

**UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS**  
**FACULTAD DE INGENIERÍAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**TESINA**

**CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES DE LA CIUDAD  
DE PUNO, 2019**

**PRESENTADO POR:**

**PIERA ANTONIA ROJAS QUISPE**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:  
BACHILLER EN INGENIERÍA AMBIENTAL**

**PUNO – PERÚ**

**2022**



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

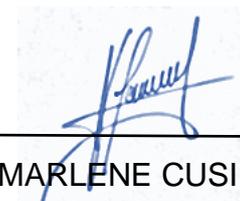
**UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS****FACULTAD DE INGENIERÍAS****ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL****TESINA****CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES DE LA  
CIUDAD DE PUNO, 2019****PRESENTADO POR:****PIERA ANTONIA ROJAS QUISPE****PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:****BACHILLER EN INGENIERÍA AMBIENTAL**

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE

  
\_\_\_\_\_  
DR. ESTEBAN ISIDRO LEON APAZA

PRIMER MIEMBRO

  
\_\_\_\_\_  
M.Sc. MARLENE CUSI MONTESINOS

ASESOR DE TESIS

  
\_\_\_\_\_  
Mg. ELVIRA ANANI DURAND GOYZUETA

Área: Ciencias Naturales

Disciplina: Ciencia del medio ambiente

Especialidad: Gestión y planes de manejo ambiental

Puno, 12 de abril del 2022.

### DEDICATORIA

El trabajo está dedicado a mi padre, mi madre y mis hermanos quienes me guiaron por el buen camino, dándome las fuerzas para seguir adelante, demostrándole así sobrellevar las acciones que la vida va mostrando, pero siempre mostrando la dignidad, la responsabilidad y el carácter.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todas las personas que a lo largo de mi vida me han apoyado de una u otra forma a alcanzar mis objetivos. A mis profesores y en especial a mi familia.

A mis jurados por todos sus aportes en beneficio del trabajo de investigación realizado.

Un agradecimiento a mi asesora, la Mg. Elvira Anani Durand Goyzueta, por su acompañamiento, enseñanza y apoyo incondicional en el transcurso de la elaboración del presente trabajo de investigación.

Y un agradecimiento muy especial a la Gerencia de Gestión Integral de Residuos Sólidos de la Municipalidad Provincial de Puno, quienes me cobijaron en sus instalaciones y me apoyaron para el recojo de muestras y sobre todo por haberme facilitado la información para el desarrollo del presente trabajo.

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTOS	2
ÍNDICE GENERAL	3
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	8
ÍNDICE DE ANEXOS	9
RESUMEN	10
ABSTRACT	11
INTRODUCCIÓN	12

## CAPÍTULO I

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

<b>1.1. Planteamiento del problema</b>	<b>14</b>
1.1.1. Problema general	15
1.1.2. Problema específico	15
<b>1.2. Antecedentes</b>	<b>16</b>
1.2.1. Internacional	16
1.2.2. Nacional	17
1.2.3. Local	17
<b>1.3. Objetivos</b>	<b>18</b>
1.3.1. Objetivo general	18
1.3.2. Objetivo específico	18

**CAPÍTULO II****MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN**

<b>2.1. Marco teórico</b>	<b>19</b>
<b>2.2. Marco Conceptual</b>	<b>20</b>
<b>2.3. Hipótesis</b>	<b>22</b>
2.3.1. Hipótesis general	22
2.3.1. Hipótesis específicas	22

**CAPÍTULO III****METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

<b>3.1. Zona de estudio</b>	<b>23</b>
<b>3.2. Tamaño de muestra</b>	<b>27</b>
3.2.1. Determinación de generadores domiciliarios	28
3.2.2. Determinación de generadores no domiciliarios	30
<b>3.3. Métodos y técnicas</b>	<b>40</b>
3.3.1. Métodos	40
<b>3.4. Identificación de variables</b>	<b>45</b>
3.4.1. Variable independiente	45
3.4.2. Variable dependiente	45
<b>3.5. Método o diseño estadístico</b>	<b>46</b>

**CAPÍTULO IV****EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS**

<b>4.1. Resultados de la caracterización domiciliaria</b>	<b>47</b>
4.1.1. Generación per cápita (GPC) de los residuos domiciliarios	47
4.1.2. Densidad de los residuos domiciliarios	48
4.1.3. Composición física de los residuos domiciliarios	48
4.1.4. Humedad de los residuos domiciliarios	50
<b>4.2. Resultados de la caracterización no domiciliaria</b>	<b>51</b>
4.2.1. Generación per cápita (GPC) de los residuos no domiciliarios	51
4.2.2. Densidad de los residuos no domiciliarios	52
4.2.3. Composición física de los residuos no domiciliarios	53
4.2.4. Humedad de los residuos no domiciliarios	60
<b>4.3. Resultados generales de la caracterización</b>	<b>60</b>
4.3.1. Generación total y generación per cápita municipal	60

4.3.2. Densidad de los residuos municipales	62
4.3.3. Composición física de los residuos municipales	63
<b>4.4. Comparación de los resultados obtenidos con los antecedentes e hipótesis.</b>	<b>65</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>69</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>71</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>72</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>74</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01. Ubicación geográfica de la Ciudad de Puno	23
Tabla 02. Población proyectada de la zona urbana de Puno	25
Tabla 03. Determinación del tamaño de muestra	25
Tabla 04. Número de viviendas por zona	26
Tabla 05. Zonificación del Distrito de Puno	26
Tabla 06. Tamaño de muestra para diversas cantidades de viviendas en las ciudades o localidades	28
Tabla 07. Representatividad por nivel socioeconómico en generadores domiciliarios	29
Tabla 08. Representatividad por zonas de la Ciudad de Puno	29
Tabla 09. Número de muestras por zona	29
Tabla 10. Clasificación de generadores no domiciliarios	30
Tabla 11. Cantidad de generadores no domiciliarios	31
Tabla 12. Tamaño de la muestra para diversos generadores no domiciliarios	32
Tabla 13. Cálculo de porcentaje de representatividad	32
Tabla 14. Cantidad de muestras según generación	33
Tabla 15. Cantidad de mercados existentes en la Ciudad de Puno	33
Tabla 16. Determinación del tamaño de muestra	34
Tabla 17. Instituciones educativas	35
Tabla 18. Cantidad de muestras por nivel educativo	36
Tabla 19. Resumen del tipo de rutas existentes	38
Tabla 20. Generadores de residuos sólidos	38
Tabla 21. Determinación del tamaño de muestra	39
Tabla 22. Descripción de variables e indicadores	45
Tabla 23. GPC promedio por cada zona	47
Tabla 24. Promedio ponderado de la GPC	48
Tabla 25. Determinación de la densidad de los residuos sólidos domiciliarios	48
Tabla 26. Composición de los residuos sólidos domiciliarios	49

Tabla 27. Determinación de la humedad	51
Tabla 28. Generación total de residuos sólidos no domiciliarios	51
Tabla 29. Generación total de residuos sólidos especiales	52
Tabla 30. Densidad de residuos sólidos no domiciliarios	52
Tabla 31. Composición física de residuos sólidos de los establecimiento comerciales	53
Tabla 32. Composición física de muestra de los mercados	55
Tabla 33. Composición física de las Instituciones educativas	58
Tabla 34. Determinación de la humedad	60
Tabla 35. Generación total diaria de residuos sólidos domiciliarios	61
Tabla 36. Generación diaria total de residuos sólidos no domiciliarios	61
Tabla 37. Generación diaria total de residuos sólidos especiales	62
Tabla 38. Generación total de residuos sólidos municipales	62
Tabla 39. Densidad suelta municipal	63
Tabla 40. Composición física de residuos sólidos municipales	63

**ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 01.Plano de Zonificación de la Ciudad de Puno	27
Figura 02. Método de cuarteo	44

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N° 01. Matriz de Consistencia	75
Anexo N° 02. Contraste de la Hipótesis	76
Anexo N° 03. Panel Fotográfico	82
Anexo N° 04. Análisis de Humedad	85

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación fue desarrollado en la Ciudad de Puno, durante los meses de abril hasta septiembre del 2019; el cual tuvo como objetivo la caracterización de residuos sólidos, con la finalidad de conocer la producción per cápita domiciliaria, composición y densidad de los residuos sólidos municipales. La metodología que se usó fue planteada por el Ministerio del Ambiente, el mismo que fue aprobado mediante la Resolución Ministerial N° 457-2018-MINAM; donde se menciona que el dimensionamiento y determinación del tamaño de muestra está en base a la cantidad de viviendas que existen en la ciudad y ya no depende de la cantidad de población como anteriormente se desarrollaba. En base a lo mencionado, se realizó la zonificación de la Ciudad de Puno donde se determinó que existe un total de 45 981 viviendas distribuidas en Zona A, Zona B y Zona C, en donde se tuvo que trabajar con un total de 120 muestras (9 muestras de la Zona A, 59 muestras de la Zona B y 52 muestras de la Zona C). Los resultados obtenidos fueron que la producción per cápita domiciliaria en promedio fue de 0.672 kg/día, y la generación diaria de residuos sólidos es de 119.93 tn/día, que esta compuesto por un 69.54% de residuos sólidos son aprovechables que vienen a ser residuos orgánicos en un total de 21.20% y 48.35% de residuos sólidos inorgánicos, la densidad de los residuos sólidos domiciliarios es de 182.03 kg/m<sup>3</sup> y la densidad de residuos sólidos no domiciliarios es de 174.61 kg/m<sup>3</sup>. De acuerdo a los resultados obtenidos, se debe de fomentar programas de fortalecimiento para la formalización de los recicladores quienes harán un mayor aprovechamiento de los residuos sólidos aprovechables; también se debe de fomentar la segregación en la fuente.

**Palabras clave:** Caracterización, Residuos sólidos, Producción per cápita, Composición, Densidad.

## ABSTRACT

The present research work was developed in the City of Puno, during the months of April to September 2019; which had as objective the characterization of solid waste, in order to know the per capita household production, composition and density. The methodology used was the methodology proposed by the Ministry of the Environment, which was approved by Ministerial Resolution No. 457-2018-MINAM; where it is mentioned that the dimensioning and determination of the sample size is based on the number of homes that exist in the city and no longer depends on the amount of population as previously developed. Based on the aforementioned, the zoning of the City of Puno was carried out, where it was determined that there is a total of 45,981 homes distributed in Zone A, Zone B and Zone C, where a total of 120 samples had to be worked ( 9 samples from Zone A, 59 samples from Zone B and 52 samples from Zone C). The results obtained were that the average household per capita production was 0.672 kg / day, and the daily generation of solid waste is 119.93 tn / day, which is composed of 69.54% of solid waste that is usable and becomes waste. organic in a total of 21.20% and 48.35% of inorganic solid waste, the density of household solid waste is 182.03 kg/m<sup>3</sup> and the density of non-residential solid waste is 174.61 kg/m<sup>3</sup>. According to the results obtained, strengthening programs should be promoted for the formalization of recyclers who will make better use of usable solid waste; segregation at source should also be encouraged.

**Keywords:** Characterization, Solid waste, Production per capita, Composition, Density.

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años en las grandes ciudades y en aquellas en proceso de crecimiento, el incremento de la producción de residuos sólidos urbanos (RSU) su recolección, transporte, tratamiento y disposición final se constituye en un problema difícil de gestionar.

Los residuos, también conocidos como basura, son aquellos productos no intencionales derivados de las actividades individuales y colectivas de la población, en la actualidad, por el incremento de las actividades productivas, comerciales, turísticas y de servicios se diversifican enormemente; aumentando en producción y en muchos casos no se logran recolectar en su totalidad, hecho que guarda una estrecha relación con la pobreza, las enfermedades y la contaminación del medio ambiente que en su conjunto significan pérdidas de oportunidades de desarrollo; por otro lado, el crecimiento de la población sigue siendo significativo, a ello se suma el consumo inadecuado, desordenados procesos de migración y los movimientos comerciales insostenibles, que provocan una mayor generación donde el aumento de los residuos sólidos es mayor a los servicios financiados.

Para enfrentar este problema el gobierno municipal de acuerdo al D.L. N° 1278 propone dentro de su política local y como parte de la política pública nacional el Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos - Puno (PIGARS); si bien es cierto la implementación del PIGARS mejoró la cobertura de recolección y transporte de basura al punto de disposición final, más no estimuló el “derecho de la población de participar en el proceso de aprobación de planes y programas de manejo de RSU y la obligación de almacenarlos y facilitar su recolección”.

