

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL**



**TESIS**

**Estudio de caracterización de residuos sólidos municipales y  
propuesta de diseño de relleno sanitario manual  
para el distrito de Cairani - provincia  
Candarave – Tacna**

**PARA OPTAR:**

**TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. Yemile Fanny Causa Mamani**

**TACNA – PERÚ**

**2019**

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL**

**TESIS**

**“ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS  
MUNICIPALES Y PROPUESTA DE DISEÑO DE RELLENO  
SANITARIO MANUAL PARA EL DISTRITO DE CAIRANI  
PROVINCIA CANDARAVE – TACNA”**

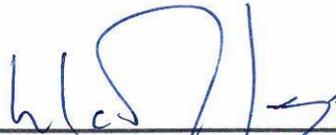
Tesis sustentada y aprobada el 09 de diciembre de 2019; estando el jurado calificador integrado por:

**PRESIDENTE:**



\_\_\_\_\_  
**Dr. Richard Sabino Lazo Ramos**

**SECRETARIO:**



\_\_\_\_\_  
**Mtro. César Huanacuni Lupaca**

**VOCAL:**



\_\_\_\_\_  
**Ing. Carmen Rosa Román Arce**

**ASESOR:**



\_\_\_\_\_  
**Mtra. Milagros Herrera Rejas**

## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo Yemile Fanny Causa Mamani, en calidad de bachiller de la Escuela de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificado(a) con DNI 73990145.

### Declaro bajo juramento que:

1. Soy autor (a) de la tesis titulada:

Estudio de caracterización de residuos sólidos municipales y propuesta de diseño de relleno sanitario manual para el distrito de Cairani – provincia Candarave – Tacna, la misma que presento para optar el:

### Título Profesional de Ingeniero Ambiental

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, 09 de diciembre de 2019.



Yemile Fanny Causa Mamani  
DNI 73990145

## **DEDICATORIA**

A Dios por haberme concedido llegar hasta este punto, y haberme dado salud para lograr mis objetivos; a mis padres Jaen Causa y Marleni Mamani quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento.

## **AGRADECIMIENTO**

A nuestros grandiosos docentes de la Universidad Privada de Tacna, por transmitirnos sus conocimientos y experiencia.

- Al Ing. Milagros Herrera, mi asesor, por su tiempo y dedicación brindada en el desarrollo de la formulación de la tesis.

- Al alcalde de la Municipalidad Distrital de Cairani Sr. Javier Ivan Mamani Mamani, por el apoyo que me brindo es el estudio.

## CONTENIDO

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD .....	iii
DEDICATORIA.....	iv
RESUMEN .....	xiv
ABSTRACT .....	xv
INTRODUCCION .....	1
CAPITULO I.....	2
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	2
1.1.1. Descripción del problema.....	2
1.2. Formulación del problema.....	3
1.2.1 Formulación del problema general.....	3
1.3. Justificación e importancia de la investigación .....	3
1.4. Objetivos.....	4
1.4.1 Objetivo general.....	4
1.4.2 Objetivo específico.....	4
1.5. Hipótesis .....	4
CAPITULO II MARCO TEORICO .....	6
2.1. ANTECEDENTES .....	6
2.1.1 Ámbito Internacional .....	6
2.1.2 Ámbito Nacional.....	7
2.1.3 Ambito Local .....	7
2.2. Bases Teóricas .....	8
2.2.1 Importancia de la gestión de residuos sólidos domiciliarios.....	8
2.2.2 Manejo de residuos sólidos domiciliarios en el Perú. ....	8
2.2.3 Caracterización de residuos sólidos.....	9
2.2.4 Clasificación de Residuos Sólidos según su origen .....	10
2.2.5 Clasificación de los rellenos sanitarios .....	10
a) Relleno Sanitario Manual: .....	10
b) Relleno Sanitario Semi-mecanizado .....	11
c) Relleno sanitario Mecanizado .....	11
2.2.6 Generación Per cápita .....	11
2.2.7 Generación total.....	12
2.2.8 Proyección de la producción total.....	12
2.2.9 Volumen de residuos sólidos .....	12
2.2.10 Material para Cobertura .....	12

2.2.11	Calculo del área requerida .....	13
2.2.12	Selección de áreas para las infraestructuras.....	14
2.3.	Definiciones de Términos.....	16
2.4.	Datos generales del Distrito .....	17
a)	Ubicación Geográfica.....	17
b)	Limites .....	17
c)	Características Geográficas .....	17
d)	Clima .....	18
CAPITULO III .....		19
METODOLOGÍA .....		19
3.1.	Tipo y nivel de investigación .....	19
	Descriptiva.....	19
3.2.	Población y/o muestra de estudio .....	19
a)	Población Actual .....	19
3.3.	Muestra.....	21
3.4.	Identificación de Variables .....	23
3.4.1	Independiente:.....	23
3.5.	Operacionalización de Variables.....	23
3.6.	Técnicas e instrumentos para la recolección de datos .....	24
3.6.1	PRIMERA ETAPA: Planificación .....	24
3.6.2	SEGUNDA ETAPA: Identificación de muestras por fuentes de generación.....	25
3.6.3	TERCERA ETAPA: Procedimiento para la participación de los predios en el estudio.....	25
3.6.4	CUARTA ETAPA: Procedimiento para el manejo de las muestras: 26	
3.6.5	QUINTA ETAPA: Procedimiento para el análisis de las muestras..	26
3.6.6	Diseño del relleno sanitario manual .....	27
3.7.	Materiales y/o instrumentos .....	30
CAPITULO IV RESULTADOS.....		33
4.1.	Resultados.....	33
4.1.1	Generación Domiciliaria.....	33
4.1.2.	Generación per cápita de los residuos sólidos para el año 2024.....	35
4.1.3.	Densidad de los residuos sólidos domiciliarios .....	35
4.1.4.	Composición física de los residuos domiciliarios.....	36
4.1.5.	Composición física de los residuos domiciliarios Humedad de los Residuos Sólidos Domiciliarios .....	39
4.2.	Generación per – Cápita de los residuos sólidos No Domiciliarios. ....	39
4.2.1.	Generación de residuos No domiciliarios .....	39

4.2.2. Densidad de residuos No domiciliarios .....	43
4.2.2.1. Densidad de los No Domiciliarios – Restaurantes.....	43
4.2.2.2. Densidad de los No Domiciliarios – Tiendas .....	43
4.2.2.3. Densidad de los No Domiciliarios – Instituciones Publicas.....	44
4.2.2.4. Densidad de los No Domiciliarios – Instituciones Educativas.....	45
4.2.2.5. Densidad de los No Domiciliarios – Barrido de Calles.....	45
4.2.3. Composición de los residuos No Domiciliarios.....	46
4.2.3.4. <i>Composición No domiciliaria – Instituciones Educativas</i> .....	55
4.2.3.6. <i>Diseño de Relleno Sanitario Manual</i> .....	61
DISCUSION .....	65
CONCLUSIONES .....	66
REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS.....	68
ANEXOS .....	71

## INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Proyección de Crecimiento poblacional.</i> -----	20
<i>Tabla 2. Tipos de predios No Domiciliarios</i> -----	21
<i>Tabla 3. Datos del Distrito de Cairani</i> -----	22
<i>Tabla 4. Datos del 10 % de contingencia</i> -----	22
<i>Tabla 5. Operacionalidad de las variables.</i> -----	23
<i>Tabla 6. Operacionalidad de las variables</i> -----	24
<i>Tabla 7. Materiales y equipos a utilizarse en el estudio.</i> -----	30
<i>Tabla 8. Materiales de Útiles de escritorio</i> -----	31
<i>Tabla 9. Equipos de protección personal e indumentaria</i> -----	32
<i>Tabla 10. La Generación Per- Cápita (GPC) de los residuos sólidos Domiciliarios del Distrito de Cairani.</i> -----	34
<i>Tabla 11. La GPC de los residuos sólidos domiciliarios en los siguientes periodos</i>	35
<i>Tabla 12. Densidad de los Residuos Sólidos de todo el Distrito</i> -----	36
<i>Tabla 13. Generación de Residuos Sólidos No domiciliarios de los Restaurantes.</i>	39
<i>Tabla 14. Generación de Residuos Sólidos No domiciliarios de los Tienda.</i> -----	40
<i>Tabla 15. Generación de Residuos Sólidos No domiciliarios de las Instituciones Públicas.</i> -----	41
<i>Tabla 16. Generación de Residuos Sólidos No domiciliarios de las Instituciones Públicas.</i> -----	41
<i>Tabla 17. Generación de Residuos Sólidos No domiciliarios por Barrido de Calles.</i> -----	42
<i>Tabla 18. Densidad de los Residuos Sólidos No domiciliarios – Restaurantes.</i> -----	43
<i>Tabla 19. Densidad de los Residuos Sólidos No domiciliarios – Tiendas.</i> -----	44
<i>Tabla 20. Densidad de los Residuos Sólidos No domiciliarios –Instituciones Públicas.</i> -----	44
<i>Tabla 21. Densidad de los Residuos Sólidos No domiciliarios – Instituciones Educativas.</i> -----	45

<i>Tabla 22. Densidad de los Residuos Sólidos No domiciliarios – Barrido de calle.</i>	45
<i>Tabla 23. Calculo de la capacidad útil de diseño.</i>	61
<i>Tabla 24. Volumen Anual de Residuos Dispuestos (VARD)</i>	62
<i>Tabla 25. Matriz de Consistencia.</i>	85
<i>Tabla 26. Datos del Relleno Sanitario Manual del distrito de Cairani.</i>	86
<i>Tabla 27. Datos del Relleno Sanitario Manual del distrito de Cairani</i>	87
<i>Tabla 28. Volumen Anual de Residuos Dispuestos (VARD)</i>	88

## INDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Producción Per- Cápita .....	12
Ecuación 2. Cálculo de área por rellenar .....	13
Ecuación 3. Cálculo de área total requerida.....	14
Ecuación 4. Crecimiento Poblacional.....	19
Ecuación 5. Cálculo para determinar el número de muestra domiciliaria .....	21
Ecuación 6. Crecimiento poblacional .....	28
Ecuación 7. Generación per cápita de residuos.....	28

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1 .</b> Composición Física de los residuos sólidos Domiciliarios – porcentual del Distrito de Cairani .....	36
<b>Figura 2.</b> Composición Física de los residuos orgánicos e inorgánicos Domiciliarios – Aprovechables, porcentual del Distrito de Cairani.....	37
<b>Figura 3.</b> Composición Física de los residuos No aprovechables Domiciliarios – porcentual del Distrito de Cairani.....	38
<b>Figura 4.</b> Composición Física de los residuos Aprovechable y No Aprovechables No Domiciliarios – Residuos de los Restaurante del Distrito de Cairani.....	46
<b>Figura 5.</b> Composición Física de los residuos orgánicos e inorgánicos Domiciliarios – Aprovechables, porcentual del Distrito de Cairani.....	47
<b>Figura 6.</b> Composición Física de los residuos No Aprovechables No Domiciliarios – porcentual del Distrito de Cairani.....	48
<b>Figura 7.</b> Composición Física de los residuos Aprovechable y No Aprovechables No Domiciliarios – Residuos de las tiendas del Distrito de Cairani.....	49
<b>Figura 8.</b> Composición porcentual de residuos Orgánicos e inorgánicos de las tiendas del Distrito de Cairani.....	50
<b>Figura 9.</b> Composición Porcentual de los residuos No Aprovechables de las tiendas - No Domiciliario del Distrito de Cairani.....	51
<b>Figura 10.</b> Composición porcentual no Domiciliaria de los residuos Aprovechable y No Aprovechables de la Instituciones Públicas del Distrito de Cairani.....	52
<b>Figura 11.</b> Composición porcentual no Domiciliaria de los residuos Orgánicos e Inorgánicos de las Instituciones Públicas del Distrito de Cairani.....	53
<b>Figura 12.</b> Composición porcentual no Domiciliaria de los residuos No Aprovechables de la Instituciones Públicas del Distrito de Cairani.....	54
<b>Figura 13.</b> Composición porcentual no Domiciliaria de los residuos Aprovechable y No Aprovechables de la Instituciones Educativas del Distrito de Cairani.....	55

<b>Figura 14.</b> Composición porcentual no Domiciliaria de los residuos Orgánicos e Inorgánicos de la Instituciones Educativas del Distrito de Cairani. ....	56
<b>Figura 15.</b> Composición porcentual no Domiciliaria de los residuos No Aprovechables de la Instituciones Educativas del Distrito de Cairani. ....	57
<b>Figura 16.</b> Composición porcentual no Domiciliaria de los residuos Aprovechables y No Aprovechables del Barrido de calles del Distrito de Cairani. ....	58
<b>Figura 17.</b> Composición porcentual no Domiciliaria de los residuos Orgánicos e Inorgánicos del Barrido de calles del Distrito de Cairani. ....	59
<b>Figura 18.</b> Composición porcentual no Domiciliaria de los residuos No Aprovechables del Barrido de calles del Distrito de Cairani. ....	60
<b>Figura 19.</b> Empadronamiento para la participación en el Estudio. ....	71
<b>Figura 20.</b> Recojo de residuos sólidos domiciliarios. ....	71
<b>Figura 21.</b> Recojo de Residuos Sólidos Domiciliarios. ....	72
<b>Figura 22.</b> Recojo de Residuos Sólidos No Domiciliarios. ....	73
<b>Figura 23.</b> Traslado de Residuos Sólidos M. a la zona de estudio. ....	74
<b>Figura 24.</b> Pesaje de las bolsas en el sitio de estudio. ....	74
<b>Figura 25.</b> Cuarteo de Residuos Sólidos Municipales. ....	75
<b>Figura 26.</b> Homogeneización de Residuos Sólidos Municipales. ....	75
<b>Figura 27.</b> Caracterización de Residuos Sólidos Municipales seleccionados. ....	76
<b>Figura 28.</b> Pesaje de Residuos Sólidos Municipales seleccionados. ....	77
<b>Figura 29.</b> Homogeneización de Residuos Sólidos Municipales. ....	77
<b>Figura 30.</b> Carta para el empadronamiento de vecinos para el Estudio. ....	78
<b>Figura 31.</b> Empadronamiento de vecinos para el Estudio. ....	79
<b>Figura 32.</b> Empadronamiento de vecinos para el Estudio. ....	79
<b>Figura 33.</b> Empadronamiento de vecinos para el Estudio. ....	80
<b>Figura 34.</b> Empadronamiento de vecinos para el Estudio. ....	80
<b>Figura 35.</b> Empadronamiento de vecinos para el Estudio. ....	81
<b>Figura 36.</b> Empadronamiento de vecinos para el Estudio. ....	82

<b>Figura 37.</b> Empadronamiento de vecinos para el Estudio No Domiciliario.....	82
<b>Figura 38.</b> Tríptico de sensibilización para el estudio. ....	83
<b>Figura 39.</b> Tríptico de sensibilización para el estudio. ....	84
<b>Figura 40.</b> Mapa de ubicación del Relleno Sanitario. ....	89
<b>Figura 41.</b> Propuesta de relleno sanitario en el Distrito de Cairani. ....	90

## RESUMEN

El Objetivo de esta presente Investigación del estudio de Caracterización de residuos sólidos municipales y propuesta de Diseño de Relleno Sanitario Manual para el Distrito de Cairani- Provincia Candarave- Tacna, fue determinar la Generación Per Cápita Total de los residuos Domiciliarios y no Domiciliarios, para poder determinar el volumen la altura de nuestra propuesta de relleno sanitario manual para el Distrito de CAIRANI- Provincia Candarave- Tacna, calculando el área, volumen, cálculo de vida útil, la GPC, peso , la densidad de los residuos . Para la ejecución se utilizó la Guía metodológica para el estudio de Caracterización para residuos sólidos Municipales, elaborado por el MIMAM 2019. Los resultados obtenidos son los siguientes: Generación Per- Cápita es de 0.32 kg/hab/día, lo cual en la composición de residuos Domiciliarios en los residuos inorgánicos con 118. 65 Kg/día, los residuos orgánicos es de 116. 40 Kg/día. La Densidad promedio es de 155.33 Kg/m<sup>3</sup>. Los resultados de los residuos Sólidos Municipales No domiciliarias en la Generación Per – Cápita en las tiendas de fue de generación Total de 4.91 Kg/ día, en las Instituciones Públicas el promedio de la generación total es de 5.59 Kg/ día , la generación total es de 1,167 Ton/Año, la Generación total de las Instituciones Educativas es de 8,52 Kg/ día , lo cual Generó total de 3.111 Ton/año, el Barrido de calles tiene como generación total de 7.01 kg/ día ,aproximadamente generó 2.56 Ton/Año, en los restaurantes la generación total es de 2.90 kg / día. El relleno sanitario Manual tiene un volumen mínimo es de 3321.73 m<sup>3</sup>, el área útil mínima es de 1384.05 m<sup>2</sup>, Área adicional es de 1660.9 m<sup>2</sup>, área adicional en total es de 1937.7 m<sup>2</sup> y la vida útil del proyecto será de 5 años.

**Palabras claves:** *Relleno sanitario, generación per- Cápita, caracterización de residuos sólidos.*

## ABSTRACT

The Objective of this present Investigation of the study of Characterization and proposal of a Design of Manual Sanitary Landfill in the District of Cairani- Candarave-Tacna Province, one of the objectives of this present investigation was to determine the Total Per Capita Generation of Domiciliary Waste Y Non-Domiciliary, in order to determine the volume the height of our manual landfill proposal for the District of CAIRANI- Candarave-Tacna Province, calculating the are volume, calculation of useful life, the CPG, weight, density, most important the waste generated. The methodological guide for the study of Characterization for municipal solid waste, prepared by the MIMAM 2019, was used for the execution. The Results Obtained The results of the Per-Capita Generation of the Cairani District is 0.32 kg / hab / day, which In the composition of household waste in Inorganic Waste with 118. 65 Kg / day, organic waste is 116. 40 Kg / day. The average Density of the Cairani District is 155.33 Kg / m<sup>3</sup>. The results of the Municipal Non-residential Solid Waste in the Per - Capita Generation of the Cairani District in the stores is a Total Generation of 4.91 Kg / day, in the Public Institutions The average of the total generation is 5.59 Kg / day, the total generation is 1,167 Ton / Year, the total Generation of the Educational Institutions is 8.52 Kg / day, which will generate a total of 3,111 TON / year, the Street sweeping has a total generation of 7.01 kg / day, approximately 2.56 Ton / Year, in restaurants the total generation is 2.90 kg / day. The Manual landfill has a minimum volume of 3321.73 m<sup>3</sup>, the minimum useful area is 1384.05 m<sup>2</sup>, Additional area is 1660.9 m<sup>2</sup>, additional area in total is 1937.7 m<sup>2</sup> and the life of the project will be 5 years.

**Keywords:** *Sanitary landfill, per-capita generation, solid waste characterization.*

## INTRODUCCION

Un residuo es un material que no tiene utilidad, posterior a la utilización o cumplimiento con su misión, muchas personas lo ven como un objeto inservible que finalmente se convierte en basura, y no tiene valor económico. Todos los días nosotros hacemos uso y desechamos a la basura muchos productos que son de un solo uso, como las bolsas de pan o pañales del bebe hasta el periódico.

El ser humano todos los días trabaja, hace sus actividades o desarrolla cualquier actividad, producirá residuos y cuando las personas comparten un mismo ambiente o lugares cercanos como es el Distrito de Cairani, la Cantidad de residuos pueden volverse un serio problema a la salud de las personas y el ambiente, si no contamos con una adecuada gestión de residuos sólidos.

La disposición final de los residuos sólidos es administrada por la municipalidad Distrital de Cairani, viene administrando dos " Botaderos ", pero es muy importante tener cada municipio tenga un Plan de Gestión de residuos Sólidos (PIGARS) actualizado donde las actividades principales es la Caracterización de Residuos Sólidos, para saber cuánto genera por persona, densidad y composición física de los residuos sólidos.

El volumen de producción de desechos es inversamente proporcional al nivel socio económico de una población determinada. En este estudio se realizará la caracterización de residuos sólidos en el distrito de Cairani –Candarave

## CAPITULO I

### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1.1. Descripción del problema

En el Distrito de Cairani provincia de Candarave no existe una adecuada gestión de residuos sólidos municipales lo cual causa un malestar en la población, sumado a ello el manejo inadecuado de los residuos sólidos origina la formación de focos infecciosos y proliferación de vectores (moscas, roedores, etc.) poniendo en riesgo la salud de los pobladores.

Según la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, son las municipalidades distritales quienes deben asegurar la prestación del servicio de limpieza, recolección y transporte de residuos en su jurisdicción, debiendo garantizar la adecuada disposición final de los mismos. Sin embargo, la municipalidad no cuenta con los recursos necesarios para brindar un buen servicio, siendo el principal obstáculo el hecho de que no se ha implementado una tarifa por el servicio de limpieza para cubrir el gasto total que involucra la gestión de limpieza pública; este hecho conlleva a un deficiente servicio, el personal a cargo de la recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos del Municipio de Cairani es insuficiente ya que cuenta con sólo un operario y un medio de transporte para la recolección de los residuos de los tres anexos (Yarabamba, Calacala y Ancocala) y del mismo Cairani, así mismo este brinda el servicio a los 1310 habitantes del distrito, sumado a ello este sólo se da una vez a la semana.

Los residuos sólidos del Distrito de Cairani, son dispuestos sin tener antes un acondicionamiento o tratamiento, directamente sobre la superficie del suelo.

En dos botaderos municipales ubicados a unos 15 km de la capital del distrito, lugar denominado Pampa Chuñabe, perteneciente al Centro poblado de Calacala y el otro se encuentra en el Centro Poblado de Ancocala del distrito de Cairani, al ser botaderos no controlados son fuentes de contaminación del suelo debido a los lixiviados y también de contaminación del aire debido a la quema de residuos y emisión de gases de descomposición de los mismos residuos.

Sumado a la inadecuada gestión de residuos sólidos municipales en el distrito de Cairani, la falta de una cultura ambiental por parte de la población que en su mayoría se caracteriza por ser longeva, quienes no participan en las reuniones por las dificultades de caminar, etc.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1 Formulación del problema general**

¿El estudio de caracterización de los residuos sólidos municipales y la propuesta de diseño de un relleno sanitario manual para el distrito de Cairani – Candarave - Tacna permitirá a la Municipalidad contar con información técnica para mejorar la gestión de los residuos sólidos?

