

# UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**TESIS**

**CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES EN EL  
DISTRITO DE COATA, PUNO - 2025**

**PRESENTADA POR:**

**EDWIN UMIÑA DIAZ**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AMBIENTAL**

**PUNO – PERÚ**

**2025**



Repositorio Institucional ALCIRA by [Universidad Privada San Carlos](http://www.upsc.edu.pe) is licensed under a [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



# 12.28%

SIMILARITY OVERALL

SCANNED ON: 1 APR 2025, 7:56 PM

## Similarity report

Your text is highlighted according to the matched content in the results above.

● IDENTICAL  
1.51%

● CHANGED TEXT  
10.76%

## Report #25572771

EDWIN UMIÑA DIAZ // CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES EN EL DISTRITO DE COATA, PUNO - 2025 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Cada año, se generan más de dos mil millones de toneladas de residuos sólidos urbanos (RSU) a nivel mundial, una cantidad tan enorme que, si se colocara en contenedores estándar y se alinearía de extremo a extremo, podría rodear el ecuador de la Tierra 25 veces. Este aumento en los desechos no solo es un reflejo del incremento del consumo y la producción, sino también del impacto que nuestras decisiones cotidianas tienen sobre el medio ambiente. (Romero, 2024) El aumento de los residuos sólidos en Perú es resultado de las diversas actividades diarias del ser humano, que han generado una producción excesiva de desechos, los cuales se convierten en un problema al momento de almacenarlos, gestionarlos o eliminarlos. En el caso del centro poblado San José de Porcón, la falta de un servicio de limpieza pública para la recolección de residuos sólidos ha generado molestias entre los habitantes. Además, el manejo inadecuado de estos desechos da lugar a la creación de focos infecciosos y la proliferación de vectores como moscas y roedores, lo que contribuye significativamente al deterioro de la salud pública y aumenta la contaminación del agua, el aire y el suelo. (Bustamante, 2020) El estudio sobre las características de los residuos sólidos domiciliarios en el distrito de Santiago de Pupuja durante el año 2024 utilizó una

**UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS**  
**FACULTAD DE INGENIERÍAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**  
**TESIS**  
**CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES EN EL**  
**DISTRITO DE COATA, PUNO - 2025**

**PRESENTADA POR:**

**EDWIN UMIÑA DIAZ**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AMBIENTAL**

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE

:



Mg. JULIO WILFREDO CANO OJEDA

PRIMER MIEMBRO

:



Mg. KATIA ELIZABETH ANDRADE LINAREZ

SEGUNDO MIEMBRO

:



Dra. MARLENE CUSI MONTESINOS

ASESOR DE TESIS

:



Dr. ESTEBAN ISIDRO LEON APAZA

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub Área: Ingeniería Ambiental

Líneas de Investigación: Ciencias Ambientales

Puno, 07 de julio del 2025

## DEDICATORIA

A Dios, por levantarme en cada caída y darme fortaleza para continuar en el camino de la vida.

Dedico con mucho cariño a mi esposa Ruht Mariela Calsin Belisario, Mis hijos: Nathaly Umiña Calsin y Benjamin Umiña Calsin quienes siempre estuvieron en mi aspiración para ser un profesional de éxito.

A mis padres Mauro Justino Umiña Ari y Justa Rufina Diaz Amanqui, cuyo apoyo incondicional, valores y esfuerzo constante han sido pilares fundamentales a lo largo de mi formación académica. Agradezco profundamente su ejemplo de perseverancia y dedicación, que ha sido fuente de inspiración en cada etapa de este proceso.

Asimismo, extendiendo esta dedicatoria a mis docentes y asesores, quienes, con su guía y compromiso, contribuyeron significativamente al desarrollo de este proyecto. A todos aquellos que, de una u otra forma, hicieron posible la culminación de esta etapa, mi más sincero agradecimiento.

**EDWIN UMIÑA DIAZ**

## AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi gratitud a Dios, por ser mi guía y mi fortaleza en el camino de la vida.

A mis padres y familiares, quienes me han brindado su apoyo incondicional siempre que lo he necesitado.

A la Universidad Privada San Carlos – Puno, por acogerme como mi segundo hogar donde recibí las enseñanzas impartidas por los diferentes docentes en los años de estudios, donde se me permitió alcanzar uno de mis objetivos más anhelados.

A la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental por brindarme los conocimientos impartidos en los diferentes años de estudios cursados.

A mi Asesor Dr. Esteban Isidro León Apaza, por su incondicional apoyo brindado en la ejecución y redacción de la presente tesis.

Agradecer a los miembros honorables del jurado de tesis: Presidente Mg. Julio Wilfredo Cano Ojeda, Primer miembro Mg. Katia Elizabeth Andrade Linarez, Segundo miembro. Dra. Marlene Cusi Montesinos. Por sus aportaciones y recomendaciones durante el proceso de desarrollo de la presente investigación.

Agradezco a la población y municipalidad del distrito de Coata por su apoyo e interés en permitirme desarrollar el presente proyecto.

## ÍNDICE DE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTOS	2
ÍNDICE DE GENERAL	3
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
ÍNDICE DE ANEXOS	8
RESUMEN	9
ABSTRACT	10
INTRODUCCIÓN	11

### CAPÍTULO I

#### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

<b>1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>13</b>
1.1.1. PROBLEMA GENERAL.	15
1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.	15
<b>1.2. ANTECEDENTES.</b>	<b>15</b>
1.2.1. INTERNACIONALES.	15
1.2.2. NACIONALES.	17
1.2.3. LOCALES.	19
<b>1.3. OBJETIVOS</b>	<b>22</b>
1.3.1. OBJETIVOS GENERAL	22
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22

### CAPÍTULO II

#### MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

<b>2.1. MARCO REFERENCIAL.</b>	<b>23</b>
2.1.1. LOS RESIDUOS SÓLIDOS.	23
	3

2.1.2. CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS.	23
2.1.3. MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS.	25
2.1.4. ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES.	26
<b>2.2. MARCO CONCEPTUAL</b>	<b>27</b>
<b>2.3. MARCO NORMATIVO</b>	<b>28</b>
<b>2.4. HIPÓTESIS.</b>	<b>30</b>
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL.	30
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.	30
<b>CAPÍTULO III</b>	
<b>METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN</b>	
<b>3.1. ZONA DE ESTUDIO</b>	<b>31</b>
3.1.1. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.	31
<b>3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.</b>	<b>32</b>
3.2.1. POBLACIÓN.	32
3.2.2. MUESTRA.	32
<b>3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS</b>	<b>34</b>
3.3.1. MÉTODOS	34
3.3.2. TÉCNICAS	34
<b>3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES</b>	<b>35</b>
<b>3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO</b>	<b>35</b>
3.5.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.	35
3.5.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.	36
3.5.3. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS	36
3.5.4. METODOLOGÍA DE DESARROLLO.	36
3.5.5. MATERIALES.	42
3.5.6. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y PLAN DE SEGURIDAD E HIGIENE	43

## CAPÍTULO IV

### EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

<b>4.1. GENERACIÓN PER CÁPITA (GPC) DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS.</b>	<b>46</b>
<b>4.2. DENSIDAD DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS.</b>	<b>53</b>
<b>4.3. COMPOSICIÓN FÍSICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS</b>	<b>55</b>
<b>4.4. HUMEDAD EN LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS.</b>	<b>56</b>
<b>4.5. RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN NO DOMICILIARIOS</b>	<b>56</b>
4.5.1. GENERACIÓN TOTAL DE RESIDUOS NO DOMICILIARIOS	56
4.5.2. DENSIDAD DE RESIDUOS SÓLIDOS NO DOMICILIARIOS	58
4.5.3. COMPOSICIÓN FÍSICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS NO DOMICILIARIOS.	58
<b>4.6. RESULTADOS GENERALES DEL ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN</b>	<b>60</b>
4.6.1. GENERACIÓN TOTAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES.	60
4.6.2. DENSIDAD SUELTA DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES.	60
4.6.3. COMPOSICIÓN GENERAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES.	61
<b>4.7. DISCUSIÓN</b>	<b>64</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>67</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>68</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.</b>	<b>70</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>73</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
<b>Tabla 01:</b> Rangos de Tamaño de Muestras para viviendas - domicilios en ciudades o localidades.	33
<b>Tabla 02:</b> Rangos de tamaño de muestra por generadores no domiciliarios.	34
<b>Tabla 03:</b> Identificación de variables.	35
<b>Tabla 04:</b> Formato para composición física de residuos sólidos.	41
<b>Tabla 05:</b> Materiales y equipos para el estudio.	43
<b>Tabla 06:</b> Normas generales de seguridad.	44
<b>Tabla 07:</b> Equipos de protección personal e indumentaria.	45
<b>Tabla 08:</b> Pesos de las muestras de residuos sólidos por vivienda durante 7 días.	46
<b>Tabla 09:</b> Resultado de la Generación Per Cápita de residuos sólidos domiciliarios.	53
<b>Tabla 10:</b> Resultados del cálculo del volumen.	53
<b>Tabla 11:</b> Resultados del cálculo de la densidad.	54
<b>Tabla 12:</b> Resultados de la densidad promedio.	54
<b>Tabla 13:</b> Resultado de la composición de residuos sólidos.	55
<b>Tabla 14:</b> Resultados de humedad de la muestra residuos orgánicos.	56
<b>Tabla 15:</b> Generación total de residuos no domiciliarios.	57
<b>Tabla 16:</b> Cálculo de la densidad de los residuos sólidos no domiciliarios	58
<b>Tabla 17:</b> Resultado de la densidad promedio.	58
<b>Tabla 18:</b> Composición física de los residuos sólidos no domiciliarios.	59
<b>Tabla 19:</b> Generación total de residuos sólidos municipales.	60
<b>Tabla 20:</b> Densidad promedio del Distrito de Coata.	61
<b>Tabla 21:</b> Composición general de residuos sólidos municipales.	61

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 01:</b> Ubicación del Distrito de Coata. Fuente: Google earth	32
<b>Figura 02:</b> Flujograma de etapas del Estudio de Caracterización de RR.SS.	36
<b>Figura 03:</b> Método de cuarteo. Fuente: Guía metodológica para el estudio de caracterización de RR.SS.	41
<b>Figura 04:</b> Gráfico de los residuos aprovechables y no aprovechables.	62
<b>Figura 05:</b> Gráfico de los residuos orgánicos e inorgánicos.	63
<b>Figura 06:</b> Gráfico de la composición de los residuos inorgánicos.	64
<b>Figura 08:</b> Registro de generadores domiciliarios del distrito de Coata.	74
<b>Figura 09:</b> Registro de generadores no domiciliarios del distrito de Coata.	74
<b>Figura 10:</b> Recojo de las muestras.	75
<b>Figura 11:</b> Pesado de las muestras.	75
<b>Figura 12:</b> Clasificación de la composición física de las muestras.	76
<b>Figura 13:</b> Determinación de la densidad de los residuos.	76
<b>Figura 14:</b> Muestra de humedad para el laboratorio.	77

## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
<b>Anexo 01:</b> Panel fotográfico.	74
<b>Anexo 02:</b> Resultados del análisis de laboratorio.	78
<b>Anexo 03:</b> Matriz de consistencia.	80

## RESUMEN

El Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales llevado a cabo en la Municipalidad Distrital de Coata, ubicada en la provincia de Puno, departamento de Puno, tuvo como objetivo principal analizar cuatro parámetros fundamentales: la composición de los residuos, la generación per cápita, la densidad y el contenido de humedad. La información obtenida a partir de estos indicadores resulta esencial para una planificación eficiente en los aspectos técnicos, económicos y operativos de la gestión de residuos sólidos. Esto incluye el diseño de sistemas de almacenamiento, transporte, valorización (tanto orgánica como inorgánica), la incorporación de tecnologías adecuadas y la disposición final de los residuos. Para el desarrollo del estudio, se utilizó como referencia la Guía de Caracterización de Residuos Sólidos elaborada por el Ministerio del Ambiente, la cual establece los procedimientos necesarios para la medición de dichos parámetros. La muestra se basó en 85 viviendas ubicadas en el distrito de Coata. En cuanto a los resultados, se determinó que la generación per cápita diaria de residuos sólidos es de 0.398 kg por habitante. Respecto a la composición, el análisis reveló que el 52.82 % de los residuos corresponde a materia orgánica, mientras que el 18.32 % es de origen inorgánico. La densidad promedio obtenida fue de 177.71 kg/m<sup>3</sup>. Finalmente, el contenido de humedad de los residuos orgánicos alcanzó un 61.85 %.

**Palabras clave:** Caracterización, Parámetro, Residuos sólidos.

## ABSTRACT

The Municipal Solid Waste Characterization Study, conducted in the District Municipality of Coata, located in the province of Puno, department of Puno, had the main objective of analyzing four fundamental parameters: waste composition, per capita generation, density, and moisture content. The information obtained from these indicators is essential for efficient planning in the technical, economic, and operational aspects of solid waste management. This includes the design of storage, transportation, and recovery systems (both organic and inorganic), the incorporation of appropriate technologies, and final waste disposal. For the development of the study, the Solid Waste Characterization Guide prepared by the Ministry of the Environment was used as a reference. This guide establishes the procedures necessary for measuring these parameters. The sample was based on 85 households located in the district of Coata. The results determined that the daily per capita generation of solid waste is 0.398 kg per inhabitant. Regarding composition, the analysis revealed that 52.82% of the waste was organic matter, while 18.32% was inorganic. The average density obtained was 177.71 kg/m<sup>3</sup>. Finally, the moisture content of the organic waste reached 61.85%.

**Keywords:** Characterization, Parameter, Solid waste.

## INTRODUCCIÓN

En el distrito de Coata, ubicado en la provincia de Puno, se identificó una gestión deficiente en el manejo de los residuos sólidos, lo que ocasiona molestias y descontento entre la población. Es ampliamente reconocido que una gestión inadecuada de estos residuos puede representar un riesgo para la salud pública, debido a la aparición de focos infecciosos y la proliferación de vectores como moscas y roedores. Además, genera impactos negativos en el medio ambiente, afectando la estética urbana, los paisajes naturales y contribuyendo a la contaminación del agua, el suelo y el aire.

La problemática radica en que el sistema de gestión de residuos en el distrito se limitaba únicamente a las etapas de recolección y disposición final, omitiendo procesos fundamentales como la segregación y la valorización. De acuerdo con lo establecido por la Ley N.º 1278 (MINAM, 2017), las municipalidades distritales están obligadas a implementar una gestión integral que incluya dichas etapas, con el objetivo de reducir la cantidad de residuos mediante su tratamiento antes de ser enviados a los lugares de disposición final.

Por otro lado, hasta el momento no se había realizado un estudio de caracterización de residuos sólidos municipales, el cual constituye una herramienta esencial para el diseño de un sistema de gestión eficiente. Este tipo de estudio permite obtener información detallada sobre aspectos clave como la composición, la generación diaria, el nivel de humedad y la densidad de los residuos. Estos datos son fundamentales para planificar de manera adecuada tanto la parte técnica y operativa del manejo de residuos, como la planificación administrativa y financiera del servicio de limpieza pública.

En conclusión, la elaboración e implementación de herramientas como el estudio de caracterización contribuyen significativamente a mejorar la gestión de residuos sólidos en los gobiernos locales, favoreciendo así la creación de un entorno saludable y adecuado para el bienestar y desarrollo de la población.