En ese sentido; se elabora el estudio de caracterización de residuos sólidos de la ciudad de Puno para de esa manera conocer la cantidad de residuos que se genera de manera

diaria y mediante la información obtenida poder plantear programas de recuperación y reaprovechamiento de los mismos.

El estudio consta de lo siguiente: Capítulo I: Planteamiento del problema, antecedentes y objetivos de la investigación; Capítulo II: Marco teórico, conceptual e hipótesis de la investigación; Capítulo III: Metodología de la investigación; Capítulo IV: Exposición y análisis de resultados; Conclusiones y Recomendaciones.

## CAPÍTULO I

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

#### 1.1 Planteamiento del problema

La generación de residuos sólidos va en relación proporcional con el aumento de la población, por lo que el consumismo ha generado un aumento en la generación de residuos sólidos y esta situación se viene acentuando en los lugares donde se concentran una mayor cantidad de habitantes y desarrollo de las diferentes actividades económicas.

El manejo adecuado de los residuos sólidos y la falta de segregación por parte de la mayoría de la población, así como la falta de una adecuada educación y conciencia ambiental, genera una serie de efectos negativos al medio ambiente.

Sin gestión de los desechos, su vertido o quema perjudica la salud humana, daña el medio ambiente, afecta el clima, y dificulta el desarrollo económico en países tanto pobres como ricos por igual (Banco Mundial, 2018).

De acuerdo al informe publicado por el Banco Mundial (BM) el pasado septiembre del 2018, los desechos que han sido generados en el planeta durante el año 2016 alcanzaron a 2.010 millones de toneladas, y este valor se incrementará hasta llegar a los 3.400 millones de toneladas para el año 2050, por lo que, en tres décadas se va generar cerca de 70% de basura. (Banco Mundial, 2018).

La disposición inadecuada de los residuos sólidos genera contaminación al suelo y subsuelo el mismo que es contaminado por la infiltración de los lixiviados que contaminan a las aguas subterráneas; también se genera contaminación a la atmósfera por la combustión de todos los gases que son generados, los cuales contribuyen al daño de la capa de ozono.

La ciudad de Puno no es ajena a esta problemática, en algo más de diez años la generación de RSU en la ciudad lacustre aumentó de 74,23 tn/d a 93,14 tn/d (1). De este total, los residuos domiciliarios o municipales alcanzaron las 71,51 tn/d, de las cuales se recolectó el 89,9 % (1) y se trasladó al botadero de la localidad. Mientras que el 10,1 % se depositó en las vías de la ciudad, en vertederos informales a cielo abierto o puntos críticos de disposición y acumulación de basura, constituyéndose en una de las principales fuentes de riesgo que atentan el ambiente y la salud de la población (Velasquez Alarcon, 2017).

Una manera de reducir los impactos negativos que genera los residuos sólidos, es una adecuada segregación en la fuente, para lo cual se debe de capacitar, educar y sensibilizar a la población; así mismo se debe de calcular los tipos de residuos sólidos que se generan en la fuente dependiendo al tipo de actividad que se dedica.

#### **1.1.1 Problema general**

¿Cómo es la caracterización de residuos sólidos municipales en la Ciudad de Puno durante el año 2019?

#### **1.1.2 Problema específico**

- ¿Cuál es el valor de la generación per cápita (GPC) de residuos sólidos domiciliarios en la Ciudad de Puno?
- ¿Cuál es la densidad de residuos sólidos municipales que se generan en la Ciudad de Puno?

- ¿Cómo es la composición física de los residuos sólidos municipales generados en la Ciudad de Puno?

## 1.2 Antecedentes

### 1.2.1 Internacional

En el estudio **“Caracterización de Residuos Sólidos en la Universidad Iberoamericana, Ciudad de México”** determinó que la generación diaria es de 3.3 toneladas (0.33 kg/per cápita y 0.017 kg/m<sup>2</sup>; también se obtuvo que el 52% de los residuos generados es susceptible al compostaje, el 27% son materiales reciclables y el 21% son destinados al relleno sanitario. Se recicla el 100% de residuos de jardinería, el 1% de restos alimenticios, el 23% de papel, el 16.5% de cartón, el 1.8% de las botellas PET y el 4% de las latas de aluminio. (Morales,2011)

En el estudio **“Análisis de la Generación de residuos sólidos en supermercados de la Ciudad de Mexicali, México”**; se hizo el estudio en tres supermercados donde se observó que el residuo que más se genera son los cartones con 10239 kg/semana y los residuos orgánicos con 6728 kg/semana. Los residuos orgánicos se generan en un 23% del total de la basura. (Ochoa et al., 2010).

El el estudio **“Plan de manejo de residuos sólidos generados en la Universidad Tecnológica de Salamanca”**, se identifica elementos de un plan de manejo integral de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) de forma amigable con el ambiente para la Universidad Tecnológica de Salamanca (UTS), esto con la finalidad de presentar propuestas que aporten al desarrollo sustentable de la Institución. El objetivo fue cuantificar los RSU generados en la UTS así como clasificarlos y establecer su disposición final de tratamiento o confinamiento. Se determinó que la UTS tiene una generación per cápita de 0.0392 kg/persona/día de residuos, en la generación de papel se tienen 0.0171 kg/persona/día. El 71.635% del residuo total en la UTS es susceptible al proceso de composteo, 25.833% es material reciclable y únicamente 2.532% es residuo que se destinaría a relleno sanitario.(Vargas et al., 2015).

En el trabajo **“Caracterización y Potencial del reciclado de los residuos sólidos urbanos generados en el Instituto Tecnológico de TEPIC, una Institución de Educación Superior”**, se desarrolló en dos zonas: Zona A que comprende los edificios académicos, edificios administrativos, biblioteca, baños, comedor, cafetería, jardines y corredores donde se obtuvo que 30% de residuos es papel y cartón, 16% residuos orgánicos, 27% botellas PET, 4% metales, 15% botellas y envases de vidrio y 8% es otros residuos; y la zona B que comprende los edificios administrativos, académicos, laboratorios, talleres, baños, jardines y corredores donde se obtuvo que el 48% de los residuos que se genera son orgánicos, 19% es papel y cartón y 12% son botellas de PET, 2% metales, 4% botellas y envases de vidrio y 15% otros.(Flores, 2013)

### 1.2.2 Nacional

En el trabajo **“Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales del Distrito de Saquena Localidad de Bagazan Río Ucayali-Perú. 2017”** se menciona que la generación per cápita municipal del Distrito de Saquena es de 0.61 kg/hab- día y una generación estimada de residuos sólidos domiciliarios de 719.02 kg/día y la generación de los residuos sólidos no domiciliarios es de 97.51 kg/día. La densidad obtenida es de 132.98 kg/m<sup>3</sup>, y se tiene un 76.6% de los residuos es de materia orgánica.(Cauper, 2017).

En su trabajo **“Caracterización de residuos sólidos generados en las actividades de cocina y comedor en el campamento petrolero de Andoas – Iquitos”**, la densidad promedio de los residuos generados fue de 270.4 kg/m<sup>3</sup>. Con respecto al manejo de los residuos sólidos, el 97% del personal sabe diferenciar entre residuos orgánicos e inorgánicos. (Wong, 2014).

### 1.2.3 Local

Alave en su trabajo **“Caracterización de los residuos sólidos domiciliarios de la Ciudad de Sandia – 2017”**, menciona que se tuvo una producción per cápita de 0.41 kg/persona/día y la composición física de los residuos sólidos domiciliarios es de 33.95%

de materia orgánica, 9.31% de bolsas de plástico, 6.24% de latas y 6.96% de residuos sanitarios; también se determinó la densidad que fue de 80.23 kg/m<sup>3</sup>. (Castillo y Isaac, 2018).

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo general**

Caracterizar los residuos sólidos municipales en la Ciudad de Puno, 2019.

#### **1.3.2 Objetivo específico**

- Determinar la generación per cápita (GPC) de residuos sólidos domiciliarios en la Ciudad de Puno, 2019.
- Analizar la densidad de los residuos sólidos municipales de la Ciudad de Puno, 2019.
- Identificar la composición física de los residuos sólidos municipales en la Ciudad de Puno, 2019.

## CAPÍTULO II

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

#### 2.1 Marco teórico

##### ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN

El Ministerio del Ambiente (MINAM), menciona que el estudio de caracterización es una herramienta que ayuda a conseguir información primaria sobre la cantidad, composición física, densidad y humedad de los residuos sólidos en un determinado ámbito geográfico.

##### CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

De acuerdo al Ministerio del Ambiente, la caracterización de residuos sólidos municipales es una herramienta que nos permite tener información primaria sobre las características de los residuos sólidos municipales. La caracterización de residuos sólidos municipales se realiza a través de un estudio, donde se obtienen datos como: la cantidad, densidad, composición física y humedad de los residuos sólidos en un determinado ámbito geográfico. Con esta información se podrá desarrollar una planificación técnica y operativa sobre el manejo adecuado de los residuos sólidos, así como de la planificación administrativa y financiera del servicio de limpieza pública. Viene a ser una materia fundamental para la elaboración de instrumentos para la gestión de residuos sólidos, que permitan tomar decisiones sobre la gestión integral de residuos sólidos a corto, mediano y largo plazo. (MINAM, 2019).

##### RESIDUO SÓLIDO MUNICIPAL

Los residuos sólidos municipales son aquellos que se disponen en una localidad, generalmente consisten de residuos domiciliarios y residuos comerciales y estos son llevados a lugares adecuados para su disposición final. También son considerados el barrido de calles, limpieza de canales y residuos de construcción que son derivados de las actividades de la autoridad local.

### **RESIDUOS SÓLIDOS NO MUNICIPALES.**

Viene a ser los residuos que gracias a sus características representan un riesgo significativo para la salud o el medio ambiente. Por ejemplo, los residuos metálicos que contienen plomo o mercurio, los plaguicidas, los herbicidas, entre otros. Todos ellos deben ser dispuestos en los rellenos de seguridad.(Contreras, Chang, y Yupari, 2016).

### **GESTIÓN RESPONSABLE DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES**

Según el Ministerio del Ambiente, las municipalidades pueden desarrollar la gestión responsable de residuos sólidos municipales teniendo en cuenta los siguientes pasos: 1.- Minimización de residuos sólidos, 2.- Segregación de residuos sólidos en la fuente, 3.- Recolección selectiva de los residuos y 4.-Valorización de residuos sólidos. (MINAM, 2018)

## **2.2 Marco Conceptual**

### **Densidad.**

Se define como una de las propiedades de la materia en cualquiera de sus estados para que se pueda comprimir en un espacio determinado, por lo que su fórmula es:

$$\text{densidad} = \text{masa/volumen}$$

### **Gestión Municipal de residuos sólidos.**

La gestión municipal de residuos sólidos viene a ser la actividad técnico – administrativa de planificación, coordinación y evaluación de políticas y estrategias de acción para un manejo apropiado de los residuos sólidos.

**Humedad absoluta.**

La humedad se define como la cantidad de vapor de agua que contiene la atmósfera. La humedad absoluta es directamente proporcional a la temperatura.

**Humedad relativa.**

Viene a ser la proporción entre lo que contiene el aire y lo que podría contener para que se sature al igual que la temperatura. La humedad relativa es inversamente proporcional a la temperatura.

**Per cápita.**

Es la relación entre una determinada variable y el número total de personal a la que afecta.

**Residuos sólidos especiales.**

viene a ser los residuos que, por su calidad, cantidad, volumen logran mostrar restos peligrosos, por lo que se requiere un manejo especial. Dentro de este rubro se ubican los residuos de los hospitales, establecimientos de salud, farmacias, clínicas y lubricentros.

**Residuos sólidos municipales.**

Son aquellos residuos sólidos o semisólidos provenientes de las actividades urbanas. Dentro de este rubro se encuentran aquellos de origen doméstico o residencial, comercial, instituciones educativas, de barrido y limpieza pública, mercados y de instituciones públicas y privadas. La gestión está a cargo de la municipalidad o de otra autoridad de gobierno.

**Residuos sólidos domiciliarios.**

Vienen a ser los residuos generados en las viviendas o residencias.

**Residuo sólido comercial.**

Son aquellos residuos generados en establecimientos comerciales, hoteles, restaurantes y cafeterías.

**Volumen.**

El volumen permite describir el tamaño que posee un objeto; ayuda a identificar la magnitud física de un cuerpo en relación a tres dimensiones (alto, largo y ancho). Su unidad de medida es el metro cúbico ( $m^3$ ).

**2.3 Hipótesis**

La hipótesis que se plantea son las siguientes:

**2.3.1 Hipótesis general**

El desarrollo de la caracterización de los residuos sólidos municipales ayuda a plantear mejoras en la gestión de residuos sólidos.

