultados se muestran en el siguiente cuadro N° 35.

*Cuadro 35 - Generación Barrido de Calles*

RUTA 1	DIA 0	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6	DIA 7	TOTAL
	8	12	17	6	8	10	11	9	2.607

Fuente: Elaboración Propia (2019)

En el cuadro N° 35 se observa la generación de los residuos sólidos no domiciliarios del distrito, el total por fuente de generación del barrido de calles es de 2,607 Kg/día -1.

### 4.4 Resultados Generales de la caracterización de los residuos sólidos municipales

*Cuadro 36 - Resultados generales*

Población 2017	GPC domiciliaria (kg/hab/día)	Generación Domiciliaria (Kg/día)	Generación No domiciliaria (Kg/día)	Generación Municipal (Kg/día)	GPC Municipal (Kg/día)
2106	0.404	842.4	4.432	845.418	0.400

Fuente: Elaboración Propia (2019)

### 4.5 Humedad de los residuos sólidos no domiciliarios

El contenido de Humedad de los residuos sólidos no domiciliarios alcanzó un valor de 26%, lo que significa que tiene un elevado porcentaje de líquidos lixiviados provenientes principalmente de materia orgánica.

#### 4.6 Densidad de los residuos sólidos no domiciliarios

Para el distrito de Pachía la densidad de residuos sólidos no domiciliarios es de 393.95 Kg/m<sup>3</sup>, representada en los siguientes cuadros.

*Cuadro 37 - Densidad de Residuos No Domiciliarios en Establecimientos Comerciales*

DENSIDAD							
Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	DENSIDAD
29.13	25.97	27.59	28.31	24.21	24.93	25.67	26.55

Fuente: Elaboración Propia (2019)

En el caso de Residuos No Domiciliarios en Establecimientos Comerciales se obtuvo los siguientes resultados respecto a la densidad de los residuos recolectados; teniendo como valor mínimo de densidad el Día 5 con 24.21 kg/m<sup>3</sup> y como valor máximo el Día 1 con 29.13 kg/m<sup>3</sup>.

*Cuadro 38 - Densidad de Residuos No Domiciliarios en las Instituciones Iniciales*

DENSIDAD							
Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	DENSIDAD
30.27	35.35	27.82	31.69	32.87	24.10	24.68	29.54

Fuente: Elaboración Propia (2019)

En el caso de Residuos No Domiciliarios en Instituciones Iniciales se obtuvo los siguientes resultados respecto a la densidad de los residuos recolectados; teniendo como valor mínimo de densidad el Día 6 con 24.10 kg/m<sup>3</sup> y como valor máximo el día 2 con 35.35 kg/m<sup>3</sup>.

*Cuadro 39 - Densidad de Residuos No Domiciliarios en las Instituciones Educativas*

DENSIDAD							
Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	DENSIDAD
318.21	337.94	349.05	317.24	326.70	410.46	305.45	337.86

Fuente: Elaboración Propia (2019)

En el caso de Residuos No Domiciliarios en Instituciones Educativas se obtuvo los siguientes resultados respecto a la densidad de los residuos recolectados; teniendo como valor mínimo de densidad el Día 7 con 305.45 kg/m<sup>3</sup> y como valor máximo el Día 6 con 410.46 kg/m<sup>3</sup>.

#### **4.7 Diseño de Relleno Sanitario Manual**

El diseño del relleno sanitario manual, se realizó en base a los criterios determinados por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria (CEPIS); adicionalmente, se aplicaron los resultados obtenidos en el presente estudio, mismos que aportaron a la determinación de las características de diseño como se muestran en el siguiente cuadro.

Para la evaluación y selección de ubicación para la construcción del relleno sanitario, es necesario analizar algunas variables que influyen en la prevención de un impacto negativo al medio ambiente y a la salud de la población, tales como: vida útil, que depende de la proyección de la población y el incremento anual de la generación per cápita, tierra para cobertura de los residuos sólidos, topografía de sitio (cualquier tipo de topografía), vías de acceso sin dificultad, vientos dominantes, ubicación, geología, hidrogeología, hidrología superficial, propiedad de terreno. (Método para la evaluación y selección de sitios para relleno sanitario, Umaña)

Cuadro 40 - Datos del Relleno Sanitario Manual del distrito de Pachía

Año	POBLACION	TASA DE PPC	PPC	PRODUCCION TOTAL	PRODUCCION TOTAL	PRODUCCION TOTAL	VOLUMEN DIARIO	VOLUMEN ANUAL
		1%		kg/día	ton/año	ton/año acumulado	recién compactado	compactado
							m3/ día	m3/año
2017	2106	100	0.404	850.824	310.551	310.551	16.098	5875.920
2018	2122	100	0.408	865.861	316.039	626.590	16.383	5979.767
2019	2139	100	0.412	881.526	321.757	948.347	16.679	6087.949
2020	2157	100	0.416	897.833	327.709	1276.056	16.988	6200.572
2021	2174	100	0.420	913.958	333.595	1609.651	17.293	6311.935
2022	2192	100	0.425	930.741	339.720	1949.371	17.611	6427.838
2023	2209	100	0.429	947.339	345.779	2295.150	17.925	6542.466
2024	2227	100	0.433	964.609	352.082	2647.232	18.251	6661.735
2025	2245	100	0.437	982.129	358.477	3005.709	18.583	6782.735
2026	2263	100	0.442	999.904	364.965	3370.674	18.919	6905.489
2027	2281	100	0.446	1017.936	371.547	3742.221	19.260	7030.019

Fuente: Elaboración Propia (2019)

En el Cuadro N° 40 se observan los cálculos para obtener los datos del Relleno Sanitario Manual para el Distrito de Pachía, con una proyección de Vida Útil de 10 años.



Cuadro 41 - Datos del Relleno Sanitario Manual del distrito de Pachía

VOL ANUAL COMPACT.	MAT COB (0.23)	MAT COB (0.23)	MAT COBERTURA	VOLUMEN DIARIO	VOLUMEN ANUAL	VOLUMEN ANUAL	VOLUMEN ANUAL	VOLUMEN ANUAL
acumulado			anual acumulado	estabilizado	estabilizado	estabilizado acum	estab. Prod + mat cob	estab. Prod + mat cob
	m3/día	m3/año	m3/año	m3/día	m3/año	m3/año	m3/año	acumulado
5875.920	3.703	1351.462	1351.462	4.600	1678.834	1678.834	3030.296	3030.296
11855.687	3.768	1375.346	2726.808	4.681	1708.505	3387.339	3083.851	6114.147
17943.636	3.836	1400.228	4127.036	4.766	1739.414	5126.753	3139.642	9253.789
24144.208	3.907	1426.132	5553.168	4.854	1771.592	6898.345	3197.724	12451.513
30456.143	3.977	1451.745	7004.913	4.941	1803.410	8701.755	3255.155	15706.668
36883.981	4.050	1478.403	8483.316	5.032	1836.525	10538.280	3314.928	19021.596
43426.447	4.123	1504.767	9988.083	5.121	1869.276	12407.556	3374.043	22395.639
50088.182	4.198	1532.199	11520.282	5.215	1903.353	14310.909	3435.552	25831.191
56870.917	4.274	1560.029	13080.311	5.309	1937.924	16248.833	3497.953	29329.144
63776.405	4.351	1588.262	14668.573	5.405	1972.997	18221.830	3561.259	32890.403
70806.425	4.430	1616.904	16285.478	5.503	2008.577	20230.407	3625.481	36515.885

Fuente: Elaboración Propia (2019)

En el Cuadro N° 42 se observan los cálculos para obtener los datos del Relleno Sanitario Manual para el Distrito de Pachía, con una proyección de Vida Útil de 10 años.