La presente investigación se estructura en cinco capítulos: En el Capítulo I se describe el problema de estudio, se revisan antecedentes relevantes y se establecen los objetivos de

la investigación. El Capítulo II desarrolla un análisis detallado del marco teórico vinculado a la variable investigada, además de incluir el marco conceptual y las hipótesis que orientan el estudio. En el Capítulo III se expone la metodología aplicada, donde se describe la zona de estudio, el método de muestreo, el tamaño de la muestra según el ámbito de recolección de residuos sólidos, y el diseño estadístico empleado para el análisis de los datos. El Capítulo IV presenta los resultados obtenidos junto con su respectivo análisis y discusión. Finalmente, en el Capítulo V, se formulan las conclusiones y recomendaciones derivadas del estudio.

## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

#### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Cada año, se generan más de dos mil millones de toneladas de residuos sólidos urbanos (RSU) a nivel mundial, una cantidad tan enorme que, si se colocara en contenedores estándar y se alinearía de extremo a extremo, podría rodear el ecuador de la Tierra 25 veces. Este aumento en los desechos no solo es un reflejo del incremento del consumo y la producción, sino también del impacto que nuestras decisiones cotidianas tienen sobre el medio ambiente. (Romero, 2024)

El aumento de los residuos sólidos en Perú es resultado de las diversas actividades diarias del ser humano, que han generado una producción excesiva de desechos, los cuales se convierten en un problema al momento de almacenarlos, gestionarlos o eliminarlos. En el caso del centro poblado San José de Porcón, la falta de un servicio de limpieza pública para la recolección de residuos sólidos ha generado molestias entre los habitantes. Además, el manejo inadecuado de estos desechos da lugar a la creación de focos infecciosos y la proliferación de vectores como moscas y roedores, lo que contribuye significativamente al deterioro de la salud pública y aumenta la contaminación del agua, el aire y el suelo. (Bustamante, 2020)

El estudio sobre las características de los residuos sólidos domiciliarios en el distrito de Santiago de Pupuja durante el año 2024 utilizó una metodología no experimental, descriptiva y analítica, con un enfoque deductivo explicativo. Los resultados mostraron que la mayor parte de los residuos sólidos está compuesta por materiales orgánicos

(29.34%), destacando los residuos de alimentos con un 25.21% del peso total, seguidos por plásticos (18.58%) y papel (9.13%). La densidad promedio de los residuos fue de 222.49 kg/m<sup>3</sup>, y la generación per cápita alcanzó los 0.270 kg por habitante al día. Este estudio proporciona información clave para desarrollar un plan de manejo de residuos sólidos conforme a la normativa vigente (D.L. N° 1278 y sus modificaciones), contribuyendo a una gestión ambiental más eficiente y sostenible. La investigación resulta de gran importancia para el contexto local, dado que el manejo inadecuado de residuos sólidos en áreas rurales como Santiago de Pupuja representa un desafío ambiental significativo. (Jove, 2025)

En el distrito de Coata, en la provincia de Puno, no se lleva a cabo una gestión adecuada de los residuos sólidos. Son las municipalidades distritales las encargadas de asegurar la prestación de los servicios de limpieza, que incluyen la recolección, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos. La Municipalidad Distrital de Coata enfrenta la falta de recursos necesarios para ofrecer un buen servicio, ya que el principal obstáculo es la ausencia de una tarifa de cobro por los servicios de limpieza, lo que limita la capacidad de cubrir los costos derivados del proceso de limpieza pública en el distrito. Como resultado, el servicio es deficiente. Además, el personal encargado de la recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos en el municipio de Coata es insuficiente, ya que solo cuentan con un operario y un vehículo adaptado para la recolección de residuos en todos los barrios de la población, pero solo una vez a la semana.

El manejo inadecuado de los residuos sólidos es uno de los principales problemas ambientales que enfrenta actualmente la Municipalidad Distrital de Coata. Estos residuos son depositados en un botadero temporal ubicado a pocos metros de la población, el cual abarca un área aproximada de 50 m<sup>2</sup> y está situado muy cerca del río Coata, donde existe una poza irregular de aproximadamente 2 metros de profundidad. Los residuos sólidos son arrastrados por el viento hacia las zonas de pastoreo y las áreas cercanas a la localidad de Coata. Además, durante la temporada de lluvias, existe el riesgo de un

desborde del río, que se encuentra cerca del botadero, lo que afecta la estética del paisaje y provoca la contaminación del suelo, el agua y el aire. Esto se convierte en un foco infeccioso de diversas enfermedades, afectando la salud y la calidad de vida de la población.

Las consideraciones expuestas llevarán a plantear la siguiente interrogante:

#### **1.1.1. PROBLEMA GENERAL.**

¿Cómo es la caracterización de los residuos sólidos municipales en el distrito de Coata 2025?

#### **1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.**

- ¿Cuál será la generación per cápita diaria de residuos sólidos de los pobladores del distrito de Coata, 2025?
- ¿Cuál será la composición física de los residuos sólidos generados por los pobladores del distrito de Coata, 2025?
- ¿Cuál será la densidad y la humedad de los residuos sólidos en el Municipio Distrital de Coata, 2025?

#### **1.2. ANTECEDENTES.**

##### **1.2.1. INTERNACIONALES.**

Romero (2022), en su investigación titulada “Caracterización de residuos sólidos domiciliarios y elaboración de una propuesta para el manejo adecuado de los mismos en el Casco Urbano del Cantón Zaruma, Provincia de El Oro”, presentan los siguientes resultados: la generación per cápita de residuos sólidos es de 0,57 kg/hab/día en 2022, y la proyección para el año 2041 indica que la población urbana del cantón alcanzará los 16,455 habitantes, con una generación per cápita estimada de 0,77 kg/hab/día y una densidad promedio de 249,34 kg/m<sup>3</sup>. Los autores concluyen que el valor obtenido se encuentra en un intervalo que puede considerarse moderado, ya que es inferior a otros valores actuales. Sin embargo, destacan la necesidad de implementar un plan de gestión integral de residuos sólidos y proyectar la construcción de un relleno sanitario.

Villalba et al. (2020), realizaron una investigación sobre la caracterización de los residuos sólidos domiciliarios en Tandil (Argentina) y los factores socioeconómicos, institucionales, temporales y culturales que influyen en la cantidad y composición de los residuos. El gobierno argentino no fomenta la caracterización de los residuos y solo cuenta con datos detallados y confiables para la ciudad de Buenos Aires, que tiene una población de 2,9 millones de habitantes. La muestra del estudio estuvo conformada por más de 80 hogares, estratificados en tres niveles socioeconómicos (alto, medio y bajo). Los resultados obtenidos indican que la tasa promedio de generación de residuos domésticos fue de 0,4008 kg/persona/día, con el valor más bajo en la primera campaña de muestreo (0,3618 kg/persona/día) y el más alto en la última (0,4506 kg/persona/día). En conclusión, se observa que la fracción orgánica contenía un porcentaje significativo de humedad. El aporte principal de este estudio es que permitirá entender la generación de residuos según el nivel socioeconómico.

Rawat & Daverey (2018), llevaron a cabo una investigación sobre la caracterización de los residuos sólidos domésticos y la gestión actual de residuos municipales en Rishikesh, Uttarakhand. En esta ciudad india de Clase II, se recolectaron 329 muestras de residuos sólidos provenientes de 47 viviendas para caracterizar los residuos domiciliarios. La tasa promedio de generación de residuos fue de 0,26 kg/c/día, y estuvo compuesta por residuos orgánicos (57,3%), plásticos (14%), papel (10,9%), vidrio y cerámica (1,3%), y otros materiales (16,5%). Se observó una relación inversa entre la tasa de generación de residuos y el tamaño de la familia ( $p < 0,05$ ). El sistema de gestión de residuos sólidos urbanos en Rishikesh no es eficiente, ya que no existe segregación en la fuente, no se practican compostajes y no se realiza reciclaje formal. El estudio concluye que la recolección y el transporte de residuos son inadecuados, y los residuos recolectados se depositan en vertederos a cielo abierto sin un manejo adecuado. Como recomendaciones, se sugiere sensibilizar a la población sobre la segregación de residuos en la fuente, promover la reducción, reutilización y reciclaje, fomentar el compostaje comunitario, garantizar una

recolección puerta a puerta del 100% de los residuos y formalizar los sectores informales, como los recicladores y las industrias de reciclaje.

Singhal et al. (2021), llevaron a cabo un estudio sobre la caracterización estacional de los residuos sólidos municipales en la ciudad de Jammu, India. El aumento de los residuos sólidos municipales en diversas formas, debido al crecimiento de la población, ha evidenciado la necesidad de investigar la caracterización estacional de los residuos en el área residencial de Jammu, ya que la gestión de estos residuos no recibe la atención adecuada. Se utilizó una muestra de 15 hogares, representando los niveles socioeconómicos I, II y III. Los resultados mostraron que la fracción orgánica representaba el 82,73% de los residuos, los plásticos alcanzaban el 6,78%, y el cartón y papel combinados también representaban el 6,78%, mientras que otros materiales como metales y vidrios constituían el 2,51% del total. El estudio abarcó desde finales del invierno hasta la primavera y el verano. En conclusión, se observó que la temporada de verano genera una mayor cantidad de residuos que el invierno. Este estudio proporciona información valiosa sobre la generación de residuos según los distintos niveles socioeconómicos.

### **1.2.2. NACIONALES.**

Huamán et al. (2021), el objetivo de su estudio fue analizar los residuos sólidos municipales del distrito de Vitis, Lima, Perú. El estudio evaluó las tasas de producción per cápita de los residentes y destacó que la gestión integral de residuos sólidos es uno de los principales retos para los gobiernos de los países hispanoamericanos en desarrollo, debido a la falta de políticas educativas ambientales. Esto ha llevado a que los residuos sean desechados sin considerar su impacto en el medio ambiente y los ecosistemas urbanos. A pesar de esto, algunos gobiernos han comenzado a implementar sistemas de gestión de residuos sólidos, basándose en estudios de caracterización. En cuanto a los resultados de la caracterización, se encontró que los residentes de la primera categoría generaban una cantidad diaria de 0,39 kg per cápita (0,41 libras por persona), con una densidad de 241,61 kg/m<sup>3</sup>. Los residuos recolectados consistieron principalmente de

materiales aprovechables (77%), mientras que los materiales no aprovechables representaron el 23%. De los materiales orgánicos, representaron el 69%, los inorgánicos el 8% y los plásticos el 1,86%. Por otro lado, los habitantes de la segunda categoría generaban 0,29 kg per cápita (0,36 libras) por día, con una composición de residuos donde los materiales aprovechables representaron el 66%, los no aprovechables el 34%, los materiales orgánicos el 44%, los inorgánicos el 22% y los plásticos el 4,5%. Ambos grupos presentaron un nivel de humedad del 72,10%.

Melgarejo (2018), en su investigación, el estudio se centró en mejorar la calidad de vida y los ingresos económicos en Villa El Salvador a través de la caracterización de residuos sólidos. El objetivo principal fue proporcionar una herramienta de gestión para la toma de decisiones informadas en la generación y manejo de residuos sólidos municipales. Adoptando un enfoque descriptivo-estadístico y aplicado, el estudio examinó una población de 463,014 habitantes de Villa El Salvador (2016), seleccionando una muestra de 70 viviendas distribuidas en diferentes zonas. Utilizando cuestionarios como herramienta, se descubrió que la generación de residuos per cápita en el distrito es de 0,632 kg/día, revelando la existencia de 153.13 toneladas diarias de residuos no domiciliarios. Este estudio se propone como modelo para futuras caracterizaciones de residuos.

Guevara (2021), realizó un estudio para caracterizar los residuos sólidos municipales con el fin de diseñar un relleno sanitario en el distrito de Chambará. El manejo inapropiado de los residuos sólidos en este distrito, ubicado en la provincia de Concepción en la región de Junín, representa un grave problema ambiental que afecta a la población, provocando enfermedades y contaminación. La principal causa de esta situación es la falta de información, conocimiento e interés tanto de los habitantes como de las autoridades locales. Además, la municipalidad no cuenta con un estudio de caracterización de residuos sólidos ni un plan integral de gestión de residuos. La investigación utilizó una metodología aplicada, con un enfoque cuantitativo y un nivel descriptivo y explicativo. Se consideró la población total de 1,116 viviendas en el

distrito de Chambará y, mediante un muestreo probabilístico estratificado, se seleccionaron 89 viviendas. Siguiendo recomendaciones de otros estudios, se aumentó el tamaño de la muestra en un 20%, resultando en un total de 107 viviendas. Los resultados indicaron que en la zona urbana (A) la generación per cápita de residuos sólidos fue de 0,21 kg por habitante al día, mientras que en la zona rural (B) fue de 0,16 kg por habitante al día. Estos estratos son diferentes debido a sus condiciones socioeconómicas. En total, el distrito produce 601,52 kg de residuos sólidos municipales al día. El aporte principal de esta investigación es que servirá como modelo para determinar la cantidad de residuos sólidos municipales en otras localidades.

Burga (2021), en su investigación tuvo como finalidad diagnosticar y caracterizar los residuos sólidos domiciliarios en Trujillo, con el objetivo de generar propuestas que mejoren su manejo y fomenten su valorización. Para ello, se utilizó un enfoque metodológico que combinó el análisis deductivo-inductivo y estadístico. Se realizó un muestreo probabilístico en el que se seleccionaron 250 viviendas distribuidas en cinco zonas diferentes de la ciudad. Los instrumentos empleados para recopilar datos fueron cuestionarios y hojas de registro de puntos críticos de contaminación. Los resultados revelaron que la generación de residuos per cápita diaria era de 0,559 kg por persona, con una densidad de 291,10 kg/cm<sup>3</sup> y un nivel de humedad del 26,6%. La producción total de residuos en la ciudad alcanzó las 185,73 toneladas por día, siendo la materia orgánica la fracción más significativa, con un 70,7% del total. El análisis también puso de manifiesto la falta de educación ambiental en la población, subrayando la necesidad de concienciar y desarrollar un sistema de gestión de residuos adecuado, alineado con los principios de la economía circular.

### **1.2.3. LOCALES.**

Cari (2023), en su tesis titulada “Caracterización de los Residuos Sólidos Municipales del Área Urbana de la Ciudad de Lampa 2023”, llevó a cabo un estudio con el objetivo principal de caracterizar los residuos sólidos domiciliarios del área urbana del distrito de

Lampa, en la región de Puno, durante el año 2023. La población estudiada comprendió un total de 456 viviendas ubicadas en la zona urbana de la ciudad de Lampa, y la muestra utilizada para el análisis consistió en 54 domicilios seleccionados representativamente. Los resultados obtenidos en cuanto a la generación per cápita (GPC) de residuos sólidos domiciliarios arrojaron un valor promedio de 0.37 kg por habitante al día. Esta estimación permitió también conocer la composición de los residuos sólidos generados en la zona. La materia orgánica predominó con un 39.86% del total de los residuos, seguida de los residuos inertes, principalmente materiales de construcción, con un 19.39%. Los residuos sanitarios, como papeles de desecho, toallas higiénicas y pañales (pampers), representaron un 10.47%. Además, se identificaron residuos de plástico en un 4.51%, cartón en un 3.69% y papel en un 3.59%.