**2.3.2 Hipótesis específicas**

- La generación per cápita (GPC) de los residuos sólidos domiciliarios tiene un valor medio alto.
- Existe un aumento significativo en el valor de la densidad.
- Los residuos orgánicos son los que mayor se generan en la Ciudad de Puno, 2019.

## CAPÍTULO III

## METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

## 3.1 Zona de estudio

## a. Descripción de la zona de estudio.

La zona de estudio será la ciudad de Puno que está conformada por los barrios y urbanizaciones; pertenece al distrito de Puno.

El distrito de Puno está ubicado políticamente en la Provincia y Región de Puno, geográficamente se encuentra ubicado a las orillas del Lago Titicaca a 3827 msnm., en la zona sur oriental de la República del Perú, entre las siguientes coordenadas:

**Tabla 01.** Ubicación geográfica de la Ciudad de Puno

Orientación	Norte	Este	Sur	Oeste
Latitud Sur	13°00'00''	16°19'00''	17°17'30''	14°42'47''
Latitud Oeste	68°58'35''	68°48'46''	69°43'48''	71°06'46''

**Fuente:** Plan de Desarrollo Concertado 2012.

El Distrito de Puno tiene una superficie de 360.75 km<sup>2</sup>; y limita por el Norte con el Distrito de Paucarcolla y el Lago Titicaca; por el Este limita con el Distrito de Chucuito y el Lago Titicaca; por el Sur limita con el Distrito de Laraqueri y por el Oeste limita con el Distrito de Tiquillaca y San Antonio.

## IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN EN LA ZONA DE ESTUDIO

De acuerdo a la bibliografía leída, se tiene que la generación de residuos sólidos tiene una relación directa con el crecimiento poblacional; sin embargo, de acuerdo al último censo realizado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), se sabe que la población del distrito de Puno ha disminuido, por lo que la generación total de residuos sólidos ha tenido que disminuir. Así mismo, se quiere conocer que las actividades de sensibilización y educación ambiental brindados por los promotores ambientales de la Municipalidad Provincial de Puno son aprendidos y puestos en práctica por la población.

Cabe mencionar también, que el relleno sanitario estará pronto a entrar en funcionamiento, por lo que las actividades de segregación y valorización de los residuos sólidos, bajo el fundamento de una economía circular, practicados por la población puneña tendrán mucho impacto para el funcionamiento óptimo del relleno sanitario.

### **b. Descripción de la población y vivienda de la zona de estudio.**

Para la determinación de la población se hará uso de los datos del último censo del INEI 2017, donde menciona que la zona urbana del Distrito de Puno tiene una población de 129,922 habitantes, donde el 50.97% representa a las mujeres y el 49.03% a los hombres; y la tasa de crecimiento poblacional es de 0.63%. Según los métodos de proyección del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), para la determinación de la población, se hará uso de la siguiente fórmula:

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

donde:

Pf= población final.

Po= población inicial.

r= tasa de crecimiento poblacional intercensal.

n= número de años que se desea proyectar.

**Tabla 02.** Población proyectada de la zona urbana de Puno.

Año	urbano		
	mujeres	hombres	total
2017	66,226	63,696	<b>129,922</b>
2018	66,643	64,097	<b>130,741</b>
2019	67,063	64,501	<b>131,564</b>
2020	67,486	64,907	<b>132,393</b>
2021	67,911	65,316	<b>133,227</b>
2022	68,339	65,728	<b>134,066</b>
2023	68,769	66,142	<b>134,911</b>
2024	69,202	66,559	<b>135,761</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

Para la determinación de la cantidad de viviendas que existe en el distrito de Puno, se toma en cuenta los datos del último censo del INEI 2017, el cual se muestra en el cuadro siguiente:

**Tabla 03.** Determinación del tamaño de muestra.

Aspecto poblacional	Distrito de Puno		
	Total	Urbano	Rural
N° de viviendas censo 2007	42550	38665	3885
N° de viviendas censo 2017	52334	47995	4379
Tasa de crecimiento de viviendas (%)	2.09%	2.19%	1.20%

**Fuente:** INEI Censos 2007, 2017 y población estimada al 2019.

Sin embargo, el presente trabajo de investigación tiene su zona de estudio en la ciudad de Puno, por lo que para la obtención de la cantidad de viviendas se tomará los datos de la Oficina de Gerencia de Desarrollo Urbano y la Gerencia de Administración Tributaria, en donde se tiene un total de 45981 viviendas distribuidas en tres zonas tal como se muestran a continuación:

**Tabla 04.** Número de viviendas por zona.

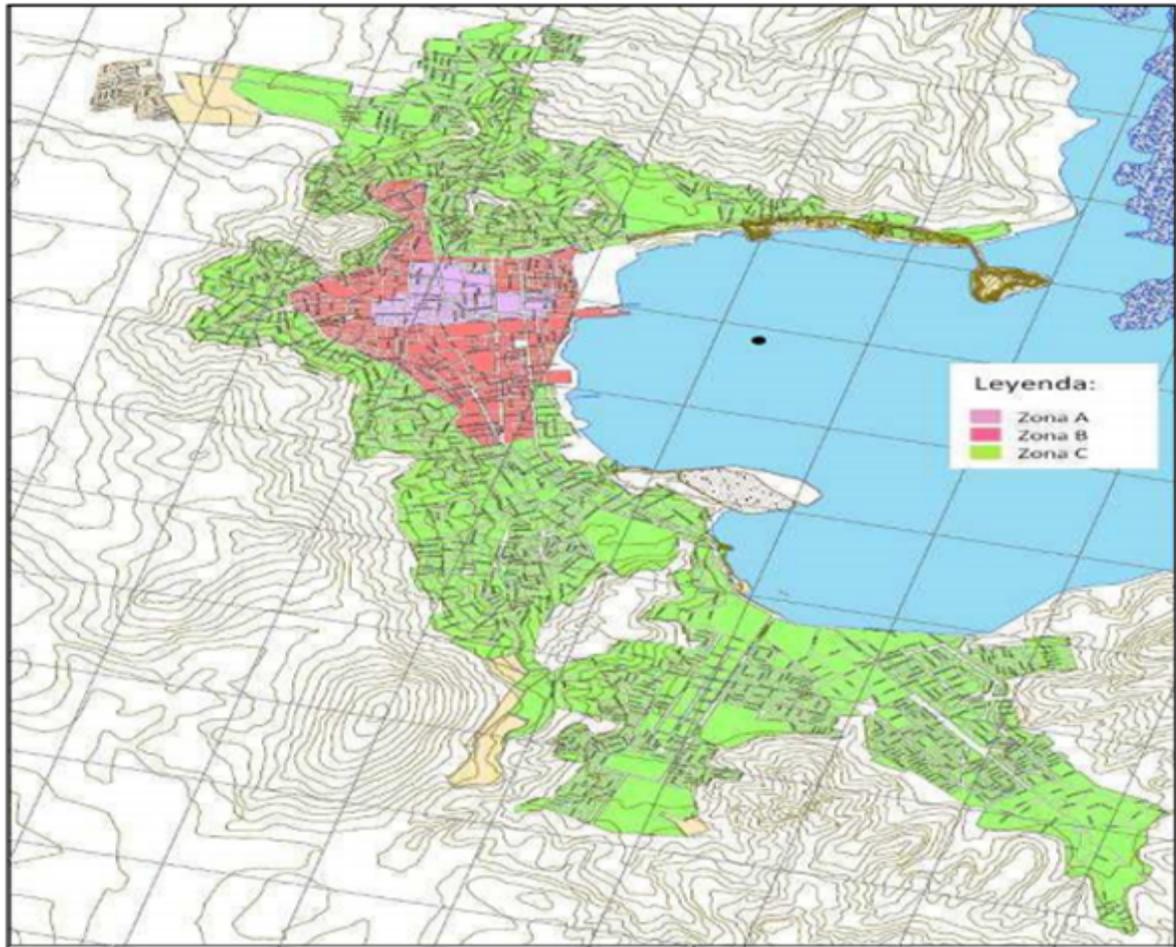
Zonas	N° de viviendas
Zonas A	3 408
Zonas B	22 551
Zonas C	20 022
<b>TOTAL</b>	<b>45 981</b>

**Fuente:** Gerencia de Administración Tributaria de la MPP.

**Tabla 05.** Zonificación del Distrito de Puno.

Zona A	Zona B	Zona C
Urbanizaciones residenciales ubicadas en el centro del Distrito, poseen todos los mejores servicios urbanos y otros complementarios, y sus habitantes gozan de altos ingresos.	Urbanizaciones populares densamente pobladas, poseen servicios básicos con los mejores condiciones que el estrato bajo, y sus ingresos económicos son mayores o iguales al sueldo mínimo legal.	Viviendas precarias de material rústico ubicado en la periferia del Distrito, carecen de algunos servicios básicos; las zonas están en proceso de consolidación, y el ingreso económico familiar por debajo del sueldo mínimo legal.

**Fuente:** Gerencia de Administración Tributaria de la MPP, extraído del Estudio de caracterización 2015.



**Figura 01.** Plano de Zonificación de la Ciudad de Puno.

**Fuente:** Gerencia de Desarrollo Urbano 2015.

### 3.2 Tamaño de muestra

Cabe mencionar que la nueva guía metodológica propuesta por el Ministerio del Ambiente (MINAM), así como su modificatoria mediante la R.M. N° 457-2018-MINAM, aprobado el 31 de diciembre del 2018, menciona que se debe de calcular el tamaño de muestra de acuerdo al tipo de generación de residuos sólidos, es decir: residuos domiciliarios, no domiciliarios (establecimientos comerciales, instituciones educativas, instituciones

públicas y privadas, mercados) y los especiales (provenientes de establecimientos médicos).

Por lo que para cada generador de residuos sólidos se plantea la determinación del tamaño de muestra.

**3.2.1 Determinación de generadores domiciliarios**

De acuerdo a la guía de caracterización de residuos sólidos, se muestra que la distribución del tamaño de muestra está en función a la cantidad de viviendas que existe en una localidad, tal como se muestra en el cuadro siguiente:

**Tabla 06.** Tamaño de muestra para diversas cantidades de viviendas en las ciudades o localidades.

Rango de viviendas (N)	Tamaño de muestras (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 Municipalidades 2018.

En este caso, se tiene que la ciudad de Puno tiene un total de 45981 viviendas y que de acuerdo a la tabla anterior se tendría un total de 119 muestras domiciliarias.

Una vez realizado la distribución de las viviendas de acuerdo a las zonas estratificadas, se procederá a calcular el nivel de representatividad de tiene cada zona, tal como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 07.** Representatividad por nivel socioeconómico en generadores domiciliarios.

Nivel Socioeconómico	Cantidad de viviendas	Representatividad
A	3564 (a )	$((a)/(t))^* 100$
B	8713 (b )	$((b)/(t))^* 100$
C	3347 (c )	$((c)/(t))^* 100$
<b>TOTAL</b>	<b>15624 (t )</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Guía para la caracterización de residuos sólidos Municipalidades 2018.

**Tabla 08.** Representatividad por zonas de la Ciudad de Puno.

Nivel socio económico	Cantidad de viviendas	Representatividad (%)
A	3 408	7.41%
B	22 551	49.04%
C	20 022	43.54%
<b>TOTAL</b>	<b>45 981</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

Con estos porcentajes de representatividad se va calcular el número total de muestras (de las 119 correspondientes) a tomar en cada zona, el mismo que se muestra a continuación.

**Tabla 09.** Número de muestras por zona.

Nivel socio económico	Representatividad (%)	Cálculo	Total de muestras por zona
A	7.41%	$119*7.41\%$	9
B	49.04%	$119*49.04\%$	59
C	43.54%	$119*43.54\%$	52

<b>TOTAL</b>	<b>120</b>
--------------	------------

**Fuente:** Elaboración propia.

De la tabla anterior se tiene que el total de muestras domiciliarias que deben de ser consideradas es de 120 muestras.

### 3.2.2 Determinación de generadores no domiciliarios

El análisis de los generadores no domiciliarios determina el tamaño de la muestra y su distribución, por lo que la variabilidad se explica por clases de los generadores, tal como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 10.** Clasificación de generadores no domiciliarios.