## **1.3. Justificación e importancia de la investigación**

La generación de residuos sólidos y los impactos negativos que se puede generar al ambiente y a la salud de las personas producto de una inadecuada gestión de los mismos, es un tema que en nuestro país sigue siendo motivo de preocupación, por ello con la nueva Ley de Gestión Integral de los residuos sólidos se busca que los gobiernos locales asuman un rol muy importante y están obligados a gestionar los residuos sólidos municipales de su jurisdicción con la finalidad de prevenir y mitigar de los impactos negativos que pueden causar al ambiente.

Esta investigación permitirá a la municipalidad de Cairani conocer, a través del estudio de caracterización de residuos sólidos, las cantidades de residuos generados por cada habitante, así como la composición y las características físicas y químicas de los residuos que se generan en el distrito. Esta información servirá de base a la municipalidad para conocer las alternativas de minimización, comercialización y tratamiento de sus residuos antes de realizar una disposición final, así mismo con dicha información se podrán dimensionar los contenedores de residuos y de los camiones recolectores y así mejorar el servicio de recolección.

Por otra parte, la propuesta de diseño de un relleno sanitario manual permitirá a la municipalidad tener una alternativa para mejorar la disposición

final de sus residuos previniendo la contaminación ambiental y salvaguardar la salud de los pobladores de Cairani

De este modo, esta investigación es útil no solo para optar al título profesional, sino que el insumo para iniciar acciones a favor de la comunidad, el medio ambiente y los espacios públicos del Distrito de Cairani.

## **1.4. Objetivos**

### 1.4.1 Objetivo general

Elaborar un estudio de caracterización de residuos sólidos y propuesta de diseño de un relleno sanitario manual para el Distrito de Cairani – Provincia de Candarave – Tacna.

### 1.4.2 Objetivo específico

- Determinar la generación per cápita, composición y densidad de Residuos sólidos del Distrito de Cairani – Provincia Candarave – Tacna.
- Determinar el área, volumen, cálculo de la vida útil del relleno sanitario manual.

## **1.5. Hipótesis**

### 1.5.1. Hipótesis General

La información resultante del estudio de los residuos sólidos generados por los habitantes del distrito de Cairani nos permitirá presentar la caracterización de residuos sólidos y la propuesta de diseño de un relleno sanitario manual

### 1.5.2. Hipótesis Específicas

- La información resultante del estudio de los residuos sólidos generados por los habitantes del distrito de Cairani no permitirá presentar la caracterización de residuos sólidos y la propuesta de diseño de un relleno sanitario manual.
- La información resultante del estudio de los residuos sólidos generados por los habitantes del distrito de Cairani permitirá presentar la caracterización de residuos sólidos y la propuesta de diseño de un relleno sanitario manual.

## CAPITULO II MARCO TEORICO

### 2.1. ANTECEDENTES

#### 2.1.1 Ámbito Internacional

Según Rivera (2009) en su investigación determinó que en el mercado se producen grandes volúmenes de residuos sólidos lo cuales siendo uno de los principales que contribuyen a la contaminación ambiental, esta investigación contribuye a la forma e disminución de contaminación en ese lugar, se puso un programa pertinente de actividades puntuales en la fase más críticas del manejo interno de estos residuos; el cual consta de proyectos dirigido a : aplicación de abonos, educación ambiental, diseño de rutas de evacuación para los residuos, almacenamiento selectivo, instalación de un centro de acopio y fomentar la formación de una organización comunitaria que ejerza la actividad de rescate y aprovechamiento de los residuos sólidos, con el fin que en la fase de generación, separacion y almacenamiento para evitar impactos ambientales y de algun modo adoptar a la gestion ambiental municipal.

Según Hincapie (2012) en su estudio determinó siete predios de Asogasa del municipio de Salento en Colombia, se producen aproximadamente 212 kg de residuos orgánicos mensuales y 237.7 kg de otros residuos (papel, material infeccioso biológico y vidrio) y en los 21 predios de la asociación se produce un estimado de 470 kg de materia orgánica mensual, papel con 32 kg y 6.4 kg para material biológico y vidrio 17.7 kg, para un total de 526.1 kg de residuos mensuales.

### 2.1.2 Ámbito Nacional

Según Sangama (2017) en su estudio denominado "Caracterización de residuos sólidos municipales del distrito de Caynarachi, Lamas 2016" determinó que la GPC de residuos sólidos domiciliarios fue de 0.57kg.hab.día (1.75 Ton/día), y la generación de Residuos Sólidos no Domiciliarios fue de 0.178 Ton/día, lo que hace un total de 1.93 Ton/día de residuos sólidos municipales. La composición de residuos sólidos fue: 69.82% de materia Orgánica, 4.98% de telas y textiles, 3.79% de plástico duro, 3.51% de cartón, 2.77% latas, 2.72% de plástico duro y los demás componentes en menor porcentaje. La densidad sin compactar de los Residuos Sólidos domiciliarios fue 215.kg.m<sup>3</sup>, el porcentaje de humedad promedio de los Residuos Sólidos domiciliarios y no domiciliarios fueron respectivamente 36% y 26%.

Según Quispe (2018) en su investigación denominada " Estudio de caracterización de residuos sólidos municipales en el distrito de Huancabamba, provincia de Oxapampa – Región Pasco – 2017 ", obtuvo como resultado que el valor de la GPC es de 0.440 kg/hab/día, la generación total de residuos sólidos domiciliarios es 0.952 Ton/día, las características de los componentes de los residuos encontrados son : la Materia Orgánica es de 55.98%, papel representa el 1.85%, Cartón representa el 2.14%, Vidrio representa el 2.21%, Plástico PET representa el 2.25%, plástico duro fue de 6.39% y los demás en menor porcentaje. En cuanto a la generación de residuos sólidos no domiciliarios es de 0.140 Ton/día , y la densidad de los mismos es de 89%.

### 2.1.3 Ambito Local

Según Mendieta (2019) en su estudio denominado 'Caracterización de residuos sólidos Municipales para el Diseño de un Relleno Sanitario Manual en el Distrito de Pachia- Tacna', los resultados obtenidos del estudio indican que la GPC en Pachia es de 0,404Kg.hab.día en el año 2017. La densidad de los residuos sólidos fue de 103,504 Kg/m<sup>3</sup>. En la composición física , la materia orgánica comprende el 10,473%, el segundo componente de mayor representatividad son los residuos sanitarios con un 12,40%. Por otro lado la humedad de los residuos domiciliarios y no domiciliarios es de 36% y 26%

respectivamente. El area sugerida para el Relleno Sanitario Manual fue de 1.84 Ha.

## **2.2. Bases Teoricas**

La gestión de residuos sólidos se está convirtiendo en un tema principal en nuestro país y el mundo, lo cual guarda relación la problemática ambiental que estamos viviendo. La gestión integrada de los residuos es el término aplicado a todas las actividades asociadas con el manejo de los diversos flujos de residuos dentro de la sociedad, y su meta básica es administrarlo de tal forma que sean compatibles con el ambiente y nuestra salud.

Para tener realizar una buena gestión de residuos sólidos es necesario cuantificar la producción por día a día de un distrito o provincia, la cual varía dependiendo el estrato socioeconómico, el distrito, la densidad poblacional, etc.

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

El impacto negativo que está causando las actividades humanas es competencia de los gobiernos locales de cada jurisdicción, mediante acciones como la inadecuada limpieza pública, actividades humanas que alteran o causan una contaminación al ambiente.

El desarrollo sostenible en la conferencia de las Naciones Unidas sobre el ambiente y el desarrollo, se acordó en Rio de Janeiro en el año 1992. Se acordó que las actividades que realizan el ser humano deben ser equilibradas con el ambiente. (Paiva, 2008).

### **2.2.2 Manejo de residuos sólidos domiciliarios en el Perú.**

Nuestro país en los años 2014 genero 7497 482 t/año de residuos municipales, el 64% residuos domiciliarios y el 26 % no domiciliarios, la región costa es la que produce más cantidad de residuos.

La composición generados en el 2014 es el 53.16% de los residuos Sólidos son materia Orgánica, el 18, 64% son residuos no aprovechables, el 18,64% pertenece a residuos no aprovechables y el 6.83% es compuesto por

residuos reciclables. (Plan nacional de gestion integral de residuos solidos, 2018).

Formas de disposición final de los residuos sólidos domiciliarios.

Las formas de la disposición final de los residuos sólidos es importante a nivel mundial porque es una de los grandes aspectos de contaminación ambiental:

- ✓ Relleno Sanitario: Este sistema es utilizado por las grandes ciudades, esta forma consiste en buscar o seleccionar un lugar adecuado, una vez que el relleno sanitario esté en funcionamiento se esparcen y compactan los residuos para que su volumen disminuya y al finalizar se cubre con la tierra. (Ychuta, 2016)
- ✓ Vertedero a cielo abierto: Este sistema es utilizado frecuentemente, ya que este sistema no presenta ningún costo, este sistema solo se deposita los residuos o desechos en algún terreno sin ningún tratamiento. (Ychuta, 2016)
- ✓ Incineración : Este método consiste en quemar los desechos hasta convertirlos en ceniza usando hornos especiales. (Sachica, 2001).

### 2.2.3 Caracterización de residuos solidos

Es una actividad que consiste en determinar las composiciones de los desechos y la cantidad que produce un área o sector (institucional, residencial, industrial, etc.), es una herramienta técnica para determinar de manera exacta la Generación, composición, densidad de los desechos, también se puede obtener otros parámetros puntuales como humedad, Capacidad de campo. Con este procedimiento se podrá determinar el porcentaje de materia orgánica, papel, vidrio, madera, metales, botellas, plásticos, entre otras clases de residuos que se generan en un lugar determinado, y se obtendrán bases para proyectar el crecimiento de esos residuos. De igual forma se podrá evaluar la composición fisicoquímica y biológica de los residuos, la cual será el fundamento para la toma de decisiones sobre su aprovechamiento, tratamiento y disposición final. (Jose, 2014).

#### 2.2.4 Clasificación de Residuos Sólidos según su origen

Los residuos han sido clasificados en diferentes orígenes según su estado físico, estos pueden ser:

- a) Residuo domiciliario
- b) Residuo comercial
- c) Residuo de limpieza de espacios públicos
- d) Residuo de establecimiento de atención de salud
- e) Residuo industrial
- f) Residuo de construcciones.
- g) Residuo agropecuario
- h) Generados de actividades agrícolas.

#### 2.2.5 Clasificación de los rellenos sanitarios

Se clasifican en manuales, semi-mecanizados y mecanizados.

- a) Relleno Sanitario Manual:

El relleno sanitario manual para las poblaciones menores de 40,000 habitantes, como para las áreas marginales de algunas ciudades que generan menos de 20 toneladas diarias de basura. Mediante la técnica de la operación manual, sólo se requiere equipo pesado para la adecuación del sitio y la construcción de vías internas y excavación de zanjas o material de cobertura, de acuerdo con el avance y método de relleno. En cuanto a los demás trabajos, todos pueden realizarse manualmente, lo cual permite a estas poblaciones de bajos recursos, sin posibilidades de adquirir y mantener equipos pesados permanentes, disponer adecuadamente sus basuras y utilizar la mano de obra que en países en desarrollo es bastante abundante. Si el costo de transporte lo permite, puede resultar ventajosa la utilización de un mismo relleno sanitario manual para dos o más poblaciones. (Brandan, 2011)

#### b) Relleno Sanitario Semi-mecanizado

La infraestructura de este relleno sanitario semi mecanizado, 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. (SANDOVAL, 2010)

#### c) Relleno sanitario Mecanizado

La infraestructura de este relleno se realiza íntegramente con equipos mecanizados como la tractor oruga, cargador frontal y la capacidad de operación diaria es de mayor a las 50 toneladas, se sugiere un relleno sanitario mecanizado para los habitantes menor a 50 000, una de las alternativas que se puede dar es el compartimiento de municipalidad cercanos, para que los costos no sean elevados, y ese tipo de diseños es favorable para sitios muy lluviosos. (Brandan, 2011)

#### 2.2.6 Generación Per cápita

Para saber la generación per cápita, se realiza la multiplicación del resto de residuo en kilogramos por la cantidad de habitantes por día.

## Ecuación 1. Producción Per- Cápita

$$GPC_i = \frac{\text{Día1} + \text{Día2} + \text{Día3} + \text{Día4} + \text{Día5} + \text{Día6} + \text{Día7}}{\text{Número de habitantes} \times 7}$$

## 2.2.7 Generación total

La Generación de los desechos tiene la relación de los habitantes con la GPC, con este parámetro podemos determinar los equipos y características para un recojo adecuado de los residuos, cantidad de personal y frecuencia en recolección.

## 2.2.8 Proyección de la producción total

En Lugar determinado para saber la cantidad de habitante lo encontramos publicada en el Instituto Nacional de Estadística (INEI), estos datos son utilizados por Instituciones Públicas y/o privadas para realizar un estudio.

Mediante este método, se puede determinar el crecimiento de la población es proporcional al tamaño de ésta. En este caso el patrón de crecimiento es el mismo que el usado para el método aritmético. (INEI, 2017)

## 2.2.9 Volumen de residuos sólidos

Con los Parámetros mencionados se tiene el volumen de Día a día y anual de residuos compactados y estabilizados que se requiere. (Brandan, 2011)

## 2.2.10 Material para Cobertura

El Diseño del relleno sanitario debe ser auto eficiente en material de cobertura para su construcción. Se multiplica el 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).

#### 2.2.11 Cálculo del área requerida

Para obtener el área requerida se tiene que obtener el valor del volumen para el Diseño del relleno sanitario manual, con la profundidad o altura que debe tener el relleno se puede realizar con los conocimientos topográficos.

Para realizar un Diseño de Relleno Sanitario manual con una proyección máxima de 10 años, es necesario tener la condición necesaria del área o terreno para disponer y construir un relleno sanitario, el área requerida para la construcción del Relleno Sanitario Manual es los siguientes 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.

Ecuación 2. Cálculo de área por rellenar

$$ARS = VRS / hRS$$

Donde:

VRS = volumen de relleno sanitario ( $m^3/año$ ).

ARS = área por rellenar sucesivamente ( $m^2$ ).

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

Y el área total requerida será:

## Ecuación 3. Cálculo de área total requerida

$$AT = F \times ARS$$

Donde:

AT = Área total requerida (m<sup>2</sup>)

F = Factor de aumento del área adicional requerida para las vías de penetración, áreas de retiro a linderos, caseta para portería.

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).

#### 2.2.12 Selección de áreas para las infraestructuras

Según la ley N° 12 78 Ley de Gestión Integral de Residuos sólidos donde menciona que: Que los gobiernos locales como las provincias, este en coordinación con la distrital, para identificar los espacios geográficos en su jurisdicción para implementar infraestructuras de disposición final de residuos sólidos teniendo en cuenta lo siguiente:

- a) La compatibilidad con el uso del suelo y los planes de expansión urbana;
- b) La minimización y prevención de los impactos sociales, sanitarios y ambientales negativos, que se puedan originar por la construcción, operación y cierre de las infraestructuras;
- c) Los factores climáticos, topográficos, geológicos, geomorfológicos, hidrogeológicos, entre otros;
- d) Disponibilidad de material de cobertura;
- e) La preservación del patrimonio cultural;
- f) La preservación de áreas naturales protegidas por el Estado;

- g) La vulnerabilidad del área ante desastres naturales;
- h) El patrimonio nacional forestal y de fauna silvestre, según las normativas de la materia;
- i) Otros que establezca la normatividad sobre la materia.

En caso de discrepancia entre dos o más Municipalidades Provinciales, el Gobierno Regional define la ubicación y selección de áreas para la implementación de infraestructuras de residuos sólidos, en concordancia con el literal g) del artículo 21 del Decreto Legislativo N° 1278.

### 2.3. Definiciones de Términos

- **BOTADERO:** Es una infraestructura que es utilizado para la disposición de residuos sólidos, de una forma que no es correcta, esta infraestructura trae impactos negativos a nuestra Flora y fauna y alrededor donde se encuentra. (Brandan, 2011)
- **CARACTERIZACION:**  
Es un estudio para tener la información exacta de la composición, densidad y humedad de los residuos sólidos en un área específica. (Brandan, 2011).
- **DENSIDAD:**  
La densidad es la proporción de la masa, lo cual en los residuos sólidos se tiene que dividir el peso entre el Volumen del recipiente. (Brandan, 2011)
- **GENERADOR:** Es cualquier habitante que realiza que a consecuencia de sus actividades genera residuos sólidos.
- **GESTION DE RESIDUOS SOLIDOS:** Es aquella parte administrativa de planificación, poder coordinar, diseñar, proponer estrategia de un plan y/o programas para un manejo apropiado de los residuos sólidos. (Plan Nacional de Gestion Integral de residuos solidos)
- **GENERACION PER-CAPITA:**  
Es un indicador de muestra para determinar la cantidad de residuos sólidos que emiten por habitante. (MINAM 2018)
- **RELLENO SANITARIO MANUAL:**  
Es una infraestructura adecuada para una disposición final de los residuos sólidos en el suelo, lo cual tiene un procedimiento de compactación disminuyendo el volumen, para que estos residuos ocupen menor área. ("GUIA DE DISEÑO, CONSTRUCCION, OPERACION, MANTENIMIENTO Y CIERRE DE RELLENO SANITARIO MANUAL , s.f.)
- **RECICLAJE**  
El reciclaje es aquellos desechos o residuos sólidos que pueden pasar por un proceso de transformación o pueden reutilizarse, para que lo utilicen para otros productos de transformación de estos mismos. (Ychuta, 2016)
- **RESIDUOS SOLIDOS**  
Es todo producto o residuos que genera cada habitante, se presenta solamente los residuos sólidos, y saber la vida útil para poder eliminarlos o transformar para otro fin productivo. (Ychuta, 2016).

## 2.4. Datos generales del Distrito

### a) Ubicación Geográfica

El Distrito de Cairani, ubicado en la provincia de Tacna, Departamento Tacna a 154 km de Tacna a Cairani, por la Carretera Panamericana Sur/ Carretera, lo que predomina en este Distrito es la Agricultura y sus sitios Turísticos que aún no son reconocidos, es un clima Cálido y Seco, está ubicado entre los paralelos Latitud Sur  $17^{\circ} 17' 6.88''$  S, y entre los meridianos longitud este  $70^{\circ} 21' 49.78''$  W.

### b) Limites

Los límites del Distrito de Cairani son:

Por el norte	:	Distrito de Camilaca
Por el sur	:	Distrito de Huanuara
Por el Este	:	Provincia de Candarave
Por el Oeste	:	Distrito de Ilabaya (Provincia de Jorge Basadre)

### c) Características Geográficas

La principal actividad productiva del Distrito de Cairani, es la Actividad Agropecuaria, por las características del agua el 99 % de las tierras cultivables, solo es posible producir Alfalfa, Maíz, papas, cebollas, Ajo, orégano. De estas las siembras preferidas en la actualidad son la Alfalfa, orégano, papa y menor proporción el Maíz, porque le permite efectuar las ventas rápidas y en mayor volumen, mientras que la alfalfa es el principal alimento del ganado lechero que también es una actividad preferida porque le permite efectuar ventas diarias del total de la producción lechera. Sin embargo en los últimos años estas fuentes principales de Ingresos de la Población del distrito de Cairani, viene atravesando serios problemas por el

descenso del nivel de precios de la leche y sus derivados, el productor no tiene la posibilidad de aspirar a obtener la rentabilidad y capacidad de ahorro, Por otro lado el costo de vida en el distrito de Cairani se encarece porque solo existen micro – comercializadores dedicadas a las ventas al por menor de los productos de primera necesidad, no existen comerciantes mayoristas ni productores de venta de bienes de primera necesidad, materiales de construcción ni de otros bienes de capital, motivo por el que toda adquisición al por mayor se efectúa en la ciudad de Tacna u otras ciudades según el requerimiento de Bienes y servicios. (Plan de gobierno municipal del Distrito de Cairani , 2014)

d) Clima

En Cairani, los veranos son frescos, áridos y mayormente nublados y los inviernos son cortos, muy frío, secos y mayormente despejados. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de -0 °C a 14 °C y rara vez baja a menos de -2 °C o sube a más de 16 °C. (Fuente SENAMHI 2019)

a) Temperatura:

La temporada templada dura 3,4 meses, desde el mes de setiembre a enero y la temperatura máxima diaria es más de 14 °C. El día más caluroso del año es el 18 de noviembre, con una temperatura máxima promedio de 14 °C y una temperatura mínima promedio de 2 °C. La temporada fría dura 1,8 meses, del 13 de junio al 6 de agosto, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 12 °C. El día más frío del año es el 20 de julio, con una temperatura mínima promedio de -0 °C y máxima promedio de 12 °C. (Fuente SENAMHI 2019)

## CAPITULO III

### METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y nivel de investigación

Descriptiva

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

La población para el estudio de caracterización de residuos sólidos y proponer el diseño de un relleno sanitario manual, se ubica en el distrito de Cairani – provincia Candarave – Tacna.

De acuerdo a la información cuenta con 3 centros poblados y capital de distrito que son:

- Ancocala
- Yarabamba
- Calacala
- Cairani – capital

Por el método aleatorio simple se escogerá determinados predios domiciliarios y no domiciliarios para la participación del estudio de caracterización (referencia metodología establecida por la Guía para la Caracterización de Residuos Sólidos del MINAM).

##### a) Población Actual

Para el cálculo de la población para los años siguientes se debe aplicar la siguiente fórmula:

Ecuación 4.Crecimiento Poblacional

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

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 la INEI (2017) haciendo la proyección mediante la fórmula de crecimiento poblacional, los habitantes de Cairani en el presente año 2019 son 1310, y para el año 2029 será de 1447 habitantes.

*Tabla 1. Proyección de Crecimiento poblacional.*

Año	Población
<b>2019</b>	1310
<b>2020</b>	1323
<b>2021</b>	1336
<b>2022</b>	1349
<b>2023</b>	1363
<b>2024</b>	1377
<b>2025</b>	1390
<b>2026</b>	1404
<b>2027</b>	1418
<b>2028</b>	1433
<b>2029</b>	1447

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2.

## Tipos de predios No Domiciliarios

TIPOS DE PREDIOS NO DOMICILIARIOS	SUB CLASIFICACION	Nº DE PREDIOS
<b>COMERCIO</b>	Tiendas de Auto Servicios	7
	Restaurantes	2
<b>IINSTITUCIONES EDUCATIVAS</b>	I.E. primaria y secundaria	1
	I.E. INICIAL	1
<b>INSTITUCIONES PUBLICAS</b>	Centro de Salud	1
	Comisaria	1
	Iglesia	1
<b>BARRIDO DE CALLES</b>	Todo Cairani	1
<b>TOTAL</b>		15

Fuente: Elaboración propia

El Cuadro Nº 03 Tipos de predios No Domiciliarios se tiene el número total de los predios para el estudio de caracterización de residuos sólidos en no Domiciliarios.