Lima (2020), en su investigación titulada “Caracterización de residuos sólidos urbanos y gestión en la ciudad de Umachiri, Melgar—Puno”, Lima (2020) se centró en evaluar tanto la caracterización de los residuos sólidos urbanos como la gestión de la calidad ambiental en el distrito de Umachiri, ubicado en la provincia de Melgar, en el departamento de Puno. Para este estudio, se analizaron 43 hogares como muestra, de los cuales se obtuvieron datos sobre la generación per cápita de residuos, su composición física, densidad y el nivel de aprovechamiento. Además, se realizaron 190 encuestas en la zona urbana para obtener información sobre aspectos socioeconómicos y socio ambientales, con el fin de evaluar la calidad ambiental del distrito. Los resultados indicaron que la generación per cápita de residuos en Umachiri es de 0,40 kg por habitante al día, lo que corresponde a una producción total de 0.29 toneladas diarias. La densidad de los residuos fue determinada en 424.70 kg/m<sup>3</sup>. Estos datos son cruciales para la planificación y mejora de la gestión de residuos sólidos urbanos en la ciudad, así como para el diseño de estrategias que fortalezcan la calidad ambiental en Umachiri.

Huamaní et al (2020), en su investigación titulada “Gestión de residuos sólidos de la ciudad de Juliaca - Puno - Perú”, analizó los retos que enfrenta Juliaca en la gestión de residuos sólidos municipales, una ciudad afectada por problemas de gobernabilidad,

conflictos sociales y efectos negativos en la salud pública debido a la inadecuada gestión de estos residuos. El propósito principal del estudio fue caracterizar los factores y condiciones que influyen en la gestión de residuos sólidos, evaluar la viabilidad de su aprovechamiento y determinar los costos e ingresos asociados a esta actividad. Para ello, se realizaron encuestas a 267 jefes de familia seleccionados aleatoriamente de seis zonas de alta densidad poblacional en Juliaca. Los datos obtenidos fueron analizados mediante estadísticas descriptivas y complementados con información secundaria, con el fin de establecer la capacidad de generación de residuos urbanos y proyectar los resultados a 10 años. Los hallazgos mostraron que en 2017, Juliaca generó aproximadamente 75,000 toneladas de residuos sólidos municipales al año. De esta cantidad, se estimó que el 72% correspondía a residuos aprovechables y el 28% restante no lo era. Además, se descubrió que la transformación de residuos sólidos orgánicos, incluidos materiales como papel, cartón, plásticos, vidrios y metales, así como la producción de compost, podría ser económicamente rentable. Este proceso no solo beneficiaría la sustentabilidad ambiental, sino que también generaría ingresos y distribuiría de manera más equitativa los beneficios derivados del uso responsable de los recursos municipales. El estudio subraya la importancia de considerar la gestión de residuos sólidos no solo como una cuestión de saneamiento y salud pública, sino también como una oportunidad para el desarrollo sostenible y la generación de ingresos a nivel municipal.

Ingaluque (2020), en su tesis titulada “Producción de residuos sólidos domésticos en función a factores socioeconómicos en Puno”, presentó los siguientes resultados: la generación promedio de residuos sólidos domésticos es de 0.54 kg por habitante por día. Este dato resulta fundamental para comprender la magnitud del manejo de residuos en la región y para planificar las infraestructuras y servicios necesarios. El estudio señala un aumento en la generación de residuos, influenciado por factores socioeconómicos. Un hallazgo destacado fue la correlación positiva de R con un valor de 0.7803, lo que indica

una fuerte relación directa entre la generación de residuos sólidos domésticos y el consumo de energía eléctrica en el distrito de Puno.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. OBJETIVOS GENERAL**

Determinar la caracterización de los residuos sólidos municipales del distrito de Coata, 2025.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Evaluar la generación per cápita diaria de residuos sólidos de los pobladores del Distrito de Coata, 2025.
- Evaluar la composición de los residuos sólidos generados por los pobladores del Distrito de Coata, 2025.
- Evaluar la densidad y la humedad de los residuos sólidos de los pobladores del distrito de Coata, 2025.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

#### 2.1. MARCO REFERENCIAL.

##### 2.1.1. LOS RESIDUOS SÓLIDOS.

De acuerdo con la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, se entiende por residuo sólido cualquier objeto, material, sustancia o elemento resultante del uso o consumo de un bien o servicio, del cual su propietario decide deshacerse o tiene la intención de eliminar. La gestión de estos residuos debe priorizar su valorización, y sólo como último recurso, proceder a su disposición final. Es decir, los residuos sólidos son aquellos productos o sustancias de los cuales nos deshacemos, pero que en ciertos casos pueden ser reutilizados. Este tipo de residuos abarca tanto los materiales sólidos como los semi sólidos, los cuales deben ser gestionados con un enfoque en su reutilización y valorización, y, cuando esto no sea posible, eliminados de manera adecuada. (Decreto Legislativo N° 1278, 2017).

##### 2.1.2. CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS.

Según lo establecido en el Decreto Legislativo N° 1278 – Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, los residuos sólidos se categorizan en función del tipo de manejo que necesitan y de la entidad pública responsable de su gestión. En este sentido, los residuos se agrupan en las siguientes categorías principales:

###### a. Por su peligrosidad

**Residuos peligrosos:** Son aquellos residuos sólidos que, debido a sus características o al tratamiento que se les da o que recibirán, representan un riesgo significativo para la salud humana o el medio ambiente. (Decreto Legislativo N° 1278, 2017)

**Residuos no peligrosos:** Se refiere a los residuos sólidos que, por sus propiedades o el tratamiento que se les da, no constituyen un riesgo considerable para la salud de las personas ni para el medio ambiente. (Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM, 2017).

#### **b. Por su gestión**

**Residuos municipales:** Según la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, los residuos municipales están conformados por los desechos originados en los hogares, así como aquellos generados por la limpieza y el barrido de espacios públicos, incluidas las playas, y actividades comerciales. Además, comprenden los desechos de otras actividades urbanas no residenciales que son recolectados en los servicios de limpieza pública dentro de la jurisdicción correspondiente. (Decreto Legislativo N° 1278, 2017)

**Residuos no municipales:** De acuerdo con la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, los residuos no municipales comprenden aquellos, tanto peligrosos como no peligrosos, que se generan a partir de actividades de extracción, producción y servicios. Estos desechos provienen tanto de las instalaciones principales como de las auxiliares asociadas a dichas actividades. (Decreto Legislativo N° 1278, 2017)

#### **c. Por su origen**

**Residuos domiciliarios:** Son los desechos que provienen principalmente de las viviendas, resultantes de las actividades diarias. Estos residuos, originados en propiedades utilizadas específicamente como hogares, pueden clasificarse según el nivel socioeconómico de los hogares (alto, medio y bajo) (MINAM, 2019).

**Residuos comerciales:** Se refiere a los desechos producidos por actividades comerciales. Esto abarca los residuos generados en lugares como tiendas, ferreterías, panaderías, librerías, bazares, cabinas de internet, salones de belleza, centros de entretenimiento, entre otros (MINAM, 2019).

**Residuos de limpieza de áreas públicas:** Se trata de los desechos producidos durante las actividades de barrido y limpieza de calles, aceras, plazas y otros lugares públicos.

**Residuos especiales:** Residuos especiales: Se refiere a los desechos producidos en áreas urbanas que, debido a su tamaño o características particulares, requieren un

manejo específico. Esto incluye residuos de laboratorios de pruebas ambientales, lubricentros, clínicas veterinarias, centros comerciales, así como desechos generados en eventos masivos como conciertos, concentraciones y movilizaciones temporales de personas, además de ferias. También se consideran los residuos resultantes de la demolición o remodelación de edificaciones menores que no están bajo la jurisdicción del Sector de Vivienda y Construcción, excluyendo aquellos que pertenecen a áreas de responsabilidad de sectores específicos (MINAM, 2019).

**Orgánicos:** Son aquellos desechos de origen biológico, ya sean vegetales o animales, que se descomponen de manera natural. Durante este proceso, se generan gases como el dióxido de carbono y metano, entre otros, además de lixiviados en los sitios de disposición final y tratamiento.

**Inorgánicos:** Son desechos originados de minerales o fabricados industrialmente que no se descomponen con facilidad. A pesar de ello, tienen la capacidad de ser reutilizados mediante procesos de reciclaje.

#### **d. Por su naturaleza**

**Residuos orgánicos:** De acuerdo con la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, los residuos biodegradables o aquellos que pueden descomponerse, pueden provenir tanto de la gestión municipal como de la no municipal. (Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM. -, 2017).

**Residuos inorgánicos:** Según la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, los residuos inorgánicos son aquellos que no se descomponen de manera natural o, si lo hacen, su proceso de descomposición es muy lento. Estos residuos provienen de materiales minerales y productos fabricados sintéticamente. (Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM.-, 2017).

#### **2.1.3. MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS.**

Se define como un conjunto de acciones legales y operativas para la gestión de los residuos sólidos, abarcando todo el proceso, desde su generación hasta su disposición final, con el objetivo de obtener resultados ambientales satisfactorios, mejorar la eficiencia

económica en su manejo y garantizar la aceptación social, respondiendo así a las necesidades y condiciones de toda una región (MINAM, 2019).

#### **2.1.4. ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES.**

El Reglamento del Decreto Legislativo N°1278 - Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos establece que un estudio de caracterización de residuos sólidos es una herramienta fundamental para recolectar información primaria sobre las propiedades de los residuos, tanto domiciliarios como no domiciliarios. Este estudio incluye datos sobre la cantidad, densidad, composición y contenido de humedad de los residuos en un área geográfica determinada. Esta información es clave para la planificación técnica y operativa en el manejo de residuos, así como para la planificación administrativa y financiera. Al conocer la cantidad de residuos generados en cada actividad dentro de un distrito, se puede calcular de manera precisa la tasa para los cobros de arbitrios (Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM.-, 2017).

De manera similar, el "Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales (EC-RSM)" se considera una herramienta crucial para determinar diversos aspectos fundamentales en la gestión de residuos. Entre sus funciones, permite calcular la generación de residuos sólidos por habitante al día, conocida como generación per cápita (GPC), lo que facilita la comparación entre diferentes áreas de estudio. Además, ayuda a estimar la generación total de residuos en el municipio según su población. Este estudio también evalúa la densidad de los residuos, lo que es esencial para dimensionar adecuadamente los sistemas de almacenamiento, transporte y disposición final. La caracterización de la composición de los residuos es vital para recomendar acciones específicas, como la valorización de materiales orgánicos o inorgánicos. Finalmente, el análisis del contenido de humedad de los residuos es fundamental para determinar qué tecnologías pueden ser utilizadas en su disposición final. (MINAM, 2019).

Según la guía para la caracterización de residuos sólidos municipales, las etapas para elaborar un estudio de caracterización son: Etapa 1 - planificación (formación del equipo de campo, asegurar aspectos logísticos, identificación de las muestras por fuentes de

generación); Etapa 2 - trabajo de campo y operaciones (procedimientos para la participación de los predios del estudio, manejo y análisis de muestras); Etapa 3 - análisis de información (estimación de GPC de residuos sólidos domiciliarios, validación de la GPC obtenida, estimación de la generación de residuos sólidos no domiciliarios, residuos especiales, generación total de residuos, composición, densidad y humedad de los residuos sólidos) (MINAM, 2019).

## **2.2. MARCO CONCEPTUAL**

### **a. Gestión Integral de Residuos Sólidos**

Toda labor técnica y administrativa relacionada con la planificación, coordinación, acuerdos, diseño, implementación y evaluación de políticas, estrategias, planes y programas para la gestión adecuada de los residuos sólidos. (Decreto Legislativo N° 1278, 2017).

### **b. Residuos Sólidos**

Los residuos se entienden como cualquier objeto, material, sustancia o elemento generado por el consumo o uso de un producto o servicio, del cual el propietario decide o está obligado a deshacerse. La gestión de estos residuos se enfoca principalmente en su reutilización o reciclaje, y, como última opción, en su correcta disposición. (Decreto Legislativo N° 1278, 2017).

### **c. Estudio de caracterización de residuos sólidos**

Esta herramienta facilita la recolección de datos clave sobre las características de los residuos sólidos urbanos, abarcando tanto los generados en hogares como los originados en fuentes no residenciales. La información recopilada incluye aspectos como el volumen total de residuos, su densidad, composición y contenido de humedad. (Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM.-, 2017).

### **d. Composición Física**

Hace referencia al porcentaje de distintos tipos de materiales presentes en un volumen específico de residuos sólidos, incluyendo elementos como plásticos, metales, papel y materiales orgánicos, entre otros. (MINAM, 2019).

#### **e. Densidad**

Representa la masa de un material por cada unidad de volumen, expresada en kilogramos por metro cúbico ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ). Este factor es esencial para determinar la capacidad necesaria de los equipos empleados en la recolección y almacenamiento de residuos. (MINAM, 2019)

#### **f. Generación Per Cápita**

La producción unitaria de residuos sólidos se refiere generalmente a la cantidad de desechos sólidos generados por cada persona en un día (MINAM, 2019).

#### **g. Residuos Orgánicos**

Esto se refiere a los desechos biodegradables o aquellos que pueden descomponerse, los cuales pueden provenir tanto de la gestión municipal como de la no municipal (MINAM, 2019).

#### **h. Humedad**

Es la cantidad de agua presente, generalmente asociada a los residuos orgánicos.

### **2.3. MARCO NORMATIVO**

- La ley N° 28611, Ley General del Ambiente, es una normativa fundamental en Perú que establece las bases para la protección ambiental en Perú y tiene un impacto directo sobre la gestión de residuos sólidos.
- Ley N° 27972, Ley Orgánica de Municipalidades, esta ley es fundamental para la administración pública local y define las responsabilidades de las municipalidades en diversos ámbitos, incluyendo la gestión ambiental y la gestión de residuos sólidos.
- Ley N° 29419, conocida como la Ley que Regula la Actividad de los Recicladores, fue promulgada el 17 de julio de 2009 en Perú con el objetivo de regular la actividad de los recicladores de residuos sólidos, reconociendo y formalizando su trabajo dentro del sistema de gestión de residuos del país. Esta ley busca garantizar el derecho de los recicladores a realizar su labor de manera digna, segura y organizada, promoviendo al mismo tiempo el reciclaje y la reducción de residuos.

- Ley N° 27446, Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental y sus modificatorias.
- Decreto Legislativo N° 1278. Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, promulgada el 30 de julio de 2016 en Perú, y establece el marco normativo para la gestión adecuada de los residuos sólidos en el país. Su objetivo principal es promover la gestión sostenible y eficiente de los residuos, con un enfoque en la reducción, reutilización, reciclaje y disposición final adecuada.
- Decreto supremo N° 014-2017-MINAM, que aprueba el Reglamento del Decreto. Tiene como propósito detallar las disposiciones y procedimientos específicos que deben seguirse para la implementación efectiva de la Ley N° 29419 en Perú, con el fin de formalizar y mejorar las condiciones laborales y de seguridad de los recicladores.
- Decreto supremo N° 019-2009-MINAM, que aprueba el Reglamento de la Ley N°. 27446, ley del Sistema Nacional de Evaluación De Impacto Ambiental.
- Resolución Ministerial N° 457-2018-MINAM, que aprueba la Guía para la Caracterización de Residuos Sólidos Municipales. Es una herramienta clave para la mejora de la gestión de residuos sólidos en Perú. Al proporcionar una metodología clara y estandarizada para la caracterización de residuos sólidos municipales, contribuye al desarrollo de estrategias más eficaces para la recolección, reciclaje y disposición final de los residuos
- Resolución Ministerial N° 100-2019-MINAM, que aprueba la Guía para elaborar el Plan Distrital de manejo de Residuos Sólidos.
- Resolución Ministerial N° 351-2025-MINAM.