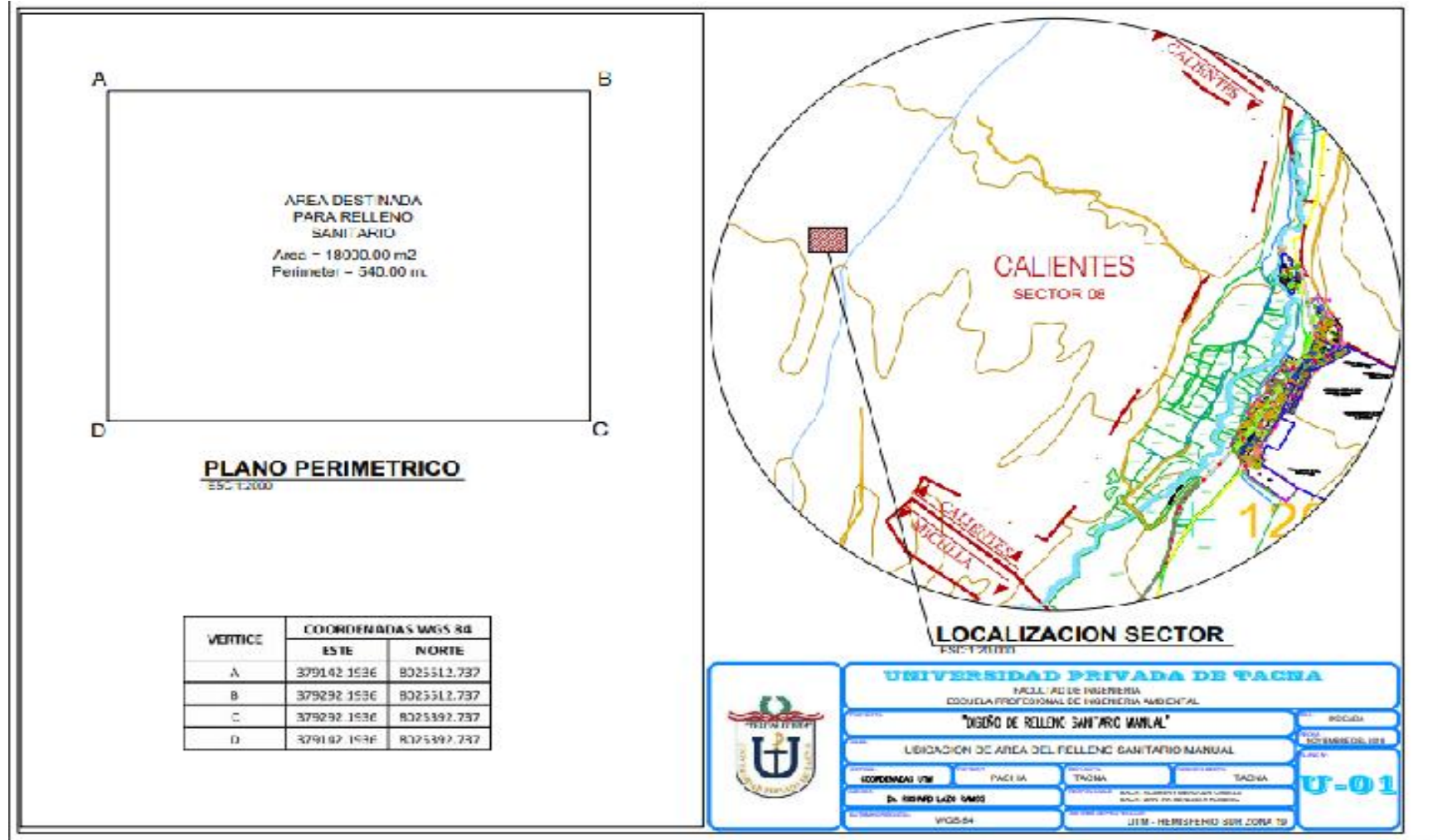


Figura 15 - Modelo de Oficio de invitación para participar en el estudio de caracterización – establecimiento

Fuente: Elaboración Propia (2019)

Cuadro 42 - Área del Relleno Sanitario Manual del distrito de Pachía

ÁREA		
	factor 30%	área total
m2	m2	m2
1175.184	352.555	1527.739
1195.953	358.786	1554.739
1217.590	365.277	1582.867
1240.114	372.034	1612.149
1262.387	378.716	1641.103
1285.568	385.670	1671.238
1308.493	392.548	1701.041
1332.347	399.704	1732.051
1356.547	406.964	1763.511
1381.098	414.329	1795.427
1406.004	421.801	1827.805
	10 años	18409,670
	prom x año	3068.278

Fuente: Elaboración Propia (2019)

Como resultado final se obtuvo un área determinada de 18409,670 m2 para los 10 años de vida útil, con un promedio anual de 3 068.278 m2.

*Cuadro 43 - Cálculo de la Celda diaria del Relleno Sanitario Manual del distrito de Pachía*

CELDA DIARIA			
	DSR	1304.884	
	Vcelda	1.622	
Altura para RSM 1.5 a 2 m ( PACHIA 1.5 m)	Ac	1.082	m <sup>2</sup> /dia
Ancho para comunidades pequeñas de 3 a 6m (PACHIA 3 m)	Largo o avance	0.361	m/dia

Fuente: Elaboración Propia (2019)

Los requerimientos de superficie y volumen calculados en los cuadros N° 42; 43 y 44 es de 18,409.670 m<sup>2</sup> durante 10 años de vida útil del relleno sanitario manual, por lo que se debe ubicar y seleccionar una zona adecuada que cumpla con los requisitos.

El propósito de la celda diaria es disminuir el volumen de la tierra, ya que están compuesta por material de cobertura más residuos. En el presente diseño, se estableció una profundidad de 1.5 y ancho de 3m.

#### **4.8 Prueba estadística**

De acuerdo con los datos recogidos tanto de la zona Urbana como de la zona rural, a continuación, realizamos la comparación de residuos sólidos acumulados en la zona, empleando el método de comparación de medias independientes, dado que el origen de los residuos es independiente de una zona a la otra. Para ello consideramos los promedios de los días recogidos en ambas zonas, tal como podemos apreciar en el siguiente cuadro.

*Cuadro 44 - Generación de Residuos sólidos en la zona Urbana y zona Rural por días*

Día	Zona Urbana (Baja)	Zona Rural (alta)
0	20.2822	8.6147
1	16.0543	8.6268
2	19.269	8.155
3	15.9374	7.5802
4	16.840	8.8156
5	20.3308	8.848
6	18.8872	8.563
7	18.8604	8.9335

Fuente: Elaboración Propia

En el cuadro N° 44Q se observan los datos de generación de residuos sólidos diarios de las Zonas Urbana y Rural, que fueron empleados en el paquete informático Statgraphics centurión, y se procedió a realizar el análisis estadístico.

#### Comparación de Dos Muestras - Zona Urbana & Zona Rural

Muestra 1: Zona Urbana

Muestra 2: Zona Rural

Muestra 1: 8 valores en el rango de 15.9374 a 20.3308

Muestra 2: 8 valores en el rango de 7.5802 a 8.9335

El StatAdvisor:

Este procedimiento está diseñado para comprar dos muestras de datos. Calculará varias estadísticas y gráficas para cada muestra, y ejecutará varias pruebas para determinar si hay diferencias estadísticamente significativas entre las dos muestras.