<b>Fuentes de generación</b>	<b>Ejemplo</b>
Establecimientos comerciales	Bodegas
	Librerías
	Bazares
	Cabinas de internet
	Locutorios
	Panaderías
	Ferreterías
	Farmacias y Boticas
	Salones de belleza
	Peluquerías
Centros de entretenimiento	
Instituciones públicas y privadas	Entidades públicas y privadas
	Iglesias
	Bancos
	Oficinas administrativas
Instituciones educativas	Colegios

	Universidades
	Institutos
Hoteles	Hospedajes
	Hoteles
	Hostales
Mercados	Mayoristas
	Minoristas
Restaurantes	Restaurantes
	Establecimientos de comida rápida
	Bares
Barrido y limpieza de espacios públicos	Servicio de barrido y limpieza de calles

**Fuente:** Guía para la caracterización de residuos sólidos Municipalidades 2019.

A continuación, se brinda una tabla de la clasificación de generadores no domiciliarios.

**Tabla 11.** Cantidad de generadores no domiciliarios.

Tipo de generador	Fuentes de generación	Cantidad
No domiciliario	Establecimientos comerciales	3859
	Restaurantes	1123
	Hoteles	220
	Instituciones Públicas y privadas	918
	Instituciones educativas	363
	Barrido y limpieza de espacios públicos	33
	Mercados	2642

**Fuente:** Elaboración propia.

Para la determinación del tamaño de muestra deben de distribuirse de acuerdo a la fuente de generación; en este caso de agrupar de acuerdo al tratamiento de los residuos sólidos que se generan, es por ello que para calcular el porcentaje de representatividad para determinar el tamaño de muestra de aquellos residuos no domiciliarios con tratamiento similar es la que se muestra a continuación, pero para ello se tendrá en cuenta los parámetros para el tamaño de muestra de generadores de residuos sólidos no domiciliarios mencionados en la nueva guía, la misma que se muestra en la tabla siguiente:

**Tabla 12.** Tamaño de la muestra para diversos generadores no domiciliarios

Rango total de fuentes de generación no domiciliaria	Tamaño de muestra (n)	Muestras de contingencia	Total de muestras no domiciliarias
Menor de 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	88	22	110

**Fuente:** Guía para la caracterización de residuos sólidos Municipalidades 2019.

De acuerdo a este cuadro y teniendo en cuenta que en la ciudad de Puno cuenta con más de mil fuentes de generación de residuos sólidos, se procederá a calcular el nivel de representatividad para determinar el tamaño de muestra de cada fuente de generación de residuos sólidos.

**Tabla 13.** Cálculo de porcentaje de representatividad.

Fuentes de generación de residuos sólidos	Cantidad de fuente de generación	Representatividad (%)
establecimientos comerciales	3859	63.06%
Restaurantes	1123	18.35%

Hoteles	220	3.59%
instituciones públicas y privadas	918	15.00%
<b>TOTAL</b>	<b>6120</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

De acuerdo al cálculo del porcentaje de representatividad, se determinará el tamaño de muestra de cada fuente de generación de residuos sólidos no domiciliarios.

**Tabla 14.** Cantidad de muestras según generación

Fuentes de generación de residuos sólidos	Representatividad (%)	Cálculo	Total de muestras por fuentes de generación
establecimientos comerciales	63.06%	110*63.06%	69
restaurantes	18.35%	110*18.35%	20
hoteles	3.59%	110*3.59%	4
instituciones públicas y privadas	15.00%	110*15%	17
<b>TOTAL</b>	<b>100.00%</b>		<b>110</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

**1. Tamaño y distribución de muestras de mercados.**

Tal como lo menciona la guía de la caracterización de los residuos sólidos municipales, la cantidad de mercados dependerá de la cantidad existente en la zona de estudio, de esta cantidad se recomienda muestrear como mínimo el 20% del total, y en caso el resultado sea mayor a 10 mercados, solo se debe de considerar 10 mercados.

**Tabla 15.** Número de mercados existentes en la Ciudad de Puno

N°	Mercados	Puestos
1	Mercado central	447
2	Mercado Bellavista	731
3	Mercado Laykakota	811

4	Mercado Unión y Dignidad	653
<b>TOTAL</b>		<b>2642</b>

**Fuente:** Municipalidad Provincial de Puno-área de comercialización.

De acuerdo a la nueva normativa, menciona que se debe de tomar el 20% de la cantidad de mercados existentes en la jurisdicción; por lo que, en este caso, el 20% de 4 mercados vendría a ser el valor entero de uno, por lo que se trabajó con un solo mercado muestra que viene a ser el mercado Unión y Dignidad. Donde el mercado unión y dignidad cuenta con un total de 653 puestos, para determinar la cantidad de muestras por puesto de venta, se consideró el 5% del total de puestos, por lo que el mercado foco de muestra es de 33 muestras con lo que se va trabajar en este estudio.

**Tabla 16.** Determinación del tamaño de muestra

N°	Mercados	Puestos	Tamaño de muestra considerada	
1	Mercado Central	447	22.35	22
2	Mercado Bellavista	731	36.55	37
3	Mercado Laykakota	811	40.55	41
4	Mercado Unión y Dignidad	653	32.65	33
<b>TOTAL</b>		<b>2642</b>	<b>132.1</b>	<b>133</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

**2. Tamaño y distribución de muestras de Instituciones Educativas.**

Para la determinación del tamaño de muestra, las instituciones educativas deben clasificarse de acuerdo a la cantidad de alumnos y al tipo de institución educativa. De cada subclase mostrada es recomendable muestrear como mínimo el 20% del total sin exceder un máximo de diez (10) instituciones educativas. (MINAM, 2018)

En este caso, se hizo una subclasificación en función al nivel educativo y cantidad de alumnos por institución educativa, trabajando con un rango de 100 alumnos.

**Tabla 17.** Instituciones Educativas

<b>Instituciones Educativas</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Cantidad</b>
Instituciones nivel inicial no escolarizado	Instituciones con menores a 100 alumnos	109
	Instituciones con mayores a 100 alumnos	0
	<b>Sub total</b>	<b>109</b>
Instituciones nivel inicial y cuna jardín	Instituciones con menores a 100 alumnos	63
	Instituciones con mayores a 100 alumnos	27
	<b>Sub total</b>	<b>90</b>
Instituciones nivel primaria	Instituciones con menores a 100 alumnos	38
	Instituciones con mayores a 100 alumnos	33
	<b>Sub total</b>	<b>71</b>
Instituciones nivel secundaria	Instituciones con menores a 100 alumnos	20
	Instituciones con mayores a 100 alumnos	25
	<b>Sub total</b>	<b>45</b>
Institución básica alternativa	Instituciones con menores a 100 alumnos	13
	Instituciones con mayores a 100 alumnos	5
	<b>Sub total</b>	<b>18</b>
Institución educación especial	Instituciones con menores a 100 alumnos	6
	Instituciones con mayores a 100 alumnos	0

	<b>Sub total</b>	<b>6</b>
Institución superior pedagógica, artística y tecnológica	Instituciones con menores a 100 alumnos	2
	Instituciones con mayores a 100 alumnos	7
	<b>Sub total</b>	<b>9</b>
CETPRO	Instituciones con menores a 100 alumnos	9
	Instituciones con mayores a 100 alumnos	6
	<b>Sub total</b>	<b>15</b>
<b>TOTAL</b>		<b>363</b>

**Fuente:** Elaboración del Equipo Técnico en base a datos de ESCALE.

Para la determinación del tamaño de muestra, se recomienda muestrear como mínimo el 20% del total de acuerdo a la clasificación ya determinada.

**Tabla 18.** Cantidad de muestras por nivel educativo

<b>Instituciones Educativas</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Cantidad alumnos</b>	<b>Total de muestras</b>
Instituciones nivel inicial no escolarizado	Instituciones con menores a 100 alumnos	109	22
	Instituciones con mayores a 100 alumnos	0	0
	<b>Sub total</b>	<b>109</b>	<b>22</b>
Instituciones nivel inicial y cuna jardín	Instituciones con menores a 100 alumnos	63	13
	Instituciones con mayores a 100 alumnos	27	5
	<b>Sub total</b>	<b>90</b>	<b>18</b>
Instituciones nivel primaria	Instituciones con menores a 100 alumnos	38	8
	Instituciones con mayores a 100 alumnos	33	7
	<b>Sub total</b>	<b>71</b>	<b>15</b>
Instituciones nivel secundaria	Instituciones con menores a 100 alumnos	20	4
	Instituciones con mayores a 100 alumnos	25	5
	<b>Sub total</b>	<b>45</b>	<b>9</b>

Institución básica alternativa	Instituciones con menores a 100 alumnos	13	3
	Instituciones con mayores a 100 alumnos	5	1
	<b>Sub total</b>	<b>18</b>	<b>4</b>
Institución educación especial	Instituciones con menores a 100 alumnos	6	1
	Instituciones con mayores a 100 alumnos	0	0
	<b>Sub total</b>	<b>6</b>	<b>1</b>
Institución superior pedagógica, artística y tecnológica	Instituciones con menores a 100 alumnos	2	1
	Instituciones con mayores a 100 alumnos	7	2
	<b>Sub total</b>	<b>9</b>	<b>3</b>
CETPRO	Instituciones con menores a 100 alumnos	9	2
	Instituciones con mayores a 100 alumnos	6	1
	<b>Sub total</b>	<b>15</b>	<b>3</b>
<b>TOTAL</b>		<b>363</b>	<b>74</b>

Fuente: Elaboración propia.

### 3. Tamaño y distribución de muestras de barrido y limpieza de espacios públicos.

En lo que respecta a barrido y limpieza de espacios públicos, se debe de realizar el total de vías existentes. En las ciudades donde la distancia barrida total es menor o igual a 5 km se debe realizar en el total de rutas existentes, y en las ciudades donde la distancia barrida total es mayor a 5 km se debe de seleccionar de 3 a 5 rutas como mínimo por tipo de vía (comercial, residencial y etc.) donde debe de tener como mínimo 5km de recorrido total.

El servicio de limpieza y barrido de espacios públicos se realiza en toda la jurisdicción de la ciudad de Puno, para lo cual se tiene identificado y descrito las siguientes calles:

**Tabla 19.** Resumen del tipo de rutas existentes

Tipo de ruta	Cantidad total de barrido			Cantidad de muestras		
	Km de barrido	Cantidad rutas	Cantida d calles	Cantidad rutas mayor a 5 km de barrido	Cantidad de calles mayor a 5 km de barrido	Total de muestra
Comercial	8.592	2	25	0	0	0
Domiciliario	126.37	28	472	8	163	8
Residencial	12.751	2	36	2	36	2
Turístico	5.204	2	15	0	0	0
<b>Total de muestras</b>	<b>152.917</b>	<b>34</b>	<b>548</b>	<b>10</b>	<b>199</b>	<b>10</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

#### 4. Identificación de generadores de residuos sólidos municipales especiales.

Los residuos sólidos municipales son aquellos que se producen en áreas urbanas y que por el volumen y las características tienen un manejo particular, dentro de esta clasificación se encuentran los residuos de laboratorio, lubricentros, centros veterinarios y centros comerciales.

Para el cálculo del tamaño de muestra de laboratorios, lubricentros, centros veterinarios, se debe de reconocer la cantidad de generadores existentes y luego tomar un mínimo de 20% de los generadores existentes por cada fuente de generación.

**Tabla 20.** Generadores de residuos sólidos

N°	Establecimientos	Cantidad
1	Centros medicos, consultorios medicos y consultorios dentales Policlinicos, clinicas y centros médicos	159
2	Grifos	37
3	Centros comerciales	10
4	Clinicas veterinarias, consultorios veterinarios y veterinarias	20

5	Farmacias y boticas	210
6	Venta de insumos veterinarios, avícolas y acuícolas (ferias)	28
<b>TOTAL</b>		<b>464</b>

**Fuente:** MPP- área de comercialización.

Como se puede observar en la tabla anterior, se tiene un total de 06 fuentes de generador de residuos sólidos especiales, los mismos que se tiene un total de 464 puestos de generador; por lo que, para la determinación de la cantidad de muestras de acuerdo a la nueva guía, se tiene que trabajar con una proporción del 20% de la cantidad de generadores donde se obtiene un 1.2 de muestreo. Para trabajar con la cantidad de puestos generadores que se tiene, trabajo con un 5% del total de los puestos generadores, lo mismo que se tiene un total de 24 muestras, tal como se muestra en el cuadro siguiente:

**Tabla 21.** Determinación del tamaño de muestra

N°	Establecimientos	Cantidad	Cantidad muestras
1	Centros medicos, consultorios medicos y consultorios dentales	159	8
	Policlinicos, clinicas y centros médicos		
2	Grifos	37	2
3	Centros comerciales	10	1
4	Clinicas veterinarias, consultorios veterinarios y veterinarias	20	1
5	Farmacias y boticas	210	11
6	Venta de insumos veterinarios, avícolas y acuícolas (ferias)	28	1
<b>TOTAL</b>		<b>464</b>	<b>24</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

### 3.3 Métodos y técnicas

#### 3.3.1 Métodos

Los métodos son las herramientas que se van a utilizar para la obtención y análisis de datos, por lo que se tomó como base la guía de estudio de caracterización emitida por el Ministerio del Ambiente, donde se detalla los siguientes pasos a seguir: Planificación, trabajo de campo y análisis de información.