## **2.4. HIPÓTESIS.**

### **2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL.**

La caracterización de residuos sólidos, determina de manera precisa la generación per cápita, así como la composición, densidad y humedad de los residuos sólidos en el distrito de Coata, en el año 2025.

### **2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.**

- La estimación de los residuos sólidos permitirá conocer la generación per cápita de los residuos sólidos municipales de los pobladores del distrito de Coata, 2025.
- En la composición de los residuos sólidos generados en el Distrito de Coata predominan los residuos orgánicos.
- El peso y volumen estimado de los residuos sólidos permitirá calcular la densidad de los residuos sólidos generados en el distrito de Coata, 2025.

## CAPÍTULO III

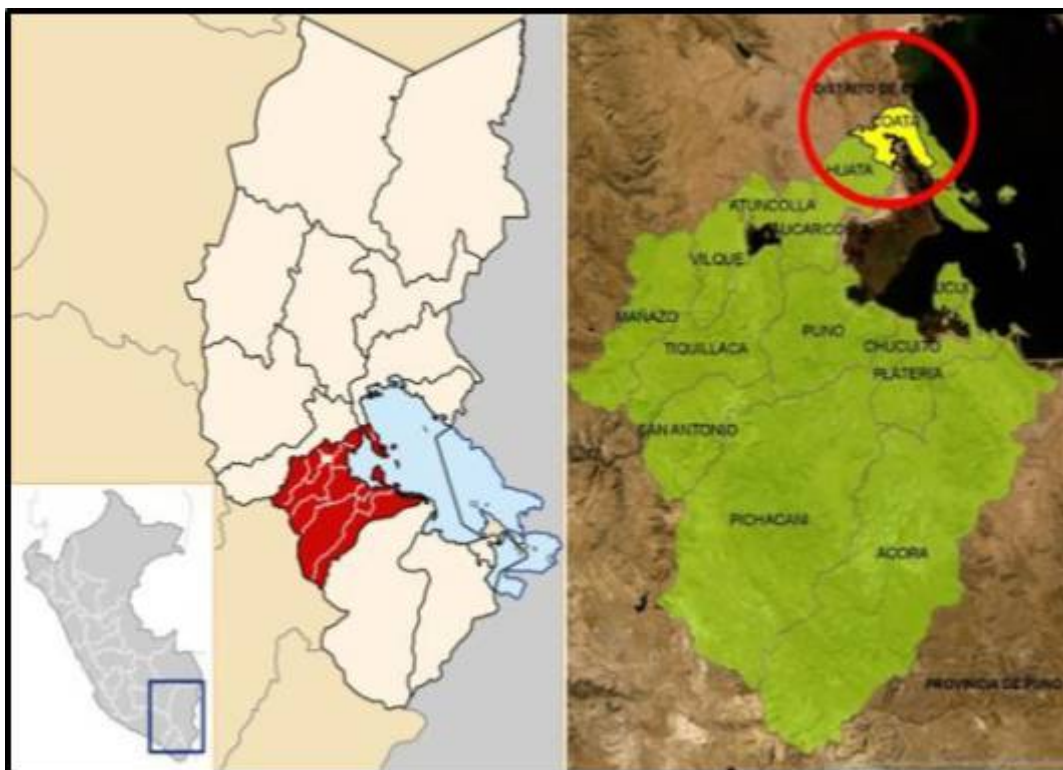
### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. ZONA DE ESTUDIO

##### 3.1.1. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

El distrito de Coata es uno de los 15 distritos que conforman la provincia de Puno, Situado en el altiplano peruano-boliviano, este distrito se localiza a orillas del lago Titicaca, a una altitud de 3.814 metros sobre el nivel del mar. Tiene una elevación de 3.812m, una extensión de 8.372 km<sup>2</sup>, una longitud de 190 km y una cuenca hidrográfica de 58.000 km<sup>2</sup>.

A continuación, se muestra la figura 1, del lugar donde se realizará la investigación con las coordenadas respectivas Latitud: -15.57123, Longitud: -69.9502 y 15° 34' 16.43" Sur, 69°57' 0.72" Oeste.



**Figura 01:** Ubicación del Distrito de Coata.

**Fuente:** Google earth

### 3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.

#### 3.2.1. POBLACIÓN.

Se tomaron en cuenta todas las viviendas ubicadas en el distrito de Coata, según los datos del INEI - Censos Nacionales 2017; XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas, donde el distrito contaba con 870 viviendas en la zona urbana.

#### 3.2.2. MUESTRA.

Para el cálculo de las muestras de residuos sólidos domiciliarios, no domiciliarios y especiales, se utilizó como referencia la guía metodológica propuesta por el Ministerio del Ambiente (MINAM), aprobada en la R.M. N° 457-2018-MINAM, a partir de la cual se publicó la "Guía para la Caracterización de Residuos Sólidos Municipales" (MINAM, 2019). Para establecer el tamaño de la muestra, se tomó en cuenta un total de 3,772 habitantes, trabajando con aproximadamente 870 viviendas. Se seleccionaron 71 viviendas como muestra y 14 viviendas adicionales como contingencia, sumando un total de 85 viviendas, de acuerdo con lo indicado en la Guía de Caracterización del 2019 del

MINAM. Para hallar muestras en generadores de residuos sólidos domiciliarios, se tuvo en consideración la tabla 01 que indica el MINAM para este caso:

**Tabla 01:** Rangos de Tamaño de Muestras para viviendas - domicilios en ciudades o localidades.

Rango de Viviendas (N)	Tamaño de Muestra (n)	Muestras de Contingencia (20% de n)	Total, de muestras domiciliarias
Hasta 500 viviendas	45	9	54
Más de 500 y hasta 1000 viviendas	71	14	85
Más de 1000 y hasta 5000 viviendas	94	19	113
Más de 5000 y hasta 10000 viviendas	95	19	114
Más de 10000 viviendas	95	23	119

**Fuente:** Guía para la Caracterización de Residuos Sólidos (MINAM, 2019, p. 23).

Para determinar la muestra de residuos no domiciliarios, se tomará en cuenta la tabla proporcionada por el MINAM para este caso.

**Tabla 02:** Rangos de tamaño de muestra por generadores no domiciliarios.

<b>Rango de total de fuentes de generación no domiciliarios en el distrito (N)</b>	<b>Tamaño de Muestra (n)</b>	<b>Muestras de Contingencia</b>	<b>Total de muestras no domiciliarias</b>
Menor a 50 generadores	n < 50	0	Es igual a n
Más de 50 y hasta 100	50	10	60
Más de 100 y hasta 250	70	14	84
Más de 250 y hasta 500	81	16	97
Más de 500 y hasta 1000	88	18	106
Más de 1000 viviendas	88	22	110

**Fuente:** Guía para la Caracterización de Residuos Sólidos (MINAM 2019, p. 35).

### 3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS

#### 3.3.1. MÉTODOS

En la investigación sobre la Caracterización de Residuos Sólidos Municipales en el Distrito de Coata, se utilizó un enfoque metodológico cuantitativo. Esto se debe a que es un proceso secuencial, deductivo, demostrativo y analítico, orientado a estudiar la realidad de manera objetiva. El método cuantitativo hace uso de datos numéricos, como porcentajes y cifras, lo que facilita la formulación de preguntas claras cuyas respuestas se expresan a través de números. (Arévalo, 2021)

#### 3.3.2. TÉCNICAS

- **Observación:** Este enfoque permitió obtener información detallada sobre los residuos sólidos domiciliarios en el distrito de Coata. (Arévalo, 2021)
- **Revisión de literatura:** Mediante este enfoque, se analizaron artículos de investigación, tesis, libros e informes con el fin de avanzar en los dos primeros objetivos. (Arévalo, 2021)

### 3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

**Tabla 03:** Identificación de variables.

<b>Variable</b>	<b>Definición</b>	<b>Indicador o definición operativa</b>	<b>Escala de medición</b>
Caracterización de residuos sólidos	El estudio de caracterización de residuos sólidos es una herramienta que nos permite obtener información directa sobre la cantidad, densidad, humedad y composición de los residuos sólidos en una zona geográfica específica (MINAM, 2019).	Generación Per Cápita de Residuos Sólidos.  Composición de los Residuos Sólidos  Densidad y humedad de los residuos sólidos.	Numérico  Razón  Numérico

### 3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO

Debido a las características de los datos recopilados y los objetivos de la investigación, se realizó un análisis estadístico descriptivo y analítico con todas las muestras obtenidas de cada uno de los domicilios. Este análisis consistió en calcular los valores necesarios para caracterizar los residuos sólidos, incluyendo fórmulas como la generación per cápita, medidas comparativas referenciales, como el promedio aritmético de pesos y volúmenes, así como los datos relacionados con la clasificación de los residuos.

#### 3.5.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.

Fue descriptivo, ya que nos enfocamos en detallar lo observado y medido durante el proceso de caracterización de los residuos sólidos.

### 3.5.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.

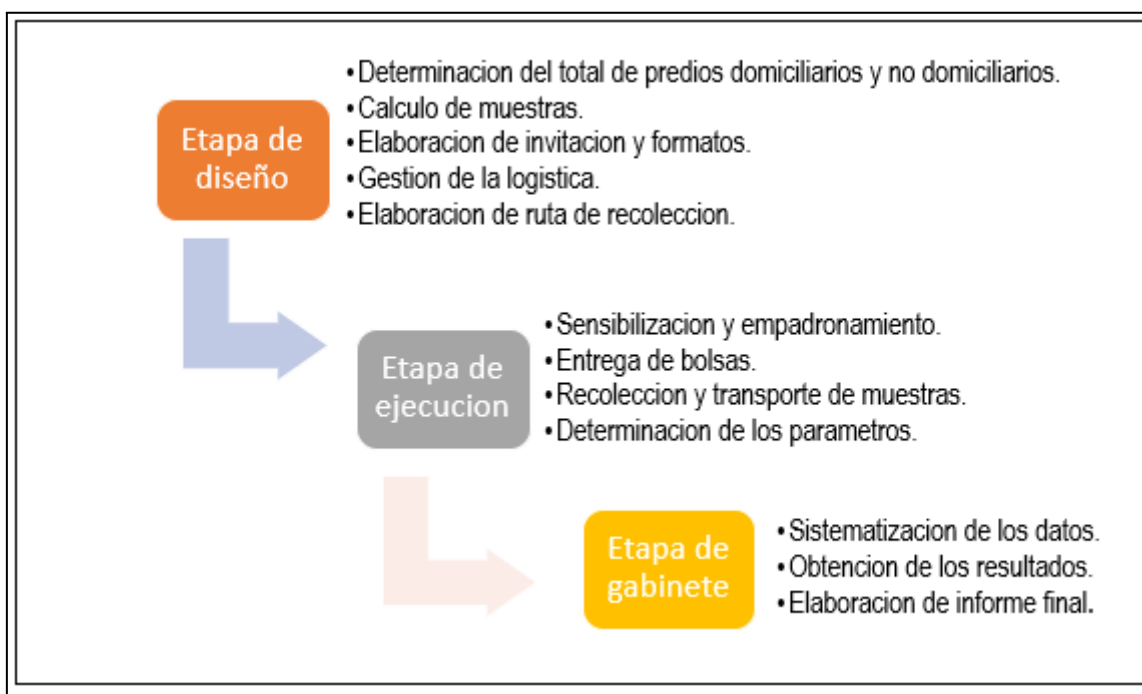
No experimental, porque no se llevó a cabo ninguna manipulación ni intervención sobre las variables de estudio, y nos limitaremos a describir los resultados obtenidos.

### 3.5.3. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS

Para el desarrollo de la investigación, se han considerado las pautas establecidas en la "Guía para la caracterización de residuos sólidos municipales", aprobadas por la Resolución Ministerial N° 457-2018-MINAM. Según estas directrices, los datos recolectados durante la fase de trabajo de campo serán analizados mediante programas estadísticos especializados para este tipo de estudio. A partir de este análisis, se elaborarán tablas y gráficos clave para interpretar cada una de las variables.

### 3.5.4. METODOLOGÍA DE DESARROLLO.

Las actividades que se detallaron en este informe es la realización del Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales llevado a cabo en el Distrito de Coata en el año 2025.



**Figura 02:** Flujograma de etapas del Estudio de Caracterización de RR.SS.

### **Determinación de número de muestras Domiciliarias**

Para calcular el número de muestras domiciliarias, se aplicó la tabla 01 que indica el MINAM para este caso. Se obtuvieron 71 muestras de un total de 870 viviendas, con un adicional de 14 muestras de contingencia al 20%, lo que resultó en un total de 85 muestras.

### **Determinación de número de muestras No Domiciliarias**

Se tomará en cuenta la tabla 02 proporcionada por el MINAM para este caso. Para determinar la muestra de generadores de residuos sólidos no domiciliarios, se consideraron los siguientes criterios: Si el número de generadores ( $n$ ) es inferior a 50, el número de muestras de contingencia es 0. Por lo tanto, el número total de muestras no domiciliarias fue igual a la cantidad de fuentes de generación ( $n$ ), ya que en el Distrito de Coata las actividades generadoras de residuos son menos de 50.

### **Sensibilización y Empadronamiento**

Se inició con las coordinaciones con los presidentes de las juntas vecinales y las organizaciones del distrito Coata, quienes son los líderes de cada área dentro del área de estudio. A través de una capacitación, se explicó la importancia y los beneficios de realizar un estudio de caracterización, lo que garantiza la participación activa de los hogares.

Posteriormente, se ofreció una charla de capacitación a los participantes, donde se detalló cuál sería su papel en el estudio. Durante la visita a cada vivienda, se explicó el objetivo del trabajo y la relevancia de separar los residuos por tipo en las bolsas proporcionadas. Además de la explicación sobre la importancia del estudio, se distribuyeron volantes informativos.

Respecto al empadronamiento, se registró a los participantes utilizando un formato creado por el equipo técnico. Además, se colocó una etiqueta en la fachada de cada vivienda participante y se entregaron las cartas de invitación como parte de la formalidad del estudio.

Registro de las viviendas que forman parte del Estudio de caracterización de residuos sólidos

### **Recolección de Muestras Domiciliarias**

El proceso de recolección de muestras se llevó a cabo siguiendo la ruta diseñada por el equipo técnico, la cual se planificó después de haber empadronado y confirmado la participación de las viviendas del distrito de Coata. Una vez realizado esto, el personal técnico responsable del estudio distribuyó las bolsas de color negro, las cuales fueron entregadas con las etiquetas correspondientes y los códigos asignados a cada vivienda.

El Estudio de caracterización se realizó durante 8 días consecutivos, siendo que los resultados obtenidos el primer día no se incluyeron en los resultados finales. Los horarios de recolección fueron de 6:00 a.m. a 10:00 a.m. Posteriormente, las bolsas fueron trasladadas a un patio de acopio temporal ubicado al costado del Municipio, donde se realizaron el pesaje y la segregación de los residuos según su composición.