Comparación de Medias:

Intervalos de confianza del 95.0% para la media de Zona Urbana: 18.3077 +/- 1.49577

[16.8119; 19.8034]

Intervalos de confianza del 95.0% para la media de Zona Rural: 8.5171 +/- 0.374488

[8.14261; 8.89159]

Intervalos de confianza del 95.0% intervalo de confianza para la diferencia de medias suponiendo varianzas iguales: 9.79056 +/- 1.39858 [8.39198; 11.1891]

Prueba t para comparar medias

Hipótesis nula:  $\text{media1} = \text{media2}$

Hipótesis Alt.:  $\text{media1} > \text{media2}$

Suponiendo varianzas iguales:  $t = 15.0143$  valor-P =  $2.51281E-10$

Se rechaza la hipótesis nula para  $\alpha = 0.05$ .

Como se puede apreciar el nivel de significación empleado del 5% resulta mayor que el valor -P, que es una proporción muy pequeña, en consecuencia, la cantidad de residuos sólidos acumulados en la zona baja o urbana es significativamente mayor que la de la zona rural o alta. Esto implica rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa, es decir, que la zona baja o urbana acumula mayores residuos sólidos, por lo que significa que se deben emplear estrategias a fin de mejorar la limpieza en dicha zona.

El StatAdvisor:

Se ejecuta una prueba-t para comparar las medias de las dos muestras. También construye los intervalos, ó cotas, de confianza para cada media y para la diferencia entre las medias. De particular interés es la cota de confianza para la

diferencia entre medias, la cual se extiende por abajo hasta 8.64204. Esta indica el valor más pequeño para la diferencia que es soportado por los datos.

También puede usarse una prueba-t para evaluar hipótesis específicas acerca de la diferencia entre las medias de las poblaciones de las cuales provienen las dos muestras. En este caso, la prueba se ha construido para determinar si la diferencia entre las dos medias es igual a 0.0 versus la hipótesis alterna de que la diferencia es mayor que 0.0. Puesto que el valor-P calculado es menor que 0.05, se puede rechazar la hipótesis nula en favor de la alterna.

#### **4.9 Validación de la generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios**

El procedimiento de validación busca representar condiciones normales de generación de residuos sólidos, respecto a la población utilizada como muestra, sin embargo, existen “valores atípicos” ( $Z_c \geq 1.96$ ), que deben ser aislados del estudio de caracterización de residuos sólidos, debido a que puede existir una alteración errónea en el promedio alcanzado de la generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios. (Guía para la caracterización de residuos sólidos municipales - MINAM, 2018)

La Guía para la caracterización de residuos sólidos municipales, dispuesta por el Ministerio del Ambiente, propone una metodología para descartar los “valores atípicos” ( $Z_c \geq 1.96$ ).

Para identificar estos valores atípicos de cada vivienda utilizada como muestra, se utilizó la siguiente relación:

$$Z_c = \text{ABS} \frac{(X - x)}{s} \quad \dots (13)$$

Donde:

X: GPC promedio

x: GPC de cada vivienda

s: Desviación estándar

Se identificaron los valores de generación per cápita hallados en cada vivienda y el promedio general de la generación per cápita de la Zona Urbana y Zona Rural y el 100% de los valores hallados son menores al valor 1.96, por lo que la muestra utilizada para la ejecución del estudio de caracterización de residuos sólidos es válida.



## CAPÍTULO V

### DISCUSIÓN

#### 5.1 Contrastación de resultados

1. La generación per cápita promedio de residuos sólidos domiciliarios, en el distrito de Pachía de la Parte Baja es de 0,449 Kg/hab./día y de la Parte Alta es 0,352 Kg/hab./día, mostrando variación en vista a que ambos pertenecen a un diferente estrato económico, ya que la actividad predominante de la Zona Alta es la ganadería y agricultura.

Por su parte, de acuerdo a la Guía Metodológica del EC-RSM del MINAM, muestra que la generación per cápita de una determinada zona varía de acuerdo al nivel socioeconómico, verificándose en tanto en los siguientes lugares la generación per cápita, los resultados obtenidos en el distrito de Pocollay Tacna, se obtuvo la generación per cápita fueron similares, donde se encontró, 0,576 Kg/hab./día de GPC, para los residuos sólidos domiciliarios.

2. La generación promedio de residuos sólidos en establecimientos, del distrito de Pachía de la Parte Baja es de 6,257 Kg/hab./día y de la Parte Alta es 0 Kg/hab./día, debido a que la Zona Alta del distrito no cuenta con el funcionamiento diario de establecimientos comerciales, la atención varía de acuerdo a festividades. Sin embargo, los resultados obtenidos en el distrito de Orcopampa fueron de 0,52 t/día, ya que cuenta con mayor presencia de establecimientos comerciales.
3. En la Zona Baja del distrito de Pachía, el principal componente de los residuos generados con un 51,694 %, son los residuos orgánicos (restos de comida), así mismo una generación de un 10,242% del total corresponde a los residuos sanitarios, mientras que en la Zona Alta del distrito se presenta el mayor porcentaje en los residuos orgánicos en un 48,686 % y seguidamente los residuos sanitarios con un 11,475 %. Sin embargo, en el

distrito de Pocollay los residuos orgánicos predominan con 43,9% y los residuos sanitarios con 10,06%.

4. La densidad de los residuos sólidos del distrito de Pachía es de 103,504 Kg/m<sup>3</sup>, sin embargo, el resultado de la Zona Baja es 116,118 Kg/m<sup>3</sup> y de la Zona Alta es de 66,870 Kg/m<sup>3</sup>, esto debido a que la generación de residuos sólidos de la Zona Alta es menor a la de la Zona Baja, debido a la diferencia de población. Contrastando los resultados obtenidos en la Municipalidad distrital de Pocollay, 2015, el valor de la densidad fue de 109,51 kg.m<sup>-3</sup>), la densidad de residuos sólidos de este distrito fue más elevado, lo cual podría deberse a los espacios vacíos que se generan en los cilindros.
5. El resultado de la Humedad en la Zona Baja del distrito de Pachía es de 36%, mientras que la Humedad de los residuos sólidos de la Zona Alta es de 26%, por lo tanto la variación presentada es porque el análisis en laboratorio no fue realizado el mismo día en que se tomó la muestra de la Zona Alta, además de las condiciones climáticas. Resultados similares fueron hallados por Córdoba (2015) en la Municipalidad de Pocollay, donde el contenido de la humedad de los residuos sólidos domiciliarios fue 45,45%.
6. El área hallada para una vida útil de 10 años es de 1,84 ha. El área del presente año es de 1554,739 m<sup>2</sup>. Los resultados hallados en el diseño del relleno sanitario manual del recinto de la localidad de Tembladera- Distrito de Yonán, Trujillo el área hallada para una vida útil de 10 años es de 2,87 ha.
7. En el presente diseño, se estableció una profundidad de 1,5m y ancho de 3m, la celda diaria disminuye el volumen de la tierra, ya que están compuesta por material de cobertura más residuos, mientras que en el recinto "Cristóbal Colón"- Provincia de Esmeraldas, Quito la profundidad es de 3m y el ancho 3m al igual que en el distrito de Pachía.