#### 1. ETAPA 1: PLANIFICACIÓN

- a. **Conformación de equipo de trabajo.** El equipo de trabajo estuvo conformado por un responsable quien dirigió el desarrollo del estudio, así como también contó con el apoyo de dos promotores.
- b. **Aseguramiento del equipo logístico.** Se debe de contar con el espacio físico para desarrollar el acopio de las muestras, pesaje y clasificación para obtener datos técnicos; para el estudio, se habilitó un espacio en la Planta de Compostaje para realizar estas actividades
- c. **Unidad vehicular para la recolección y transporte de residuos sólidos.** Para el estudio se hizo uso de un camión baranda, en este vehículo se desarrolló el recojo y transporte de residuos sólidos.
- d. **Materiales y equipos para el estudio.** Los materiales que se usaron fueron:
  - Bolsas.
  - Balanza digital.
  - Cilindros.
  - Manta de segregación.
  - Wincha.
  - Caja Hermética.
  - Materiales de escritorio: plumón, tijera, cinta adhesiva, tablero.
  - Herramientas de limpieza: escoba, recogedor, pala, detergente, lejía.

- Equipo de protección personal: mascarilla, guantes, mandiles, lentes de seguridad.
  - Útiles de aseo personal.
  - Cámara fotográfica.
- e. Identificación de muestras.** La identificación de las muestras es muy importante puesto que ayudará a determinar el tipo de residuo sólido recogido, los cuales fueron: residuos sólidos domiciliarios, residuos sólidos no domiciliarios y residuos sólidos municipales especiales.

## 2. ETAPA 2: TRABAJO DE CAMPO

- a. Procedimiento para la participación de los predios.** El procedimiento consiste primero en invitar para que puedan participar en el estudio, luego se asignan las muestras, posterior a ello se procede con el registro de participantes del estudio y por último se debe de codificar los predios participantes, debo mencionar que la codificación se realizó de acuerdo al tipo de residuos sólidos muestreados.
- b. Procedimiento para el manejo de muestras.** Se realizaron las siguientes acciones: recolección (el personal debidamente identificado recolecta las muestras de los generadores el mismo que fue codificado), traslado (para el traslado de las muestras se hizo uso de un camión baranda) y descarga.
- c. Procedimiento para el análisis de muestras.** En este punto hace referencia a la toma de datos de las muestras como peso, composición, densidad.

## 3. ETAPA 3: ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

Esta etapa permite obtener la información, una vez realizado el procedimiento en campo de manera correcta, y la información que se obtendrá es la siguiente:

- Estimación de la generación per cápita.
- Estimación de generación de residuos especiales.
- Estimación de la generación total de residuos sólidos.

- Estimación de la composición de residuos sólidos.
- Estimación de la humedad de los residuos sólidos.

#### a) Determinación de la generación per cápita

La determinación per cápita de las muestras de residuos sólidos domiciliarios, se obtendrá calculando el promedio de los días generados y tomados de muestra (desde el día 1 hasta el día 7), y está dividido por la cantidad de habitantes que hay en la vivienda tomada como muestra.

#### b) Determinación de la densidad y humedad

Para la determinación de la densidad se calculó de acuerdo al tipo de generador y fuente de generación de los residuos, la misma que se siguió el procedimiento que estipula la nueva guía de caracterización de residuos sólidos municipales.

Para la obtención de la densidad de las muestras, se hará uso de la siguiente ecuación:

$$\text{densidad } (S) = \frac{W}{V_r} = \frac{W}{\pi * \left(\frac{D}{2}\right)^2 * (H_f - H_o)}$$

Donde:

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

$W$ : Peso de residuos sólidos.

$V_r$ : Volumen del residuo sólido.

$D$ : Diámetro del cilindro.

$H_f$ : Altura total del cilindro.

$H_o$ : Altura libre del cilindro.

$\pi$ : Constante (3.1416).

Para la determinación de la humedad es muy importante para el cálculo de los lixiviados que se vayan a generar, razón por la cual, la muestra obtenida en el cuarto día se mandó al laboratorio; cabe mencionar que las muestras enviadas fueron de los generadores de residuos domiciliarios que vienen a ser las viviendas, y de los generadores de residuos no domiciliarios vienen a ser los mercados.

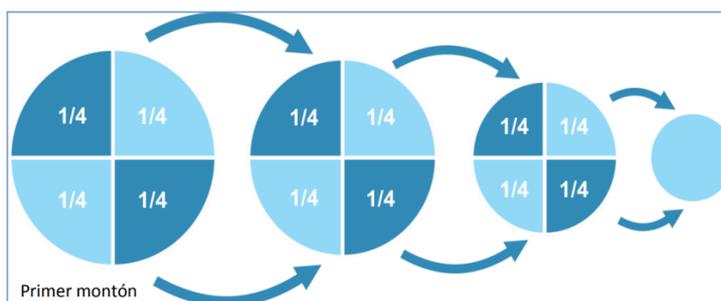
Para la determinación de los generadores no domiciliarios “especiales”, se tiene que, de aquellas fuentes de generación consideradas dentro de esta categoría, se recogieron los residuos comunes, puesto que de acuerdo al D.L. N° 1278 no vienen a ser de competencia de los gobiernos locales.

Y como se mencionó anteriormente, se tiene que los residuos sólidos recogidos fueron solo de residuos comunes los cuales tuvieron el mismo tratamiento que una muestra generada por una fuente de residuo sólido no domiciliario, el cual ya fue descrito anteriormente.

### c) Determinación de la composición física

Para la determinación de la composición física de los residuos sólidos, se llevó a cabo después del proceso del pesaje de las muestras, siguiendo las instrucciones estipuladas en la nueva guía y ejecutando el método del cuarteo.

- ❖ Se colocaron los residuos sobre un plástico de tamaño grande, con el fin de no contaminar las muestras con tierra.
- ❖ Se vertieron las muestras formando un montón con la finalidad de homogeneizar la muestra.
- ❖ Después se dividió en cuatro partes y se escogieron las dos partes opuestas hasta formar un montón más pequeño. La muestra se volvió a mezclar y se siguió el mismo procedimiento, tal como se muestra en la figura.



**Figura 02.** Método de cuarteo

- ❖ Luego de realizar el último cuarteo, se tiene que las muestras obtenidas fueron colocadas en una bolsa para su respectivo pesado.
- ❖ Se calculó el porcentaje de cada componente, teniendo en cuenta los datos del peso total de los residuos sólidos recolectados en un día y el peso de cada componente.
- ❖ Para la composición física detallada de residuos sólidos se agrupó de la siguiente manera:

- ❖ Residuos aprovechables, donde están los residuos orgánicos, residuos inorgánicos como cartón, papel, vidrio y plásticos, tetra pack, metales, textiles y caucho, cuero y jebe.
- ❖ Residuos no aprovechables, están las bolsas de plástico de un solo uso, residuos sanitarios, tecnopor, residuos inertes y demás.

### 3.4 Identificación de variables

La identificación de variables para el desarrollo del presente estudio de investigación son las que se muestran en la tabla siguiente:

**Tabla 22.** Descripción de variables e indicadores

Variable	Indicador
<b>Variable 1:</b> Estudio de Caracterización	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Peso</li> <li>● Volumen</li> <li>● Densidad</li> <li>● Humedad</li> <li>● Composición física</li> </ul>
<b>Variable 2:</b> Residuos sólidos municipales	<ul style="list-style-type: none"> <li>● GPC</li> </ul>

**Fuente:** Elaboración propia.

#### 3.4.1 Variable independiente

La variable independiente viene a ser aquella variable que no llega a depender de ninguna otra variable; por lo que en este trabajo y considerando el cuadro anterior se tiene que la variable independiente son peso, volumen, densidad, humedad, composición física y GPC.

#### 3.4.2 Variable dependiente

La variable dependiente viene a ser aquella variable que llega a depender de los valores que toman otras variables; en el caso de este estudio la variable dependiente son: estudio de caracterización y los residuos sólidos municipales.

### 3.5 Método o diseño estadístico

Para el desarrollo de este trabajo de investigación se hará uso del diseño *no experimental*, la cual es la búsqueda empírica y sistemática en la que el científico no posee control directo de las variables independientes, debido a que sus manifestaciones ya han ocurrido.

Se hace uso de este diseño porque se analizará la realidad sobre la problemática de la generación de residuos sólidos, por lo que se hará uso de la técnica de la observación.

El enfoque con el que se va a trabajar es el enfoque transaccional, en vista de que solo se van a describir las variables, se analizará la incidencia e interrelación en un momento de tiempo determinado.

También se hace uso de la estadística descriptiva, en vista de que se recoge, almacena, ordena, se realizan tablas y se calculan ciertos parámetros que ayudan a explicar la información usada.

## CAPÍTULO IV

### EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

#### 4.1 Resultados de la caracterización domiciliaria

##### 4.1.1 Generación per cápita (GPC) de los residuos domiciliarios

La estimación se obtendrá de los datos de pesaje de residuos sólidos para la obtención de generación per cápita y el total de residuos sólidos domiciliarios, divididos por la cantidad de habitantes participantes en la muestra; por lo que se obtendrá datos de cada zona de manera independiente, tal como se muestra en la tabla siguiente:

**Tabla 23.** GPC promedio por cada zona

Nivel socio – económico (estrato)	Representatividad poblacional	GPC total del estrato validada
A	7%	0.86
B	49%	0.74
C	44%	0.57
<b>Total</b>	<b>100%</b>	

**Fuente:** Elaboración propia.

Una vez calculado la generación per cápita de residuos por cada zona, se procederá a calcular el promedio ponderado de la generación per cápita de residuos domiciliarios, teniendo en cuenta el nivel de representatividad de cada zona, tal como se muestra en la tabla siguiente:

**Tabla 24.** Promedio ponderado de la GPC.

Nivel socio – económico	Representatividad poblacional	GPC total del estrato validada	%i x GPCi
A	7%	0.86	0.06
B	49%	0.74	0.36
C	44%	0.57	0.25
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>GPC domiciliaria</b>	<b>0.67</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

En la tabla 24 se puede mostrar que la generación per cápita domiciliaria es de 0.67 kg/hab/día.

#### 4.1.2 Densidad de los residuos domiciliarios

Para el cálculo de la densidad, se trabajó con 05 muestras cada día para la aplicación del procedimiento descrito anteriormente, donde se obtuvo los siguientes datos:

**Tabla 25.** Determinación de la densidad de los residuos sólidos domiciliarios

Parámetro	Densidad diaria ( $kg/m^3$ )							Densidad promedio $kg/m^3$
	dia 1	dia 2	dia 3	dia 4	dia 5	dia 6	dia 7	
<b>Densidad</b>	180.4	184.48	187.7	183.07	182.98	179.79	177.8	<b>182.03</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

En la tabla 25 se muestra que la densidad de los residuos sólidos domiciliarios es de 182.03  $kg/m^3$ .