### 3.3. Muestra

Para el cálculo del número de la muestra domiciliaria y determinar el número de la muestra domiciliaria se utiliza la siguiente fórmula:

*Ecuación 5. Cálculo para determinar el número de muestra domiciliaria*

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

Fuente: Guía Metodológica del Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales (MINAM 2019)

Donde:

n: Número de muestras

N: Universo (total de viviendas)  $\sigma$ :

Desviación estándar

Z $_{1-\alpha/2}$ : Nivel de confianza

E: Error permisible

Tabla 3.

Datos del Distrito de Cairani

Datos Del Distrito de Cairani	
N=	400
$\Sigma$	0.25
Z $_{1-\alpha/2}$	1.96
E =	0.061
Nivel de Confianza	95%
% Contingencia	10%

Fuente: Elaboración Propia

El número de predios que se calculó, adicono 10 % de contingencia, lo cual se trabajó con el 10 % de contingencia.

Tabla 4. Datos del 10 % de contingencia

<b>CONTINGENCIA</b>
10%
<b>5,6</b>
61

Fuente: Elaboración Propia

El número de muestra que se debe tener para realizar el estudio de caracterización de Residuos Sólidos domiciliarios es de 61 viviendas.

### 3.4. Identificación de Variables

#### 3.4.1 Independiente:

- Estudio de caracterización
- Propuesta de diseño relleno sanitario manual

#### 3.4.2 Dependiente:

- Generación per cápita de los residuos sólidos
- Composición
- Densidad
- Humedad de los residuos
- Área
- Volumen del relleno sanitario

### 3.5. Operacionalización de Variables.

Tabla 5. Operacionalidad de las variables.

Variables	Dimensiones	Indicadores
<b>Generación Per- Cápita de los RS.</b>		Generación de residuos domiciliarios y no domiciliarios en Kg/hab/día
<b>Composición</b>	Los Residuos sólidos del Distrito	El porcentaje de madera, alimento, papel, botellas, plástico, vidrio, metal.
<b>Densidad</b>		Volumen Kg/m <sup>3</sup>
<b>Humedad de los residuos</b>		% de la humedad

<b>Área</b>	El estudio de caracterización de residuos sólidos municipales para el diseño de un relleno sanitario	Volumen del relleno sanitario m <sup>3</sup> por año. Altura
<b>Volumen del relleno sanitario</b>		Volumen de los residuos (m <sup>3</sup> /año), material de cobertura de 25 % Generación de residuos Ton/m <sup>3</sup> . Área (m <sup>2</sup> )

Fuente: Elaboración propia

### 3.6. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

La presente investigación, se desarrolló en cinco etapas en cada una de las cuales se detalla a continuación:

#### 3.6.1 PRIMERA ETAPA: Planificación

En esta etapa se formaron grupos de trabajo conformados de la siguiente manera por:

Tabla 6. Operacionalidad de las variables

<b>Área</b>	<b>Responsabilidad</b>
<b>Medio ambiente</b>	Aprobar el plan de trabajo elaborado
<b>Limpieza Publica</b>	Supervisar la integridad
<b>Rentas y catastro</b>	Facilitar mapas de zonificación, direcciones actualizadas.
<b>Planificación y presupuesto</b>	Programar y asegurar el presupuesto

<b>Administración</b>	Asegurar los procesos para adquisición de los bienes
<b>Logística</b>	Asegurar la distribución y entrega oportuna de los insumos y bienes.

Fuente: (GUÍA PARA LA CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, 2019)

El responsable debe conformar los integrantes del equipo de campo para desarrollo del estudio. Dicho equipo podrá ser conformado por trabajadores de la municipalidad voluntarios y comunidad en general.

1. Responsable
2. Personal de apoyo
  - Promotores ambientales
  - Operarios de campo
  - Conductor de unidad vehicular.

### 3.6.2 SEGUNDA ETAPA: Identificación de muestras por fuentes de generación

En esta etapa se procedió a la identificación de las fuentes de generación de residuos, la cuales fueron: Predios Domiciliarios y Predios No Domiciliarios.

### 3.6.3 TERCERA ETAPA: Procedimiento para la participación de los predios en el estudio

En esta etapa se realizó el empadronamiento de los predios que participarían del estudio de caracterización el cual se determinó en base a la aplicación de la fórmula establecida en la guía de caracterización del Ministerio del Ambiente.

Se codificaron los predios participantes del estudio por medio de un sticker colocado en los lugares visibles de los mismos para poder identificarlos.

#### 3.6.4 CUARTA ETAPA: Procedimiento para el manejo de las muestras:

##### a) Recolección

La recolección de los residuos de los predios participantes se realizó por un periodo de 8 días, teniendo en cuenta los horarios, durante los cuales se recolectaban las bolsas de residuos y se entregaban en su lugar unas nuevas. Cada una de estas bolsas era codificada.

##### b) Traslado

Una vez recolectadas las muestras estas eran trasladadas al punto de acopio respectivo en la unidad vehicular asignada.

##### c) Descarga

En el punto de acopio las muestras se descargan asegurando que no queden residuos en la unidad vehicular.

#### 3.6.5 QUINTA ETAPA: Procedimiento para el análisis de las muestras

a) **Pesaje:** Debe realizarse por tipos de generadores y fuentes de generación, teniendo en cuenta los códigos de las bolsas. Se recomienda que para registrar los valores obtenidos del pesaje de las bolsas. se recomienda que, para registrar los valores obtenidos del pesaje de las bolsas, en el formato previamente definido, los operarios mencionen en voz alta los códigos de las bolsas ante de colocarlos en la balanza.

b) **Densidad de residuos sólidos:** La medición de la densidad debe realizarse por tipo de generadores y fuentes de generación, para lo cual se recomienda que:

- Paso 01: Se Verifico la cantidad de bolsas pesos anotados.
- Paso 02: Se contó con un cilindro de aproximadamente 200 l con lados homogéneos tomar la medida de diámetro y altura.
- Parte 03: Se colocó el contenido de las bolsas en un cilindro, dejando libre aproximadamente 10 cm de altura, de tal forma que facilite la manipulación del cilindro.

- Paso 4: Se levantó el cilindro hasta aproximadamente 10 cm a 15 cm de altura y dejar caer, repetir esta acción 03 veces.
  - Paso 05: Se midió la altura libre del cilindro.
  - Paso 06: Tomo nota de los datos de altura y los pesos de las bolsas en la hoja de registro.
  - Paso 07: Se repitió el procedimiento con las bolsas seleccionadas.
- c) Composición de residuos sólidos: El muestreo de residuos sólidos para la composición física se debe llevar a cabo en el lugar en el que se realiza el pesaje de los residuos sólidos, para esta es importante seguir el siguiente procedimiento:
- Paso 01: Se aseguró la disponibilidad y uso de equipos de protección personal.
  - Paso 02: Se verifico que las bolsas o residuos o provenientes del análisis de la densidad, se encuentran codificadas y separadas de acuerdo al tipo de generador y fuentes de generación de donde provienen.
  - Paso 03: Los residuos contenidos en las bolsas se vierten formando una aglomeración, esto con el fin de hacer que la muestra sea homogénea.
  - Paso 04: Si el volumen de residuos es grande, se dividió en 4 partes (cuarteo) y se eligen las 2 partes opuestas y nuevamente se forma un aglomerado más pequeño, este se vuelve a mezclar y dividir en 4 partes.
  - Paso 05: Se segrego cada tipo de residuos sólidos de acuerdo a las señales en la matriz, distribuyéndolos en las bolsas usadas para la recolección de los residuos sólidos.
  - Paso 06: Se pesó cada una en las bolsas con los residuos sólidos segregados en su interior y registrar los datos en la ficha de registros de peso.

### **3.6.6 Diseño del relleno sanitario manual**

Para la propuesta de diseño del relleno sanitario manual se tomó como referencia lo establecido en la guía del Ministerio del Ambiente titulada ("GUIA

### 3.6.6.1 Cálculo de la cantidad de residuos a disponer

De acuerdo a la guía del MINAM para hacer la proyección de residuos sólidos que serán vertidos en el relleno sanitario manual, es necesario conocer la cantidad de población que se beneficiará del proyecto como: cantidad de habitantes y tasa de crecimiento de la población y la generación de residuos por habitante por día.

- a. Crecimiento poblacional: Se utilizó la formula siguiente:

*Ecuación 6. Crecimiento poblacional*

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

Donde:

Pf = Población futura

Po = Población actual

r = Tasa de crecimiento de la población

n = (t final – t inicial) intervalo en años

Donde t = variable tiempo (en años)

- b. Generación per cápita de residuos: Este es resultado del estudio de caracterización de residuos sólidos en la zona, el cual variará según los hábitos de consumo y las condiciones socioeconómicas de la población.

*Ecuación 7. Generación per cápita de residuos*

$$Gpc \text{ (Kg/hab/día)} = CRR \text{ (kg)} / Pob \text{ (Hab)}$$

Donde:

Gpc = Generación per cápita (Kg/hab/día)

CRR = Cantidad de residuos recolectados (kg)

Pob = Población (Nº Hab)

c. Cálculo de la capacidad útil del relleno

Para determinar la capacidad y área o tamaño mínimo del terreno destinado a la infraestructura y relleno se realizó la estimación teniendo en cuenta la siguiente información:

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

d. Cálculo de la vida útil

Para poder contar con un periodo de uso mínimo de cinco años la capacidad del área de terreno tiene que permitir que la vida útil de este sea compatible con la gestión, obras de infraestructura y costos de implementación.

### 3.7. Materiales y/o instrumentos

Los materiales y equipos utilizados para el estudio se detallan en el siguiente cuadro.

Tabla 7.

Materiales y equipos a utilizarse en el estudio.

<b>Material o equipo</b>	<b>Finalidad</b>	<b>Especificaciones</b>
<b>Bolsas</b>	Para almacenamiento de residuos en los predios participante	Capacidad desde 40 l Espesor desde 50 $\mu$ m
	Para el muestreo de análisis de humedad	Bolsas herméticas de capacidad de kg
<b>Balanza digital</b>	Para pesaje de las muestras de residuos	Registro de peso hasta 100 kg y nivel de precisión 0,50 g
<b>Cilindros</b>	Para la estimación de la densidad de los residuos sólidos	Metal o plástico de medidas uniformes (con una capacidad aproximada a 200l)
<b>Manta de segregación</b>	Para la segregación de residuos sólidos y proteger el piso durante el estudio de las muestras de los residuos sólidos, así como asegurar que las muestras de los	De polietileno, espesor entre 2 $\mu$ m y 2,5 $\mu$ m. Se recomienda como mínimo medidas de 04 m X 04m.

	residuos sólidos no se contaminen con tierra (en caso el piso sea de suelo natural) u otros materiales ajenos.	
<b>Wincha</b>	Para la estimación de la densidad de los residuos sólidos.	Longitud mínima de 3 m
<b>Caja hermética (cooler o caja de tecnopor)</b>	Para el traslado y conservación de las muestras para la determinación de la humedad de los residuos sólidos. Se recomienda cumplir con todas las especificaciones dadas por el laboratorio que realizara el análisis de humedad correspondiente.	Dimensiones mínimas de 0,25m (ancho), 0.35m (largo) y 0,25 m (altura )

Fuente: (GUIA PARA LA CARACTERIZACION DE RESIDUOS SOLIDOS, 2019)

Tabla 8.

Materiales de Útiles de escritorio

Útiles de escritorio	Finalidad
<b>Plumones indelebles</b>	Para el desarrollo de estudio de campo
<b>Lapiceros</b>	
<b>Plumones para pizarra acrílica</b>	
<b>Tijera</b>	
<b>Cinta adhesiva</b>	
<b>Engrapador</b>	
<b>Tableros , entre otros</b>	

Herramientas y materiales para limpieza	Para la limpieza del espacio que se ha utilizado para el estudio de las muestras de los residuos sólidos.
<b>Escobas</b>	
<b>Recogedores</b>	
<b>Lampas</b>	
<b>Detergente</b>	
<b>Lejía , entre otros</b>	
<b>Útiles de aseo personal y botiquín</b>	Para la limpieza y cuidado del personal de campo.
<b>Computadora</b>	Para el cálculo de los parámetros y elaboración del estudio
<b>Cámara fotográfica</b>	Para el registro fotográfico de todas las etapas para el desarrollo del estudio.

Fuente: (GUIA PARA LA CARACTERIZACION DE RESIDUOS SOLIDOS, 2019)

#### **Equipos de protección personal e indumentaria:**

Los equipos de protección personal que se requerirán mínimamente son los siguientes:

Tabla 9.

#### Equipos de protección personal e indumentaria

Materiales o equipos	Especificaciones
<b>Mascarilla</b>	Con bandas elásticas pre – estirables, ajustables a la nariz y con filtro que proteja de partículas, barberias y vapores orgánicos.
<b>Guantes</b>	Blandos , de nitrilo y neopreno
<b>Mandiles</b>	Material de plástico tipo PVC que cubra hasta debajo de la rodilla

<b>Uniforme</b>	Material transpirable según la medida antropométricas de los operarios. También se deberá tener en cuenta las condiciones geográficas y climatológicas de la región.
<b>Gorra</b>	Que cubra todo el cabello y material debe ser según las condiciones climatológicas de la región.
<b>Lentes de seguridad</b>	Transparente, antiralladura,

Fuente: (GUIA PARA LA CARACTERIZACION DE RESIDUOS SOLIDOS, 2019)

## **CAPITULO IV RESULTADOS**

### **4.1. Resultados**

El resultado del estudio de caracterización que se realizó estará dividido en dos partes: Domiciliarios y No Domiciliarios.

#### **4.1.1 Generación Domiciliaria**

La generación per- cápita de los residuos sólidos en el distrito de Cairani, es de 0.32 kg/hab/día ha sido determinado en el estudio de Caracterización que duro 8 días, lo cual el primer día se descartó.

Tabla 10.

La Generación Per- Cápita (GPC) de los residuos sólidos Domiciliarios del Distrito de Cairani

N° de vivienda	Código	Número de habitantes	Generación de Residuos Sólidos Domiciliaria								Validación si están todos los datos	Generación per cápita <sup>1</sup> 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	I-A-01	2	0.79	0.21		0.16	0.41	0.56		1.03	OK	0.24
2	I-A-02	1	1.32	0.32	0.08	0.12	0.19	0.33		0.15	OK	0.20
3	I-A-03	3	1.62	2.40	0.44		2.08		1.17	0.61	OK	0.45
4	I-A-04	6	4.33	3.63	2.74	1.86	2.17	2.92	0.78	1.10	OK	0.36
5	I-A-06	5	2.33	3.18	2.52	0.93	1.86		1.23	2.58	OK	0.41
6	I-A-07	3		0.58		0.33	0.68	0.75			OK	0.19
7	I-A-08	4	3.12	0.21	1.49			0.80	1.19		OK	0.23
8	I-A-09	1	1.80	0.75		0.63	0.04	0.16	0.21	0.29	OK	0.34
9	I-A-11	1	3.21	0.51	0.29	0.18	0.48	0.18	0.36		OK	0.33
10	I-A-12	4	1.65	2.69	0.45	1.38	0.59	2.21	0.77	0.89	OK	0.32
11	I-A-13	3	2.33		1.24	0.79		1.00	0.59		OK	0.30
12	I-A-14	2	0.43	0.56	0.48		0.24	0.64		1.12	OK	0.30
13	I-A-15	2	0.27	1.97	0.17		0.63	0.16	0.38	0.72	OK	0.33
14	I-A-16	1		1.09	0.25	0.23	0.06				OK	0.41
15	I-A-17	3	2.25	1.29	1.05	0.86	0.49	1.77	0.92	0.46	OK	0.32
16	I-A-19	3	0.88	1.56	2.85	0.56		1.53	0.73	0.39	OK	0.42
17	I-A-21	2	3.44	1.02	0.44	0.62	0.22		0.61	0.38	OK	0.27
18	I-A-22	3	0.38	0.89	0.31		1.09	0.83	0.45		OK	0.24
19	I-A-23	4	7.32	1.36		1.01		4.01		0.45	OK	0.43
20	I-A-24	5				0.85	1.24	4.79	0.53	2.80	OK	0.41
21	I-B-25	5	2.17	0.92	2.77		1.87	1.02			OK	0.33
22	I-B-26	2	1.93	1.03	0.17	0.55	0.27			0.63	OK	0.26
23	I-B-27	3		1.96			0.66	1.21	0.92		OK	0.40
24	I-B-28	3	1.77	0.57		0.62		0.77	1.56		OK	0.29
25	I-B-29	2	1.39	0.37	0.50		0.46		0.22		OK	0.19
26	I-B-30	5			3.69	1.06	1.33	3.19		0.79	OK	0.40
27	I-B-31	4		3.94		0.49	2.34	0.56		0.76	OK	0.40
28	I-B-32	3	0.72	1.44	0.28	0.48	0.93		0.44	0.86	OK	0.25
29	I-B-33	5	6.32	2.05	2.14	1.30		1.53	1.33		OK	0.33
30	I-B-35	3	2.17	0.70	1.73	1.75	0.74	0.63	0.56	0.42	OK	0.31
31	I-B-36	4	1.70	2.14			0.41	0.51		1.81	OK	0.30
32	I-C-39	6	0.09	2.48	0.89	1.26	4.47		0.82	1.15	OK	0.31
33	I-C-40	4	3.67	1.62	2.08		0.82	0.67	0.49	0.32	OK	0.25
34	I-C-41	4	5.27	1.53	0.76	1.14	1.26	1.24	0.45	1.10	OK	0.27
35	I-C-42	2	3.12		0.58	0.13	0.48	0.20	2.08	0.63	OK	0.34
36	I-C-43	3		1.70	0.48		0.77		0.66	1.19	OK	0.32
37	I-C-44	2	1.67	1.01	0.50	0.12	0.23	0.45		0.68	OK	0.25
38	I-C-45	2	2.31	1.42	0.37		0.71	0.63	0.57		OK	0.37
39	I-C-46	2			0.47	0.13	1.90	0.54			OK	0.38
40	I-C-47	2	4.33		1.13	0.45			0.75	0.15	OK	0.31
41	I-C-48	1	2.18	0.56	0.19	0.16	0.40	0.18			OK	0.30
42	I-D-50	3	0.56	0.87	0.78		0.92		1.79		OK	0.36
43	I-D-51	2	1.23	0.71	0.91	0.70	0.15	1.72			OK	0.42
44	I-D-52	2			0.38	0.90		0.68	1.80	0.66	OK	0.44
45	I-D-53	2		1.28	1.15		0.65	0.37	0.29		OK	0.37
46	I-D-54	6	8.55	0.63	2.12	2.18	1.20		2.08		OK	0.27
47	I-D-55	2	0.61			0.95	0.35	0.48		0.72	OK	0.31
48	I-D-57	3	0.32	0.81	1.65	1.23			0.70	1.88	OK	0.42
49	I-D-58	2	3.87		0.74	0.34	0.68			1.73	OK	0.44
50	I-D-59	3	0.82		0.54	2.19	1.45	0.90	1.73		OK	0.45
51	I-D-60	2		0.62	0.51	0.66	0.04			0.73	OK	0.26
52	I-C-61	2	1.34	0.44	0.39		0.41	0.62	1.13	0.41	OK	0.28
53	I-C-62	5	0.31	1.16		0.51	1.82	0.72	1.69	1.34	OK	0.24
54	I-C-64	6	0.32	2.15	0.81	1.46		0.59	1.72	0.99	OK	0.21
55	I-C-65	4	0.94		0.65	0.45		1.19		2.73	OK	0.31
56	I-C-66	6	3.22	2.33		1.52	1.08		2.14	2.38	OK	0.31
Generación per cápita domiciliaria del estrato												0.32
Nota: El peso de los residuos sólidos del primer domingo (Día 0) se registran pero no se utilizan para el cálculo.												
<sup>(1)</sup> Generación per cápita para cada vivienda: $GPC_i = \frac{\text{Día 1} + \text{Día 2} + \text{Día 3} + \text{Día 4} + \text{Día 5} + \text{Día 6} + \text{Día 7}}{\text{Número de habitantes} \times 7 \text{ días}}$												

Fuente: Elaboración Propia

En el Tabla N° 10 se muestra los datos recopilados para el Distrito de Cairani, lo cual se dividió por 4 zonas (A, B, C, D) es por ello que la zona A es la capital (Cairani), la zona B el centro de Calacala, zona C es el Centro Poblado de Yarabamba y la zona D es el Centro Poblado de Ancocala. Se realizó la recolección diariamente durante 8 días en todo el distrito un total de 60 muestras lo cual las 4 muestras no estuvieron en su domicilio obteniendo un promedio total de la GPC de 0.32 kg/hab/día.

#### 4.1.2. Generación per cápita de los residuos sólidos para el año 2024

Tabla 11.

La GPC de los residuos sólidos domiciliarios en los siguientes periodos

Población	GPC	Proyección (TM) 2024		
		Diaria (Ton/día)	Mensual (Ton/mes)	Anual (Ton/año)
1310	0.32	0.44	13,2	158,6

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 11 se calculó la generación per- cápita de los residuos sólidos domiciliarios para el año 2024 que es 0.44 Ton/día de manera diaria, 13.2 Ton/día de manera mensual, 158.6 Ton/año de manera anual.

#### 4.1.3. Densidad de los residuos sólidos domiciliarios

La densidad en el Distrito de Cairani de los residuos sólidos domiciliarios es de 155,33 kg/m<sup>3</sup>, presentada en el siguiente cuadro:

Tabla 12.