## CONCLUSIONES

1. La Generación Per cápita Municipal del distrito de Pachía es 0,40 kg/hab/día con una generación de residuos domiciliarios de 842,4 Kg/día y la generación de los residuos no domiciliarios es de 4,432 Kg/día. La densidad del distrito de Pachía es de 103,504 Kg/m<sup>3</sup>. El componente con mayor predominancia en la composición física de los residuos sólidos domiciliarios de la Parte Baja es la materia orgánica con un 49,78%, el segundo componente son los residuos sanitarios con un 12,40%.
2. El componente con mayor predominancia en la composición física de los residuos sólidos domiciliarios de la Parte Alta es la materia orgánica con un 49.66%, los segundos componentes de mayor representatividad son los residuos sanitarios con un 12,18%.
3. El componente con mayor porcentaje en la composición física de los residuos sólidos no domiciliarios, es la materia orgánica que representa a nivel distrital un 48,97% en peso del total de residuos, el plástico duro representa el 12,18% como segundo componente. El porcentaje de humedad promedio de los residuos sólidos domiciliarios es de 36% y el porcentaje de humedad promedio de los residuos sólidos no domiciliarios es de 26%.
4. El Relleno Sanitario Manual para el Distrito de Pachía, se diseñó para un plazo de diez años de vida útil, considerando la población proyectada para el año 2027 de 2281 habitantes y su generación de residuos 1017,936 kg /día, por lo cual se requirió un área 18409,670 m<sup>2</sup>, permitiendo esquematizar el relleno en el lugar seleccionado y concluyendo que el área debe ser mayor o igual a 1,9 ha.
5. Al haber realizado el estudio de caracterización para el diseño del relleno sanitario en el distrito de Pachía se contribuye a la mejora de la gestión, cuyo estudio servirá como réplica para la Mancomunidad “Integración Fronteriza Collpa” cuyos distritos no disponen los residuos en el botadero municipal de Tacna.

## RECOMENDACIONES

1. Se sugiere replicar la metodología de este estudio en otras localidades que tengan comunidades en la Zona Alto andina, debido que no cuentan con un adecuado servicio de recojo de residuos, los cuales son vertidos en cuerpos de agua y tierras de cultivo.
2. Se recomienda a la Municipalidad Distrital de Pachía actualizar los resultados obtenidos en el Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales cada cambio de Gestión de las autoridades del Distrito para evidenciar el aumento o disminución de la generación per cápita en comparación con la presente investigación.
3. Se sugiere a la Municipalidad Distrital de Pachía elaborar e implementar un Programa de Segregación en la Fuente y Recolección Selectiva de Residuos Sólidos Municipales de acuerdo a la Guía establecida por el Ministerio del Ambiente.
4. Proponer a la Municipalidad Distrital de Pachía iniciar un procesamiento de recuperación de residuos orgánicos mediante el compostaje, ya que es la materia orgánica, el residuo con mayor predominancia en el Distrito.
5. Con el valor de la densidad se recomienda el diseño de la contenerización de residuos sólidos (almacenamiento, transporte y disposición final).
6. Se recomienda ubicar el relleno sanitario manual en el Sector 08 de la localidad de Calientes, ubicado a 3,5 km de distancia de la población.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### Informe:

Ambiental, O. d. (2013 - 2014). Índice de cumplimiento de los municipios provinciales a nivel nacional.

INEI. (2013). XI Censo de Población y VI de Vivienda. Perú.

MINAM (2005). Ley N° 28611. Ley General del Ambiente. Perú.

MINAM. (2006). Estudio Caracterización de Residuos Sólidos Domiciliarios en la Región Metropolitana

MINAM. (2013). Problemática de los residuos sólidos en el Perú.

MINAM.(2015). Guía metodológica para el desarrollo del Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales (EC-RSM).

Ministerio del Ambiente (1998) Sistema Nacional de Información Ambiental

Municipalidad Distrital de Miraflores.(2013) Estudio de caracterización de residuos sólidos domiciliarios para el distrito de Miraflores. Perú.

Municipalidad Distrital de Comas.(2014) Estudio de caracterización de residuos sólidos domiciliarios de Comas. Perú.

Sacha, J. M., & Zeballos Villareal, M. E. (2014). Propuesta de mejora para la gestión estratégica del programa de segregación en la fuente y recolección selectiva de residuos sólidos domiciliarios en el Distrito de los Olivos. Lima, Perú.

Taype, G. (2006). Caracterización de los residuos sólidos en Castilla Piura, Perú. Piura, Perú.

Tejada, G., P.(2006). Manejo de Residuos Sólidos en la Ciudad de Tacna.

Varela, D. R. (2014). Estudio del tipo de residuos sólidos domiciliarios generados en la ciudad Tamshiyacu. Tamshicayu, Loreto.

### Libros:

Eguizabal, B., M. Ministerio del Ambiente.(2011). Guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario manual.

- Jaramillo, J. (1991). Guía para el Diseño, Construcción y Operación de Rellenos Sanitarios Manuales, Programa de Salud Ambiental Serie Técnica No. 28. Organización Panamericana de la Salud.
- Koei, N. (2017). .Manual de Caracterización y Proyección de los Residuos Sólidos Municipales
- Ministerio de Ambiente y Territorio. (2006). Manual de Gestión Integrada de residuos sólidos municipales en ciudades de América Latina y el Caribe. Italia: IBAM.
- Röben, E. (2002). Diseño, Construcción, Operación y Cierre de Rellenos Sanitarios Municipales.
- Tchobanoglous, G., Theissen, H., & Eliassen, R. (1994). Desechos Sólidos Principios de Ingeniería y Administración.

Revistas:

- Ángel,T., A. (2009). Caracterización de Residuos Sólidos Domiciliares del Condominio Villas de la Meseta, San Lucas Sacatepéquez, Departamento de Sacatepéquez.Guatemala.
- Bardales,C., A. (2014). Caracterización de Residuos Sólidos generados en las actividades de cocina y comedor en el campamento petrolero de Andoas – Iquitos – 2013.
- Dávila, D., R. (2014). Estudio del tipo de Residuos Sólidos Domiciliarios generados en la ciudad de Tamshiyacu – Distrito de Fernando Lores – Región Loreto. Perú.
- Fernández,I. (2010). Diseño y Factibilidad de Relleno Sanitario Manual para el Municipio de la Libertad, Departamento de la Libertad.
- Hincapié, A. M. (2012). Caracterización y manejo de residuos sólidos. Salento, Quindío, Colombia.
- Hincapie, A. M. (2012). Caracterización y Manejo de Residuos Sólidos, de siete predios en Salento, Quindío. ARMENIA.
- Ricardo, I. J. (2002). Valorización de Residuos Sólidos Urbanos.
- River, N. L. (2009). Propuesta de un programa para el manejo de los residuos sólidos. Córdoba, Argentina.
- Robles, M., Gasca, S., Quintanilla, A. L., Guillén, F., & Escofet, A. (2008). Educación ambiental para el manejo de residuos sólidos: el caso del Distrito Federal, México, 19.

Ruiz, J., C., Unapanta, V., C. (2014), Diseño de relleno sanitario manual para el recinto “Cristóbal Colón”-Provincia de Esmeraldas.

Varios:

Cachique, R. (2017). Caracterización de residuos sólidos municipales del distrito de Caynarachi, Lamas 2016.

Chiri, C., Fidel, M. (2016). Estudio de Caracterización de residuos sólidos municipales de Ate.Perú.

Esquinca, F., Escobar, J., Hernández, A., Villalobos, J.(2016). Caracterización y generación de los residuos sólidos de Tuxtla Gutiérrez.Chiapas.

Flores,J., L. (2009). Implementación del sistema de manejo integral de residuos sólidos urbanos en el distrito de Las Lomas.

Medina, S., Pardo, C. (2016). Gerencia de Servicios Comunes y Gestión Ambiental. Municipalidad distrital de Breña. Estudio de caracterización de residuos sólidos municipales.

Pari, S. (2016). Propuesta de gestión de residuos sólidos mediante un relleno sanitario manual, para el Municipio de Taraco.

PIGARS. (s.f.). Guía Metodológica para la formulación de planes integrales de gestión ambiental de residuos sólidos. Perú.