#### 4.1.3 Composición física de los residuos domiciliarios

De las muestras tomadas en los días programados, se pudo hacer una distribución y segregación de las muestras, las mismas que se muestra a continuación:

**Tabla 26.** Composición de los residuos sólidos domiciliarios

Tipo de residuo sólido	Total (kg)	Composición porcentual (%)
<b>1. Residuo aprovechable</b>	<b>245.79</b>	<b>83.88</b>
<b>1.1. Residuo orgánico</b>	<b>117.4</b>	<b>40.06</b>
Residuos de alimentos (restos de comida, cáscaras, restos de frutas, verduras, hortalizas y otros similares)	62.2	21.23
Residuos de maleza y poda (restos de flores, hojas, tallos, grass, otros similares)	35.3	12.05
otros organicos (estiércol de animales menores, huesos y similares)	19.9	6.79
<b>1.2 Residuos inorgánicos</b>	<b>128.39</b>	<b>43.81</b>
<b>1.2.1 Papel</b>	<b>34.1</b>	<b>11.64</b>
blanco	20.3	6.93
periodico	11.1	3.79
mixto (páginas de cuadernos, revistas, otros similares)	2.7	0.92
<b>1.2.2 Cartón</b>	<b>21.1</b>	<b>7.20</b>
blanco (liso, cartulina)	4.9	1.67
marrón (corrugado)	4.5	1.54
mixto (tapas de cuadernos, revistas, otros similares)	11.7	3.99
<b>1.2.3 Vidrio</b>	<b>21</b>	<b>7.17</b>
transparente	12.2	4.16
otros colores (marrón- ámbar, verde, azul, entre otros)	4.1	1.40
otros (vidrios de ventana)	4.7	1.60
<b>1.2.4. Plástico</b>	<b>43.06</b>	<b>14.69</b>
PET	12.72	4.34
PEAD	14.22	4.85
PEBD	8.75	2.99
PP	1.17	0.40
PS	3.0	1.02

PVC	3.2	1.09
<b>1.2.5 Tetra brik (envase multicapa)</b>	<b>0.0</b>	<b>0.00</b>
<b>1.2.6 metales</b>	<b>9.13</b>	<b>3.12</b>
latas - hojalatas	4.3	1.47
acero	0.56	0.19
fierro	1.17	0.40
aluminio	3.1	1.06
otros metales	0.0	0.00
<b>1.2.7 Textiles (telas)</b>	<b>0.0</b>	<b>0.00</b>
<b>1.2.8 Caucho, cuero, jebe</b>	<b>0.0</b>	<b>0.00</b>
<b>2. Residuos no aprovechables</b>	<b>47.24</b>	<b>16.12</b>
bolsas plásticas de un solo uso	8.75	2.99
residuos sanitarios (papel higiénico/pañales/toallas sanitarias, excretas de mascotas)	13.89	4.74
pilas	0.57	0.19
tecnopor	0.56	0.19
residuos inertes (tierra, piedras, cerámicos, ladrillos, entre otros)	8.62	2.94
restos de medicamentos	0.88	0.30
envoltura de snacks, galletas, caramelos, otros	1.17	0.40
otros residuos no categorizados	12.8	4.3
<b>TOTAL</b>	<b>293.03</b>	<b>100.00</b>

**Fuente:** Elaboración propia en base a los datos obtenidos.

En la Tabla 26 se observa la clasificación de residuos sólidos obtenidos, el mismo que el 83.88% son residuos aprovechables dentro de los cuales el 40.06% viene a ser residuos orgánicos y el 43.81% son residuos inorgánicos, por otro lado, el 16.12% son residuos no aprovechables.

**4.1.4 Humedad de los residuos domiciliarios**

La humedad de los residuos sólidos domiciliarios es de 53.95% según lo reportado por el laboratorio de ICSA SAC.

**Tabla 27.** Determinación de la humedad

humedad	
humedad	53.95%
materia seca	46.05%

**Fuente:** Elaboración propia.

- En la Tabla 27 se muestran los resultados del cálculo de la humedad que viene a tener un valor de 53.95%.

**4.2 Resultados de la caracterización no domiciliaria**

**4.2.1 Generación per cápita (GPC) de los residuos no domiciliarios**

Para la estimación de la generación de residuos sólidos no domiciliarios se realizó la suma de los promedios obtenidos de la generación de establecimientos comerciales, hoteles, mercados, restaurantes, instituciones públicas y privadas, instituciones educativas y de servicios públicos de limpieza, multiplicados por el total de generadores de cada una ellas, obteniendo como generación total como se detalla en la siguiente tabla:

**Tabla 28.** Generación total de residuos sólidos no domiciliarios

N°	FUENTE DE GENERACIÓN NO DOMICILIARIOS	GENERACIÓN TOTAL (TN/AÑO)
1	ESTABLECIMIENTOS COMERCIALES	1,451.48
2	HOTELES	2,068.79
3	MERCADOS	2,380.35
4	RESTAURANTES	2,426.87
5	INSTITUCIONES PÚBLICAS Y PRIVADAS	520.23

6	INSTITUCIONES EDUCATIVAS	12.51
7	BARRIDO DE CALLES	1,187.93
<b>TOTAL</b>		<b>10,048.16</b>

**Fuente:** Elaboración Propia

En la tabla anterior se puede observar que la generación de residuos no domiciliarios generados en la ciudad de Puno en el periodo 2019 fue de 10,048.16 tn/año, siendo los restaurantes, mercados, hoteles y establecimientos comerciales que generan en mayor proporción.

**Tabla 29.** Generación total de residuos sólidos especiales

N°	Fuente de Generación no domiciliaria	Generación Total (tn/año)
1	LUBRICENTROS	6.75
2	LABORATORIOS DE ENSAYO Y SIMILARES	97.45
3	CENTROS VETERINARIOS	5.74
4	CENTROS COMERCIALES	2.66
5	FERIAS	8.03
<b>TOTAL</b>		<b>120.6233</b>

**Fuente:** Elaboración Propia

En la tabla 29 se observa que la generación total de los residuos especiales viene a ser 120.62 tn/año, en donde los laboratorios de ensayo y similares son las que generan en mayor cantidad.

#### 4.2.2 Densidad de los residuos no domiciliarios

Para el cálculo de la densidad se desarrolló el mismo procedimiento, donde se obtuvo los siguientes datos:

**Tabla 30.** Densidad de residuos sólidos no domiciliarios

Parámetro	Densidad diaria ( $kg/m^3$ )							Densidad promedio $kg/m^3$
	día 1	día 2	día 3	día 4	día 5	día 6	día 7	

<b>Densidad</b>	172.76	175.22	178.48	178.47	178.1	170.75	168.45	<b>174.61</b>
-----------------	--------	--------	--------	--------	-------	--------	--------	---------------

**Fuente:** Elaboración Propia.

La densidad de los residuos sólidos no domiciliarios obtenidos fue de  $174.61 \text{ kg/m}^3$ .

#### 4.2.3 Composición física de los residuos no domiciliarios

La composición física de los residuos no domiciliarios se muestra de acuerdo al tipo de establecimiento trabajado.

**Tabla 31.** Composición física de residuos sólidos de los establecimiento comerciales

Tipo de residuo sólido	Total (kg)	Composición porcentual (%)
<b>1. Residuos aprovechables</b>	<b>239.21</b>	<b>57.39</b>
<b>1.1. Residuo orgánico</b>	<b>38.9</b>	<b>9.33</b>
residuos de alimentos (restos comida, cáscaras, restos de frutas, verduras, hortalizas y otros similares)	17.2	4.13
residuos de malezas y poda (restos de flores, hojas, tallos, grass y otros similares)	10.8	2.59
otros organicos (estiércol de animales menores, huesos y similares)	10.9	2.62
<b>1.2 Residuos inorgánicos</b>	<b>200.31</b>	<b>48.06</b>
<b>1.2.1 Papel</b>	<b>26.7</b>	<b>6.41</b>
blanco	12.9	3.09
periodico	11.1	2.66
mixto (páginas de cuaderno, revistas y otros similares)	2.7	0.65
<b>1.2.2 Cartón</b>	<b>51.4</b>	<b>12.33</b>
blanco (liso y cartulina)	18.8	4.51
marrón (corrugado)	20.9	5.01
mixto (tapas de cuaderno, revistas y otros similares)	11.7	2.81

<b>1.2.3 Vidrio</b>	<b>21.3</b>	<b>5.11</b>
transparente	12.5	3.0
otros colores (marrón - ámbar, verde, azul entre otros)	4.1	0.98
otros (vidrios de ventana)	4.7	1.13
<b>1.2.4 Plástico</b>	<b>79.74</b>	<b>19.13</b>
PET - Tereftalato de polietileno (aceite y botellas de bebidas y agua, entre otros similares)	32.55	7.81
PEAD - Polietileno de alta densidad (botellas de lácteos, shampoo, detergente liquido, suavizante)	24.97	5.99
PEBD - Polietileno de baja densidad (empaques de alimentos, empaques de plásticos de papel higiénico, empaques de detergentes, empaque film)	8.75	2.10
PP - Polipropileno (baldes, tinas rafias, estuches negros de CD, tapas de bebidas, tapers)	1.17	0.28
PS- Poliestireno (tapas cristalinas de CDS, micas, vasos de yogurt, cubetas de helado, envases de lavavajillas)	3.0	0.72
PVC - Policloruro de vinilo (tuberías de agua, desagüe y eléctricas)	9.3	2.23
<b>1.2.5 Tetra brik (envase multicapa)</b>	<b>0.0</b>	<b>0.00</b>
<b>1.2.6 Metales</b>	<b>21.17</b>	<b>5.08</b>
latas - hojalatas (latas de leche, atún entre otros)	12.0	2.88
acero	4.9	1.18
fierro	1.17	0.28
aluminio	3.1	0.74
otros metales	0.0	0.00
<b>1.2.7 Textiles (telas)</b>	<b>0.0</b>	<b>0.00</b>
<b>1.2.8 Caucho, cuero, jebe</b>	<b>0.0</b>	<b>0.00</b>

<b>2. Residuos no aprovechables</b>	<b>177.61</b>	<b>42.61</b>
bolsas plásticas de un solo uso	26.76	6.42
residuos sanitarios (papel higiénico/pañales/toallas sanitarias, excretas de mascotas)	24.36	5.84
pilas	37.69	9.04
tecnopor (poliestireno expandido)	27.0	6.48
residuos inertes (tierra, piedras, cerámicos, ladrillos entre otros)	12.12	2.91
restos de medicamentos	32.42	7.78
envolturas de snacks, galletas, caramelos, entre otros	4.06	0.97
otros residuos no categorizados	13.2	3.17
<b>TOTAL</b>	<b>416.82</b>	<b>100.00</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

De acuerdo a la tabla 31 se muestra la clasificación de los residuos sólidos generados en los establecimientos comerciales, en donde el 57.39% viene a ser residuos aprovechables y el 42.61% viene a ser residuos no aprovechables.

**Tabla N° 32.** Composición física de muestra de los mercados

<b>Tipo de residuo sólido</b>	<b>Total (kg)</b>	<b>Composición porcentual (%)</b>
<b>Residuos aprovechables</b>	<b>331.95</b>	<b>79.11</b>
<b>1.1. Residuo orgánico</b>	<b>134.6</b>	<b>32.10</b>
residuos de alimentos (restos comida, cáscaras, restos de frutas, verduras, hortalizas y otros similares)	61.3	14.62
residuos de malezas y poda (restos de flores, hojas, tallos, grass y otros similares)	35.3	8.42
otros organicos (estiércol de animales menores, huesos y similares)	38.0	9.06

<b>1.2 Residuos inorgánicos</b>	<b>197.35</b>	<b>47.07</b>
<b>1.2.1 Papel</b>	<b>44.7</b>	<b>10.66</b>
blanco	18.2	4.34
periodico	17.6	4.20
mixto (páginas de cuaderno, revistas y otros similares)	8.9	2.12
<b>1.2.2 Cartón</b>	<b>55.7</b>	<b>13.28</b>
blanco (liso y cartulina)	19.1	4.56
marrón (corrugado)	24.9	5.94
mixto (tapas de cuaderno, revistas y otros similares)	11.7	2.79
<b>1.2.3 Vidrio</b>	<b>30.4</b>	<b>7.25</b>
transparente	19.4	4.63
otros colores (marrón - ámbar, verde, azul entre otros)	6.3	1.50
otros (vidrios de ventana)	4.7	1.12
<b>1.2.4 Plástico</b>	<b>57.42</b>	<b>13.69</b>
PET - Tereftalato de polietileno (aceite y botellas de bebidas y agua, entre otros similares)	19.1	4.56
PEAD - Polietileno de alta densidad (botellas de lácteos, shampoo, detergente liquido, suavizante)	20.5	4.89
PEBD - Polietileno de baja densidad (empaques de alimentos, empaques de plásticos de papel higiénico, empaques de detergentes, empaque film)	8.75	2.09
PP - Polipropileno (baldes, tinas rafias, estuches negros de CD, tapas de bebidas, tapers)	1.17	0.28
PS- Poliestireno (tapas cristalinas de CDS, micas, vasos de yogurt, cubetas de helado, envases de lavavajillas)	3.0	0.72
PVC - Policloruro de vinilo (tuberías de agua, desagüe y eléctricas)	4.9	1.17

<b>1.2.5 Tetra brik (envase multicapa)</b>	<b>0.0</b>	<b>0.00</b>
<b>1.2.6 Metales</b>	<b>9.3</b>	<b>2.18</b>
latas - hojalatas (latas de leche, atún entre otros)	4.3	1.03
acero	0.56	0.13
fierro	1.17	0.28
aluminio	3.1	0.74
otros metales	0.0	0.00
<b>1.2.7 Textiles (telas)</b>	<b>0.0</b>	<b>0.00</b>
<b>1.2.8 Caucho, cuero, jebe</b>	<b>0.0</b>	<b>0.00</b>
<b>2. Residuos no aprovechables</b>	<b>87.33</b>	<b>20.83</b>
bolsas plásticas de un solo uso	14.96	3.57
residuos sanitarios (papel higiénico/pañales/toallas sanitarias, excretas de mascotas)	20.35	4.85
pilas	6.87	1.64
tecnopor (poliestireno expandido)	9.2	2.19
residuos inertes (tierra, piedras, cerámicos, ladrillos entre otros)	14.8	3.53
restos de medicamentos	7.18	1.71
envolturas de snacks, galletas, caramelos, entre otros	1.17	0.28
otros residuos no categorizados	12.8	3.05
<b>TOTAL</b>	<b>419.28</b>	<b>100.00</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

De acuerdo a la tabla 32 se muestra la clasificación de los residuos sólidos generados en los mercados, en donde el 79.17% viene a ser residuos aprovechables en donde el 47.07% viene a ser residuos inorgánicos, y el 20.83% viene a ser residuos no aprovechables.