### **Recolección de Muestras No Domiciliarias**

Para el estudio de caracterización de residuos sólidos municipales no domiciliarios, se trabajó con los residuos generados por instituciones educativas, así como por entidades públicas y privadas. En el caso de las instituciones educativas, la entrega de bolsas y la recolección de muestras se realizó durante un periodo de 5 días. Se utilizaron bolsas de color amarillo, todas etiquetadas con sus respectivos códigos. Para las instituciones públicas y privadas, el trabajo se extendió a lo largo de 8 días, durante los cuales también se entregaron las dos bolsas mencionadas. La recolección se efectuó una vez que cada establecimiento había acumulado los residuos generados en el día. Después de ser recolectadas, las muestras fueron transportadas con el apoyo de un vehículo asignado hasta el patio de acopio temporal, donde se procedió a determinar los parámetros correspondientes.

### **Determinación de la Generación Per Cápita**

La generación per cápita se define como la suma total de los residuos generados por los hogares registrados en el Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos (EC-RS). El

proceso comenzó con el registro y pesaje de cada muestra domiciliaria, identificada con su respectivo código. Al finalizar la semana de caracterización, se calculó la generación per cápita (GPC) de residuos sólidos por persona. Para garantizar la validez de los datos obtenidos, se aplicaron los siguientes criterios:

- No se consideró el “día 0” en el cálculo final, por lo que los datos de ese día fueron excluidos de la fórmula de generación per cápita.
- Las viviendas que participaron durante menos de cuatro días fueron eliminadas del análisis y no se incluyeron en la muestra.

El cálculo se realizó utilizando las siguientes fórmulas:

$$GPC = \frac{Dia_1 + Dia_2 + Dia_3 + Dia_4 + Dia_5 + Dia_6 + Dia_7}{(\text{Número de Habitantes})(7 \text{ días})}$$

**Donde:**

**GPC** = Generación Per Cápita [kilogramos/hab/día]

**Día<sub>n</sub>** = Peso de cada bolsa [kilogramos]

Una vez obtenida la generación per cápita de cada vivienda, se procederá a estimar la generación per cápita promedio total del distrito de Coata utilizando la siguiente fórmula:

$$GPC = \frac{GPC_1 + GPC_2 + GPC_3 + \dots + CPC_n}{n}$$

La determinación de la generación per cápita será la suma de la generación total de residuos domiciliarios y no domiciliarios registrados en el EC-RS.

Los resultados fueron tabulados excluyendo los datos del día cero, ya que la cantidad de residuos registrada en esa jornada podría no reflejar de manera precisa una generación diaria representativa.

### **Determinación de la Densidad**

El proceso para calcular la densidad de los residuos sólidos se desarrolló siguiendo los pasos descritos a continuación:

- Se empleó un recipiente con capacidad aproximada de entre 150 y 200 litros.
- Se midieron la altura y el diámetro del cilindro utilizado.

- Se seleccionaron al azar bolsas previamente pesadas y registradas, cuyo contenido fue vaciado en el cilindro, anotando el código de cada bolsa en el formato correspondiente.
- Una vez lleno el recipiente, se levantó alrededor de veinte centímetros y se dejó caer suavemente para compactar el contenido y reducir los espacios vacíos dentro del cilindro.
- Posteriormente, se midió la altura no ocupada por los residuos en el recipiente, y se registraron los datos obtenidos.
- Al completar el llenado del cilindro, se determinó la altura libre restante de residuos sólidos.
- Es importante señalar que este procedimiento se repitió durante siete días consecutivos.

Para calcular la densidad, se aplicó la siguiente fórmula:

$$\text{Densidad } (S) = \frac{W}{V} = \frac{W}{\pi\left(\frac{D}{2}\right)^2x(H)}$$

Donde:

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

W: Peso de los residuos sólidos

V: Volumen del residuo sólido

D: Diámetro del cilindro

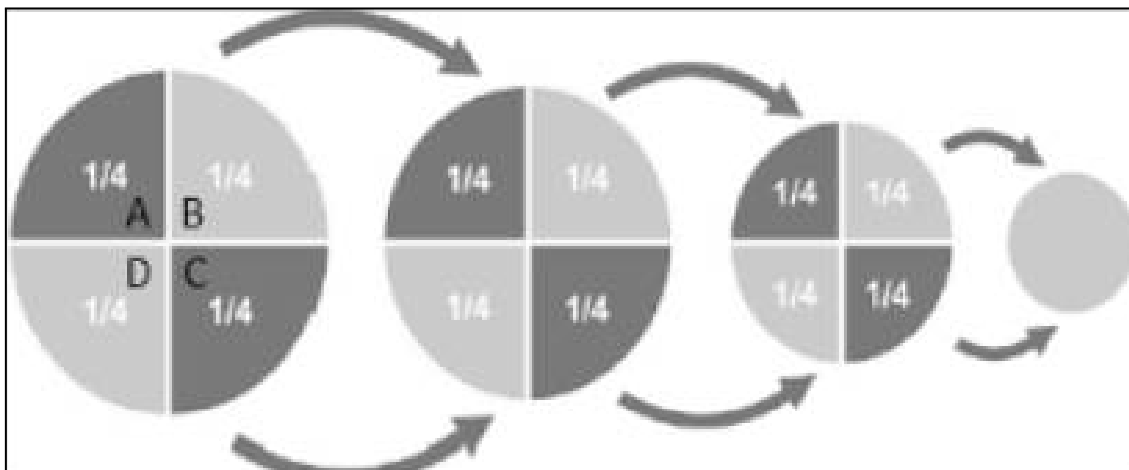
H: Altura total del cilindro

π: Constante (3.1416)

#### **Determinación de la Composición Física de los Residuos Sólidos**

- Para llevar a cabo este procedimiento, se utilizaron las muestras previamente recolectadas. Los residuos fueron extendidos sobre una superficie impermeable con el fin de evitar su contacto con el suelo u otros elementos externos.
- Además, se redujo el tamaño de los residuos de mayor volumen para facilitar su manipulación y lograr una muestra más homogénea.

- Con el objetivo de obtener una muestra representativa, los residuos esparcidos se dividieron en cuatro partes aplicando el “método de cuarteo”. A continuación, se seleccionaron dos porciones opuestas, tal como se muestra en la figura siguiente.



**Figura 03:** Método de cuarteo.

**Fuente:** Guía metodológica para el estudio de caracterización de RR.SS.

**Tabla 04:** Formato para composición física de residuos sólidos.

Tipos de residuos sólidos	Composición					Total (kg)	Composició n Porcentual
	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5		
	(Kg)	(Kg)	(Kg)	(Kg)	(Kg)		
<b>1. Residuos aprovechables</b>							
.....							
<b>TOTAL</b>							

- Los residuos sólidos, una vez clasificados, fueron separados en bolsas plásticas según su tipo, y posteriormente se realizó el pesaje utilizando un instrumento de medición.

- A partir de los datos de peso obtenidos, se calculó el porcentaje correspondiente a cada tipo de residuo, tomando como referencia el peso total de residuos recolectados en un solo día.
- La fórmula empleada fue:  $\text{Porcentaje (\%)} = (\text{Pi} / \text{Wt}) \times 100$ , donde Pi representa el peso individual del residuo y Wt el peso total de la muestra.
- Para obtener el porcentaje promedio de cada componente, se aplicó un promedio simple, sumando los porcentajes diarios de cada tipo de residuo y dividiendo el total entre los siete días de recolección.

### **Determinación de la Humedad**

El porcentaje de humedad de los residuos orgánicos fue determinado a través de un análisis realizado por el laboratorio de control de calidad Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Altiplano.

Los pasos seguidos para este procedimiento fueron:

- Se eligió de forma aleatoria una muestra de residuos sólidos orgánicos de origen domiciliario obtenida durante el proceso de caracterización, con un peso aproximado de 1 kg.
- Esta muestra fue triturada hasta reducir su tamaño a fragmentos de aproximadamente 1 cm x 1 cm, logrando obtener cerca de 1 kg de residuos.
- Posteriormente, los 1 kg de residuos fueron colocados en una bolsa tipo Ziploc y trasladados al laboratorio para su respectivo análisis.

### **3.5.5. MATERIALES.**

Provisión de materiales y herramientas necesarias para estudio de caracterización de residuos sólidos municipales en el distrito de Coata.

**Tabla 05:** Materiales y equipos para el estudio.

<b>Materiales de oficina y campo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
Equipo de cómputo completo	1	Unid.
Bolígrafos.	1	Docena
Marcadores permanentes	1	Docena
Tijeras	6	Unid.
Cartas de invitación	100	Unid.
Hojas de registro	100	Unid.
Stickers	100	Unid.
Balanza electrónica de 100 kg	1	Unid.
Cilindro de capacidad de 200 litros	1	Unid.
Winchas de 05 metros	2	Unid.
Bolsas de polietileno de 120 litros	700	Unid.
Manta de segregación 4x5 metros	1	Unid.

### 3.5.6. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y PLAN DE SEGURIDAD E HIGIENE

La seguridad en el entorno laboral es de suma importancia, ya que contribuye a reducir los riesgos asociados con las tareas diarias en el trabajo. Por esta razón, durante el estudio de caracterización, se adoptaron medidas preventivas clave para minimizar riesgos y enfermedades, proporcionando al equipo los equipos de protección personal (EPP) adecuados para garantizar su seguridad durante las labores. En el taller de capacitación dirigido al equipo técnico encargado del estudio, se hizo hincapié en la seguridad e higiene en el manejo de residuos sólidos. Este enfoque promovió la conciencia sobre la importancia de la prevención y el uso de los equipos de protección personal (EPP), así como la limpieza y desinfección de botas y guantes al finalizar la jornada laboral. Para asegurar la salud y el bienestar del equipo participante en el estudio de caracterización, se implementaron medidas de seguridad durante las actividades de campo, las cuales se detallan a continuación:

**Tabla 06:** Normas generales de seguridad.

<b>Actividades a realizar</b>	<b>Normas de seguridad</b>
Recolección selectiva.	Es obligatorio el uso de equipo de protección personal, que incluye guantes, mascarillas y uniforme.
Descarga de bolsas.	Se debe manejar las bolsas con cuidado durante su descarga para prevenir daños.
Pesado de bolsas.	En caso de bolsas de gran peso, deben ser manipuladas por dos miembros del equipo
Traslado de bolsas para segregación y/o separación.	Las bolsas deben ser trasladadas al área asignada para su procesamiento, con la ayuda de dos personas si el peso lo exige.
Segregación y/o separación.	Las bolsas deben abrirse con cuidado y vaciar su contenido en la manta de segregación correspondiente, asegurándose de usar la protección personal adecuada.
Determinación de la densidad	El contenedor debe ser levantado por dos personas con cuidado, para evitar cualquier impacto o esfuerzo excesivo.
Disposición final.	Las bolsas deben ser transportadas hasta el área de disposición final, siguiendo las medidas de seguridad adecuadas para prevenir accidentes, como caídas o lesiones en la zona lumbar, entre otros posibles riesgos

**Tabla 07:** Equipos de protección personal e indumentaria.

<b>Equipos</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
Guantes de neopreno	8	Pares
Mameluco de seguridad	8	Unid.
Mascarilla	10	Unid.
Zapatos de seguridad	8	Pares

## CAPÍTULO IV

### EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

#### 4.1. GENERACIÓN PER CÁPITA (GPC) DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

##### DOMICILIARIOS.

**Tabla 08:** Pesos de las muestras de residuos sólidos por vivienda durante 7 días.

N° de vivienda	Código	Número de habitantes	Generación de Residuos Sólidos Domiciliaria							Generación per cápita <i>Kg/persona/día</i>
			Día 1 <i>Kg</i>	Día 2 <i>Kg</i>	Día 3 <i>Kg</i>	Día 4 <i>Kg</i>	Día 5 <i>Kg</i>	Día 6 <i>Kg</i>	Día 7 <i>Kg</i>	
1	I-DC-01	5	2.05	4.03	3.59	2.30	4.80	1.26	1.45	0.56
2	I-DC-02	5	2.80	4.00	4.80	2.76	4.90	3.10	2.30	0.70
3	I-DC-03	5	3.14	2.27	1.59	2.10	0.97	2.95	1.05	0.40
4	I-DC-04	4	0.57	1.77	1.77	1.37	5.50	3.43	1.02	0.55
5	I-DC-05	4	2.50	1.50				3.20	3.60	0.68
6	I-DC-06	4	0.76	1.29	0.76	4.40	1.15	4.50	1.69	0.52

7	I-DC-07	5	0.33	1.02	1.50	5.80	1.50	4.60	2.90	0.50
8	I-DC-08	4	0.49	1.45	1.54	1.37	6.50	2.50	1.15	0.54
9	I-DC-09	5	4.50	5.30	4.60	6.54	0.91	1.19	0.56	0.67
10	I-DC-10									
11	I-DC-11	4	4.50	5.20	2.07	1.05	0.23	2.78	0.49	0.58
12	I-DC-12	5	0.32	4.00	5.00	3.00	5.80	2.40	1.50	0.63
13	I-DC-13	4	1.36	2.50	4.06	2.79	1.30	2.40	0.62	0.54
14	I-DC-14	4	0.28	5.50	1.02	1.09	1.80	2.50	2.85	0.54
15	I-DC-15	4	2.67	0.71	2.31	2.35	1.31	2.15	3.54	0.54
16	I-DC-16	9	4.00	5.13	8.00	5.00	3.95	2.06	5.00	0.53
17	I-DC-17	4	1.06	0.60	3.27	1.60	2.05	1.13	5.00	0.53
18	I-DC-18	4	0.21	0.26	1.25	0.39	5.70	2.80	3.50	0.50
19	I-DC-19	4	0.60	0.41	3.11	2.18	6.80	4.00	3.66	0.74

20	I-DC- 20	5	2.03	2.47	2.28	2.10	3.70	1.84	9.08	0.67
21	I-DC- 21	2	2.20	1.10	1.20	1.50	2.10	0.14	1.80	0.72
22	I-DC- 22	2	2.20	3.80	3.10	3.70	3.60	8.20	5.20	2.13
23	I-DC- 23	2	6.70	6.10	3.40	4.60	5.50	4.80	8.10	2.80
24	I-DC- 24	3	1.28	0.72	2.59	1.88	2.04	2.07	3.50	0.67
25	I-DC- 25	6	1.90	2.40	1.50	2.60	3.60	3.50	5.40	0.50
26	I-DC- 26	6	1.97	4.80	4.50	2.22	3.50	1.50	2.50	0.50
27	I-DC- 27	5	2.70	2.60	2.90	2.50	2.63	2.80	2.50	0.53
28	I-DC- 28	4	2.24	2.23	2.50	2.70	2.60	2.20	2.30	0.60
29	I-DC- 29	3	1.50	1.70	1.60	1.40	1.80	1.30	1.50	0.51
30	I-DC- 30									
31	I-DC- 31	1	0.70	0.40	0.50	0.60	0.70	0.65	0.56	0.59
32	I-DC- 32	5	2.70	2.60	2.90	2.50	2.63	2.80	2.50	0.53