## Densidad de los Residuos Sólidos de todo el Distrito

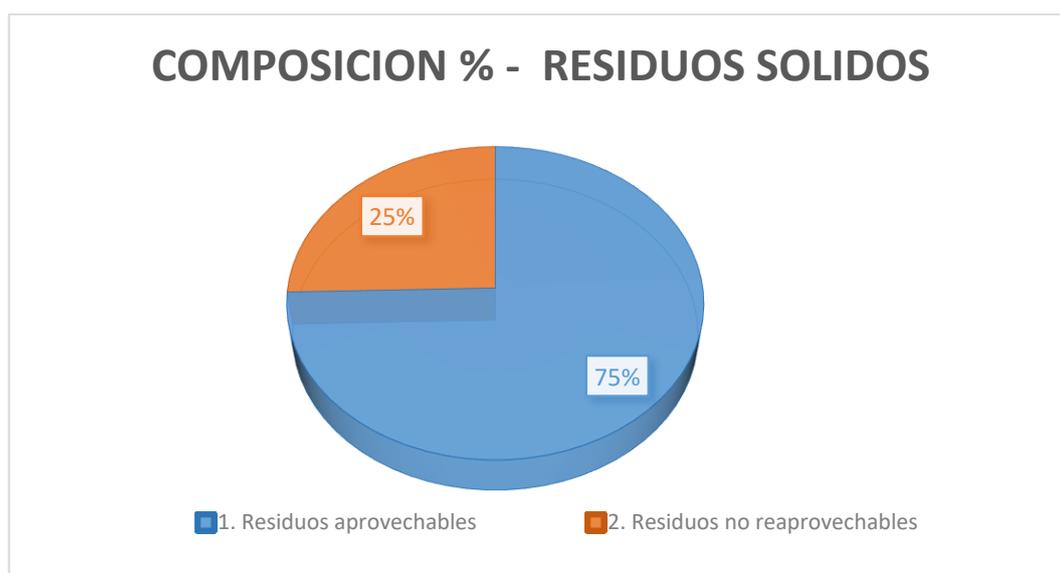
PARÁMETRO	DENSIDAD DIARIA (kg/m <sup>3</sup> )							DENSIDAD PROMEDIO kg/m <sup>3</sup>
	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6	DIA 7	
DENSIDAD (S)	197.24	116.11	143.51	159.96	154.81	143.81	171.90	155.33

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 12 Se tuvo como resultado la densidad de la cantidad de masa de un determinado volumen expresada en kg/m<sup>3</sup> en un periodo de 7 días en el distrito de Cairani, aplicando la metodología de la Guía de Caracterización de Residuos sólidos Municipales del MINAM, visualizando el mínimo de los 7 días es el día 2 con 116,11kg/m<sup>3</sup> y el máximo el Día 01 con 197,24 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 Cairani predominan:

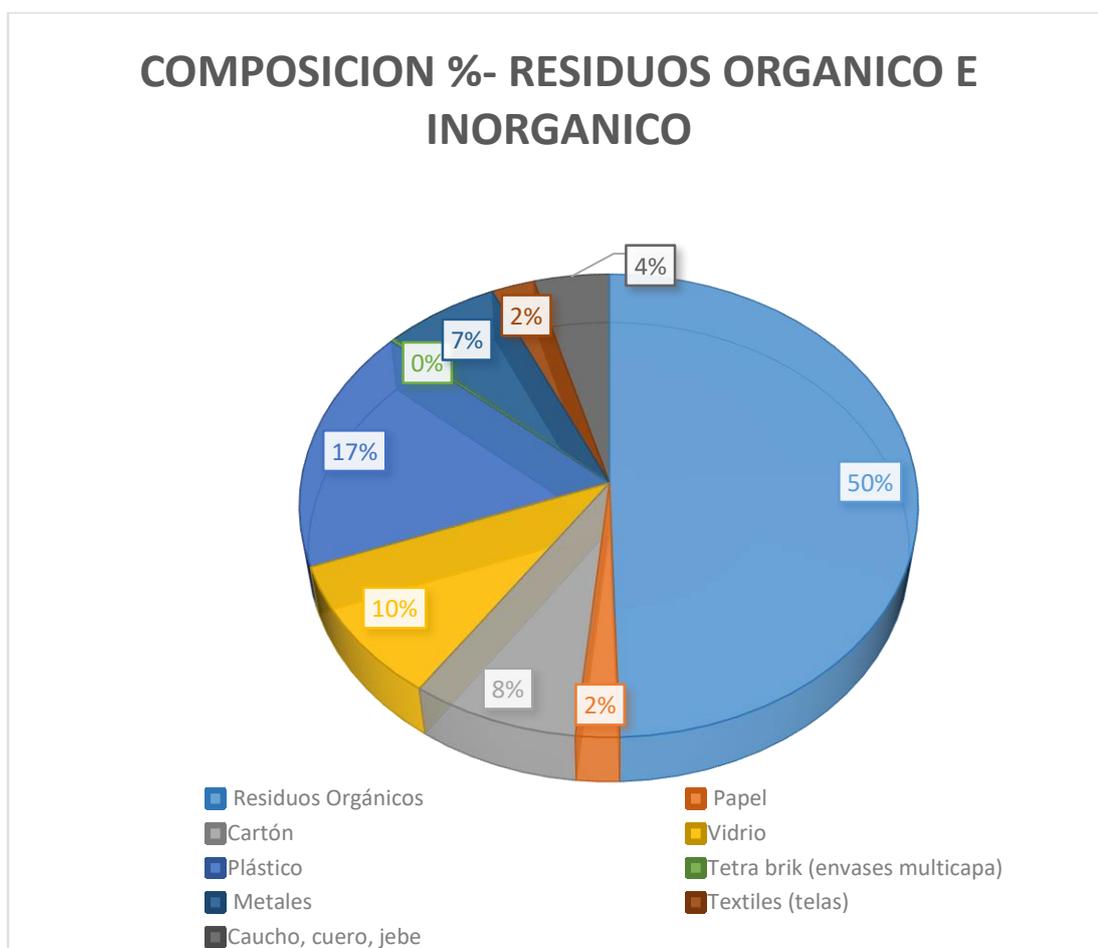


**Figura 1 .** Composición Física de los residuos sólidos Domiciliarios – porcentual del Distrito de Cairani

**Fuente:** Elaboración Propia

Al hacer el estudio de caracterización se determinó la composición de los tipos de residuos sólidos Domiciliarios, se determinó la composición porcentual de cada tipo de residuo No aprovechable, Residuo aprovechable contemplado en la Guía de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales, en los residuos Aprovechables se tuvo el máximo porcentaje de 75%, y el mínimo fue el Residuo No Aprovechable de 25 %.

✓ **Generación de residuos orgánicos e inorgánicos – Domiciliarios**



**Figura 2.** Composición Física de los residuos orgánicos e inorgánicos Domiciliarios – Aprovechables, porcentual del Distrito de Cairani.

**Fuente:** Elaboración Propia

Al hacer el estudio de caracterización se determinó la composición de los residuos Aprovechables, se determinó la composición porcentual de cada tipo de residuo contemplado en la Guía de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales, en los residuos Inorgánicos es de 50%, Residuos de plástico es de 17%, los residuos de vidrio es de 10% , los otros residuos como cartón es de 8% , los metales que son

7 %, el caucho, cuero, jebe es de 4%, textil es de 2%, y el ultimo es el papel que es de 2 %.

✓ **Generación de residuos no aprovechables – Domiciliario**



**Figura 3.** Composición Física de los residuos No aprovechables Domiciliarios – porcentual del Distrito de Cairani.

**Fuente:** Elaboración Propia

Al hacer el estudio de caracterización se determinó la composición de los residuos No Aprovechables, se determinó la composición porcentual de cada tipo de residuo contemplado en la Guía de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales, en los residuos Inorgánicos resulto que los Residuos de Residuos inertes ( tierra , piedra cerámicos, ladrillos, entre otros ) es de 34%, las Bolsas Plásticas de un solo uso es de 31%, los residuos sanitarios (Papel higiénico, pañales, toallas sanitarias, excretas de mascotas) es de 16 % , los otros residuos no categorizados es de 11% , las pilas que son 3 % , residuos de medicamentos 2%, el tecnopor es de 2%, y el ultimo es las envolturas de snacks, galletas, caramelos, entre otros que es de 1 %.

#### 4.1.5. Composición física de los residuos domiciliarios Humedad de los Residuos Sólidos Domiciliarios

El resultado de Humedad de los residuos sólidos domiciliarios alcanzó un valor de 68%, lo que significa que tiene un elevado porcentaje de líquidos lixiviados provenientes principalmente de materia orgánica.

#### 4.2. Generación per – Cápita de los residuos sólidos No Domiciliarios.

El resultado que se obtuvo de las muestras se presenta por cada tipo de residuos sólidos no domiciliarios (restaurantes, instituciones educativas, Instituciones Públicas, barrido de calles).

##### 4.2.1. Generación de residuos No domiciliarios

##### 4.2.1.1. Generación No domiciliarios Restaurantes.

La generación de residuos sólidos no domiciliarios en los restaurantes del distrito de Cairani, lo cual detallaremos cuanto genera por día cada restaurante:

Tabla 13.

Generación de Residuos Sólidos No domiciliarios de los Restaurantes.

Fuente: elaboración propia

N°	Código	Días que labora en la semana	Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Promedio (kg/día)	Promedio corregido (Kg/día)	Total de generadores	Generación total (Kg/día)
1	R-001	5		1.26	1.28	1.23	2.01	1.02			1.36	0.97	3	
2	R-002	5		2.56	1.02	0.62	0.48	2.04			1.34	0.96		
			<b>TOTAL</b>											
													0.97	
														2.90

En la Tabla N°13 se observa la generación de los residuos sólidos no domiciliarios de las Instituciones Educativas, el total por fuente de generación de

las Restaurantes es de 2.90 Kg/día, ya que los funcionamientos de los restaurantes solo atienden 5 días.

#### 4.2.1.2. Generación No domiciliarios – Tiendas.

La generación de residuos sólidos no domiciliarios en los restaurantes del distrito de Cairani, lo cual detallaremos cuanto genera por día cada tienda:

Tabla 14.

Generación de Residuos Sólidos No domiciliarios de los Tienda.

Código	Días que labora en la semana	Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Verificación	Promedio (kg/día)	Promedio corregido (Kg/día)	Total de generadores	Generación total (Kg/día)	
1	EC-1	7	2.50	2.80	1.13	0.78	0.58	1.35	0.05	0.62	OK	1.04	1.04	7	
2	EC-2	7	1.20	1.50	0.46	1.44	0.66	0.02	0.45	1.09	OK	0.80	0.80		
3	EC-3	5		0.69	1.10	0.69	0.91	0.79			OK	0.84	0.60		
4	EC-4	5		0.70	1.25	0.25	0.28	0.02			OK	0.50	0.36		
5	EC-5	7	2.89	2.54	0.58	2.52	0.09	0.85	0.02	0.85	OK	1.06	1.06		
6	EC-6	7	2.50	0.65	0.20	2.21	0.36	0.20	0.08	0.45	OK	0.59	0.59		
7	EC-7	5		0.50	0.16	0.92	0.71	0.84			OK	0.63	0.45		
			<b>TOTAL</b>											0.70	
													7	4.91	

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla N° 14 se observa la generación de los residuos sólidos no domiciliarios De las tienditas, que atienden los 7 días de la semana, el total por fuente de generación de las Tiendas es de 4.91 Kg/día.

#### 4.2.1.3. Generación No domiciliarios – Instituciones Públicas.

La generación de residuos sólidos no domiciliarios en los restaurantes del distrito de Cairani, lo cual detallaremos cuanto genera por día cada institución Pública:

Tabla 15.

Generación de Residuos Sólidos No domiciliarios de las Instituciones Públicas.

N°	Código	Días que labora en la semana	Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Verificación	Promedio (kg/día)	Promedio corregido (Kg/día)	Total de generadores	Generación total (Kg/día)
1	IPP-1	7	0.08	2.20	3.11	0.78	2.01	1.02	0.48	0.62	OK	1.46	1.46	5	
2	IPP-2	7	0.06	2.01	2.56	0.14	0.66	0.83	0.75	1.09	OK	1.15	1.15		
3	IPP-3	7	0.20	0.89	0.58	0.20	0.04				OK	0.43	0.43		
4	IPP-4	6	0.56	1.39	0.45	0.15	22.28	0.53			OK	0.43	0.36		
5	IPP-5	5		2.56	1.23	2.54	1.56	0.45			OK	1.67	1.19		
<b>TOTAL</b>													0.92	5	4.59

Fuente: Elaboración Propia

En el Tabla N° 15 se observa la generación de los residuos sólidos no domiciliarios De las tienditas, el total por fuente de generación de las Tiendas es de 4.59 Kg/día.

#### 4.2.1.4. Generación No domiciliarios – Instituciones Educativas.

La generación de residuos sólidos no domiciliarios en los restaurantes del distrito de Cairani, lo cual detallaremos cuanto genera por día cada institución Educativas:

Tabla 16.

Generación de Residuos Sólidos No domiciliarios de las Instituciones Educativas.

N°	Código	Días que labora en la semana	N°. total de alumnos, profesores y personal administrativo	Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Verificación	Promedio (kg/persona/día)	Promedio corregido (Kg/persona/día)	Total de generadores (alumnos, profesores y personal administrativo) en el distrito	Generación total (Kg/persona/día)
1	IE-01	5	13	6.23	1.25	2.80	8.97	5.09	1.74			OK	0.31	0.22		
2	IEI-02	5	1	0.87	0.25	0.02	0.08	0.02	0.03			OK	0.08	0.06		
3	IEI-03	5	2	1.05	0.03	0.03	1.48	0.59	0.79			OK	0.29	0.21		
<b>TOTAL</b>														0.16	53	8.52

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 16 Se tuvo como resultado la Generación per- cápita de los residuos no Domiciliarios en Instituciones Educativas, en un periodo de 6 días en el distrito de Cairani, aplicando la metodología de la Guía de Caracterización de Residuos sólidos Municipales del MINAM, visualizando en la Generación Total es de 8.52kg/m<sup>3</sup>.

#### 4.2.1.5. Generación No domiciliarios – Barrido de Calles.

La generación de residuos sólidos no domiciliarios en los restaurantes del distrito de Cairani, lo cual detallaremos cuanto genera por día en Barrido de Calles en el Distrito:

Tabla 17.

Generación de Residuos Sólidos No domiciliarios por Barrido de Calles.

N°	Código	Numero días que se brindan el servicio en la semana	Km lineales de la Ruta	Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Verificación	Promedio (kg/persona/día)	Promedio corregido (kg/persona/día)	Total de Km lineales que se barren en el distrito	Generación total (kg/persona/día)
1	B-001	5	2		5.56	5.53	4.40	3.53	5.50			OK	2.45	1.75		
					TOTAL									1.75		
															4	7.01

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 17 Se tuvo como resultado la Generación per- cápita de los residuos no Domiciliarios por barrido de calles, en un periodo de 5 días en el distrito de Cairani, aplicando la metodología de la Guía de Caracterización de Residuos sólidos Municipales del MINAM, visualizando en la Generación Total es de 7.01.kg/m<sup>3</sup>.

#### 4.2.2. Densidad de residuos No domiciliarios

La densidad en el Distrito de Cairani de los residuos sólidos No domiciliarios de los Restaurantes, Tiendas, Instituciones Públicas, Instituciones Educativas, Barrido de Calles son las siguientes

##### 4.2.2.1. Densidad de los No Domiciliarios – Restaurantes

La densidad de los Residuos Sólidos No Domiciliarios de los Restaurantes del Distrito de Cairani presentada en el siguiente cuadro son:

Tabla 18.

Densidad de los Residuos Sólidos No domiciliarios – Restaurantes.

PARÁMETRO	DENSIDAD DIARIA (kg/m <sup>3</sup> )							DENSIDAD PROMEDIO kg/m <sup>3</sup>
	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6	DIA 7	
DENSIDAD (S)	16.81	10.12	38.90	60.84	72.39	0.00	0.00	39.81

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 18 Se tuvo como resultado la densidad de los Restaurantes, la cantidad de masa de un determinado volumen, en un periodo de 5 días en el distrito de Cairani, aplicando la metodología de la Guía de Caracterización de Residuos sólidos Municipales del MINAM, visualizando la Densidad Promedio es de 39, 89 Kg/m<sup>3</sup>.

##### 4.2.2.2. Densidad de los No Domiciliarios – Tiendas

La densidad de los Residuos Sólidos No Domiciliarios de las Tiendas del Distrito de Cairani presentada en el siguiente cuadro son:

Tabla 19.

Densidad de los Residuos Sólidos No domiciliarios – Tiendas.

PARÁMETRO	DENSIDAD DIARIA (kg/m <sup>3</sup> )							DENSIDAD PROMEDIO kg/m <sup>3</sup>
	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6	DIA 7	
DENSIDAD (S)	400.88	88.06	193.35	57.16	122.40	1.68	52.00	130.79

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 19 Se tuvo como resultado la densidad de las tiendas, la cantidad de masa de un determinado volumen expresada en kg/m<sup>3</sup> en un periodo de 7 días en el distrito de Cairani, aplicando la metodología de la Guía de Caracterización de Residuos sólidos Municipales del MINAM, visualizando la Densidad Promedio es de 139, 79 Kg/m<sup>3</sup>.

#### 4.2.2.3. Densidad de los No Domiciliarios – Instituciones Públicas

La densidad de los Residuos Sólidos No Domiciliarios de las Instituciones Públicas del Distrito de Cairani presentada en el siguiente cuadro son:

Tabla 20.

Densidad de los Residuos Sólidos No domiciliarios –Instituciones Públicas.

PARÁMETRO	DENSIDAD DIARIA (kg/m <sup>3</sup> )							DENSIDAD PROMEDIO kg/m <sup>3</sup>
	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6	DIA 7	
DENSIDAD (S)	51.89	165.11	-18.09	483.52	51.07	25.61	55.54	119.53

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 20 Se tuvo como resultado la densidad de las Instituciones Públicas de la cantidad de masa de un determinado volumen expresada en kg/m<sup>3</sup> en un periodo de 7 días en el distrito de Cairani, aplicando la metodología de la Guía de Caracterización de Residuos sólidos Municipales del MINAM, visualizando la Densidad Promedio es de 119, 53 Kg/m<sup>3</sup>.

#### **4.2.2.4. Densidad de los No Domiciliarios – Instituciones Educativas**

La densidad de los Residuos Sólidos No Domiciliarios de las Instituciones Educativas del Distrito de Cairani presentada en el siguiente cuadro son:

Tabla 21.

Densidad de los Residuos Sólidos No domiciliarios – Instituciones Educativas.

PARÁMETRO	DENSIDAD DIARIA (kg/m <sup>3</sup> )							DENSIDAD PROMEDIO kg/m <sup>3</sup>
	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6	DIA 7	
DENSIDAD (S)	37.65	59.34	52.29	420.77	46.19	0.00	0.00	173.09

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 21 Se tuvo como resultado la densidad de las Instituciones Educativas de la cantidad de masa de un determinado volumen expresada en kg/m<sup>3</sup> en un periodo de 5 días en el distrito de Cairani, aplicando la metodología de la Guía de Caracterización de Residuos sólidos Municipales del MINAM, visualizando la Densidad Promedio es de 173,09 Kg/m<sup>3</sup>.

#### **4.2.2.5. Densidad de los No Domiciliarios – Barrido de Calles**

La densidad de los Residuos Sólidos No Domiciliarios del Barrido de calles del Distrito de Cairani presentada en el siguiente cuadro son:

Tabla 22.

Densidad de los Residuos Sólidos No domiciliarios – Barrido de calle.

PARÁMETRO	DENSIDAD DIARIA (kg/m <sup>3</sup> )							DENSIDAD PROMEDIO kg/m <sup>3</sup>
	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6	DIA 7	
DENSIDAD (S)	57.06	51.01	74.62	136.50	45.11	0.00	0.00	85.41

Fuente: Elaboración Propia

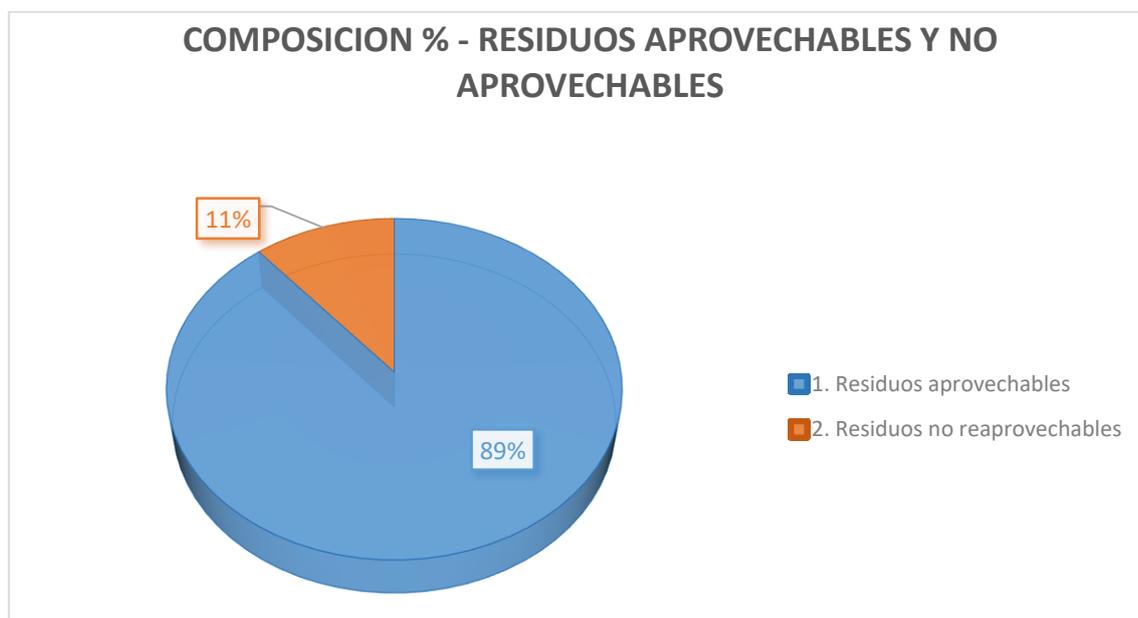
En la tabla 21 Se tuvo como resultado que la densidad del Barrido de calles de la cantidad de masa de un determinado volumen expresada en  $\text{kg}/\text{m}^3$  en un periodo de 5 días en el distrito de Cairani, aplicando la metodología de la Guía de Caracterización de Residuos sólidos Municipales del MINAM, visualizando la Densidad Promedio es de 85, 41  $\text{Kg}/\text{m}^3$ .