SAC, E. C. (Diciembre de 2013). Estudio de Caracterización Física de Residuos Sólidos Municipales en la ciudad de Piura. Piura, Perú.

## ANEXOS

### *Anexo 1 - Empadronamiento para la participación en el Estudio*



Fuente: Elaboración Propia (2019)

### *Anexo 2 - Empadronamiento para la participación en el Estudio*



Fuente: Elaboración Propia (2019)



*Anexo 3 - Empadronamiento para la participación en el Estudio*



Fuente: Elaboración Propia (2019)

*Anexo 4 - Empadronamiento para la participación en el Estudio*



Fuente: Elaboración Propia (2019)

*Anexo 5 - Recojo de Residuos Sólidos Domiciliarios*



Fuente: Elaboración Propia (2019)

*Anexo 6 - Recojo de Residuos Sólidos Domiciliarios*



Fuente: Elaboración Propia (2019)

*Anexo 7 - Recojo de Residuos Sólidos Domiciliarios*



Fuente: Elaboración Propia (2019)

*Anexo 8 - Recojo de Residuos Sólidos Domiciliarios*



Fuente: Elaboración Propia (2019)



*Anexo 9 - Recojo de Residuos Sólidos Domiciliarios*



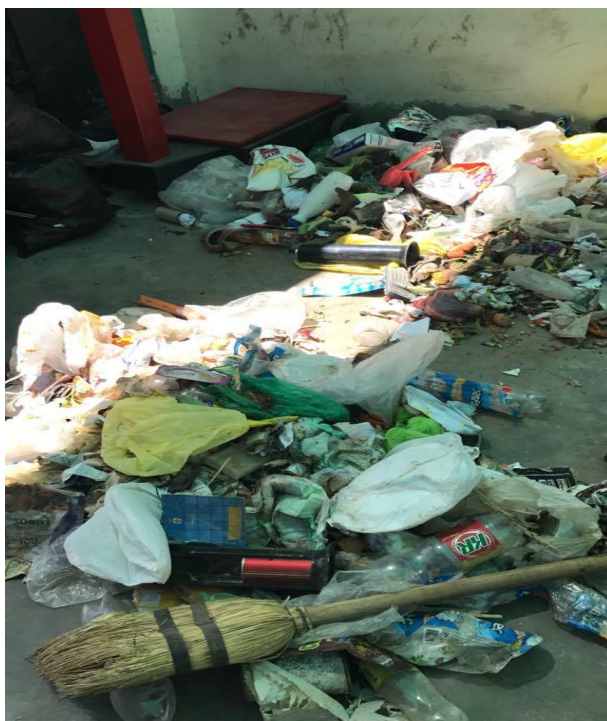
Fuente: Elaboración Propia (2019)

*Anexo 10 - Traslado de Residuos Sólidos M. a la zona de estudio*



Fuente: Elaboración Propia (2019)

*Anexo 11 - Cuarteo de Residuos Sólidos Municipales*



Fuente: Elaboración Propia (2019)

*Anexo 12 - Homogeneización de Residuos Sólidos Municipales*



Fuente: Elaboración Propia (2019)

*Anexo 13 - Caracterización y Pesaje de Residuos Sólidos Municipales seleccionados*



Fuente: Elaboración Propia (2019)

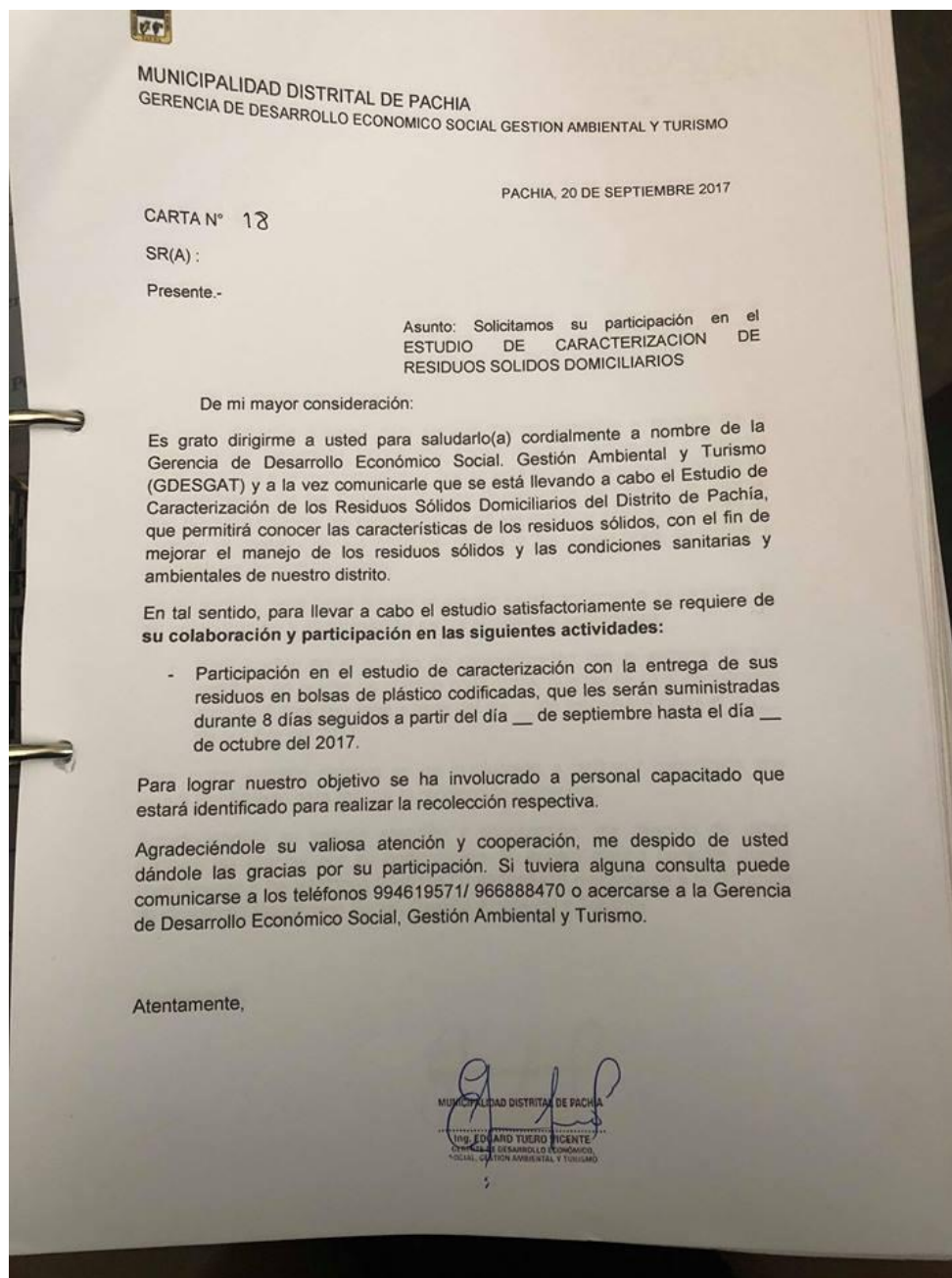
*Anexo 14 - Homogeneización de Residuos Sólidos Municipales*



Fuente: Elaboración Propia (2019)



Anexo 15 - Carta para el empadronamiento de vecinos para el Estudio



Fuente: Elaboración Propia

*Anexo 16 - Densidad de Residuos Sólidos Seleccionados*



Fuente: Elaboración Propia

*Anexo 17 - Humedad de Residuos Sólidos Municipales*



Fuente: Elaboración Propia



*Anexo 18 - Humedad de Residuos Sólidos Municipales*



Fuente: Elaboración Propia

*Anexo 19 - Humedad de Residuos Sólidos*



Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 45 - Consolidado de GPC Distrito de Pachia