33	I-DC- 33	4	2.25	2.26	2.51	2.78	2.65	2.24	2.34	0.61
34	I-DC- 34	4	2.28	2.29	2.70	2.88	2.67	2.25	2.35	0.62
35	I-DC- 35	3	1.50	1.70	1.60	1.40	1.80	1.30	1.50	0.51
36	I-DC- 36	5	2.70	2.60	2.90	2.50	2.63	2.80	2.50	0.53
37	I-DC- 37	2	1.30	0.96	1.20	0.62	2.27	0.71	2.38	0.67
38	I-DC- 38	6	1.76	2.56	3.98	1.52	4.00	2.80	5.00	0.51
39	I-DC- 39	4	2.85	1.33	1.08	2.38	3.67	4.24	2.02	0.63
40	I-DC- 40	7	1.20	7.50	1.95	0.76	5.60	6.54	2.50	0.53
41	I-DC- 41	8	2.00	8.00	4.00	2.53	3.50	5.40	6.00	0.56
42	I-DC- 42	5	2.66	2.50	3.18	1.01	1.42	3.50	4.50	0.54
43	I-DC- 43	5	2.60	2.62	3.57	1.70	3.68	1.31	3.55	0.54
44	I-DC- 44	7	9.60	2.59	0.48	5.91	1.28	0.56	2.28	0.46
45	I-DC- 45	4	3.50	1.80	2.00	2.16	1.14	2.50	0.82	0.50

46	I-DC- 46	3	0.50	1.62	3.20	2.50	0.95	1.30	1.00	0.53
47	I-DC- 47	6	3.40	3.89	2.05	1.87	4.80	2.10	4.50	0.54
48	I-DC- 48	5	2.10	2.58	2.50	2.90	4.09	2.50	2.50	0.55
49	I-DC- 49	2	0.13	0.65	1.15	0.42	2.97	0.54	1.30	0.51
50	I-DC- 50	3	0.28	0.62	3.14	4.04	1.74	2.74	1.72	0.68
51	I-DC- 51	3	0.45	2.33	1.18	1.48	2.50	1.85	3.20	0.62
52	I-DC- 52	4	2.67	2.77	1.38	3.36	1.80	1.93	3.09	0.61
53	I-DC- 53	5	3.20	2.14	1.90	4.37	3.50	2.00	3.39	0.59
54	I-DC- 54	3	1.80	1.90	2.50	1.80	1.70	1.90	1.50	0.62
55	I-DC- 55	2	2.00	3.00	0.20	0.50	0.40	2.50	0.35	0.64
56	I-DC- 56	4	2.25	2.30	1.80	1.90	2.10	2.00	1.80	0.51
57	I-DC- 57	2	1.10	2.90	0.70	0.80	0.90	1.80	1.60	0.70
58	I-DC- 58	3	0.90	1.80	2.56	2.50	1.60	1.70	1.60	0.60

59	I-DC- 59	2	1.10	0.90	0.70	1.20	1.50	0.80	1.10	0.52
60	I-DC- 60	3	1.50	1.80	1.40	1.25	1.60	1.50	1.50	0.50
61	I-DC- 61	5	2.50	2.30	2.60	2.75	2.30	2.10	3.10	0.50
62	I-DC- 62	2	0.80	0.90	0.80	0.90	1.69	0.80	1.50	0.53
63	I-DC- 63	4	2.26	2.45	2.76	2.74	2.63	2.23	2.33	0.62
64	I-DC- 64	4	2.24	2.47	2.78	2.75	2.62	2.24	2.35	0.62
65	I-DC- 65	4	2.27	2.48	2.79	2.76	2.61	2.23	2.36	0.63
66	I-DC- 66	4	2.25	2.26	2.51	2.78	2.65	2.24	2.34	0.61
67	I-DC- 67	4	2.28	2.50	2.79	2.86	2.61	2.32	2.36	0.63
68	I-DC- 68	5	2.70	2.60	2.90	2.56	2.63	2.80	2.50	0.53
69	I-DC- 69	5	2.78	2.65	2.93	2.50	2.65	2.82	2.53	0.54
70	I-DC- 70	5	2.70	2.60	2.90	2.67	2.63	2.80	2.56	0.54
71	I-DC- 71	5	2.79	2.63	2.91	2.50	2.61	2.79	2.54	0.54

72	I-DC- 72	1	0.60	0.50	0.60	0.90	0.40	1.30	0.30	0.66
73	I-DC- 73	2	1.10	0.70	1.10	0.85	1.70	1.10	1.00	0.54
74	I-DC- 74	1	0.40	0.56	0.70	0.65	0.40	0.50	0.64	0.55
75	I-DC- 75	2	1.20	0.50	1.40	2.20	0.30	1.00	0.90	0.54
76	I-DC- 76	2	1.20	2.00	1.10	0.80	0.80	1.30	1.00	0.59
77	I-DC- 77	1	0.80	0.40	0.20	0.40	0.50	0.70	0.60	0.51
78	I-DC- 78	2	1.30	0.70	1.40	0.30	1.70	1.80	1.80	0.64
79	I-DC- 79	4	4.00	1.50	2.60	3.10	2.00	1.60	1.90	0.60
80	I-DC- 80	1	0.30	0.50	0.30	0.90	0.70	0.40	0.60	0.53
81	I-DC- 81	1	0.30	1.00	1.50	0.60	0.20	0.30	0.40	0.61
82	I-DC- 82	1	0.40	1.00	0.20	0.50	0.30	0.70	0.80	0.56
83	I-DC- 83	1	0.20	0.30	0.10	0.90	2.50	0.40	0.40	0.69
84	I-DC- 84	2	1.20	1.10	1.50	1.00	1.50	0.90	0.70	0.56

85	I-DC- 85	1	1.00	0.60	0.50	0.70	0.90	0.70	0.30	0.67
----	-------------	---	------	------	------	------	------	------	------	------

**Tabla 09:** Resultado de la Generación Per Cápita de residuos sólidos domiciliarios.

NÚMERO DE MUESTRAS DOMICILIARIAS	GPC DISTRITAL DOMICILIARIA (Kg/Hab/Día)
85	0.398

A partir de los valores obtenidos, se determinó que la generación domiciliaria per cápita de residuos sólidos en el distrito de Coata es de 0.398 kg por habitante al día, lo que significa que cada persona produce 0.398 kg diarios de desechos.

#### 4.2. DENSIDAD DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS.

##### a. Resultados del volumen diario (m<sup>3</sup>).

**Tabla 10:** Resultados del cálculo del volumen.

CÁLCULO DEL VOLUMEN				
Día	D (m)	Ho (m)	Hf (m)	V Residuos (m <sup>3</sup> )
1	0.43	0.12	0.9	0.113
2	0.43	0.15	0.9	0.109
3	0.43	0.29	0.9	0.105
4	0.43	0.11	0.9	0.115
5	0.43	0.14	0.9	0.112
6	0.43	0.16	0.9	0.107
7	0.43	0.12	0.9	0.113

**b. Resultados de la densidad diaria (Kg/ m<sup>3</sup>).**
**Tabla 11:** Resultados del cálculo de la densidad.

<b>DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD</b>						
<b>Día</b>	<b>Cálculo del Volumen</b>				<b>Peso (kg)</b>	<b>Densidad Diaria (Kg/m<sup>3</sup>)</b>
	<b>D (m)</b>	<b>Ho (m)</b>	<b>Hf (m)</b>	<b>V Residuos (m<sup>3</sup>)</b>		
1	0.43	0.12	0.9	0.113	22.18	195.10
2	0.43	0.15	0.9	0.109	21.01	192.03
3	0.43	0.29	0.9	0.105	20.68	198.70
4	0.43	0.11	0.9	0.115	22.30	194.31
5	0.43	0.14	0.9	0.112	24.65	221.06
6	0.43	0.16	0.9	0.107	22.85	207.32
7	0.43	0.12	0.9	0.113	22.47	197.18

**c. Resultados de la densidad promedio (Kg/ m<sup>3</sup>).**
**Tabla 12:** Resultados de la densidad promedio.

<b>PARÁMETRO</b>	<b>DENSIDAD DIARIA (kg/m<sup>3</sup>)</b>							<b>DENSIDAD PROMEDI O kg/m<sup>3</sup></b>
	<b>DIA 1</b>	<b>DIA 2</b>	<b>DIA 3</b>	<b>DIA 4</b>	<b>DIA 5</b>	<b>DIA 6</b>	<b>DIA 7</b>	
<b>DENSIDAD</b>			198.7	194.3			197.1	
<b>(S)</b>	195.10	192.03	0	1	221.06	207.32	8	<b>200.81</b>

Para calcular la densidad promedio (Kg/m<sup>3</sup>), se utilizaron los datos recolectados durante siete días consecutivos (días 1 al 7), excluyendo el día 0. Como resultado, se obtuvo una densidad promedio de 200.81 Kg/m<sup>3</sup> para el distrito de Coata.

#### 4.3. COMPOSICIÓN FÍSICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS

**Tabla 13:** Resultado de la composición de residuos sólidos.

TIPO DE RESIDUO SÓLIDO	TOTAL	COMPOSICIÓN
	Kg	PORCENTUAL %
<b>1. Residuos aprovechables</b>	<b>980.07</b>	<b>89.08%</b>
1.1. Residuos Orgánicos	775.00	70.44%
Residuos de alimentos	603.00	54.80%
Residuos de maleza y poda	74.00	6.73%
Otros orgánicos	98.00	8.91%
1.2. Residuos Inorgánicos	205.07	18.64%
1.2.1. Papel	26.38	2.40%
1.2.2. Cartón	47.23	4.29%
1.2.3. Vidrio	12.76	1.16%
1.2.4. Plástico	93.82	8.53%
1.2.5. Tetra brik (envases multicapa)	0.00	0.00%
1.2.6. Metales	12.88	1.17%
1.2.7. Textiles (telas)	12.00	1.09%
1.2.8. Caucho, cuero, jebe	0.00	0.00%
<b>2. Residuos no reaprovechables</b>	<b>120.20</b>	<b>10.92%</b>
TOTAL	1100.27	100.00%

La Tabla 13 presenta los porcentajes y valores obtenidos según la composición física de los residuos sólidos, destacando que la mayor proporción corresponde a los residuos orgánicos, con un 70.44%.

#### 4.4. HUMEDAD EN LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS.

**Tabla 14:** Resultados de humedad de la muestra residuos orgánicos.

<b>Análisis</b>	<b>Peso de residuos sólidos orgánicos</b>	<b>Resultado de humedad (%)</b>	<b>Método de ensayo aplicado</b>
Humedad	1kg	61.81	Método NTP 209.825

La Tabla 14 presenta los resultados del análisis de humedad realizado en los laboratorios de la Universidad Nacional del Altiplano Puno, donde se determinó que los residuos de origen domiciliario contienen un 61.81% de humedad.

#### 4.5. RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN NO DOMICILIARIOS

##### 4.5.1. GENERACIÓN TOTAL DE RESIDUOS NO DOMICILIARIOS

El total de residuos sólidos no domiciliarios generados equivale a 425.670 kg por día, lo que representa 153.241 toneladas al año o 0.426 toneladas diarias, según lo detallado en la siguiente tabla.

**Tabla 15:** Generación total de residuos no domiciliarios.

N°	Fuente de generación no domiciliarios	Generación total (kg/día)	Generación total (ton/día)	Generación total (ton/mes)	Generación total (ton/año)
1	Establecimientos comerciales	144.600	0.145	4.338	52.056
2	Restaurantes	47.220	0.047	1.417	16.999
3	Instituciones Públicas y Privadas	8.740	0.009	0.262	3.146
4	Instituciones Educativas	18.630	0.019	0.559	6.707
5	Barrido y limpieza de espacios públicos	206.480	0.206	6.194	74.333
	<b>TOTAL</b>	<b>425.670</b>	<b>0.426</b>	<b>12.770</b>	<b>153.241</b>

El total de residuos sólidos no domiciliarios generados equivale a 425.670 kg por día, lo que representa 153.241 toneladas al año o 0.426 toneladas diarias, según lo detallado en la tabla 15.

#### 4.5.2. DENSIDAD DE RESIDUOS SÓLIDOS NO DOMICILIARIOS

**Tabla 16:** Cálculo de la densidad de los residuos sólidos no domiciliarios

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD						
Día	Cálculo del Volumen				Peso (kg)	Densidad
	D (m)	Ho (m)	Hf (m)	V Residuos (m <sup>3</sup> )		Diaria (Kg/m <sup>3</sup> )
1	0.43	0.08	0.9	0.045	7.63	163.95
2	0.43	0.07	0.9	0.048	9.22	192.39
3	0.43	0.05	0.9	0.051	10.78	211.19
4	0.43	0.1	0.9	0.044	2.48	56.92
5	0.43	0.09	0.9	0.046	3.32	73.50
6	0.43	0.08	0.9	0.049	8.75	188.92
7	0.43	0.07	0.9	0.048	9.31	194.28

**Tabla 17:** Resultado de la densidad promedio.

PARÁMETRO	DENSIDAD DIARIA (kg/m <sup>3</sup> )							DENSIDA
								D
	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6	DIA 7	PROMEDI
								O kg/m <sup>3</sup>
<b>DENSIDAD</b>			211.1				194.2	
<b>(S)</b>	163.95	192.39	9	56.92	73.50	188.92	8	<b>154.61</b>

La tabla 17 presenta los resultados correspondientes a la densidad promedio de los residuos sólidos no domiciliarios, la cual es de 154.61 kg/m<sup>3</sup>.

#### 4.5.3. COMPOSICIÓN FÍSICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS NO DOMICILIARIOS.

La proporción de los residuos sólidos no domiciliarios se distribuye de la siguiente manera: los residuos inorgánicos representan el mayor porcentaje con un 45.72% (incluyendo papel con 19.54%, cartón 3.72%, vidrio 1.65%, plástico 5.34% y metales

13.53%). En segundo lugar, se encuentran los residuos no aprovechables con un 35.65%, seguidos por los residuos orgánicos, que constituyen el 18.63%.

**Tabla 18:** Composición física de los residuos sólidos no domiciliarios.

TIPO DE RESIDUO SÓLIDO	TOTAL	COMPOSICIÓN
	Kg	PORCENTUAL %
<b>1. Residuos aprovechables</b>	<b>398.54</b>	<b>64.35%</b>
1.1. Residuos Orgánicos	115.40	18.63%
Residuos de alimentos	43.50	7.02%
Residuos de maleza y poda	39.40	6.36%
Otros orgánicos	32.50	5.25%
1.2. Residuos Inorgánicos	283.14	45.72%
1.2.1. Papel	120.99	19.54%
1.2.2. Cartón	23.05	3.72%
1.2.3. Vidrio	10.22	1.65%
1.2.4. Plástico	33.10	5.34%
1.2.6. Metales	83.78	13.53%
1.2.7. Textiles	12.00	1.94%
1.2.8. Caucho, cuero, jebe	0.00	0.00%
<b>2. Residuos no reaprovechables</b>	<b>220.75</b>	<b>35.65%</b>
Bolsas plásticas de un solo uso	48.85	7.89%
Residuos sanitarios	52.40	8.46%
Tecnopor (poliestireno expandido)	20.60	3.33%
Residuos inertes	6.70	1.08%
Otros residuos no categorizados	92.20	14.89%
<b>TOTAL</b>	<b>619.29</b>	<b>100.00%</b>

## 4.6. RESULTADOS GENERALES DEL ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN

### 4.6.1. GENERACIÓN TOTAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES.

**Tabla 19:** Generación total de residuos sólidos municipales.

DISTRITO	GPC	N°	Generación	Generación	Generación	Generación
COATA	kg/Hab/Di	de	n kg/Día	n Ton/Día	n Ton/Mes	n Ton/Año
	a	Hab				
DOMICILIARI	0.398	377	1501.26	1.501	45.04	540.45
O		2				
NO			425.670	0.426	12.770	153.241
DOMICILIARI						
O						
<b>TOTAL</b>			<b>1926.93</b>	<b>1.927</b>	<b>57.81</b>	<b>693.69</b>

Según los datos presentados en la tabla 19, el distrito de Coata registra una generación total de residuos de 1926.93kg por día, lo que equivale a 1.93 toneladas diarias, 57.81 toneladas mensuales y 693.69 toneladas anuales.