#### 4.2.3. Composición de los residuos No Domiciliarios

##### 4.2.3.1. Composición No domiciliaria – Restaurante

En la composición física de los residuos sólidos No domiciliarios del distrito de Cairani predominan:

##### ✓ Residuos Aprovechables y no aprovechables – Restaurante.



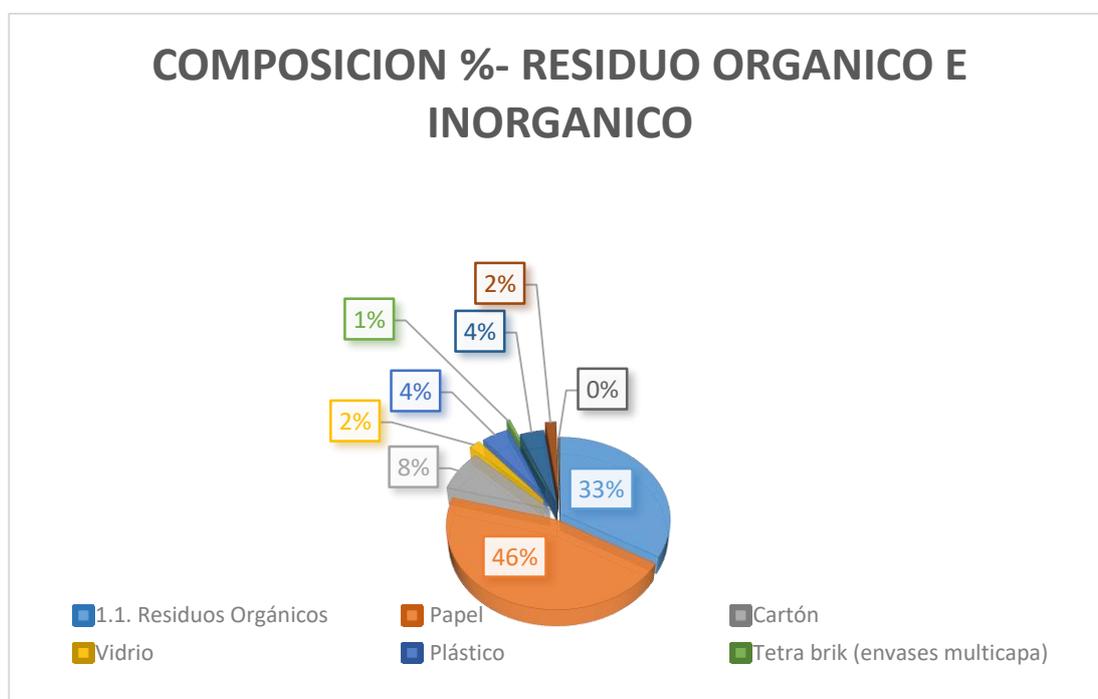
**Figura 4.** Composición Física de los residuos Aprovechable y No Aprovechables No Domiciliarios – Residuos de los Restaurante del Distrito de Cairani

**Fuente:** Elaboración Propia

Al hacer el estudio de caracterización se determinó la composición de los tipos de residuos sólidos no domiciliarios – Restaurantes, se determinó la composición porcentual de cada tipo de residuo aprovechable y No aprovechable contemplado en la Guía de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales, en los residuos

Aprovechables se tuvo el máximo porcentaje de 89%, y el mínimo fue el Residuo No Aprovechable de 11%.

✓ **Residuos Orgánicos e Inorgánicos - Restaurante**



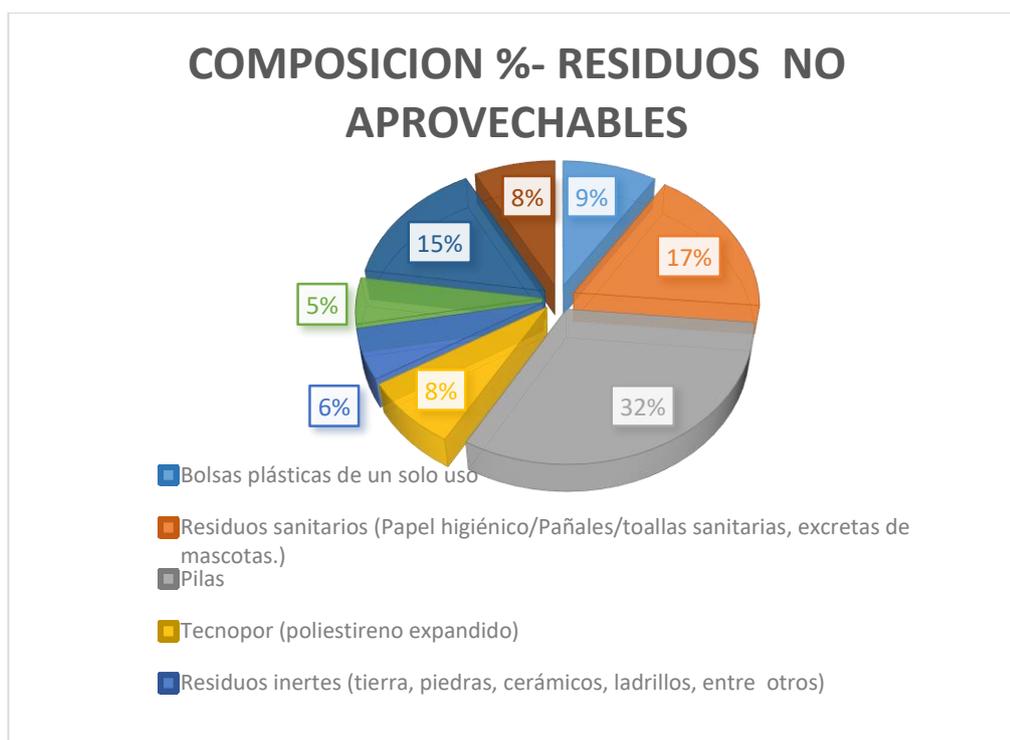
**Figura 5.** Composición Física de los residuos orgánicos e inorgánicos Domiciliarios – Aprovechables, porcentual del Distrito de Cairani.

**Fuente:** Elaboración Propia

Al hacer el estudio de caracterización se determinó la composición de los tipos de residuos sólidos, se determinó la composición porcentual de cada tipo de residuo orgánicos e inorgánicos contemplado en la Guía de Caracterización de Residuos

Sólidos Municipales, en los residuos Aprovechables, se tiene papel de 46%, residuos orgánicos 33 %, el cartón de 8%, los metales y plástico tiene el 4 %, los textiles y vidrio es de 2 %, Tetra Brick es de 1%.

✓ **Residuo No aprovechable - Restaurante**



**Figura 6.** Composición Física de los residuos No Aprovechables No Domiciliarios – porcentual del Distrito de Cairani

**Fuente:** Elaboración Propia

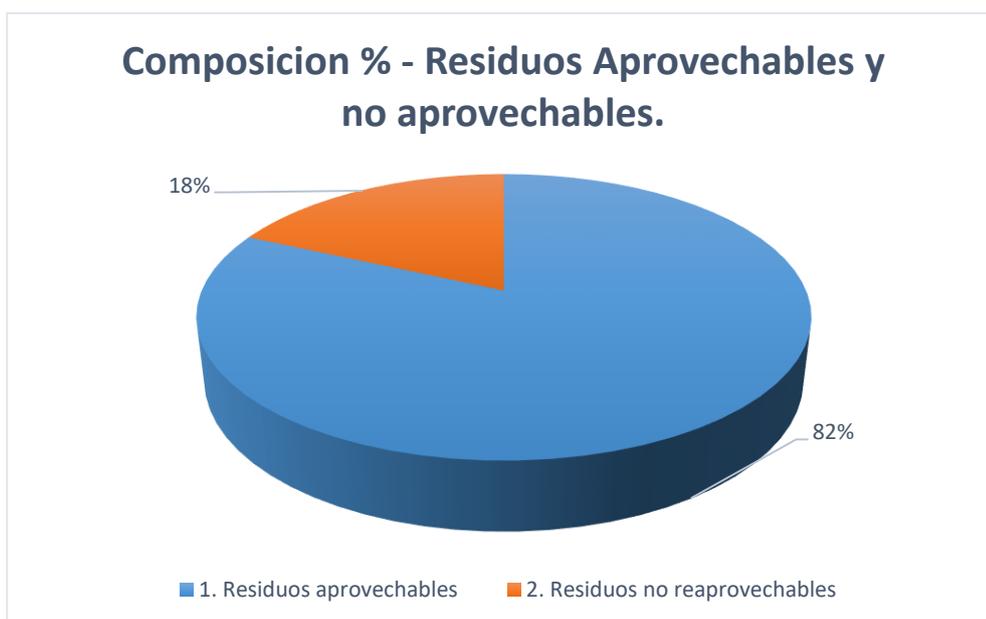
Al hacer el estudio de caracterización se determinó la composición de los tipos de residuos sólidos, se determinó la composición porcentual de cada tipo de residuo No aprovechable de comercios contemplado en la Guía de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales, en los residuos No Aprovecha de residuos sanitarios

es de 39 %, el Residuo No Aprovechable de bolsas plásticas es de 17%, los residuos Inertes es de 15%, en otros no categorizados es de 1%, el tecnopor es de 8%, las envolturas de snacks, galletas , caramelos , entre otros es de 5%, los restos de medicamentos es de 4 %, y el final pilas que es de 1%.

#### 4.2.3.2. Composición No domiciliaria – Tiendas

En la composición física de los residuos sólidos de las tiendas No domiciliarios del distrito de Cairani predominan:

- ✓ **Residuos Aprovechable y no aprovechables – Comercial.**



**Figura 7.** Composición Física de los residuos Aprovechable y No Aprovechables No Domiciliarios – Residuos de las tiendas del Distrito de Cairani.

**Fuente:** Elaboración Propia

Al hacer el estudio de caracterización se determinó la composición de los tipos de residuos sólidos, se determinó la composición porcentual de cada tipo de residuo

No aprovechable Residuo aprovechable contemplado en la Guía de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales, en los residuos Aprovechables se tuvo el máximo porcentaje de 82%, y el mínimo fue el Residuo No Aprovechable de 18%.

✓ **Residuo Orgánico e inorgánico – comercial**

En la composición física de los residuos sólidos de las tiendas No domiciliarios del distrito de Cairani predominan:



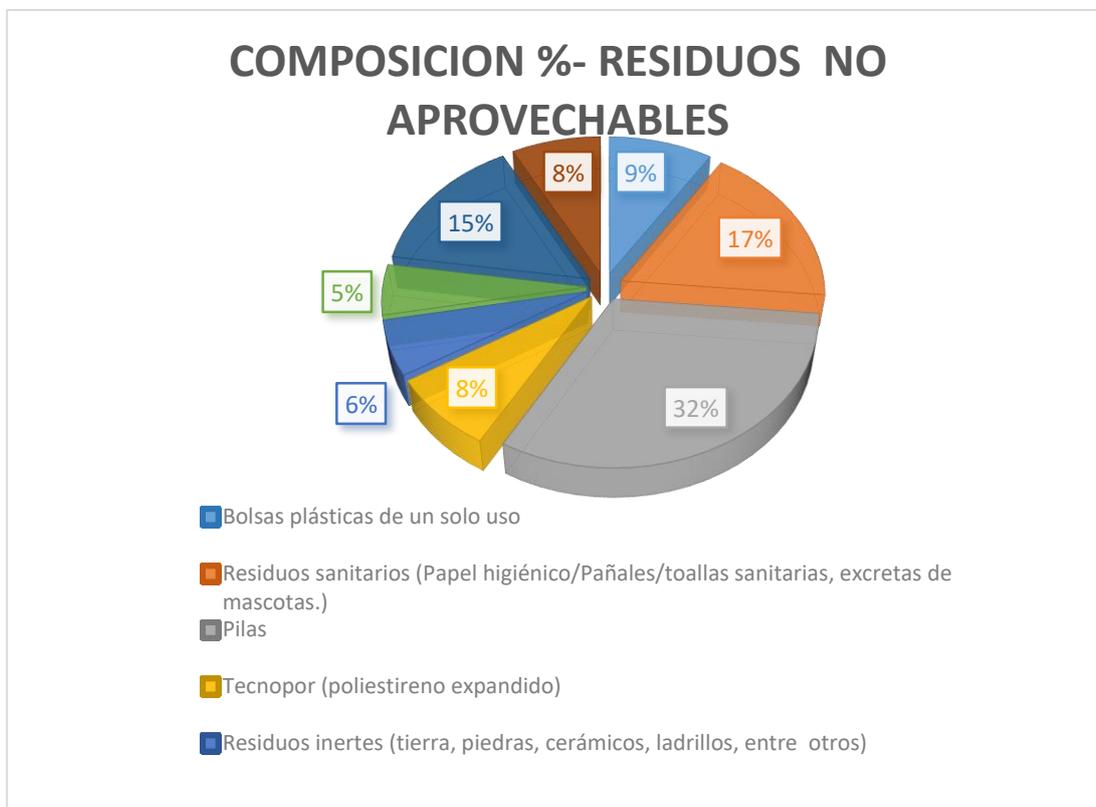
**Figura 8.** Composición porcentual de residuos Orgánicos e inorgánicos de las tiendas del Distrito de Cairani.

**Fuente:** Elaboración Propia

Al hacer el estudio de caracterización se determinó la composición de los tipos de residuos sólidos, se determinó la composición porcentual de cada tipo de residuo aprovechable contemplado en la Guía de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales, en los residuos Aprovechables, el plástico es de 45%, el residuo orgánico es de 19%, el vidrio es de 11 %, los metales de 9%, el papel es de 8%, el cartón es de 7%, el Tetra Brik (envases multicapa)1%.

✓ **Residuo no aprovechable – Tienda**

En la composición física de los residuos sólidos de las tiendas No domiciliarios del distrito de Cairani predominan:



**Figura 9.** Composición Porcentual de los residuos No Aprovechables de las tiendas - No Domiciliario del Distrito de Cairani.

**Fuente:** Elaboración Propia

Al hacer el estudio de caracterización se determinó la composición de los tipos de residuos sólidos, se determinó la composición porcentual de cada tipo de residuo No aprovechable Residuo aprovechable contemplado en la Guía de Caracterización de Residuo No Aprovechable es el residuo de pilas de 32 %, los residuos sanitarios es de 17%, las envolturas de snacks, galletas, caramelos , entre otros es el 15 %, las bolsas de plástico de un solo uso es de 9%, los no categorizados, con el tecnopor es de 8%, los residuos inerte que son de 6%, y por ultimo con los restos de medicamentos que es de 5%.

#### 4.2.3.3. Composición No domiciliaria – Instituciones Publicas

##### ✓ Residuos Aprovechable y no aprovechables – Instituciones Publicas

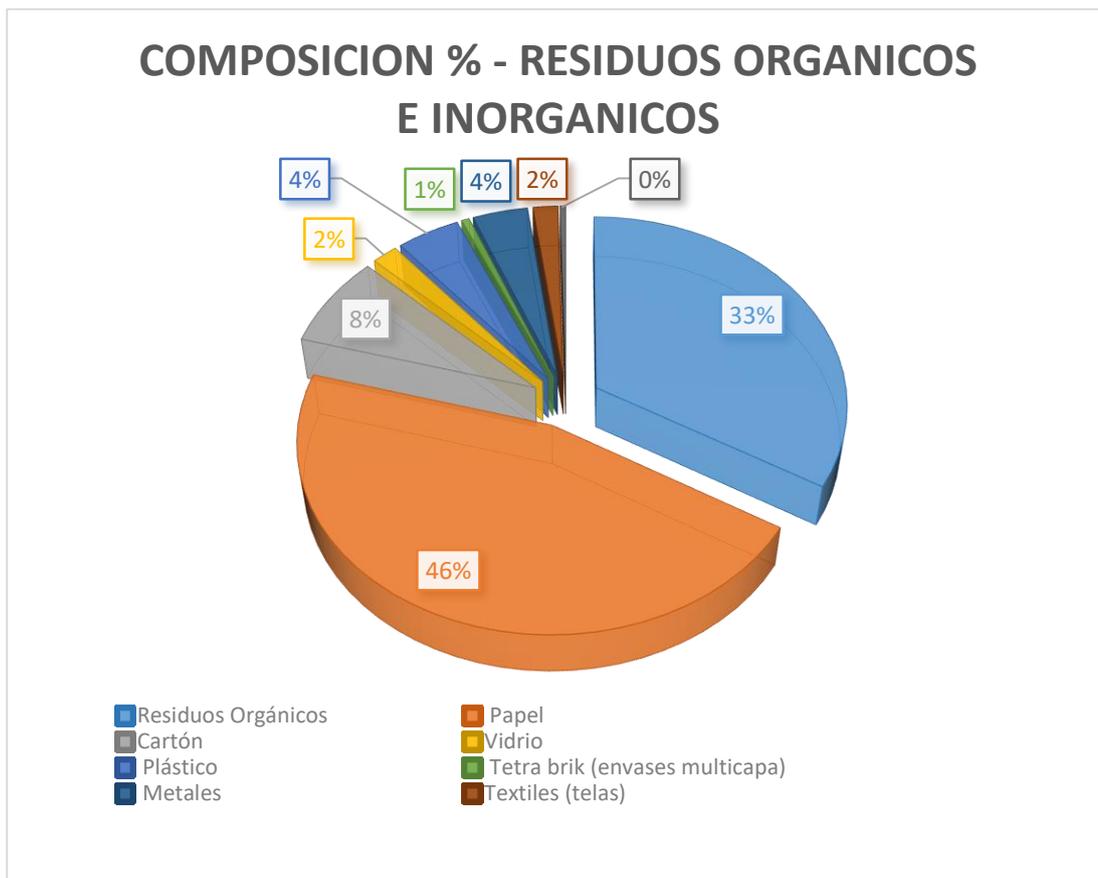


**Figura 10.** Composición porcentual no Domiciliaria de los residuos Aprovechable y No Aprovechables de la Instituciones Públicas del Distrito de Cairani.

**Fuente:** Elaboración Propia

Al hacer el estudio de caracterización se determinó la composición de los tipos de residuos sólidos, se determinó la composición porcentual de cada tipo de residuo No aprovechable Residuo aprovechable contemplado en la Guía de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales, en los residuos Aprovechables se tuvo el máximo porcentaje de 89%, y el mínimo fue el Residuo No Aprovechable de 11%.

✓ Residuos orgánico e inorgánico – Instituciones publicas

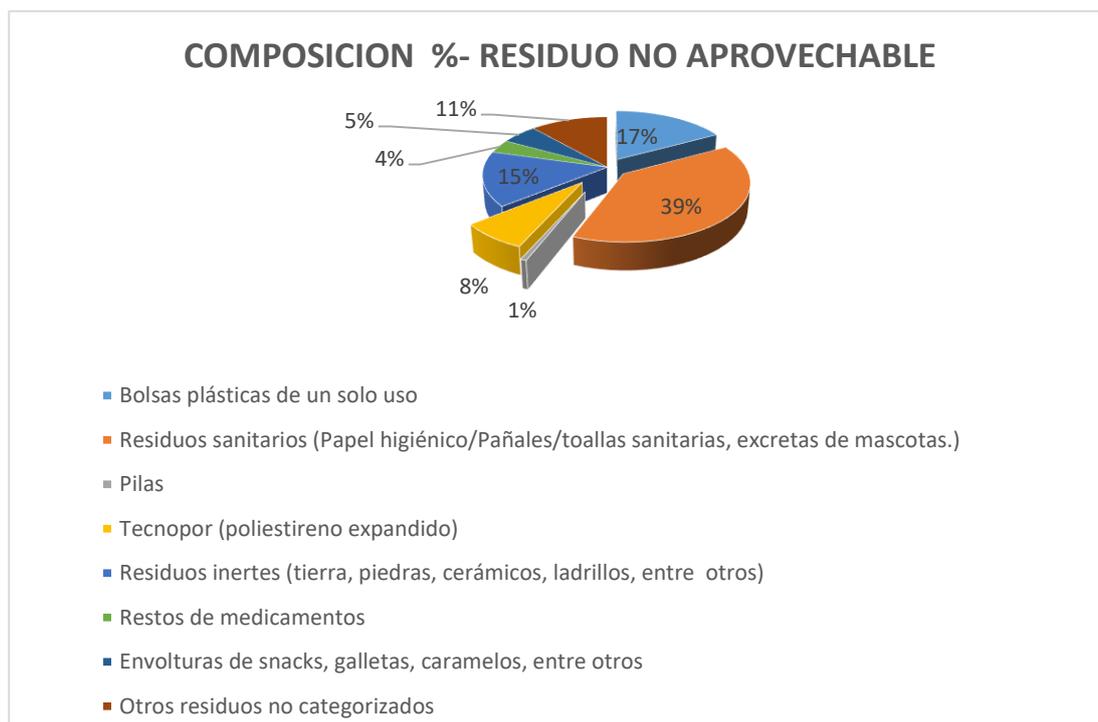


**Figura 11.** Composición porcentual no Domiciliaria de los residuos Orgánicos e Inorgánicos de las Instituciones Públicas del Distrito de Cairani.

**Fuente:** Elaboración Propia

Al hacer el estudio de caracterización se determinó la composición de los tipos de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos en las Instituciones Públicas, se determinó la composición porcentual de cada tipo de residuo contemplado en la Guía de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales, en los residuos con un porcentaje de 46 % en papel, 33% de residuos orgánicos, 8 % el cartón, 4%el plástico y los metales, en 2% esta vidrio y textiles, el 1% esta Tetra brik.

### Residuo No aprovechable – Instituciones Publicas



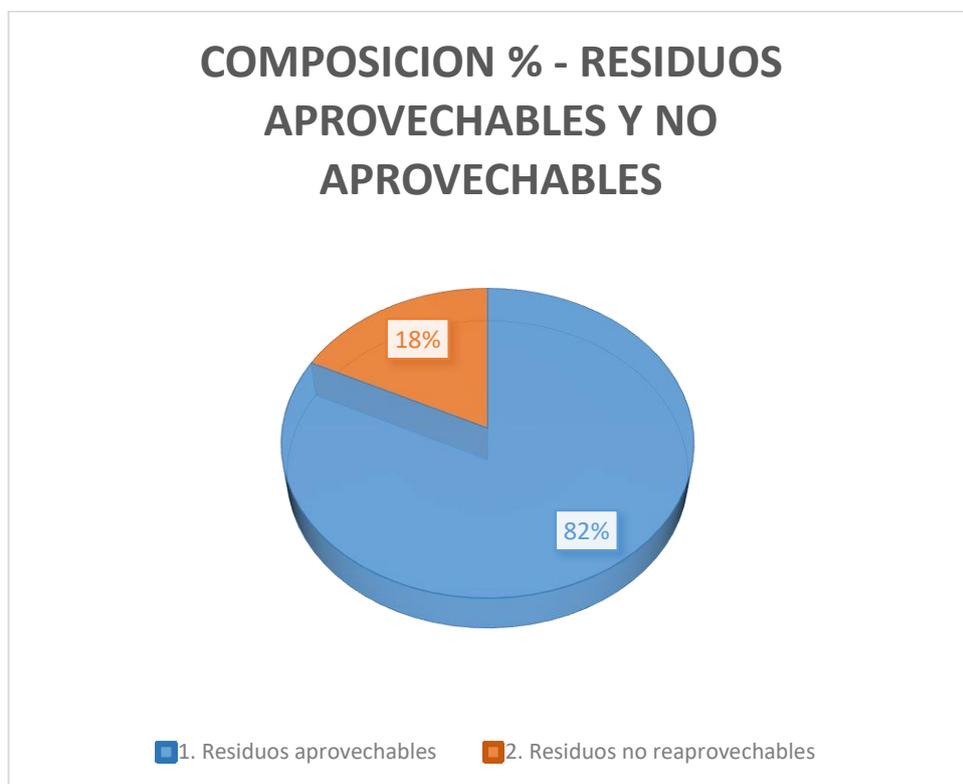
**Figura 12.** Composición porcentual no Domiciliaria de los residuos No Aprovechables de la Instituciones Públicas del Distrito de Cairani.