**Tabla 33.** Composición física de las Instituciones educativas

Tipo de residuo sólido	Total (kg)	Composición porcentual (%)
<b>Residuos aprovechables</b>	<b>221.66</b>	<b>60.84</b>
<b>1.1. Residuo orgánico</b>	<b>25.7</b>	<b>7.05</b>
residuos de alimentos (restos comida, cáscaras, restos de frutas, verduras, hortalizas y otros similares)	18.2	5.0
residuos de malezas y poda (restos de flores, hojas, tallos, grass y otros similares)	5.2	1.43
otros organicos (estiercol de animales menores, huesos y similares)	2.3	0.63
<b>1.2 Residuos inorgánicos</b>	<b>195.96</b>	<b>53.79</b>
<b>1.2.1 Papel</b>	<b>41.3</b>	<b>11.34</b>
blanco	25.4	6.97
periodico	8.0	2.20
mixto (páginas de cuaderno, revistas y otros similares)	7.9	2.17
<b>1.2.2 Cartón</b>	<b>39.9</b>	<b>10.95</b>
blanco (liso y cartulina)	23.5	6.45
marrón (corrugado)	8.1	2.22
mixto (tapas de cuaderno, revistas y otros similares)	8.3	2.28
<b>1.2.3 Vidrio</b>	<b>36.3</b>	<b>9.96</b>
transparente	24.0	6.59
otros colores (marrón - ámbar, verde, azul entre otros)	8.1	2.22
otros (vidrios de ventana)	4.2	1.15
<b>1.2.4 Plástico</b>	<b>60.91</b>	<b>16.72</b>
PET - Tereftalato de polietileno (aceite y botellas de bebidas y agua, entre otros similares)	23.6	6.48

PEAD - Polietileno de alta densidad (botellas de lácteos, shampoo, detergente liquido, suavizante)	24.3	6.67
PEBD - Polietileno de baja densidad (empaques de alimentos, empaques de plásticos de papel higiénico, empaques de detergentes, empaque film)	6.25	1.72
PP - Polipropileno (baldes, tinas rafias, estuches negros de CD, tapas de bebidas, tapers)	0.86	0.24
PS- Poliestireno (tapas cristalinas de CDS, micas, vasos de yogurt, cubetas de helado, envases de lavavajillas)	2.2	0.60
PVC - Policloruro de vinilo (tuberías de agua, desagüe y eléctricas)	3.7	1.02
<b>1.2.5 Tetra brik (envase multicapa)</b>	<b>0.0</b>	<b>0.00</b>
<b>1.2.6 Metales</b>	<b>17.55</b>	<b>4.82</b>
latas - hojalatas (latas de leche, atún entre otros)	8.1	2.22
acero	3.8	1.04
fierro	3.2	0.88
aluminio	2.45	0.67
otros metales	0.0	0.00
<b>1.2.7 Textiles (telas)</b>	<b>0.0</b>	<b>0.00</b>
<b>1.2.8 Caucho, cuero, jebe</b>	<b>0.0</b>	<b>0.00</b>
<b>2. Residuos no aprovechables</b>	<b>142.65</b>	<b>39.16</b>
bolsas plásticas de un solo uso	20.86	5.73
residuos sanitarios (papel higiénico/pañales/toallas sanitarias, excretas de mascotas)	24.45	6.71
pilas	14.89	4.09
tecnopor (poliestireno expandido)	16.68	4.58
residuos inertes (tierra, piedras, cerámicos, ladrillos entre otros)	20.47	5.62

restos de medicamentos	15.11	4.15
envolturas de snacks, galletas, caramelos, entre otros	15.35	4.21
otros residuos no categorizados	14.84	4.07
<b>TOTAL</b>	<b>364.31</b>	<b>100.00</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

De acuerdo a la tabla 33 se muestra la clasificación de los residuos sólidos generados en instituciones educativas, en donde el 60.84% viene a ser residuos aprovechables en donde el 53.79% viene a ser residuos inorgánicos, y el 39.16% viene a ser residuos no aprovechables.

#### 4.2.4 Humedad de los residuos no domiciliarios

La humedad de los residuos sólidos no domiciliarios es de 43.72 %, según lo reportado en el laboratorio de ICSA SAC.

**Tabla 34.** Determinación de la humedad

humedad	
Residuos sólidos no domiciliarios	43.72%
Residuos sólidos de mercados	62.73%

Fuente: Elaboración propia.

En el caso de los residuos sólidos recolectados de los mercados, se tiene que la humedad que se tiene es de 62.73%, y en lo que respecta a residuos sólidos no domiciliarios es de 43.72%.

### 4.3 Resultados generales de la caracterización

#### 4.3.1 Generación total y generación per cápita municipal

La generación total de residuos sólidos domiciliarios y no domiciliarios son como se muestra a continuación:

**Tabla 35.** Generación total diaria de residuos sólidos domiciliarios

nivel socio económico	cantidad de viviendas	cantidad de población	GPC(kg/hab/día) por zona	Generación Total (kg/día)	Generación Total (tn/día)
zona A	3,408.00	10,152.00	0.8551	8,681.09	8.68
zona B	22,551.00	67,189.00	0.7373	49,538.35	49.54
zona C	20,022.00	59,656.00	0.5674	33,851.50	33.85
<b>TOTAL</b>	<b>45,981.00</b>	<b>136,997.00</b>		<b>92,070.94</b>	<b>92.07</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

De acuerdo a la tabla anterior se tiene que la generación total diaria de residuos sólidos domiciliarios es de 92.07 tn/día, y se puede observar que en la zona B tiene una generación de residuos de 49.54 tn/día.

**Tabla 36.** Generación diaria total de residuos sólidos no domiciliarios

Nº	Fuente de generación no domiciliarios	Generación total (tn/año)	Generación total (Tn/día)
1	Establecimientos comerciales	1,451.48	
2	Hoteles	2,068.79	
3	Mercados	2,380.35	
4	Restaurantes	2,426.87	
5	Instituciones públicas y privadas	520.23	
6	Instituciones educativas	12.51	
7	Barrido de calles	1,187.93	
	<b>TOTAL</b>	<b>10,041.83</b>	<b>27.5292</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

En la tabla 36 se observa que la generación diaria total de residuos sólidos no domiciliarios es de 27.53 tn/día.

**Tabla 37.** Generación diaria total de residuos sólidos especiales

N°	Fuente de generación no domiciliarios	Generación total (tn/año)	Generación total (Tn/día)
1	Lubricentos	6.75	
2	Laboratorio de ensayo y similares	97.45	
3	Centros veterinarios	5.74	
4	Centros comerciales	2.66	
5	Ferías	8.03	
<b>TOTAL</b>		<b>120.6233</b>	<b>0.3304</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

En la tabla 37 se observa que la generación diaria total de residuos sólidos especiales es de 0.33 tn/día.

**Tabla 38.** Generación total de residuos sólidos municipales

<b>GENERACIÓN RESIDUOS SÓLIDOS</b>	
Domiciliario	92.07 tn/día
No domiciliario	27.53 tn/día
Especiales	0.33 tn/día
<b>TOTAL</b>	<b>119.93 tn/día</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

En base a lo mostrado en los cuadros anteriores se obtiene que la generación de residuos sólidos municipales es de 119.93 tn/día, tal como se muestra en la tabla 38.

#### 4.3.2 Densidad de los residuos municipales

La densidad de los residuos municipales viene representado en la tabla siguiente:

**Tabla 39.** Densidad suelta municipal

Parámetro	Densidad diaria ( $kg/m^3$ )							Densidad promedio $kg/m^3$
	dia 1	dia 2	dia 3	dia 4	dia 5	dia 6	dia 7	
Densidad	176.58	178.85	183.09	180.77	180.54	175.27	173.12	<b>178.32</b>

**Fuente:** Elaboración propia

La densidad de los residuos sólidos municipales obtenidos es de  $178.32 kg/m^3$ .

### 4.3.3 Composición física de los residuos municipales

La composición física de los residuos municipales se muestran a continuación:

**Tabla 40.** Composición física de residuos sólidos municipales

Tipo de residuo sólido	Total (kg)	Composición porcentual (%)
<b>Residuos aprovechables</b>	<b>1,038.61</b>	<b>69.54</b>
<b>1.1. Residuo orgánico</b>	<b>316.6</b>	<b>21.20</b>
residuos de alimentos (restos comida, cáscaras, restos de frutas, verduras, hortalizas y otros similares)	158.9	10.64
residuos de malezas y poda (restos de flores, hojas, tallos, grass y otros similares)	86.6	5.80
otros organicos (estiercol de animales menores, huesos y similares)	71.1	4.76
<b>1.2 Residuos inorgánicos</b>	<b>722.01</b>	<b>48.35</b>
<b>1.2.1 Papel</b>	<b>146.8</b>	<b>9.83</b>
blanco	76.8	5.14
periodico	47.8	3.20
mixto (páginas de cuaderno, revistas y otros similares)	22.2	1.49
<b>1.2.2 Cartón</b>	<b>168.1</b>	<b>11.26</b>

blanco (liso y cartulina)	66.3	4.44
marrón (corrugado)	58.4	3.91
mixto (tapas de cuaderno, revistas y otros similares)	43.3	2.92
<b>1.2.3 Vidrio</b>	<b>109.0</b>	<b>7.30</b>
transparente	68.1	4.56
otros colores (marrón - ámbar, verde, azul entre otros)	22.6	1.51
otros (vidrios de ventana)	18.3	1.23
<b>1.2.4 Plástico</b>	<b>241.13</b>	<b>16.15</b>
PET - Tereftalato de polietileno (aceite y botellas de bebidas y agua, entre otros similares)	87.97	5.89
PEAD - Polietileno de alta densidad (botellas de lácteos, shampoo, detergente liquido, suavizante)	83.99	5.62
PEBD - Polietileno de baja densidad (empaques de alimentos, empaques de plásticos de papel higiénico, empaques de detergentes, empaque film)	32.5	2.18
PP - Polipropileno (baldes, tinas rafias, estuches negros de CD, tapas de bebidas, tapers)	4.37	0.29
PS- Poliestireno (tapas cristalinas de CDS, micas, vasos de yogurt, cubetas de helado, envases de lavavajillas)	11.2	0.75
PVC - Policloruro de vinilo (tuberías de agua, desagüe y eléctricas)	21.1	1.41
<b>1.2.5 Tetra brik (envase multicapa)</b>	<b>0.0</b>	<b>0.00</b>
<b>1.2.6 Metales</b>	<b>56.98</b>	<b>3.82</b>
latas - hojalatas (latas de leche, atún entre otros)	28.7	1.92
acero	9.82	0.66
fierro	6.71	0.45
aluminio	11.75	0.79

otros metales	0.0	0.00
<b>1.2.7 Textiles (telas)</b>	<b>0.0</b>	<b>0.00</b>
<b>1.2.8 Caucho, cuero, jebe</b>	<b>0.0</b>	<b>0.00</b>
<b>2. Residuos no aprovechables</b>	<b>454.83</b>	<b>30.46</b>
bolsas plásticas de un solo uso	71.33	4.78
residuos sanitarios (papel higiénico/pañales/toallas sanitarias, excretas de mascotas)	83.05	5.56
pilas	60.02	4.02
tecnopor (poliestireno expandido)	53.44	3.58
residuos inertes (tierra, piedras, cerámicos, ladrillos entre otros)	56.01	3.75
restos de medicamentos	55.59	3.72
envolturas de snacks, galletas, caramelos, entre otros	21.75	1.46
otros residuos no categorizados	53.64	3.59
<b>TOTAL</b>	<b>1,493.44</b>	<b>100.00</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

La composición física de los residuos sólidos municipales obtenidos está compuesto de la siguiente manera: 69.54% son residuos sólidos aprovechables y el 30.46% son residuos sólidos no aprovechables. El 48.35% de residuos aprovechables viene a ser residuos sólidos inorgánicos.