### 4.6.2. DENSIDAD SUELTA DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES.

Considerando los valores de densidad promedio para residuos domiciliarios (200.81 kg/m<sup>3</sup>) y no domiciliarios (154.61 kg/m<sup>3</sup>), se estima que la densidad promedio generada en el distrito de Coata es de 177.71 kg/m<sup>3</sup>, como se detalla en la tabla siguiente.

**Tabla 20:** Densidad promedio del Distrito de Coata.

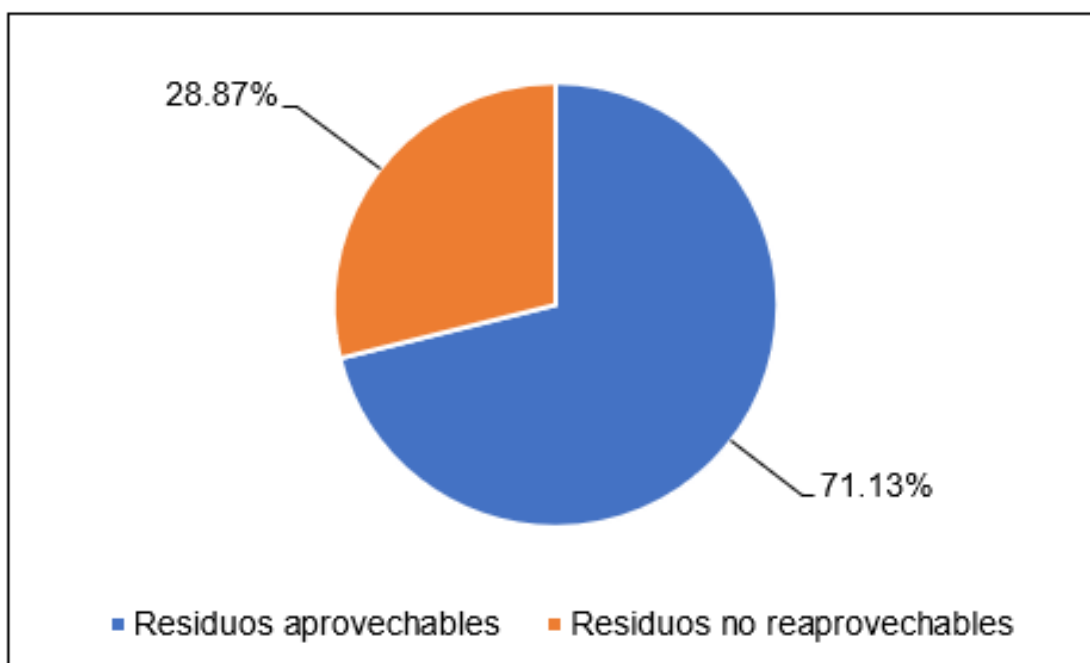
PARÁMETRO	DENSIDAD PROMEDIO DOMICILIARIO (kg/m <sup>3</sup> )	DENSIDAD PROMEDIO NO DOMICILIARIO (kg/m <sup>3</sup> )	DENSIDAD PROMEDIO DISTRITAL (kg/m <sup>3</sup> )
DENSIDAD (S)	200.81	154.61	177.71

#### 4.6.3. COMPOSICIÓN GENERAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES.

**Tabla 21:** Composición general de residuos sólidos municipales.

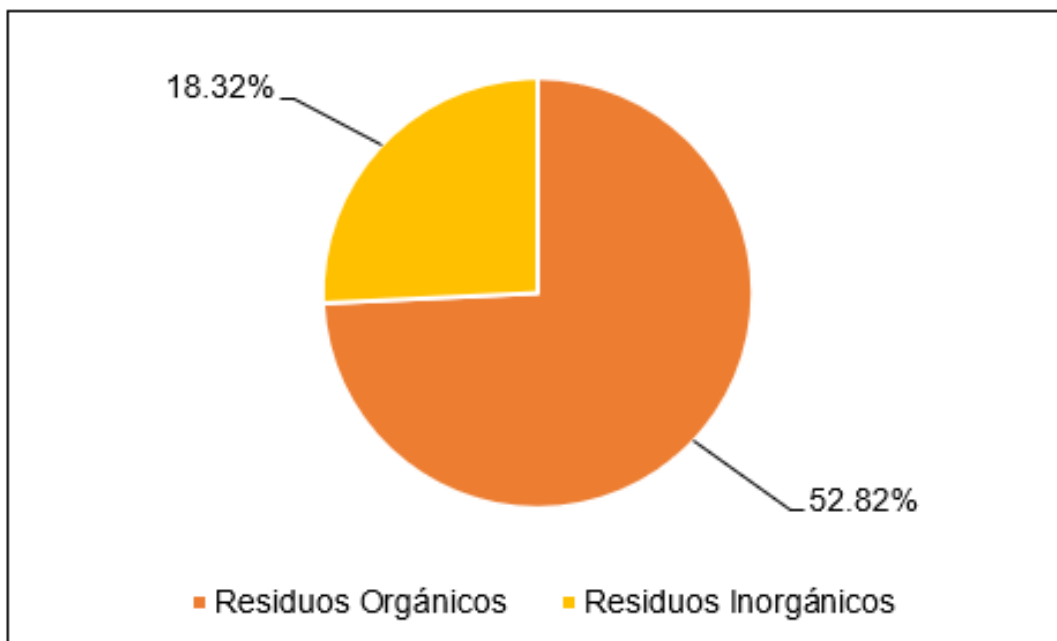
TIPO DE RESIDUO SÓLIDO	TOTAL	COMPOSICIÓN PORCENTUAL
	Kg	%
<b>1. Residuos aprovechables</b>	<b>641.66</b>	<b>71.13%</b>
1.1. Residuos Orgánicos	476.43	52.82%
Residuos de alimentos	420.76	46.64%
Residuos de maleza y poda	30.20	3.35%
Otros orgánicos	25.47	2.82%
1.2. Residuos Inorgánicos	165.23	18.32%
1.2.1. Papel	31.18	3.46%
1.2.2. Cartón	34.43	3.82%
1.2.3. Vidrio	9.52	1.06%
1.2.4. Plástico	58.72	6.51%
1.2.5. Tetra brik	0.00	0.00%
1.2.6. Metales	22.58	2.50%
1.2.7. Textiles (telas)	8.00	0.89%
1.2.8. Caucho, cuero, jebe	0.80	0.09%
<b>2. Residuos no reaprovechables</b>	<b>260.40</b>	<b>28.87%</b>

Bolsas plásticas de un solo uso	15.45	1.71%
Residuos sanitarios	128.60	14.26%
Tecnopor (poliestireno expandido)	11.50	1.27%
Residuos inertes	10.00	1.11%
Restos de medicamentos	0.50	0.06%
Envolturas de snacks, galletas, caramelos y otros	8.75	0.97%
Otros residuos no categorizados	85.60	9.49%
<b>TOTAL</b>	<b>902.06</b>	<b>100.00%</b>



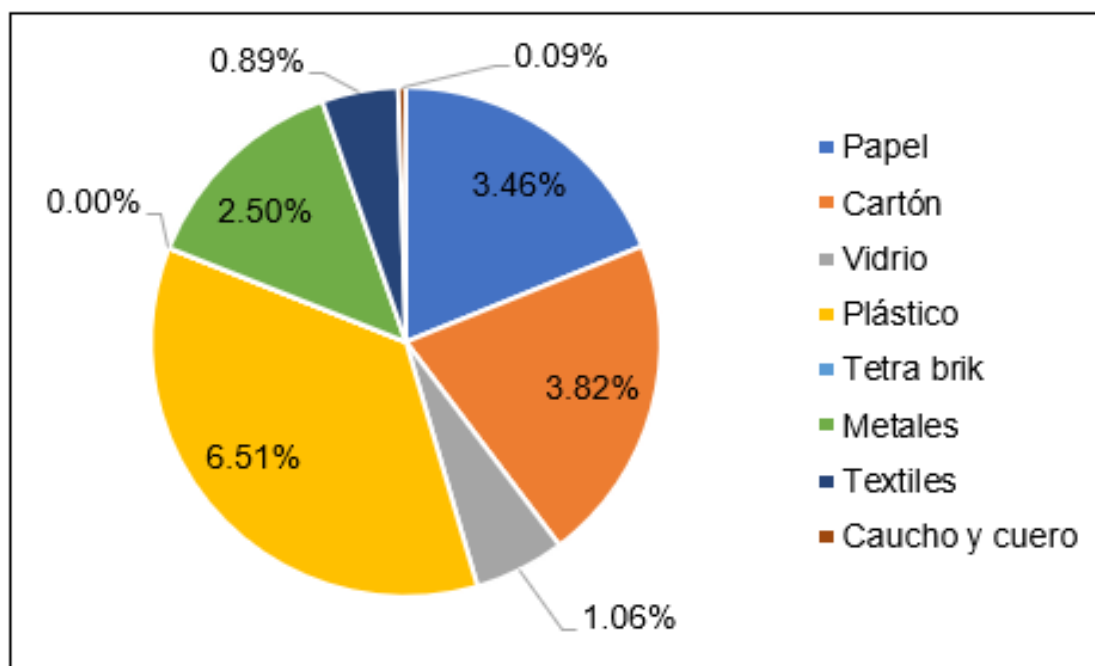
**Figura 04:** Gráfico de los residuos aprovechables y no aprovechables.

La figura ilustra la clasificación de los residuos municipales del distrito de Coata en dos categorías: aprovechables y no aprovechables. Se resalta que el 71.13% del total corresponde a residuos que pueden ser reutilizados, mientras que el 28.87% restante necesita algún tipo de tratamiento, ya que no es reutilizable de forma directa.



**Figura 05:** Gráfico de los residuos orgánicos e inorgánicos.

La figura anterior muestra la diferencia entre residuos orgánicos e inorgánicos obtenidos durante la separación de residuos domésticos en el distrito de Coata. Se evidencia que el 52.82% de los residuos aprovechables corresponden a materia orgánica, mientras que el 18.32% restante está compuesto por residuos inorgánicos. Esta diferenciación es fundamental para definir las posibilidades de reutilización de dichos residuos.



**Figura 06:** Gráfico de la composición de los residuos inorgánicos.

En la figura anterior se presenta la distribución de los residuos inorgánicos, donde se destaca que los plásticos constituyen la mayor proporción, con un 6.51% del total. A continuación, se encuentran los cartones con un 3.82%, seguidos por el papel con un 3.46%, los metales (2.50%). En menor proporción aparecen el vidrio (1.06%), caucho 0.09 y el tetrabrik, que no registra presencia (0.0%). Este análisis resulta fundamental para evaluar el potencial de reutilización de estos materiales.

#### 4.7. DISCUSIÓN

El presente estudio de caracterización expone los resultados obtenidos a partir del análisis de cuatro parámetros. El primero corresponde a la generación per cápita de residuos sólidos, tanto domiciliarios como no domiciliarios, con valores de 1501.26 kg/día y 425.67 kg/día, respectivamente. Estos datos fueron obtenidos a través del promedio de las muestras recolectadas, lo que permitió estimar una producción anual de residuos sólidos en el distrito de Coata de aproximadamente 693.69 toneladas al año.

Al comparar estos resultados con los de estudios previos, como el realizado en el distrito de Umachiri, Melgar (Lima, 2020), y en la zona urbana de Lampa, Puno (Cari, 2023), se observa una similitud en los niveles de generación de residuos. Esta coincidencia puede

atribuirse a factores como el nivel socioeconómico de la población, la ubicación geográfica, y el tamaño reducido de la población al tratarse de distritos. A título personal, también se considera que la falta de educación y cultura ambiental influye significativamente en los hábitos de generación de residuos.

Al comparar los resultados con estudios en otras regiones, como el distrito de Chambara en Junín que realizó un estudio para caracterizar los residuos sólidos municipales con el fin de diseñar un relleno sanitario Guevara (2021), que reportó un 46.27% de materia orgánica y un 14.71% de residuos inorgánicos, se observa una tendencia similar en la composición de los residuos. Asimismo, se analizó la composición de los residuos sólidos, encontrando que los residuos orgánicos predominan en el distrito de Coata, con una proporción del 52.82%. Este resultado es consistente con otros estudios realizados tanto a nivel distrital como provincial, e incluso en contextos internacionales. En general, se evidencia que la mayor parte de los residuos generados por la población son de tipo orgánico, principalmente cáscaras de frutas y verduras, así como restos de alimentos. Este hallazgo refleja el vínculo directo entre la generación de este tipo de residuos y las necesidades alimenticias básicas del ser humano. Dentro de la composición de los residuos sólidos inorgánicos, se observa un alto porcentaje de materiales como papel, plástico y latas. Esta situación puede estar relacionada con la ausencia de acciones orientadas a su valorización, lo que conlleva a que la totalidad de estos residuos generados en el distrito de Coata termine siendo dispuesta en botaderos. Por otro lado, los residuos no reaprovechables, que incluyen restos sanitarios, plásticos de baja densidad, pilas y tecnopor, representan un porcentaje mínimo. Según la normativa ambiental nacional vigente, estos residuos no pueden ser reutilizados y deben ser dispuestos en rellenos sanitarios administrados por cada municipalidad.

El estudio de Huamán et al. (2021) reportó una densidad de residuos sólidos domiciliarios de  $241.61\text{kg/m}^3$  en su Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales del Distrito de Vitis, Lima, Perú. Estos valores son superiores a los valores obtenidos en la presente investigación, esta diferencia puede atribuirse a factores como el nivel de

urbanización, las prácticas culturales y los hábitos de consumo en áreas rurales como Vitis. En cuanto a la densidad de los residuos sólidos, se obtuvo un valor de 177.71 kg/m<sup>3</sup>. Este dato es relevante ya que indica el volumen que ocupan los residuos y resulta clave para definir las dimensiones adecuadas de los contenedores que la municipalidad puede implementar en espacios públicos. Además, la densidad influye directamente en el diseño y capacidad de los equipos utilizados para la recolección, transporte y disposición final, como compactadoras, camiones recolectores y rellenos sanitarios. Respecto al nivel de humedad, los análisis arrojaron un valor de 61.85%. Este porcentaje elevado se debe a que la muestra analizada contenía principalmente residuos orgánicos, como cáscaras de frutas y verduras, así como restos de alimentos. Esta característica es fundamental en los procesos de recolección y transporte, ya que dichos residuos generan lixiviados. Sin embargo, los residuos orgánicos también representan una oportunidad, ya que pueden ser transformados y valorados adecuadamente.