**Fuente:** Elaboración Propia

Al hacer el estudio de caracterización se determinó la composición de los tipos de residuos sólidos en instituciones Públicas , se determinó la composición porcentual de cada tipo de residuo No aprovechable contemplado en la Guía de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales, en los residuos No Aprovechables se tuvo el máximo porcentaje Residuo Sanitario de 39%, Bolsas plásticas de 17%, Restos Inerte es 15%, Otros no categorizados es de 11%, Tecnopor es de 8%, Restos de medicamentos es de 4%, la pila es de 1%.

#### 4.2.3.4. Composición No domiciliaria – Instituciones Educativas

- ✓ Residuos Aprovechable y no aprovechables- Instituciones educativas

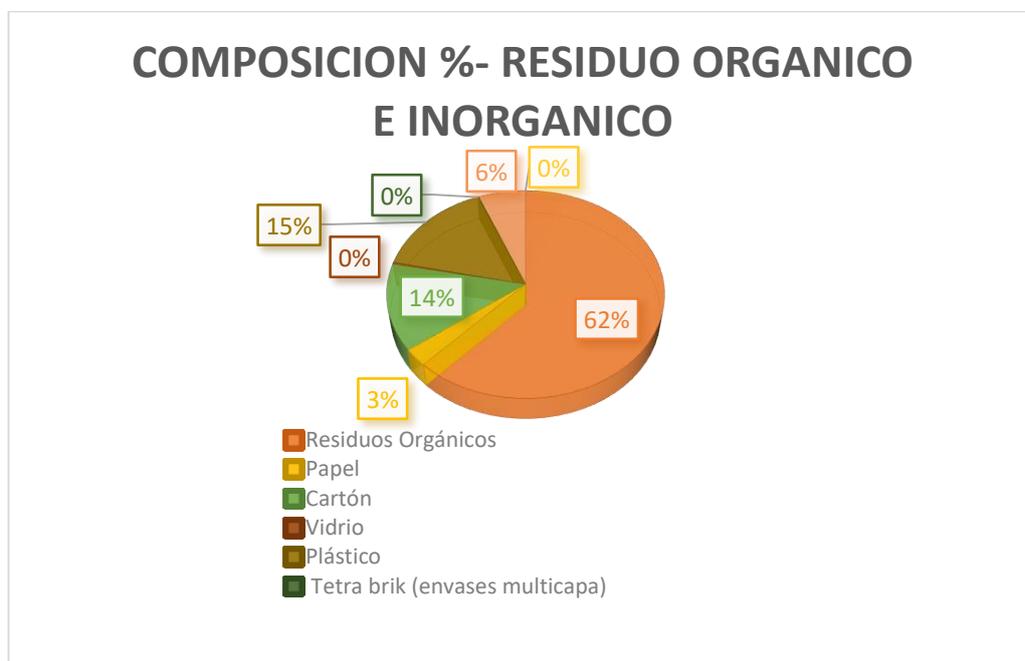


**Figura 13.** Composición porcentual no Domiciliaria de los residuos Aprovechable y No Aprovechables de la Instituciones Educativas del Distrito de Cairani.

**Fuente:** Elaboración Propia

Al hacer el estudio de caracterización se determinó la composición de los tipos de residuos sólidos, se determinó la composición porcentual de cada tipo de residuo No aprovechable Residuo aprovechable contemplado en la Guía de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales, en los residuos Aprovechables se tuvo el máximo porcentaje de 82%, y el mínimo fue el Residuo No Aprovechable de 18%.

✓ Residuos orgánicos e inorgánicos - Instituciones educativas

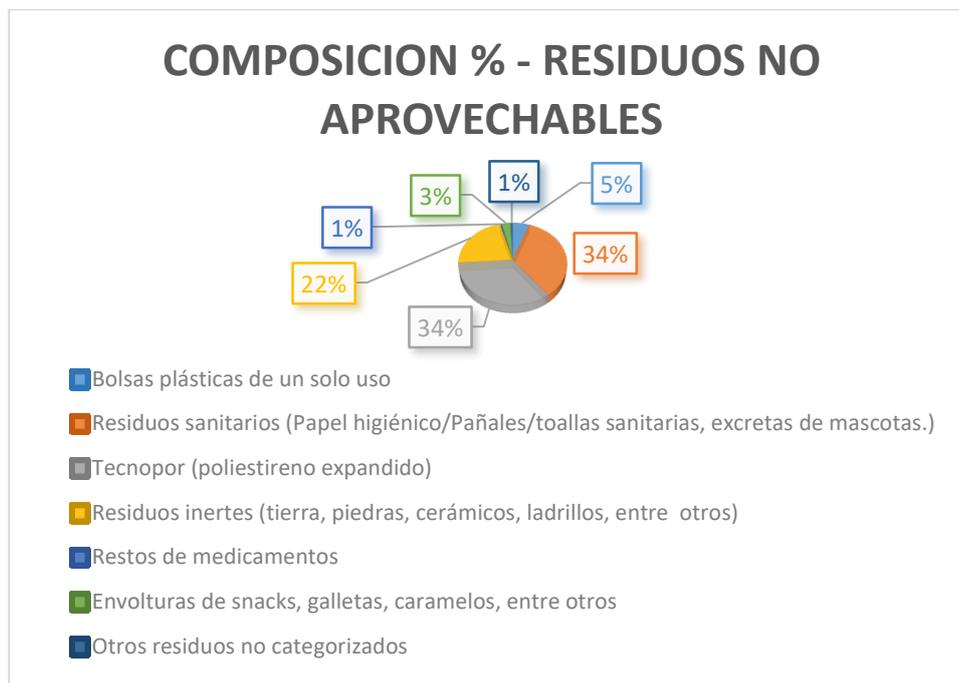


**Figura 14.** Composición porcentual no Domiciliaria de los residuos Orgánicos e Inorgánicos de la Instituciones Educativas del Distrito de Cairani.

**Fuente:** Elaboración Propia

Al hacer el estudio de caracterización se determinó la composición de los tipos de residuos sólidos, se determinó la composición porcentual de cada tipo de residuo aprovechable, contemplado en la Guía de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales, en los residuos Aprovechables se tuvo el máximo porcentaje al residuo Orgánico 62%, el plástico de 15 %, el cartón es de 14%, los metales de 6% y los papeles de 3%.

✓ **Residuo No aprovechable - Instituciones educativas**



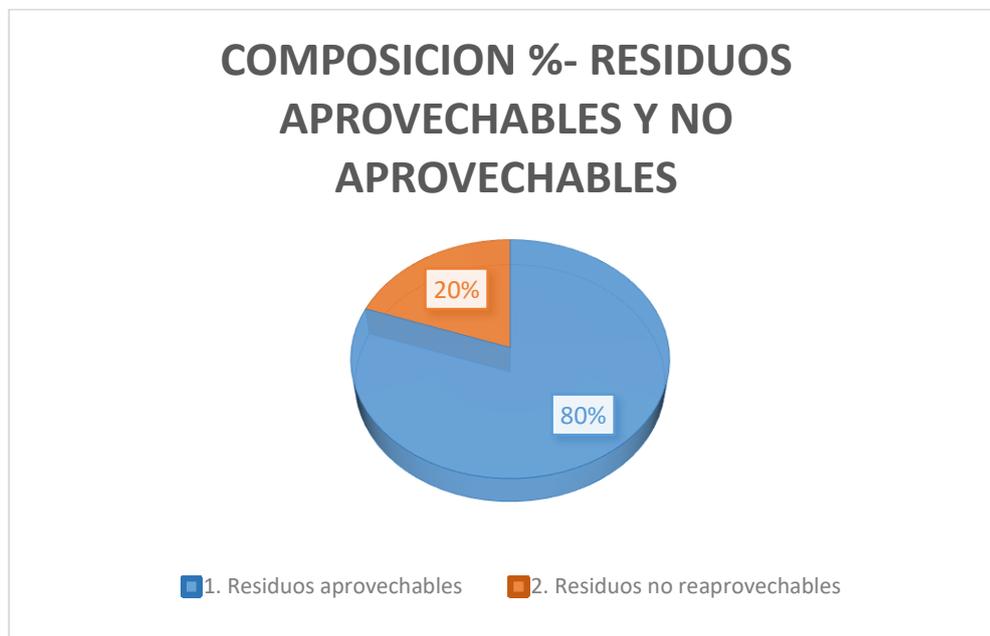
**Figura 15.** Composición porcentual no Domiciliaria de los residuos No Aprovechables de la Instituciones Educativas del Distrito de Cairani.

**Fuente:** Elaboración Propia

Al hacer el estudio de caracterización se determinó la composición porcentual de cada tipo de residuo No aprovechable de Instituciones Educativas, contemplado en la Guía de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales, en los residuos Aprovechables se tuvo el máximo porcentaje al residuo Sanitario y el Tecnopor de 34%, el residuo inerte es de 22 %, las Bolsas plásticas con un 5%, las envolturas de snacks son de 3%, los restos de medicamentos y otros no categorizados es de 1%.

#### 4.2.3.5. Composición No domiciliaria – Barrido de calles

##### ✓ Residuos Aprovechable y no aprovechables – Barrido de Calles

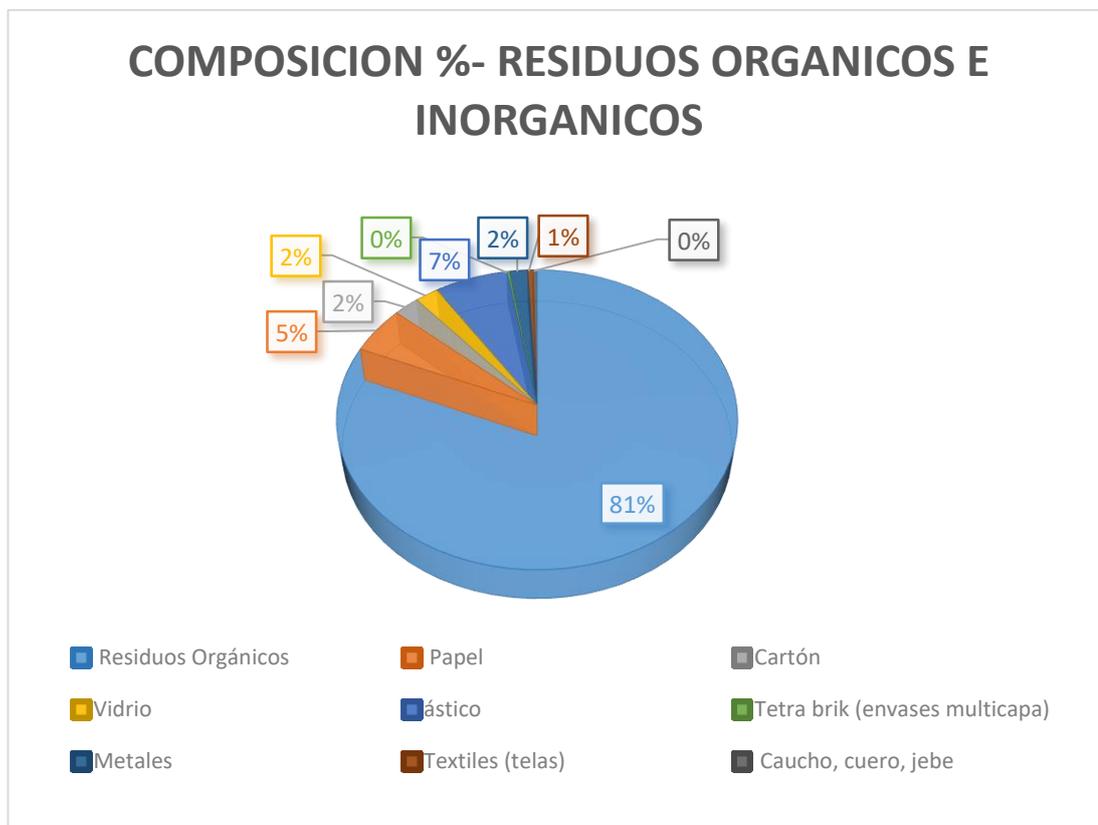


**Figura 16.** Composición porcentual no Domiciliaria de los residuos Aprovechables y No Aprovechables del Barrido de calles del Distrito de Cairani.

**Fuente:** Elaboración Propia

Al hacer el estudio de caracterización se determinó la composición porcentual de cada tipo de residuo No aprovechable y Residuo aprovechable del barrido de calles y está contemplado en la Guía de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales, en los residuos Aprovechables se tuvo el máximo porcentaje de 80%, y el mínimo fue el Residuo No Aprovechable de 20%.

✓ Residuos orgánico e inorgánico – Barrido de Calles

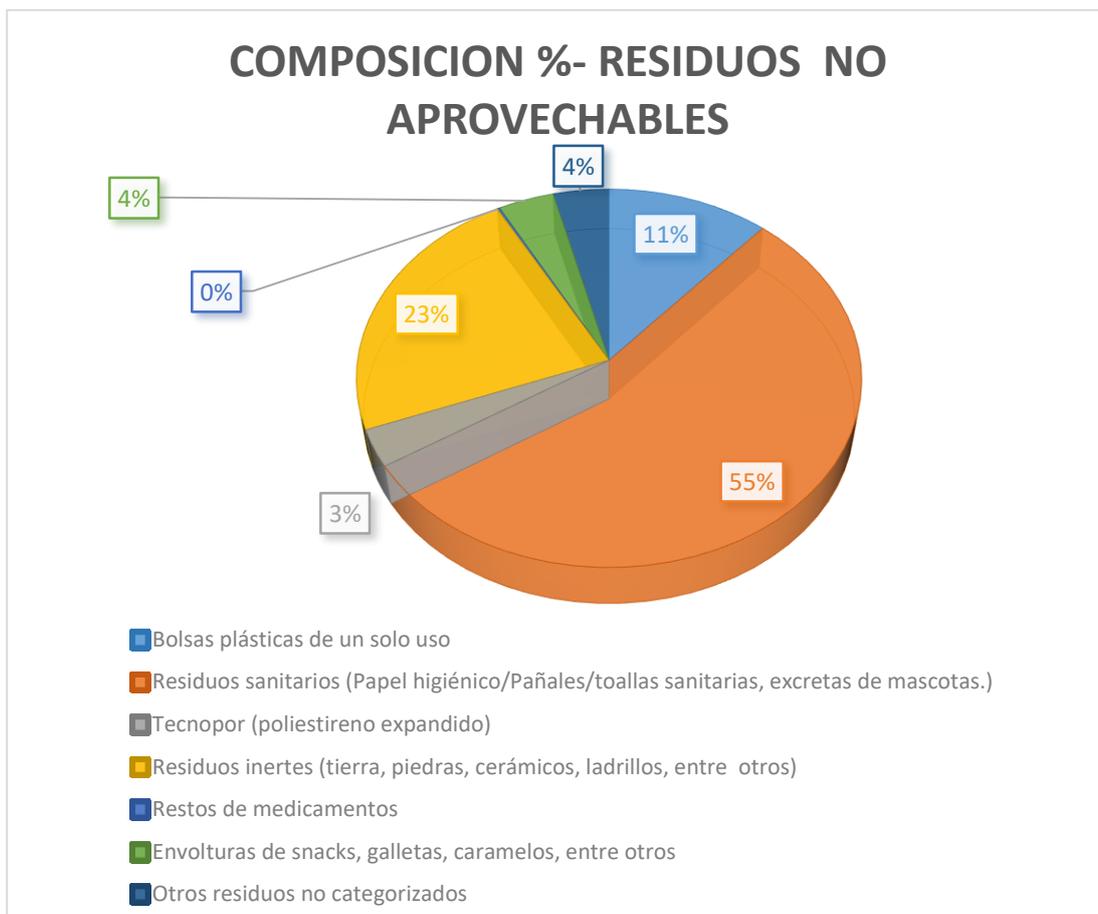


**Figura 17.** Composición porcentual no Domiciliaria de los residuos Orgánicos e Inorgánicos del Barrido de calles del Distrito de Cairani.

**Fuente:** Elaboración Propia

Al hacer el estudio de caracterización se determinó la composición porcentual de cada tipo de residuo orgánicos e inorgánicos, contemplado en la Guía de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales, en los residuos se tuvo el máximo porcentaje al residuo orgánico de 81%, el plástico es de 7%, el papel es de 5%, el vidrio, los metales y cartón es de 2%, textiles son 1%.

✓ **Residuo No aprovechable – Barrido de Calles**



**Figura 18.** Composición porcentual no Domiciliaria de los residuos No Aprovechables del Barrido de calles del Distrito de Cairani.

**Fuente:** Elaboración Propia

Al hacer el estudio de caracterización se determinó la composición porcentual de cada tipo de residuo No aprovechable del barrido de calles, contemplado en la Guía de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales, en los residuos No Aprovechables se tuvo el máximo residuos sanitarios de 55%, los residuos inertes de 23 %, las Bolsas plásticas con un 11%, otros no categorizados es de 4%, tecnopor es de 3%

#### 4.2.3.6. Diseño de Relleno Sanitario Manual

Para el diseño del relleno sanitario manual, se tomó de referencia los criterios establecidos en la guía del MINAM denominada “Guía de Diseño, Construcción, Operación, Mantenimiento y Cierre de Relleno Sanitario Manual” teniendo como información base los resultados que se obtuvieron producto de la caracterización y determinación de características físicas y químicas de los residuos sólidos recolectados.

Por otro lado, es importante señalar que para la selección de la ubicación del relleno sanitario se deben tener en cuenta aspectos legales, sociales y técnicos como topografía, geología, vulnerabilidad del área a desastres, entre otros.

La presente investigación se abocará a establecer las condiciones a tener en cuenta para el diseño del relleno sanitario manual para lo cual se muestran los resultados siguientes:

Tabla 23.

Calculo de la capacidad útil de diseño.

Cálculo de la Capacidad Útil de Diseño		
Parámetro/Fórmula	Unidad de medida	Cantidad
Largo superior (ls)	m	55
Ancho superior (as)	m	15
Area superior (As)= ls x as	m <sup>2</sup>	825
Altura = h	m	2.4
Talud de la trinchera (H)		1
Talud de la trinchera (V)		1
largo inferior (li) = ls -2 x Hh	m	50.2
Ancho inferior (ai)= as - 2 x hV	m	10.2
Area Inferior (Ai) = li x ai	m <sup>2</sup>	512.04
VUD= (As+Ai)/2*h	m <sup>3</sup>	1604.4

La Tabla 23 se calculó la capacidad útil de diseño los parámetros dieron Largo superior de 55 metros, el ancho superior es de 15 metros, el área superior es de 825 m<sup>2</sup>. la altura de 2.4 m., Talud de la trinchera (H) la cantidad es de 1, el talud de la trinchera (v), largo inferior es de 50.2 m, Ancho inferior es de 10.2 m, área inferior es de 512.04 m<sup>2</sup> VUD es de 1604.4 m<sup>3</sup>.

Tabla 24.

## Volumen Anual de Residuos Dispuestos (VARD)

<b>Año</b>	<b>Generación de residuos (Ton/año)</b>	<b>Residuos compactados en el relleno sanitario ( m<sup>3</sup>)<sub>1</sub></b>	<b>Residuos compactados acumulados ( m<sup>3</sup>)<sub>1</sub></b>	<b>Material de cobertura ( m<sup>3</sup>)<sub>2</sub></b>	<b>VARD acumulado ( m<sup>3</sup>)</b>
<b>2019</b>	150.9	251.5	251.5	62.9	314.4
<b>2020</b>	152.4	254.0	505.5	126.4	631.9
<b>2021</b>	153.9	256.5	762.0	190.5	952.5
<b>2022</b>	155.5	259.1	1021.1	255.3	1276.4
<b>2023</b>	157.0	261.7	1282.8	320.7	1603.5
<b>2024</b>	158.6	264.3	1547.1	386.8	1933.9
<b>2025</b>	160.2	267.0	1814.1	453.5	2267.6

En la Tabla 24 se calculó el Volumen anual de los residuos dispuestos al relleno sanitario , con una proyección de 5 años, en Generación de residuos en Ton/año, residuos compactados en el relleno sanitario, los residuos acumulados, el material de cobertura, VARD acumulados en m<sup>3</sup>.

### Hipótesis Estadística

$H_0: \mu \leq 0.30$  kg/per.

$H_1: \mu > 0.30$  kg/per.

**Variable:** Valores de generación per - cápita (Kg/persona/día)

#### a. Prueba de Normalidad

$H_0$ : Los datos de la variable generación per- cápita provienen de una distribución normal.

$H_1$ : Los datos de la variable generación per -cápita no provienen de una distribución normal.

**Tabla 2:**  
**Prueba de Smirnov para una muestra**

		Pruebas de normalidad					
		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Generación per cápita de residuos sólidos municipal		,094	56	,200*	,967	56	,134

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.  
a. Corrección de significación de Lilliefors

Dado que el valor de p es 0,200 es mayor que 0,05, No rechazamos la hipótesis nula, y concluimos que los datos provienen de una distribución normal.

- b. Nivel de significancia = 0.05**
- c. Estadístico de Prueba: Prueba t para una muestra**
- d. Contrastar la hipótesis**

#### Estadísticos

Media muestral = 0,3246

Desviación estándar muestral = 0,07113

Media de error estándar: 0,00951

Tamaño de muestra = 56

		Estadísticas de muestra única			
		N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Generación per cápita de residuos sólidos municipal		56	,3246	,07113	,00951

Incluye el número de casos válidos sobre el que se basan los cálculos (56), la media muestral de la variable Generación per cápita de

residuos sólidos municipal (0,3246), la desviación típica (0,07113) y el error típico de la media (0,00951).