DOMICILIARIO									NO DOMICILIARIO		
PELIGRO	HUAY CUYO	PACHÍA	MICULLA	CALIEN TES	TOQU ELA	ANCO MA	CHALLA VIENTO	CAPLI NA	I.E	I.E.I	ESTA BLEC.
kg/pers ona/día	kg/per sona/d ía	kg/pers ona/día	kg/pers ona/día	kg/per sona/d ía	kg/pers ona/día	kg/pers ona/día	kg/perso na/día	kg/pers ona/día	kg/pers ona/día	kg/pers ona/día	kg/pers ona/día
0.606	0.816	0.402	0.486	0.264	0.601	0.200	0.606	0.541	0.132	0.069	12.457
0.480	0.173	0.396	1.070	0.319	0.423	0.259	0.480	0.409	0.507	-	4.955
0.221	0.451	0.666	0.402	0.252	0.561	0.291	0.221	0.217	0.641	-	4.497
0.345	0.414	0.762	0.647	0.200	0.369	0.274	0.345	0.252	0.364	-	5.538
0.566	0.416	0.478	0.325	0.338	0.623	0.278	0.566	0.316	-	-	3.836
0.221	0.397	0.522	0.593	0.315	0.363	0.205	0.221	0.368	-	-	-
0.271	0.211	0.349	0.442	0.255	0.445	0.204	0.271	0.560	-	-	-
0.175	0.417	0.752	0.464	0.250	0.278	0.255	0.175	0.384	-	-	-
0.282	0.484	0.559	-	0.173	-	0.210	0.282	0.373	-	-	-
0.264	0.704	1.503	-	0.197	-	0.178	0.264	0.323	-	-	-
0.385	0.338	0.736	-	-	-	-	0.385	0.246	-	-	-
0.253	0.573	0.558	-	-	-	-	0.253	-	-	-	-
0.347	0.449	0.640	0.554	0.256	0.458	0.239	0.347	0.363	0.411	0.069	6.257
0.449					0.352				2.246		
<b>1.016 kg/persona/día</b>											

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 46 - Consolidado de Composición Porcentual del Distrito de Pachía

	<b>PELIGRO</b>	<b>HUAYCUYO</b>	<b>PACHÍA</b>	<b>MICULLA</b>	<b>CALIENTES</b>	<b>TOQUELA</b>
Materia orgánica	41.445	43.963	48.403	55.253	59.840	43.271
Madera, follaje	0.000	0.000	0.567	0.000	1.376	0.000
Papel	2.762	3.271	2.821	6.344	1.249	3.227
Cartón	2.210	2.118	2.270	1.149	0.504	2.054
Vidrio	4.768	7.686	5.114	0.000	3.977	3.392
Plástico PET	7.300	5.663	6.460	2.660	9.217	7.169
Plástico duro	2.420	5.786	4.382	2.540	3.272	5.721
Bolsas	3.852	8.726	2.767	7.962	2.901	14.815
Tetrapak	0.568	0.482	4.021	0.000	2.990	0.697
Tecnopor	0.494	0.312	0.215	0.058	2.016	0.303
Metal	2.676	4.652	2.163	0.000	2.388	2.833
Telas Textiles	4.327	0.161	2.470	0.266	0.799	0.156
Caucho, cuero	1.422	0.747	1.900	1.497	1.013	0.724
Pilas	0.686	0.170	0.801	0.000	1.343	0.165
Medicina	0.935	0.567	0.583	1.226	0.780	0.257
Papel Sanitarios	7.628	14.371	13.986	21.046	4.955	13.935
Residuos Inertes	0.710	1.324	0.697	0.000	0.000	1.283
Otros	1.511	0.000	0.380	0.000	1.381	0.000

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 47 - Consolidado de Composición Porcentual del Distrito de Pachía

	<b>ANCOMA</b>	<b>CHALLAVIENTO</b>	<b>CAPLINA</b>	<b>I.E</b>	<b>I.E.I</b>	<b>ESTABLEC.</b>	<b>PROMEDIO</b>
Materia orgánica	62.447	69.840	19.185	48.965	56.561	61.031	50.850
Madera, follaje	0.707	1.079	10.550	6.352	0.642	0.000	1.773
Papel	5.671	3.685	22.880	8.120	3.376	0.897	5.359
Cartón	0.266	0.396	4.570	1.703	1.683	0.071	1.583
Vidrio	1.860	1.348	0.795	0.488	2.871	4.383	3.057
Plástico PET	9.571	6.985	9.742	1.780	8.598	8.248	6.949
Plástico duro	3.992	3.057	3.636	12.178	6.335	3.800	4.760
Bolsas	3.030	3.003	3.854	5.579	3.485	9.239	5.768
Tetrapak	0.593	0.594	0.225	0.220	3.105	4.835	1.527
Tecnopor	0.000	0.000	5.440	0.964	2.528	1.674	1.167
Metal	0.000	0.000	0.702	5.683	2.555	0.000	1.971
Telas Textiles	0.000	0.000	0.430	0.164	1.354	0.000	0.844
Caucho, cuero	1.059	0.533	0.384	0.078	0.567	0.000	0.827
Pilas	1.166	0.442	0.192	0.000	1.096	0.000	0.505
Medicina	0.754	0.262	0.126	0.951	0.000	0.000	0.537
Papel Sanitarios	8.885	8.776	14.305	6.776	5.194	5.822	10.473
Residuos Inertes	0.000	0.000	3.033	0.000	0.000	0.000	0.587
Otros	0.000	0.000	0.000	0.000	0.051	0.000	0.277

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 48 - Consolidado de Densidad del Distrito de Pachía

CONSOLIDADO DENSIDAD											
PELIGRO	HUAYCUYO	PACHÍA	MICULLA	CALIENTES	TOQUELA	ANCOMA	CHALLAVIENTO	CAPLINA	I.E	I.E.I	ESTABLEC.
85.154	165.553	183.074	87.085	59.742	80.593	40.094	39.879	106.920	337.864	29.539	26.546
103.504											

Fuente: Elaboración Propia

## Anexo 20 - Matriz de consistencia

Interrogante del Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores	Métodos	Prueba estadística o Estrategia
¿La caracterización y cuantificación de los residuos sólidos podrían contribuir al diseño del relleno sanitario para mejorar la gestión de residuos sólidos y mejorar la calidad de vida de la población del distrito Pachía?	<p><b>Objetivo General:</b> Determinar el valor de cada parámetro de caracterización de residuos sólidos municipales para el diseño de un relleno sanitario manual del distrito de Pachía, Provincia de Tacna</p> <p><b>Objetivo Específico 1:</b> Identificar la generación per cápita, peso y densidad de los residuos sólidos generados en el distrito de Pachía</p> <p><b>Objetivo Específico 2:</b> Determinar el Área, volumen, cálculo de la vida útil del relleno sanitario.</p>	<p><b>Hipótesis General:</b> La cuantificación y caracterización de los residuos sólidos generada por los pobladores del distrito de Pachía nos ayudará a diseñar el relleno sanitario.</p> <p><b>Hipótesis Específica 1:</b> Los datos obtenidos en el peso y densidad de residuos sólidos servirán para calcular los parámetros del diseño del relleno sanitario.</p> <p><b>Hipótesis Específica 2:</b> La fase de campo del Estudio de Caracterización ayudará con la obtención de parámetros de este mismo.</p>	Composición porcentual de residuos sólidos.	Porcentaje de huesos, madera, alimentos, cuero, papel, botellas, plástico, vidrio, metal, residuos tóxicos.	Guía Metodológica del MINAM	<p>Aplicación de Software.</p> <p>Aplicación de fórmulas de proyección.</p>
			Tasa de generación per cápita en el distrito de Pachía.	Generación de residuos domiciliarios más la generación de residuos no domiciliarios.	Guía Metodológica del MINAM	
			Densidad de los residuos sólidos.	Dimensionamiento del equipamiento de almacenamiento público	Guía Metodológica del MINAM	
			Cantidad de residuos sólidos orgánicos y reciclables.	Materia Orgánica, follaje, madera, papel, cartón, latas, plástico PET.	Guía Metodológica del MINAM	
			Humedad	%	Método gravimétrico	
			Área requerida para el diseño del relleno sanitario manual	Volumen del relleno sanitario Altura del relleno sanitario	Guía Metodológica del MINAM	
			Volumen del relleno sanitario manual.	Volumen de residuos sólidos en un año por material de cobertura 25% Generación de residuos Densidad de residuos Área requerida Población proyectada a 5 añosMK	Guía Metodológica del MINAM	