## CONCLUSIONES

PRIMERA: El estudio de caracterización de los residuos sólidos municipales se realizó tomando como base una muestra de 85 viviendas, además de 36 muestras correspondientes a fuentes no domiciliarias. La recolección de datos se llevó a cabo durante un periodo de ocho días. El proceso de pesaje y análisis de los residuos fue desarrollado en un centro de acopio, el cual fue desarrollado siguiendo la metodología establecida por el Ministerio del Ambiente, según lo indicado en la Guía para la Caracterización de Residuos Sólidos Municipales (MINAM, 2015).

SEGUNDA: Asimismo, se identificó la generación per cápita de residuos sólidos. Para los residuos domiciliarios, se obtuvo un valor de 0.398 kg por habitante por día, mientras que los residuos provenientes de fuentes no domiciliarias registraron una generación de 425.67 kg diarios. Con estos datos, se pudo estimar la producción total de residuos en el distrito, alcanzando los 1,926.93 kg por día, lo que equivale a 1.93 toneladas diarias.

TERCERA: En cuanto a la composición de los residuos, se determinó que la mayor parte corresponde a materiales aprovechables, siendo los residuos orgánicos los más abundantes, seguidos por los inorgánicos como plásticos, papel y cartón. En menor proporción se encuentran los residuos no aprovechables, como los de tipo sanitario.

CUARTA: Finalmente, se evaluaron dos parámetros adicionales: la densidad promedio de los residuos generados en el distrito, que fue de 177.71 kg/m<sup>3</sup>, y el nivel de humedad, cuyo valor alcanzó el 61.85 %, debido a la alta presencia de residuos orgánicos en la muestra analizada.

## RECOMENDACIONES

Recomendaciones basadas en las conclusiones del estudio de caracterización de residuos sólidos:

**PRIMERA:** Valorización de residuos orgánicos: Los resultados indican que los residuos orgánicos son los más generados diariamente en los hogares del distrito de Coata. Por ello, se sugiere a la población y Municipalidad Distrital de Coata implementar estrategias de valorización, como la producción de compost a partir de restos orgánicos (cáscaras de frutas, verduras, poda, hojas secas, entre otros). Esta acción tendría un impacto ambiental positivo, ya que, por un lado, reduciría la cantidad de residuos enviados al botadero y, por otro, permitiría obtener abono orgánico que puede utilizarse para fomentar la creación de áreas verdes.

**SEGUNDA:** Fomento de la segregación de residuos: Se sugiere a la Municipalidad Distrital de Coata que continúe promoviendo la separación de residuos en origen, en articulación con instituciones públicas y privadas. Asimismo, se debe incentivar la participación activa y consciente de la ciudadanía, lo cual contribuirá a una gestión de residuos más eficiente y alineada con los lineamientos establecidos en la Ley N.º 1278, que resalta la importancia de la valorización.

**TERCERA:** Educación y sensibilización ambiental: Se recomienda a la Municipalidad Distrital de Coata desarrollar campañas de concientización ambiental dirigidas a la población del distrito, especialmente en instituciones educativas de nivel inicial y primario. Estas campañas también pueden extenderse a espacios públicos de alta concurrencia, como plazas, canchas deportivas, ferias y eventos locales.

CUARTA: Asignación de recursos para la gestión de residuos: Se sugiere a la Municipalidad Distrital de Coata que las asignen un mayor presupuesto a la realización de estudios similares y aseguren los recursos logísticos necesarios (transporte, materiales e insumos) para llevar a cabo adecuadamente las labores de recolección y separación de residuos. Finalmente, se recomienda a la Municipalidad Distrital de Coata repetir el estudio de caracterización cada cinco años con el fin de mantener actualizada la información sobre la gestión de residuos sólidos en el distrito. Esto permitirá adaptarse a posibles cambios en el crecimiento poblacional, así como en las condiciones socioeconómicas y culturales.

## BIBLIOGRAFÍA.

- Arévalo, J. A. (2021, marzo 30). Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis. Universo Abierto. <https://universoabierto.org/2021/03/30/metodologia-de-la-investigacion-cuantitativa-cualitativa-y-redaccion-de-la-tesis/>
- Burga, M. L. D. B. (2021). Diagnóstico y caracterización de los residuos sólidos domiciliarios de la ciudad de Trujillo – Perú, 2019-2020. *Revista CIENCIA Y TECNOLOGÍA*, 17(3), Article 3.
- Bustamante Ilatoma, E. (2020). Caracterización y propuesta de manejo de residuos sólidos rurales del centro poblado San José de Porcón – región La Libertad, 2018. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. <https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/7095>
- Cachique Sangama, R. (2017). Caracterización de residuos sólidos municipales del distrito de Caynarachi, Lamas 2016. Universidad Peruana Unión. <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/978>
- Cari Soncco, L. N. (2023). Caracterización de los residuos sólidos municipales del área urbana de la ciudad de Lampa – Puno – 2023. Universidad Privada San Carlos. <http://repositorio.upsc.edu.pe:8080/handle/UPSC/586>
- Decreto Legislativo N° 1278. (2017, diciembre 21). Ministerio del Ambiente. <https://www.minam.gob.pe/disposiciones/decreto-legislativo-n-1278/>
- Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM.-. (2017, diciembre 21). Ministerio del Ambiente. <https://www.minam.gob.pe/disposiciones/decreto-supremo-n-014-2017-minam/>
- Guevara Vilchez, B. (2021). Estudio de caracterización de residuos sólidos municipales para el diseño de un relleno sanitario en el distrito de Chambará. *Universidad Continental*. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/10243>
- Huamaní Montesinos, C., Tudela Mamani, J. W., Huamaní Peralta, A., Huamaní Montesinos, C., Tudela Mamani, J. W., & Huamaní Peralta, A. (2020). Gestión de

- residuos sólidos de la ciudad de Juliaca—Puno—Perú. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 22(1), 106-115. <https://doi.org/10.18271/ria.2020.541>
- Ingaluque Arapa, S. (2020). *Producción de residuos sólidos domésticos en base a factores socio económicos en la ciudad de Puno*.
- Jove Sanchez, J. R. (2025). Caracterización de residuos sólidos domiciliarios del Distrito de Santiago de Pupuja—2024. Universidad Privada San Carlos. <http://repositorio.upsc.edu.pe:8080/handle/UPSC/1183>
- Romero, (2024). La gestión de residuos a escala global, presente y futuro
- Lima Kacha, J. R. (2020). Caracterización de residuos sólidos urbanos y gestión en la ciudad de Umachiri, Melgar—Puno. *Universidad Nacional del Altiplano*. <https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/13959>
- Melgarejo Quijandria, M. A. (2018). Mejora de ingresos económicos municipales y calidad de vida por caracterización de residuos sólidos en el distrito Villa El Salvador. *Universidad Nacional Agraria La Molina*.
- MINAM. (2019). Guía para la caracterización de residuos sólidos municipales. En el Ministerio del Ambiente. Ministerio del Ambiente. <http://repositoriodigital.minam.gob.pe/xmlui/handle/123456789/707>
- <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/3686>
- Rawat, S., & Daverey, A. (2018). Characterization of household solid waste and current status of municipal waste management in Rishikesh, Uttarakhand. *Environmental Engineering Research*, 23(3), 323-329. <https://doi.org/10.4491/eer.2017.175>
- Romero, G. (2024). La gestión de residuos a escala global: presente y futuro. <https://www.retema.es/articulos-reportajes/la-gestion-de-residuos-escala-global-pr-esente-y-futuro>
- Saidan, M. N., Drais, A. A., Linton, C., & Hamdan, S. (2020). Solid Waste Characterization and Recycling in Syrian Refugees Hosting Communities in Jordan. En A. M. Negm & N. Shareef (Eds.), *Waste Management in MENA Regions* (pp. 281-293). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-18350-9\\_14](https://doi.org/10.1007/978-3-030-18350-9_14)

- Singh, A. (2019). Solid waste management through the applications of mathematical models. *Resources, Conservation and Recycling*, C(151).  
<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104503>
- Silvestre, B., & Țîrcă, D.-M. (2019). Innovations for sustainable development: Moving toward a sustainable future. *Journal of Cleaner Production*, 208, 325-332.  
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.09.244>
- Smol, M., Duda, J., Czaplicka-Kotas, A., & Szoldrowska, D. (2020). Transformation towards Circular Economy (CE) in Municipal Waste Management System: Model Solutions for Poland. *Sustainability*, 12(11), Article 11.  
<https://doi.org/10.3390/su12114561>
- Velásquez, L. J., & D'Armas, M. (2015). El ingeniero con conciencia social: Una posibilidad para el desarrollo sostenible. *Universidad, Ciencia y Tecnología*, 19(74), 25-38.
- Villalba, L., Donalisio, R. S., Cisneros Basualdo, N. E., & Banda Noriega, R. B. (2020). *Household solid waste characterization in Tandil (Argentina): Socioeconomic, institutional, temporal and cultural aspects influencing waste quantity and composition*. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104530>
- Weichgrebe, D., Speier, C., & Mondal, M. M. (2017). Scientific Approach for Municipal Solid Waste Characterization. En S. Goel (Ed.), *Advances in Solid and Hazardous Waste Management* (pp. 6).

## ANEXOS

**Anexo 01:** Panel fotográfico.



**Figura 08:** Registro de generadores domiciliarios del distrito de Coata.



**Figura 09:** Registro de generadores no domiciliarios del distrito de Coata.



**Figura 10:** Recojo de las muestras.



**Figura 11:** Pesado de las muestras.



**Figura 12:** Clasificación de la composición física de las muestras.



**Figura 13:** Determinación de la densidad de los residuos.



**Figura 14:** Muestra de humedad para el laboratorio 82o.

**Anexo 02: Resultados del análisis de laboratorio.**



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA  
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD



N.º 00113

## Certificado de Análisis

**ASUNTO : ANALISIS DE HUMEDAD DE RESIDUOS SOLIDOS**

---

SOLICITANTE : MUNICIPALIDAD DISTRITAL COATA  
 PROCEDENCIA : MUNICIPALIDAD DISTRITAL COATA  
 MOTIVO : "ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS"  
 MUESTREO : 14/04/2025, por el interesado  
 FECHA DE RECEPCION : 14/04/2025  
 ANÁLISIS : 14/04/2025  
 COD. MUESTRA : F009-000761

---

**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS**

PARAMETROS FÍSICOS	UNIDAD	DOMICILIARIO	NO DOMICILIARIO
Humedad	%	61.85	89.85

Puno, C.U. 07 de abril del 2025.

VºBº



U.S. SANCHEZ  
INGENIERO QUIMICO INDUSTRIAL  
E.I. 1472018  
Laboratorio de Control de Calidad  
Facultad de Ingeniería Química



DECANO  
Ing. Carlos Flores  
DECANO DE LA F.I.Q.  
UNA-PUNO



**MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE COATA**  
**EMPADRONAMIENTO DE VIVIENDAS PARTICIPANTES PARA EL**  
**ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS - 2025**



REGISTRO DE PARTICIPANTES

Código	Dirección	Nombres y Apellidos	DNI	N° habitantes por vivienda	Entrega sus residuos inorgánicos a un reciclador	¿los residuos orgánicos son usados como alimentos para animales u otros usos?	firma
I-DC-16	Jr. Puno	Hugo Borda Pelinco	23905940	4	NO	SI	
F-DC-17	Jr. Puno	Verginia Pelinco Mamani	48208235	3	NO	SI	
I-DC-18	Jr. Puno	Oscar Bustincio Belgariá	01295819	2	NO	SI	
I-DC-19	Jr. Fray Velasco	Doris Mamani Belgariá	40068079	4	NO	SI	
I-DC-20	Jr. Fray Velasco	Jubert Gutierrez Quispe	71731578	2	NO	NO	
I-DC-21	Jr. Fray Velasco	Celestino Sucasaca Sucasaca	01257946	2	NO	SI	
I-DC-22	Jr. Fray Velasco	Quintín Panca Inguilla	01250999	3	NO	SI	
I-DC-23	Jr. Fray Velasco	Efren Cala Pacompiá	42288141	4	NO	SI	
I-DC-24	Jr. Fray Velasco	Nestor Mamani Capocota	42256328	5	NO	SI	
I-DC-25	Jr. Fray Velasco	Julia Panca Dias	44888525	3	NO	SI	
I-DC-26	Jr. Fray Velasco	Norma Panca Diaz	41162036	4	NO	SI	
I-DC-27	Jr. Fray Velasco	Rolando Avila Diaz	46710502	3	NO	SI	
I-DC-28	Jr. Independencia	Juan G. Inguilla Sucasaca	43921442	5	NO	NO	
I-D-29	Jr. Monco Capac	Leocadia Sucasaca Apaza	01295424	3	NO	SI	
I-D-30	Jr. Monco Capac	Calixto Quispe Belgariá	01250824	4	NO	SI	

**Anexo 03: Matriz de consistencia.**

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p><b>PROBLEMA GENERAL</b></p> <p>¿Cómo es la caracterización de los residuos sólidos municipales en el distrito de Coata 2025?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL:</b></p> <p>Determinar la caracterización de los residuos sólidos municipales del distrito de Coata, 2025.</p>	<p><b>HIPÓTESIS GENERAL:</b></p> <p>La caracterización de residuos sólidos, determina de manera precisa la generación per cápita, así como la composición, densidad y humedad de los residuos sólidos en el distrito de Coata, en el año 2025.</p>	<p>VARIABLE</p> <p>Caracterización de los residuos sólidos</p>	<p>Generación per cápita</p> <p>Composición física, Densidad y humedad.</p>	<p>Enfoque: cuantitativo</p> <p>Diseño de investigación: No experimental de tipo descriptivo</p> <p><b>POBLACIÓN:</b></p> <p>3772 hab. aprox. de 870 viviendas censo del INEI del 2017.</p> <p><b>N/muestra:</b> 85 viviendas</p> <p>Método estadístico: Estadística descriptiva</p> <p>Guía de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales</p>
<p><b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b></p> <p>¿Cuál será la generación per cápita diaria de residuos sólidos municipales en el distrito de Coata, 2025?</p> <p>¿Cuál será la composición física de los residuos sólidos municipales en el distrito de Coata 2025?</p> <p>¿Cuál será la densidad y la humedad de los residuos sólidos municipales en el Distrito de Coata, 2025?</p>	<p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</b></p> <p>Evaluar la generación per cápita diaria de residuos sólidos de los pobladores del Distrito de Coata, 2025.</p> <p>Evaluar la composición de los residuos sólidos generados por los pobladores del Distrito de Coata, 2025.</p> <p>Evaluar la densidad y la humedad de los residuos sólidos de los pobladores del distrito de Coata, 2025.</p>	<p><b>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS:</b></p> <p>La estimación de los residuos sólidos permitirá conocer la generación per cápita de los residuos sólidos municipales de los pobladores del distrito de Coata, 2025.</p> <p>En la composición de los residuos sólidos generados en el Distrito de Coata predominan los residuos orgánicos.</p> <p>El peso y volumen estimado de los residuos sólidos nos permitirá calcular la densidad de los residuos sólidos generados en el Distrito de Coata, 2025.</p>			<p><b>INSTRUMENTOS:</b></p> <p>Guía de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales.</p>