Hipótesis Nula: menor igual a 0,30 kg./pers.

Hipótesis Alternativa: mayor a 0,30 kg./pers.

Estadístico t calculado = +13,108

Valor-P = 0,000

Rechazar la hipótesis nula para alfa = 0,05.

Variables dependientes	Prueba de muestra única					95% de intervalo de confianza de la diferencia	
	t	g	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Inferior	Superior	
Generación per cápita de residuos sólidos municipal	13,108	5	,000	,12460	,1056	,1437	

## DISCUSION

1. El resultado obtenido en nuestro estudio respecto a la cantidad de residuos sólidos no domiciliarios es de 0.028 Ton/día lo cual difiere de lo obtenido en la investigación de Sangama realizada en el distrito de Caynarachi, Lamas ya que la generación de Residuos Sólidos no Domiciliarios fue de 0.178 Ton.día, Por otro lado en lo que respecta a la densidad de los Residuos Sólidos domiciliarios para el distrito de Cairani es de 155.33 kg/m<sup>3</sup>, mientras que para el distrito de Caynarachi fue de 215 kg/m<sup>3</sup>.
2. La GPC del distrito de Cairani, provincia de Candarave es de 0.32 kg/hab/día, lo cual difiere del resultado obtenido en el estudio realizado por Quispe quien obtuvo como resultado que el valor de la GPC para el distrito de Huancabamba provincia de Oxapampa es de 0.440 kg/hab/día. Esto se debe principalmente a que la población en Huancabamba es de 6600 habitantes aproximadamente mientras que la población Cairani provincia de Candarave es de 1310 habitantes. Así mismo la generación total de residuos sólidos domiciliarios en Cairani es de 0.42 Ton/día mientras que para Huancabamba es de 0.952 Ton/día.  
Por otro lado respecto a la composición de los residuos sólidos en ambos estudios los residuos orgánicos representan el mayor porcentaje del total de residuos siendo de 49% para Cairani y de 55.9% para Huancabamba.
3. Según el estudio realizado por Mendieta en el Distrito de Pachia- Tacna, el relleno sanitario manual se diseñó para un periodo de diez años para lo cual se proyectó un área de 18409.670 m<sup>2</sup> a diferencia de nuestro estudio el relleno sanitario manual se proyectó para un periodo de cinco años según lo recomendado por la Guia de Diseño de Relleno Sanitario Manual del MINAM para lo cual se proyectó un área total 1937.7 m<sup>2</sup>.

## CONCLUSIONES

1. Respecto a la generación de residuos sólidos domiciliarios en el Distrito de Cairani, la generación Per- Cápita d es de 0.32 kg/hab/día. En lo que respecta a la composición; la cantidad generada de residuos inorgánicos es de 118.65 Kg/día, y los residuos orgánicos es de 116.40 Kg/día. La Densidad promedio de los residuos sólidos es de 155.33 Kg/m<sup>3</sup>.  
Respecto a la generación de residuos no domiciliarios en el Distrito de Cairani el cual comprende los residuos generados en tiendas, instituciones públicas, instituciones educativas, restaurantes y barrido de calles se obtuvo un resultado de 28.93 kg/día, mientras que la densidad promedio es de 548.63 kg/m<sup>3</sup>.
2. El Relleno Sanitario Manual para el Distrito de Cairani, se diseñó para un periodo de cinco años de vida útil, considerando la población proyectada para el año 2024, según lo recomendado por la Guía de Diseño de Relleno Sanitario Manual del MINAM para lo cual se proyectó un área total 1937.7 m<sup>2</sup> y el volumen que se requiere es de 1604.4 m<sup>3</sup>.
3. El componente de mayor predominancia en la composición física porcentual de los residuos sólidos domiciliarios es la materia orgánica con un 50%, el segundo componente de mayor representatividad son los residuos inertes con un 34%.
4. El estudio de caracterización y propuesta de diseño de relleno sanitario manual para el distrito de Cairani contribuye a la mejora de la gestión de los residuos sólidos municipales, el cual podrá ser replicado por la Mancomunidad Municipal Turística "Por las rutas del progreso" cuyos distritos podrán gestionar la aplicación del presente.

## RECOMENDACIONES

1. Una recomendación a la Municipalidad Distrital de Cairani, ser muy constantes en la actualización de un estudio de Caracterización Residuos Sólidos Municipales, para saber la Generación Per- Cápita, y realizar de estos resultados otros proyectos para mejorar el Distrito.
2. Se recomienda dar charlas de sensibilización a las personas que se encargan de la limpieza pública y recojo de los residuos, debido que no cuentan con adecuado servicio, darles a conocer que hay residuos que se pueden aprovechar.
3. Se da como sugerencia a la Municipalidad Distrital de Cairani, que se implemente un programa de segregación en la fuente y recolección según el MINAM.
4. Proponer a la Municipalidad Distrital de Cairani que se implemente un programa o plan de Compostaje ya que en las zonas alto andinas la mayoría de residuos son orgánicos, puede servir a futuro como abono en las plantaciones de maíz, papa, orégano y diferentes productos que produce la zona.
5. Se recomienda que el Botadero sea en un solo lugar para evitar contaminación ambiental como está ocurriendo ahora, ya que uno de los botaderos del distrito está ubicado cerca de un Centro Poblado, donde la flora y la fauna se está contaminando, por esos desechos se bota, en Cielo abierto, y son quemados.

## REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS

- (s.f.). Obtenido de Ley general de residuos solidos :  
C:/Users/usuario/Downloads/1519%20(1).pdf
- “GUIA DE DISEÑO, CONSTRUCCION, OPERACION, MANTENIMIENTO Y CIERRE DE RELLENO SANITARIO MANUAL .* (s.f.). Obtenido de  
file:///C:/Users/Alumno/Downloads/guia%20relleno.pdf
- Brandan, R. M. (2011). Guia de diseño, construccion operacion y mantenimiento y cierre de relleno sanitario manual. 87.
- Cordoba., P. d. (s.f.).  
*Decreto Legislativo N°1278.* (2017). Obtenido de <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2018/06/Decreto-Legislativo-N%C2%B0-1278.pdf>
- GUIA PARA LA CARACTERIZACION DE RESIDUOS SOLIDOS .* (2017). Obtenido de  
file:///C:/Users/usuario/Downloads/guia-caracterizacion-rrss%20(1)%20(3).pdf
- Hincapie, A. M. (2012). CARACTERIZACIÓN Y MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS, DE SIETE PRESIOS EN SALENTO, QUINDIO. *UNIVERSIDAD DEL TOLIMA*, 99.
- Ing. Albina Ruiz Ríos, C. (s.f.). *GUÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRMA ILO PARA EL RAPROVECHAMIENTO DE RSIDUOS SOLIDOS .* Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd27/guia-reapro.pdf>
- Jose, Z. P. (2014). Caracterizacion de los residuos solidos Domiciliaios y du influencia socioeconomica en la poblacion en la poblacion del Distrito de Bellevista. 113.
- Lazo, R. (2015). Caracterizacion y Cuantificacion de los residuos solidos del Campus Capanique de la Universidad Privada de Tacna.
- LEY DE GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS . (s.f.).  
file:///C:/Users/usuario/Downloads/dl\_1278.pdf.

*Ley General de la Salud* . (s.f.). Obtenido de <http://www.essalud.gob.pe/transparencia/pdf/publicacion/ley26842.pdf>

LEY GENERAL DEL AMBIENTE N° 28611. (s.f.). 52.

Mamani, N. R. (2015). Propuesta Ambiental para el Mejoramiento de la Gestion Municipal del Manejo de los Residuos Solidos Domiciliarios en la zona urbana del Distrito de Pocollay. 133.

Mendieta Romero, M. L. (2019). "CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES PARA EL DISEÑO DE UN RELLENO SANITARIO MANUAL EN EL DISTRITO DE PACHIA - TACNA. *UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA*, 126.

MINAM. (2012). Informe Nacional de Residuos Solidos Municipales y no Municipales . 379.

Paredes, J. C. (2018). Un Analisis de la eficiencia de la Gestion Municipal de Residuos Solidos en el Peru y sus Determinantes. *INEI*, 82.

Plan de gobierno municipal del Distrito de Cairani . (2014). 10.

Plan Nacional de Gestion Integral de residuos solidos. (s.f.). *Ministerio del ambiente*, 85.

Plan nacional de gestion integral de residuos solidos. (2018). *Ministerio del ambiente*, 85.

PONCIANO LAURENCIO, K. J. (2016). RESIDUOS, "ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES - HUANUCO . 89.

Quispe. (2018). ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES EN EL DISTRITO DEL DISTRITO DE HUANCABAMBA, PROVINCIA DE OXAPAMPA – REGIÓN PASCO – 2017. *UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN*, 112.

Rebolledo, A. B. (2009). Gestion Intehral de Residuos Solidos Municipales . 167.

- Reglamento del Decreto legislativo N° 1278 Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestion Integral de Residuos Solidos* . (2017). Obtenido de [minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/12/ds\\_014-2017-minam.pdf](http://minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/12/ds_014-2017-minam.pdf)
- Rivera, N. L. (2009). Propuesta de un programa para el Manejo de Residuos Solidos en la plaza de Mercado de Cerete -CORDOBA. 119.
- Sachica, C. A. (2001). Aprovechamiento de los Residuos Solidos Domiciliarios No toxicos en Bogota D.C. 67.
- SANDOVAL, I. Y. (2010). DISEÑO Y FACTIBILIDAD DE RELLENO SANITARIO MANUAL PARA EL MUNICIPIO DE LA LIBERTAD DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD. 237.
- Sangama, R. C. (2017). Caracterización de residuos sólidos municipales del distrito de Caynarachi, Lamas 2016. *UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN*, 187.
- Tchobanoglous, G. (1982). DESECHOS SÓLIDOS PRINCIPIOS DE INGENERIA . *Ambiente y los Recursos Naturales Renovables* , 216.
- Varela, D. R. (2014). ESTUDIO DE TIPOS DE RESIDUOS SOLIDOS DOMICILIARIOS GENERADOS EN LA CIUDAD DE TAMSHIYACU-DISTRITO DE FERNADO LORE-REGION LORETO. 65.
- Ychuta, S. P. (2016). Propuesta de gestion de residuos solidos mediante un relleno sanitario manual para el municipio de Taraco. *Universidad Nacional del Altiplano* , 175.

## ANEXOS



**Figura 19.** Empadronamiento para la participación en el Estudio.

**Fuente:** Elaboración Propia



**Figura 20.** Recojo de residuos sólidos domiciliarios.

**Fuente:** Elaboración Propia



**Figura 21.** Recojo de Residuos Sólidos Domiciliarios.

**Fuente:** Elaboración Propia



**Figura 22.** Recojo de Residuos Sólidos No Domiciliarios.

**Fuente:** Elaboración Propia



**Figura 23.** Traslado de Residuos Sólidos M. a la zona de estudio.

**Fuente:** elaboración propia



**Figura 24.** Pesaje de las bolsas en el sitio de estudio.

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 25.** Cuarteo de Residuos Sólidos Municipales.

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 26.** Homogeneización de Residuos Sólidos Municipales.

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 27.** Caracterización de Residuos Sólidos Municipales seleccionados.

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 28.** Pesaje de Residuos Sólidos Municipales seleccionados.

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 29.** Homogeneización de Residuos Sólidos Municipales.

**Fuente:** Elaboración propia


**MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CAIRANI**  
 Creado por Ley N° 11902 de fecha 04 de diciembre de 1952

**CARTA CIRCULAR N° 01 - 2019**  
 Municipalidad Distrital de Cairani de 2019  
 Comercio y/o representante  
 Sr(a): \_\_\_\_\_  
 Dirección: \_\_\_\_\_

Asunto: invitación a ser parte del Estudio de la Caracterización de Residuos sólidos Municipales en el Distrito de Cairani.

De mi consideración:

La presente es para saludarle cordialmente y a la vez informarle que la municipalidad Distrital de Cairani, está llevando a cabo el estudio de caracterización de residuos sólidos no domiciliarios en el Distrito, con la finalidad de conocer características físicas (cantidad y tipos) de residuos sólidos que se generan dentro de nuestra jurisdicción, buscando con ello mejorar la gestión integral de residuos sólidos Domiciliarios.

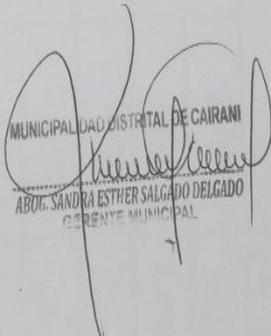
En razón a ello se requiere su colaboración por ser parte de este estudio, con las siguientes actividades:

1. Registro de su vivienda como participante del estudio.
2. Recepción de las bolsas diferenciadas para la recolección de los residuos sólidos generados en el domicilio, sin variar el comportamiento habitual.
3. Entrega de bolsas con residuos (24 horas de generación) al personal autorizado por la municipalidad, durante los 08 días siguientes que le indique la promotora ambiental.

Finalmente se agradece su colaboración con la autoridad municipal para la realización de este estudio temporal de los residuos sólidos municipales.

Sin otro particular, quedo con usted.

Atentamente

  
 MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CAIRANI  
 ABON. SANDRA ESTHER SALGADO DELGADO  
 COORDINADORA MUNICIPAL

**Figura 30.** Carta para el empadronamiento de vecinos para el Estudio.

**Fuente:** Elaboración propia

Municipalidad Distrital de Cairani

RELACION DE VIVIENDAS EMPADRONADAS QUE PARTICIPARON EN EL ESTUDIO DE CARACTERIZACION DE LOS RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES EN EL DISTRITO DE CAIRANI - 2019

Nº	Codigo	Direccion	Urb./C.P./AAHH	Nombres y apellidos	DNI	Nº habitantes por vivienda	PREGUNTAS				Firma
							¿En qué horario se puede recoger las bolsas de las muestras?	¿En el horario antes señalado, siempre hay una persona para entregar las bolsas de las muestras?	¿Entrega sus residuos orgánicos a un reciclador?	¿Los residuos orgánicos son usados como alimentos para animales u otros usos?	
01	1-A-01	Calle 3 Mayo S/N	Cairani	Alberto Lopez Percca	00662805	02	5:00 AM	Si	No	Si	[Firma]
02	1-A-02	Calle 3 Mayo S/N	Cairani	Alegrubina Dora Mariona Quispe	00664250	01	5:00 AM	No	No	Si	[Firma]
03	1-A-03	Calle 3 de mayo S/N	Cairani	Yolanda Humire Cabarute	01331813	03	5:00 AM	Si	No	No	[Firma]
04	1-A-04	Calle 3 de mayo S/N	Cairani	Elsa Condori Samocco	70499419	06	5:00 AM	Si	No	Si	[Firma]
05	1-A-05	Calle Hualflore S/N	Cairani	Omar Conza Cero	41891803	02	5:00 AM	Si	No	No	[Firma]
06	1-A-06	Calle Jorge Portugal S/N	Cairani	Rosa Mariana Zegarra	72288961	05	5:00 AM	Si	No	Si	[Firma]
07	1-A-07	Calle Vilca S/N	Cairani	Marcia Cutipa Huacachi	72288806	03	5:00 AM	Si	No	Si	[Firma]
08	1-A-08	Calle Jorge Portugal Lt 09	Cairani	Nilda Zegarra Coculica	42634837	04	5:30 AM	Si	No	Si	[Firma]
09	1-A-09	San Calle 3 Mayo	Cairani	Ursula Villanueva Quispe	00663579	01	5:00 AM	No	No	Si	[Firma]
10	1-A-10	Calle Candarav S/N	Cairani	Vicenta Paniagua Davalos	00507043	03	5:00 AM		No	Si	[Firma]
11	1-A-11	Paseo Colon N° 15	Cairani	Francisco Calacera Marica	00662881	01	5:00 AM	No	No	No	[Firma]
12	1-A-12	Calle Jorge Portugal	Cairani	Hipolita Gutierrez Quispe	00664009	04	5:00 AM	Si	No	Si	[Firma]

Figura 31. Empadronamiento de vecinos para el Estudio.

Fuente: Elaboración propia

Municipalidad Distrital de Cairani

RELACION DE VIVIENDAS EMPADRONADAS QUE PARTICIPARON EN EL ESTUDIO DE CARACTERIZACION DE LOS RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES EN EL DISTRITO DE CAIRANI - 2019

Nº	Codigo	Direccion	Urb./C.P./AAHH	Nombres y apellidos	DNI	Nº habitantes por vivienda	PREGUNTAS				Firma
							¿En qué horario se puede recoger las bolsas de las muestras?	¿En el horario antes señalado, siempre hay una persona para entregar las bolsas de las muestras?	¿Entrega sus residuos orgánicos a un reciclador?	¿Los residuos orgánicos son usados como alimentos para animales u otros usos?	
13	1-A-13	Calle Bolognesi N° 95	Cairani	Hulda Mamani Mamani	00664224	03	9:00 AM	No	No	Si	[Firma]
14	1-A-14	Calle Bolognesi N° 95	Cairani	Fabiana Osorio Leon	00654168	02	7:00 AM	No	No	Si	[Firma]
15	1-A-15	Calle 4 de Diciembre	Cairani	Federica Martina Mamani Mamani	00663499	02	5:00 AM	No	No	Si	[Firma]
16	1-A-16	Calle Bolognesi N° 20	Cairani	Nilda Cutipa Mamani	00664070	01	5:00 AM	No	No	Si	[Firma]
17	1-A-17	Calle 4 de Diciembre S/N	Cairani	Yeli Mamani Chavez	43132320	03	6:00	Si	No	Si	[Firma]
18	1-A-18	Calle Santa Rosa N° 25	Cairani	Felix Maximiliano Cutipa Cruz	004220972	02	5:30 AM	Si	No	No	[Firma]
19	1-A-19	Calle Jorge Portugal	Cairani	Marica Marica alave	43146068	03	5:30 AM	Si	No	Si	[Firma]
20	1-A-20	Calle 3 Mayo S/N	Cairani	Esbelta Maquera Cervantes	00478938	01	5:30 AM	Si	No	Si	[Firma]
21	1-A-21	Calle Jorge Portugal	Cairani	Elsa Catacora Davalos	00664116	02	5:30 AM	No	No	Si	[Firma]
22	1-A-22	Calle 7 de Junio N° V-11	Cairani	Diana Paulina Velosquez	43406169	03	5:30 AM	Si	No	Si	[Firma]
23	1-A-23	Calle 3 de Mayo S/N	Cairani	Katerin Mamani Quispe	72292904	04	5:30	Si	No	Si	[Firma]
24	1-A-24	Calle Candarav	Cairani	Sandi Tania Gndez Catacora	71985803	05	5:30 AM	Si	No	Si	[Firma]

Figura 32. Empadronamiento de vecinos para el Estudio.

Fuente: Elaboración propia

Municipalidad Distrital de Cairani

RELACION DE VIVIENDAS EMPADRONADAS QUE PARTICIPARON EN EL ESTUDIO DE CARACTERIZACION DE LOS RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES EN EL DISTRITO DE CAIRANI - 2019

Nº	Codigo	Direccion	Urb./C.P./AAHH	Nombres y apellidos	DNI	nº habitantes por vivienda	PREGUNTAS				Firma
							¿En qué horario se puede recoger las bolsas de las muestras?	¿En el horario antes señalado, siempre hay una persona para entregar las bolsas de las muestras?	¿Entrega sus residuos inorgánicos a un reciclador?	¿Los residuos orgánicos son usados como alimentos para animales u otros usos?	
13	1-A-13	Calle Bolognesi U 95	Cairani	Hilda Mamani Mamani	00664224	03	9:00 AM	NO	NO	SI	[Firma]
14	1-A-14	Calle Bolognesi N° 85	Cairani	Fabiola Osorio Leon	00659168	02	7:00 AM	NO	NO	SI	[Firma]
15	1-A-15	Calle 4 de Diciembre	Cairani	Inducara Martina Mamani Mamani	00663799	02	5:00 AM	NO	NO	SI	[Firma]
16	1-A-16	Calle Bolognesi N° 20	Cairani	Ardia Cutipa Mamani	00664070	01	5:00 AM	NO	NO	SI	[Firma]
17	1-A-17	Calle 4 de Diciembre s/n	Cairani	Yeli Mamani Chavez	73132320	03	6:00	SI	NO	SI	[Firma]
18	1-A-18	Calle Santa Rosa N° 25	Cairani	Felix Maximiliano Cutipa Cruz	00422077	02	5:30 AM	SI	NO	NO	[Firma]
19	1-A-19	Calle Jorge Portugal	Cairani	Marica Machaca alava	43146068	03	5:30 AM	SI	NO	SI	[Firma]
20	1-A-20	Calle 3 Mayo s/n	Cairani	Evelia Maquera ceruantes	00478338	01	5:30 AM	SI	NO	SI	[Firma]
21	1-A-21	Calle Jorge Portugal	Cairani	Elsa Catacora Davalos	00664116	02	5:30 AM	NO	NO	SI	[Firma]
22	1-A-22	Calle 7 de Junio N° 11	Cairani	Diana Paulina Velasquez	43406169	03	5:30 AM	SI	NO	SI	[Firma]
23	1-A-23	Calle 3 de Mayo s/n	Cairani	Katerin Mamani Quispe	72292904	04	5:30	SI	NO	SI	[Firma]
24	1-A-24	Calle Candaravo	Cairani	Sandi Tania Conde Catacora	71985803	05	5:30 AM	SI	NO	SI	[Firma]

Figura 33. Empadronamiento de vecinos para el Estudio.