*Anexo 21 - Modelo de Oficio de invitación para participar en el estudio de caracterización – viviendas*

Municipalidad Distrital de \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ del 201\_

Carta N \_\_\_\_\_-201\_-\_\_\_\_\_

Sr(a) : \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

Presente.-

Asunto: Solicitamos su participación en el Estudio de Caracterización de Residuos sólidos Municipales

De nuestra mayor consideración:

Es grato dirigirme a usted para saludarlo(a) cordialmente y a la vez comunicarle que nuestra Municipalidad está llevando a cabo el **Estudio de Caracterización de los Residuos Sólidos Domiciliarios** del Distrito de \_\_\_\_\_ que permitirá conocer las particulares de estos, con el fin de mejorar el manejo de los residuos sólidos y las condiciones sanitarias y ambientales de nuestra ciudad.

En tal sentido, para llevar a cabo el estudio satisfactoriamente se requiere de su colaboración y su participación en las siguientes actividades:

- Visita a su domicilio para su empadronamiento.
- Encuesta a un representante adulto del hogar para solicitarle información respecto al servicio de limpieza pública.
- Participación en el Estudio de Caracterización con la entrega de sus residuos en bolsas de plástico codificadas, que le serán suministradas durante 8 días seguidos, a partir del día \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ del 201\_ hasta el día \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ del 201\_

Para lograr nuestro objetivo se ha involucrado a personal capacitado que estará identificado para realizar el empadronamiento y recolección respectiva

Agradeciéndole su valiosa atención y cooperación, me despido de usted dándole las gracias por su participación. Si tuviera alguna consulta puede comunicarse al teléfono: \_\_\_\_\_ o acercarse a la Gerencia \_\_\_\_\_ de la Municipalidad.

Atentamente,

Alcalde

Fuente: Guía Metodológica EC-RSM MINAM

*Anexo 22 - Modelo de Oficio de invitación para participar en el estudio de caracterización – establecimientos*

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ del 201\_

Carta N \_\_\_\_\_-201\_ - \_\_\_\_\_

Sr(a) : \_\_\_\_\_  
Institución/Empresa: \_\_\_\_\_

Presente.-

Asunto: Solicitamos su participación en el Estudio de Caracterización de Residuos sólidos Municipales

De nuestra mayor consideración:

Es grato dirigirme a usted para saludarlo(a) cordialmente y a la vez comunicarle que nuestra Municipalidad está llevando a cabo el **Estudio de Caracterización de los Residuos Sólidos NO Domiciliarios** del Distrito de \_\_\_\_\_ que permitirá conocer las particulares de estos, con el fin de mejorar el manejo de los residuos sólidos y las condiciones sanitarias y ambientales de nuestra ciudad.

En tal sentido, para llevar a cabo el estudio satisfactoriamente se requiere de su colaboración y su participación en las siguientes actividades:

- Visita a su establecimiento o local para su empadronamiento
- Encuesta a un representante de su establecimiento o local para solicitarle información respecto al servicio de limpieza pública.
- Participación en el Estudio de Caracterización con la entrega de sus residuos en bolsas de plástico codificadas, que le serán suministradas durante 8 días seguidos, a partir del día \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ del 201\_ hasta el día \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ del 201\_

Para lograr nuestro objetivo se ha involucrado a personal capacitado que estará identificado para realizar el empadronamiento y recolección respectiva

Agradeciéndole su valiosa atención y cooperación, me despido de usted dándole las gracias por su participación. Si tuviera alguna consulta puede comunicarse al teléfono: \_\_\_\_\_ o acercarse a la Gerencia \_\_\_\_\_ de la Municipalidad.

Atentamente,

Alcalde

Fuente: Guía Metodológica EC-RSM MINAM



*Anexo 23 - Registro de viviendas participantes en el Estudio de Caracterización*

Fecha ..... de ..... de 200x							
Número	Código	Dirección	Urb/CPIAAHH	Nombres y Apellidos	DNI	Número de habitantes	Firma
1							
2							
3							
-							
-							
n							

Fuente: Adaptado del Instructivo del Ministerio del Ambiente – 2014, para el cumplimiento de la Meta: Implementar un programa de segregación en la fuente y recolección selectiva de residuos sólidos domiciliarios en un 20% y 25% de las viviendas urbanas del distrito.

*Anexo 24 - Registro de establecimientos participantes en el Estudio de Caracterización*

ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES DEL DISTRITO .....						
REGISTRO DE ESTABLECIMIENTOS PARTICIPANTES						
Fecha ..... de ..... de 200x						
Número	Código	Dirección Urbanización	Urb/CPIAAHH	Razon Social/Gro	DNI del representante o encargado	Firma
1						
2						
3						
-						
-						
n						

Fuente: Adaptado del Instructivo del Ministerio del Ambiente – 2014, para el cumplimiento de la Meta: Implementar un programa de segregación en la fuente y recolección selectiva de residuos sólidos domiciliarios en un 20% y 25% de las viviendas urbanas del distrito.

Anexo 25 - Presupuesto de Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales

Presupuesto de Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales del Distrito:				
Descripción	Unidad	Cant.	Costo Parcial (S/.)	Costo Total
<b>1 Terreno</b>				
Área de Caracterización	Glb	1		
<b>2 Herramientas e insumos</b>				
Aquiler de Balanza de Plataforma electrónica (no necesariamente) como mínimo de 50 kg.	Und	1		
Buggies o Carretillas	Und	2		
Cilindros de metal de 200 litros de capacidad	Und	2		
Winchas de 05 metros	Und	2		
Escobas	Und	2		
Recogedor	Glb	1		
Manga de polietileno (utilizada para segregación de residuos) 2x60 m	Glb	1		
Bolsas de polietileno de 120 litros (dos colores)	Und	960		
<b>3 Personal</b>				
Integrantes de la Brigada que realizará el empadronamiento, sensibilización y encuesta	Personas	4		
Chofer	Personas	1		
Operarios de recolección y segregación	Personas	3		
Refrigerios	Glb	10		
<b>4 Uniforme e implementos de seguridad para las operarios del servicio de recolección y segregación</b>				
Guantes de cuero pulido	Par	7		
Botas de seguridad	Par	8		
Mascarillas para polvo	Und	20		
Mameluco drill	Und	8		
<b>5 Insumos de primeros auxilios</b>				
Botiquín (kit básico)	Und	1		
<b>6 Movilidad</b>				
Movilidad para los integrantes de la Brigada para el empadronamiento	Pasajes	13		
Movilidad para coordinador de campo				
Una (01) camioneta de 1 cabina 2x4, por un (01) día para el empadronamiento de las				
<b>7 Materiales de oficina</b>				
Fotocopias de cartas a participantes del estudio	Und	120		
Fotocopias de los formatos de empadronamiento	Glb	20		
Fotocopias de los formatos de registro de datos de caracterización de residuos sólidos	Glb	20		
Fotocopias de plano de ubicación de las viviendas y establecimientos	Glb	20		
Lapiceros	Und.	20		
Plumones de Tinta indeleble	Und	10		
Cinta de embalaje (color beige) (50 m)(para identificación codificación de bolsas)	Und	4		
Tijeras	Und	2		
Dispensador de cinta de embalaje	Und	2		
<b>8 Materiales de campo</b>				
Fotocheck	Und	13		
Gorros con logos de la Municipalidad e Institución Co-Ejecutora (si fuera el caso)	Glb	13		
Stickers fosforescentes (para identificación de viviendas)	Glb	100		
Tamiz de malla metálica (2.0 x 2.0m)	Glb	2		
<b>9 Insumos para la limpieza del local</b>				
Cloro	Glb	2		
Jabón carbólico	Und	2		
Detergente	Und	2		
<b>10 Comunicación</b>				
Teléfono Celular (Para 9 días seguidos ) (no necesariamente)	Und	1		
<b>Total</b>				