Fuente: Elaboración propia

Municipalidad Distrital de Cairani

RELACION DE VIVIENDAS EMPADRONADAS QUE PARTICIPARON EN EL ESTUDIO DE CARACTERIZACION DE LOS RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES EN EL DISTRITO DE CAIRANI - 2019

Nº	Codigo	Direccion	Urb./C.P./AAHH	Nombres y apellidos	DNI	nº habitantes por vivienda	PREGUNTAS				Firma
							¿En qué horario se puede recoger las bolsas de las muestras?	¿En el horario antes señalado, siempre hay una persona para entregar las bolsas de las muestras?	¿Entrega sus residuos inorgánicos a un reciclador?	¿Los residuos orgánicos son usados como alimentos para animales u otros usos?	
25	1-B-25	Plaza Principal Calle San Martin	Calacala	Elsa Machaca Casallisco	46636428	05	5:00 AM	SI	NO	SI	[Firma]
26	1-B-26	San Martin	Calacala	Pascual Machaca Gallegos	00400986	02	5:00 AM	SI	NO	SI	[Firma]
27	1-B-27	Calle Simon Bolivar	Calacala	Mercedes Gaviola Gintuchica	00284114	03	5:00 AM	SI	NO	SI	[Firma]
28	1-B-28	Calle Simon Bolivar	Calacala	Floribel Cutipa Machaca	43046319	03	5:00 AM	SI	NO	NO	[Firma]
29	1-B-29	Calle Simon Bolivar H2 E H5	Calacala	Victoria Capogto Marona	00664205	02	5:00 AM	NO	NO	SI	[Firma]
30	1-B-30	Calle Ramon Castilla H1	Calacala	Martina Cusamani Ce Huana	00664103	05	5:00 AM	SI	NO	NO	[Firma]
31	1-B-31	Calle Simon Bolivar	Calacala	Vilma Cutipa Machaca	43045593	04	5:30 AM	SI	NO	NO	[Firma]
32	1-B-32	Calle Simon Bolivar	Calacala	Elida Estomani Pomca	40261610	03	5:30 AM	SI	NO	SI	[Firma]
33	1-B-33	Calle Simon Bolivar MA H1	Calacala	Jesus Abel Machaca Mamani	40552868	05	6:00 AM	SI	NO	SI	[Firma]
34	1-B-34	Calle 28 de Julio	Calacala	Elihan Machaca Gallegos	00663153	02	6:00 AM	SI	NO	SI	[Firma]
35	1-B-35	Calle 28 de Julio		Santa Sosa Munipale	4853666	03	6:00 AM		NO		[Firma]
36	1-B-36	Calle 28 de Julio	Calacala	Frigida Mamani Quispe	41263103	04	6:00 AM	SI	NO	SI	[Firma]

Figura 34. Empadronamiento de vecinos para el Estudio.

Fuente: Elaboración propia

Municipalidad Distrital de Cairani

**RELACION DE VIVIENDAS EMPADRONADAS QUE PARTICIPARON EN EL ESTUDIO DE CARACTERIZACION DE LOS RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES EN EL DISTRITO DE CAIRANI - 2019**

Nº	Codigo	Direccion	Urb./CP./AAHH	Nombres y apellidos	DNI	No habitantes por vivienda	PREGUNTAS				Firma
							¿En qué horario se puede recoger las bolsas de las muestras?	¿En el horario antes señalado, siempre hay una persona para entregar las bolsas de las muestras?	¿Entrega sus residuos (organicos o inorganicos) a un reciclador?	¿Los residuos organicos son usados como alimentos para animales u otros usos?	
32	1-E-37	Calle Alonzo H2 B Lt. 03	Yarabamba	Luzmila Yari Romero Machaca	70950000	03	5:30 AM	Si	NO	Si	[Firma]
33	1-E-38	Calle Alonzo	Yarabamba	Rafaela Chavez Hamani	91269220	04	5:30 AM	Si	NO	Si	[Firma]
34	1-E-39	Calle San Martin S/N	Yarabamba	Jorge Condori Gutierrez	00787492	06	5:30 AM	Si	NO	NO	[Firma]
35	1-E-40	Calle Anceipa H2 N Lt 02	Yarabamba	Bertha Hamani Quispe	00664799	04	5:30 AM	Si	NO	NO	[Firma]
36	1-E-41			Nilda Condori Gutierrez	00668845	04	5:30 AM	Si	NO	Si	[Firma]
37	1-E-42		Calacala	Nilda Cutipa Cahuana	00669258	02	5:30 AM	Si	NO	Si	[Firma]
38	1-E-43	Calle Jr. Acosta H2 K Lt 02	Yarabamba	Nelida Hamani Machaca	70969777	03	5:30 AM	Si	NO	NO	[Firma]
39	1-E-44	Calle Jr. Acosta H2 L Lt 02	Yarabamba	Silvia Ilija Agallar	00661026	02	5:30 AM	Si	NO	Si	[Firma]
40	1-E-45	Calle Anceipa H2 S Lt 02	Yarabamba	Marta Graciela Machaca Hamani	00430972	02	5:30 AM	Si	NO	Si	[Firma]
41	1-E-46	Calle Pumahuata S/N	Anacala	Hales Causa Hamani	00663538	02	5:30 AM	Si	NO	Si	[Firma]
42	1-E-47	Calle Belusar S/N	Anacala	Elzetha Hamani de Causa	00663537	02	5:30 AM	Si	NO	Si	[Firma]
43	1-E-48	Calle Tacna S/N	Anacala	Jean Causa Hamani	00664156	01	5:30 AM	Si	NO	Si	[Firma]

**Figura 35.** Empadronamiento de vecinos para el Estudio.

**Fuente:** Elaboración propia

Municipalidad Distrital de Cairani

RELACION DE VIVIENDAS EMPADRONADAS QUE PARTICIPARON EN EL ESTUDIO DE CARACTERIZACION DE LOS RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES EN EL DISTRITO DE CAIRANI - 2019

Nº	Codigo	Direccion	Urb./C.P./AAHH	Nombres y apellidos	DNI	Nº habitantes por vivienda	PREGUNTAS				Firma
							¿En qué horario se puede recoger las bolsas de las muestras?	¿En el horario antes señalado, siempre hay una persona para entregar las bolsas de las muestras?	¿Entrega sus residuos inorgánicos a un reciclador?	¿Los residuos orgánicos son usados como alimentos para animales u otros usos?	
49	1-A-49	Calle Candareve N° 50	Cairani	Yoni Carmon Quiñana Perca	00516230	04	5:30 AM	Si	NO	Si	[Firma]
50	1-A-50	Calle Pumacahu	Ancacala	Filomena Maquera Sosa	82288458	03	6:00 AM	Si	NO	Si	[Firma]
51	1-D-51	Calle Tacna s/n	Ancacala	Rogelia Perez de Mamani	01779174	02	6:00 AM	Si	NO	Si	[Firma]
52	1-D-52	Calle Tacna s/n Barrio Belle Vista	Ancacala	Juana Cuanto Mamani	00663293	02	6:00 AM	NO	NO	Si	[Firma]
53	1-D-53	Calle Tacna s/n	Ancacala	Joel Cordani Zúñiga	70028052	02	6:00 AM	Si	NO	Si	[Firma]
54	1-D-54	Calle 8 de Abril	Ancacala	Rhula Martina Sosa de Gallegos	00663105	06	6:00 AM	Si	NO	Si	[Firma]
55	1-D-55	Calle 8 de Abril	Ancacala	Juana Sosa Valeriano	00444755	02	6:00 AM	Si	NO	Si	[Firma]
56	1-D-56	Calle Tacna	Ancacala	Apelonia Flores Poma	00664181	02	6:00 AM	Si	NO	NO	[Firma]
57	1-D-57	Calle Alameda s/n	Ancacala	Valeria Mamani Gallegos	00664177	03	6:00 AM	Si	NO	Si	[Firma]
58	1-D-58	Calle Alameda s/n	Ancacala	Severina Sandoval de Maquera	00663297	02	6:00 AM	Si	NO	Si	[Firma]
59	1-D-59	Calle Tacna s/n	Ancacala	Geisely Curo Mamani	46390478	03	6:00 AM	Si	NO	Si	[Firma]
60		Plaza de Armas MZA 174	Ancacala	Amadeo Alsides Maquera Aspasi	00662977	02	6:00 AM	NO	NO	Si	[Firma]

Figura 36. Empadronamiento de vecinos para el Estudio.

Fuente: Elaboración propia

RELACION DE VIVIENDAS EMPADRONADAS QUE PARTICIPARON EN EL ESTUDIO DE CARACTERIZACION DE LOS RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES (NO DOMICILIARIOS) EN EL DISTRITO DE CAIRANI - 2019

Nº	Codigo	Direccion	Urb./C.P./AAHH	Nombre y apellido	DNI	Nº habitantes por vivienda	PREGUNTAS				Firma
							¿En qué horario se puede recoger las bolsas de las muestras?	¿En el horario antes señalado, siempre hay una persona para entregar las bolsas de las muestras?	¿Entrega sus residuos inorgánicos a un reciclador?	¿Los residuos orgánicos son usados como alimentos para animales u otros usos?	
1		Calle Candareve	Cairani	Reynilda Perca Esquivá	4144486	06	5:30 AM	Si	NO	Si	[Firma]
2		Plaza Principal	Cairani	Pronor Monica Machaca	43146688	4	3:00 PM	Si	NO	NO	[Firma]
3		Plaza Principal	Cairani	Iglesia Católica Martha Estela Molina Villalobos	000976329	2	5:30	Si	NO	Si	[Firma]
4		Calle 3 Mayo s/n	Cairani	Centro de Salud Edith Mamani Machaca	40776194	04	6:00 AM	Si	NO	NO	[Firma]
5		Calle 4 diciembre	Cairani	Tienda Adelaida Mamani Mamani	70459512	03	5:30 AM	Si	NO	NO	[Firma]
6		Calle	Ancacala	Centro de Salud Sheyla Machaca Esteba	4789823	02	6:00 AM	Si	NO	NO	[Firma]
7		Calle 4 de Diciembre	Cairani	Mario Gallegos Mamani Comisaria Cairani	00864276	02	6:00 am	Si	NO	NO	[Firma]
8		Calle Maquesua	Cairani	Felix Tuyo Moraza	7432149	02	6:00 am	Si	NO	NO	[Firma]
9											

Figura 37. Empadronamiento de vecinos para el Estudio No Domiciliario.

Fuente: Elaboración propia



Figura 38. Tríptico de sensibilización para el estudio.

Fuente: Elaboración propia



**Figura 39.** Tríptico de sensibilización para el estudio.

**Fuente:** Elaboración propia.

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variable	Indicadores	Método	Prueba estadística
<b>Problemas</b>	O. General	Hi:	Dependiente			
¿Cómo sería un estudio de caracterización de residuos sólidos municipales para el Distrito de Cairani – Provincia Candarave – Tacna según la guía metodológica del MINAM?	O. Especifico	Es posible elaborar un estudio de caracterización de residuos sólidos municipales para la municipalidad distrital de Cairani – Provincia de Candarave – Tacna. Contaminación a un 50 %.	- Generación per cápita de los residuos sólidos	Generación de los residuos sólidos municipales	Guía para la Caracterización de Residuos Sólidos Municipales(MINAM)	Aplicación Software.  Aplicación fórmulas de proyección
	Determinar la generación per cápita de Residuos sólidos del Distrito de Cairani – Provincia Candarave – Tacna.		- Composición, densidad y humedad de los residuos	Composición es Porcentaje de los residuos como hueso, madera, plástico, papel, vidrio, metal, residuos tóxicos, etc. Humedad Dimensionamiento de los residuos sólidos, en Humedad el porcentaje.	Guía para la Caracterización de Residuos Sólidos Municipales(MINAM)	Aplicación Software.  Aplicación fórmulas de proyección.
	Determinar la generación total de residuos sólidos municipales.		- Área y volumen del relleno sanitario	Volumen y altura del diseño sanitario. Volumen de residuos sólidos en un año por material de cobertura 25%Generación de residuos Densidad de residuos Área requerida Población proyectada a 5 Años.	Guía para la Caracterización de Residuos Sólidos Municipales(MINAM)	Aplicación Software.  Aplicación fórmulas de proyección.
			Independiente			
			- Estudio de caracterización -Propuesta de diseño relleno sanitario manual			

Tabla 25. Matriz de Consistencia

Tabla 26. Datos del Relleno Sanitario Manual del distrito de Cairani.

<b>Año</b>	<b>Población</b>	<b>Generación de Residuos (Ton/día)</b>	<b>Generación de Residuos (Ton/mes)</b>	<b>Generación de residuos (Ton/año)</b>	<b>Densidad de residuos estabilizados (Ton/ m<sup>3</sup>)</b>	<b>VAR (m<sup>3</sup>/año)</b>
<b>2019</b>	1310	0.42	12.6	150.9	0.6	251.5
<b>2020</b>	1323	0.42	12.7	152.4	0.6	254.0
<b>2021</b>	1336	0.43	12.8	153.9	0.6	256.5
<b>2022</b>	1349	0.43	13.0	155.5	0.6	259.1
<b>2023</b>	1363	0.44	13.1	157.0	0.6	261.7
<b>2024</b>	1377	0.44	13.2	158.6	0.6	264.3

**Fuente:** Elaboración propia

GPC= 0.32 kg/hab/día      0.00032 Ton/hab/día H=2.4 m      F= 20%-40%(AUM)

Tabla 27. Datos del Relleno Sanitario Manual del distrito de Cairani

Cantidad de material de cobertura (%)	Cantidad de material de cobertura (m <sup>3</sup> /año)	Volumen Anual de Residuos Dispuestos VARD (m <sup>3</sup> /año)	Volumen Mínimo Útil VMU (m <sup>3</sup> )	Área útil mínima (AUM) = VMU/H	Áreas adicionales AUM + F20 (m <sup>2</sup> )	Áreas adicionales AUM + F40 (m <sup>2</sup> )
25	63.50	317.50	1619.56	674.82	809.8	944.7
25	64.13	320.67				
25	64.78	323.88				
25	65.42	327.12				
25	66.08	330.39				

**Fuente:** Elaboración propia

GPC= 0.32 kg/hab/día

0.00032 Ton/hab/día

H=2.4 m

F= 20%-40%(AUM)

Tabla 28. Volumen Anual de Residuos Dispuestos (VARD)

Año	Generación de residuos (Ton/año)	Residuos compactados en el relleno sanitario (m <sup>3</sup> ) <sub>1</sub>	Residuos compactados acumulados (m <sup>3</sup> ) <sub>1</sub>	Material de cobertura (m <sup>3</sup> ) <sub>2</sub>	VARD acumulado (m <sup>3</sup> )
2019	150.9	251.5	251.5	62.9	314.4
2020	152.4	254.0	505.5	126.4	631.9
2021	153.9	256.5	762.0	190.5	952.5
2022	155.5	259.1	1021.1	255.3	1276.4
2023	157.0	261.7	1282.8	320.7	1603.5
2024	158.6	264.3	1547.1	386.8	1933.9
2025	160.2	267.0	1814.1	453.5	2267.6

Fuente:Elaboración propia

**1: Considera una disminución del volumen por efectos de la compactación de residuos dispuestos hasta alcanzar una densidad promedio de 0.6 Ton/m<sup>3</sup>**

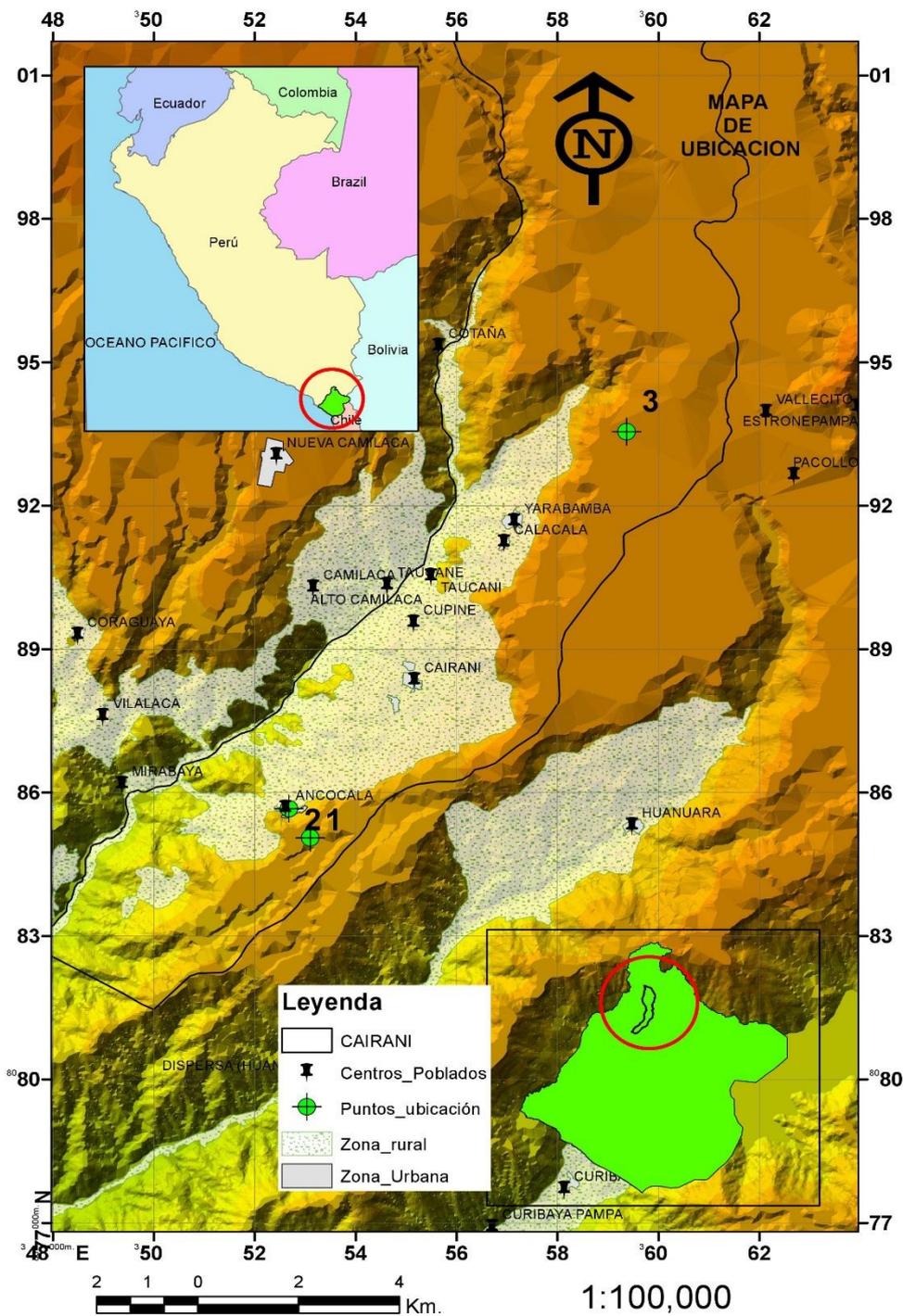
**2: Considerará que el volumen del material de cobertura en promedio es 25% respecto al volumen de los residuos compactados**

VUD	1604.4 m <sup>3</sup>
Año 2023	1603.5 m <sup>3</sup>
Año 2024	1933.9 m <sup>3</sup>
Nº días	m <sup>2</sup>
365	330.4
X	0.9
x =	1.0
x =	0.00

La vida útil del proyecto será de 5.0 años

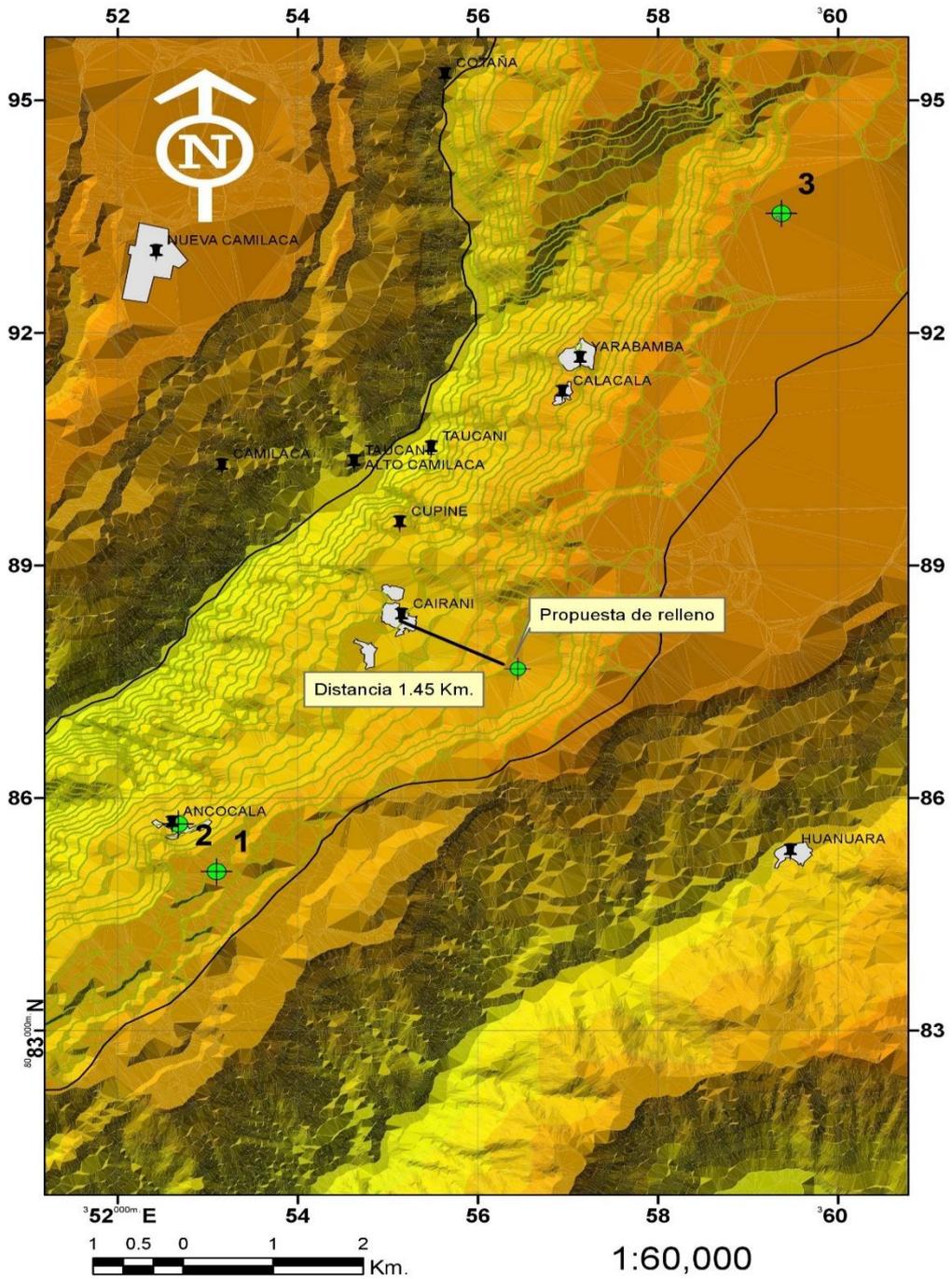
Días

años



**Figura 40.** Mapa de ubicación del Relleno Sanitario.

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 41.** Propuesta de relleno sanitario en el Distrito de Cairani.

**Fuente:** Elaboración propia.