Fuente: Guía Metodológica EC-RSM MINAM

Anexo 26 - Registro de pesos diarios – domiciliarios

Código de vivienda	Código	N° de Habitantes	Peso (Kg)								Generación per cápita Kg/persona / día
			Día 0 Kg	Día 1 Kg	Día 2 Kg	Día 3 Kg	Día 4 Kg	Día 5 Kg	Día 6 Kg	Día 7 Kg	
1											
2											
3											
4											
5											
.											
.											
.											
n											

Fuente: Guía Metodológica EC-RSM MINAM

Anexo 27 - Registro de pesos y altura libre de cilindro para determinar la densidad

N°	Fecha	Peso (kg)	Altura libre del cilindro (m)	Altura libre del cilindro (m)	Altura libre del cilindro (m)	Altura libre del cilindro (m)	Altura fórmula (m)	Volumen	Densidad	Densidad promedio
A	1 día									
B1										
B2										
C										
B1	2 día									
B2										
C										
1										

Fuente: Guía Metodológica EC-RSM MINAM

Anexo 28 - Ficha de Registro de pesos de Residuos Sólidos – Domiciliarios

DOMICILIARIOS										
Código de vivienda	N° de Habitantes	Peso (Kg)								Generación per cápita Kg/ persona/ día
		Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8	
EA/ V-01										
EA/ V-02										
...										
EB/ V-01										
...										

Fuente: Guía Metodológica EC-RSM MINAM

Anexo 29 - Ficha de Registro de pesos de Residuos Sólidos – No Domiciliarios

<b>ESTABLECIMIENTOS</b>									
Código del comercio	Giro	Peso (Kg)							
		Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8
RS - 01									
RS - 02									
...									
RC - 01									
RC - 02									

Fuente: Guía Metodológica EC-RSM MINAM

<b>MERCADOS</b>								
Nombre del mercado	Peso (Kg)							
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8

Fuente: Guía Metodológica EC-RSM MINAM

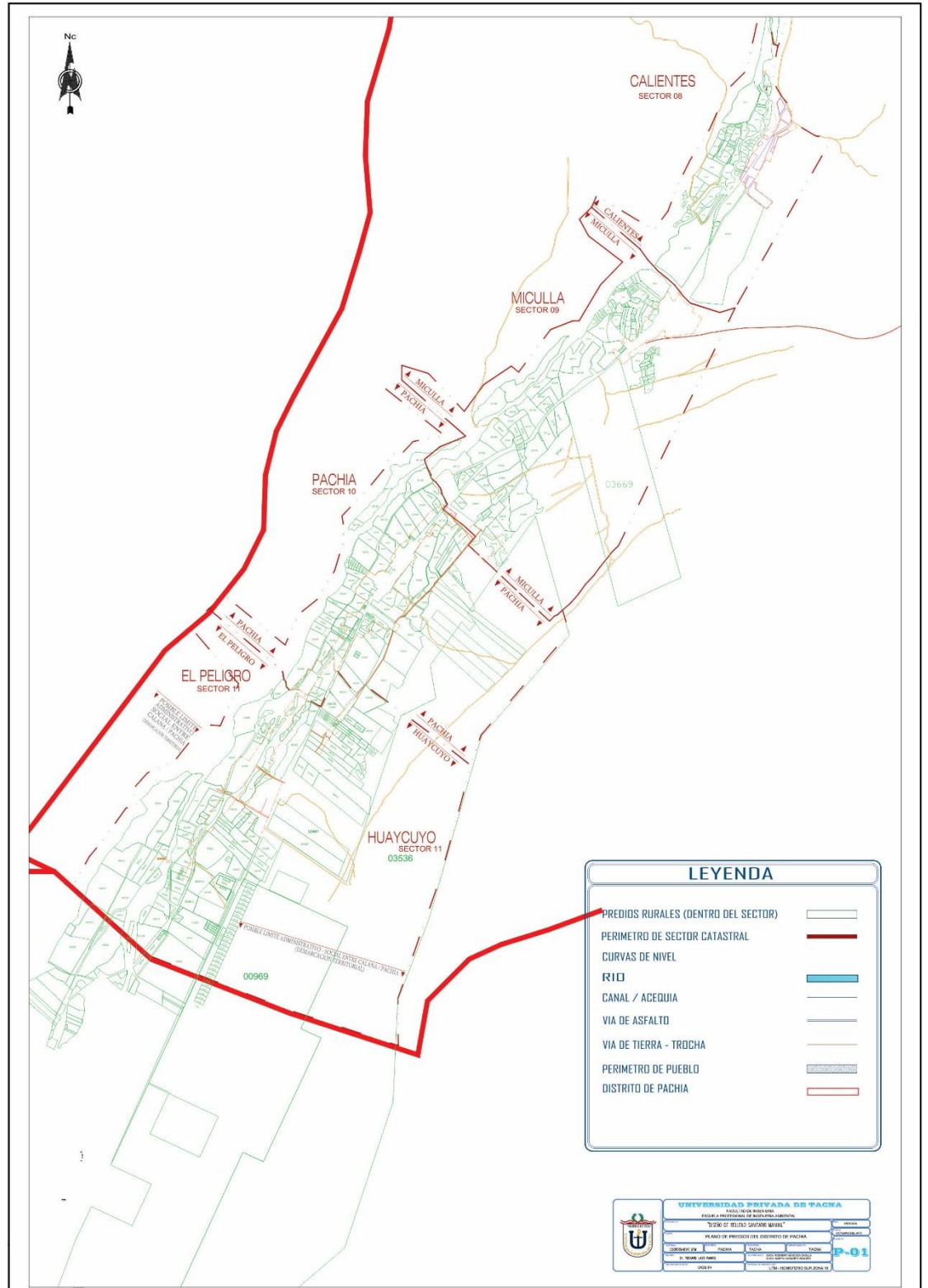
<b>BARRIDO DE CALLES</b>								
Barrido de calles	Peso (Kg)							
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8

Fuente: Guía Metodológica EC-RSM MINAM

<b>INSTITUCIONES EDUCATIVAS</b>						
Nivel de instituciones educativas	Peso (Kg)					
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6
(Inicial)						
(Primaria)						
(Secundaria)						

Fuente: Guía Metodológica EC-RSM MINAM

Anexo 30 – Plano de Distribución de Muestras



Anexo 31 – Plano de Distribución de Celdas