#### **4.4 Comparación de los resultados obtenidos con los antecedentes e hipótesis.**

##### **1. Discusión de los resultados obtenidos con los antecedentes.**

En el presente trabajo se obtuvo que la generación per cápita municipal de la Ciudad de Puno en el año 2019 fue de 0.72 kg/hab/día, y se obtuvo una densidad de 178.32  $kg/m^3$  y el 48.35% son residuos sólidos inorgánicos; en cambio, en el estudio presentado por Alave (2018) "Caracterización de los residuos sólidos de la Ciudad de Sandía - 2017", se

determinó que la producción per cápita fue de 0.41 kg/persona/día y se tiene que un 33.95% de residuos son materia orgánica y en el trabajo de Zumaeta (2017) “*Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales del Distrito de Saquena Localidad de Bagazan Río Ucayali - Perú - 2017*” menciona que la generación per cápita municipal es de 0.61 kg/hab/día y la densidad obtenida fue de 132.98  $kg/m^3$  y el 76.6% de residuos es materia orgánica; por lo que se puede deducir que existe un incremento considerable en la generación per cápita y la densidad de residuos sólidos.

## 2. Discusión de los resultados obtenidos con la hipótesis planteada.

En el presente trabajo se ha planteado las siguientes hipótesis:

- La generación per cápita (GPC) de los residuos sólidos domiciliarios tiene un valor medio alto.
- Existe un aumento significativo en el valor de la densidad.
- Los residuos orgánicos son los que mayor se generan en la Ciudad de Puno, 2019.

Al respecto, debo mencionar que el análisis de las hipótesis específicas nos brindará respuestas a la hipótesis general planteada.

### Contraste de la hipótesis específica 1:

La generación per cápita (GPC) de los residuos sólidos domiciliarios tiene un valor medio alto. (El detalle de la información que se plantea a continuación se muestra en el anexo N° 02).

#### 1.- Planteamiento de la hipótesis

$$H_0: \mu \geq 0.5 \text{ kg/día}$$

$$H_a: \mu < 0.5 \text{ kg/día}$$

#### 2.- Información muestral

$$\text{Promedio de muestra (X)} \quad : 0.67$$

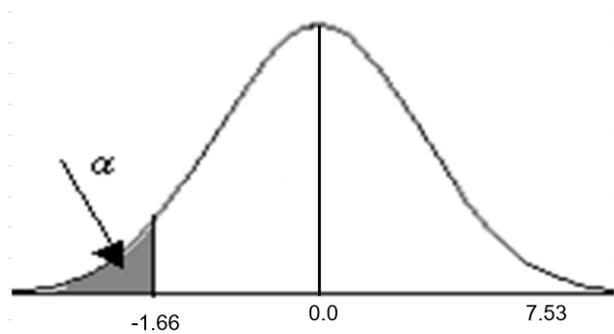
$$\text{Desv. estándar (S)} \quad : 0.25$$

- Tamaño de muestra (n) : 120
  - Promedio poblacional ( $\mu_0$ ) : 0.5
  - Nivel de significancia ( $\alpha$ ) : 5%
  - T crítico (Tc)  $T_c = \frac{X - \mu_0}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$  : -1.66
- 3.- Estadístico de prueba (Tc)

aplicando la fórmula se obtiene:

Tc= 7.53

4.- Descripción Gráfica



5.- Decisión

Se acepta la Ho

6.- Conclusión

Con un nivel de significancia de 5% existe evidencia estadística para afirmar que la GPC domiciliaria es mayor a 0.5 kg/día, y este valor se puede corroborar con los resultados obtenidos en donde se tiene que la GPC domiciliaria es 0.672 kg/día.

**Prueba de la Hipótesis Específica 2.**

*Existe un aumento significativo en el valor de la densidad.*

De acuerdo a las tablas N° 25, 30 y 39, donde se muestran los datos obtenidos de la densidad promedio, tal como se muestra a continuación:

**Tabla 41.** Comparación de la densidad promedio

Tipo de residuo	Densidad promedio
-----------------	-------------------

	$kg/m^3$
domiciliario	182.03
no domiciliario	174.61
municipal	178.32

**Fuente:** Elaboración propia.

### Prueba de la Hipótesis Específica 3.

Los residuos orgánicos son los que mayor se generan en la Ciudad de Puno, 2019.

**Tabla 42.** Comparación en la producción de residuos orgánicos por fuentes de generación

Fuente de generación	% orgánico	% inorgánico	% no aprovechable
domiciliario	40.06%	43.81%	16.12%
no domiciliario	9.33%	48.06%	42.61%
mercados	32.10%	47.07%	20.83%
instituciones educativas	7.05%	53.79%	39.16%
<b>municipales</b>	<b>21.20%</b>	<b>48.35%</b>	30.46%

**Fuente:** Elaboración propia.

Dentro de la hipótesis se ha planteado que los residuos orgánicos son los que mayor se generan en la ciudad de Puno, sin embargo, se obtuvo que los residuos orgánicos sólo representan el 21.20% y un 48.35% son los residuos inorgánicos., por lo que esta hipótesis planteada queda rechazada.

## CONCLUSIONES

**Primera conclusión:** La caracterización de residuos sólidos de la ciudad de Puno está en base a la nueva guía de caracterización de residuos sólidos publicada en enero del 2019 emitida por el Ministerio del Ambiente. Este estudio nos ayuda a determinar la obtención de información cuantitativa y cualitativa de la generación de residuos sólidos de la ciudad de Puno el mismo que permite plantear políticas y acciones de parte de la municipalidad Provincial de Puno así como de la población con la finalidad de reducir la generación per cápita de residuos sólidos.

**Segunda conclusión:** En la presente investigación, se obtuvo que la producción de residuos sólidos domiciliarios per cápita es en promedio de 0.672 kg/día. en lo que respecta a los residuos sólidos no domiciliarios se tiene lo siguiente:

- La generación de restaurantes es en promedio 6.6490 tn/día.
- La generación de establecimientos comerciales es de 3.9766 tn/día.
- La generación de hoteles en promedio tiene 5.6679 tn/día.
- La generación de las instituciones privadas y públicas es de 1.4253 tn/día.
- La generación de las instituciones educativas es de 0.0343 tn/día.
- La generación de los mercados es de 6.5215 tn/día.
- La generación del servicio de barrido es de 3.2546 tn/día.

- La generación de residuos especiales es de 0.3305 tn/día.

**Tercera conclusión:** La densidad de los residuos considerados como muestra, se tiene que la densidad promedio de los residuos sólidos domiciliarios es de 182.03 kg/m<sup>3</sup>, y la densidad promedio de los residuos sólidos no domiciliarios es de 174.61 kg/m<sup>3</sup>.

**Cuarta conclusión:** De acuerdo a la clasificación de los residuos sólidos municipales, se obtuvo que un 69.54% son residuos aprovechables, de los cuales está distribuido en 21.20% residuos orgánicos y 48.35% en residuos inorgánicos, y 30.46% son residuos no aprovechables.

## RECOMENDACIONES

- **Primera recomendación:** La Municipalidad Provincial de Puno está en la capacidad normativa de generar ordenanzas municipales que permitan apoyar los talleres de sensibilización sobre segregación y valoración de residuos sólidos con la finalidad de cambiar el comportamiento de la población.
- **Segunda recomendación:** La Municipalidad Provincial de Puno debe desarrollar programas de fortalecimiento para la formalización de los recicladores, que posteriormente pueda generar puestos de trabajo y de esa manera mejorar su ingreso económico.
- **Tercera recomendación:** Fortalecer las políticas de recojo de los residuos sólidos municipales de manera segregada, para que de esa forma se pueda aplicar diferentes estrategias para su disposición final.
- **Cuarta recomendación:** La Municipalidad Provincial de Puno, a través del Presupuesto Participativo, debe de implementar acciones para una correcta segregación de los residuos sólidos; de la misma manera, se debe de ejecutar acciones en donde la población pueda responder de manera activa a la segregación de residuos sólidos.

## BIBLIOGRAFÍA

- BBC NEWS MUNDO. «Los 10 países que más y menos basura generan en América Latina (y cómo se sitúan a nivel mundial)». *BBC News Mundo*.
- BANCO MUNDIAL. «Los desechos: un análisis actualizado del futuro de la gestión de los desechos sólidos». *World Bank*. Recuperado 27 de noviembre de 2020e (<https://www.bancomundial.org/es/news/immersive-story/2018/09/20/what-a-waste-an-updated-look-into-the-future-of-solid-waste-management>).
- Bardales Wong, César Arturo «Caracterización de residuos sólidos generados en las actividades de cocina y comedor en el campamento petrolero de Andoas - Iquitos - 2013». 63.
- Castillo, Alave, y Rommel Isaac. 2018. «Caracterización de los residuos sólidos domiciliarios de la ciudad de Sandía - 2017». *Universidad Privada San Carlos*.
- Cauper, José Luis Zumaeta. (2017) «Estudio de caracterización de residuos sólidos municipales del Distrito de Saquena Localidad de Bagazan Río Ucayali - Perú». 129.
- Contreras, Elsa Galarza, Marcos Gabriel Alegre Chang, y Gunther Iván Merzthal Yupari. «Aprende a prevenir los efectos del mercurio, Módulo 2: Residuos y áreas verdes». 36.
- Flores, Duran, Ramirez, Maldonado. (2013) «Caracterización y potencial del reciclado de los residuos sólidos urbanos generados en el Instituto Tecnológico de Tepic, una institución de educación superior.».
- MINAM. «Guía para la caracterización de residuos sólidos municipales».
- MINAM. (2019). «Actividad-3\_Estudio-de-Characterización.pdf».
- MINAM. «Gestión Responsable de Residuos Sólidos Municipales». *SINIA | Sistema Nacional de Información Ambiental*. Recuperado 1 de diciembre de 2020 (<https://sinia.minam.gob.pe/documentos/gestion-responsable-residuos-solidos-municipales>).

OSMAN. «Residuo Sólido Municipal». *Residuo Sólido Municipal*. Recuperado 1 de diciembre de 2020 (<http://www.osman.es/>).

Ochoa, Aurora FIERRO, Carolina ARMIJO DE Vega, Otoniel BUENROSTRO Delgado, y Benjamín VALDEZ Salas. «Análisis de la generación de residuos sólidos en supermercados de la Ciudad de Mexicali, México». 7.

Ruiz Morales, Mariana «Caracterización de residuos sólidos en la Universidad Iberoamericana, Ciudad de México». 5.

Vargas, Oscar, Erika Alvarado, Carlos López, y Vicente Cisneros. «Plan de manejo de residuos sólidos generados en la Universidad Tecnológica de Salamanca».

**ANEXOS**

ANEXO N° 01.

**MATRIZ DE CONSISTENCIA**

**CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES DE LA CIUDAD DE PUNO, 2019**

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES
<p><b>Problema Central</b> ¿Cómo es la caracterización de residuos sólidos municipales en la Ciudad de Puno durante el año 2019?</p> <p><b>Problemas Específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuál es el valor de la generación per cápita (GPC) de residuos sólidos municipales en la Ciudad de Puno?</li> <li>• ¿Cuál es la densidad de residuos sólidos domiciliarios que se generan en la Ciudad de Puno?</li> <li>• ¿Cómo es la composición física de los residuos sólidos generados en la Ciudad de Puno?</li> </ul>	<p><b>Objetivo Central</b> Caracterizar los residuos sólidos municipales en la Ciudad de Puno, 2019.</p> <p><b>Objetivos Específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar la generación per cápita (GPC) de residuos sólidos domiciliarios en la Ciudad de Puno, 2019.</li> <li>• Analizar la densidad de los residuos sólidos municipales de la Ciudad de Puno, 2019.</li> <li>• Identificar la composición física de los residuos sólidos municipales en la Ciudad de Puno, 2019.</li> </ul>	<p><b>Hipótesis General</b> El desarrollo de la caracterización de los residuos sólidos municipales ayudará a plantear mejoras en la gestión de residuos sólidos.</p> <p><b>Hipótesis Específica</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La generación per cápita (GPC) de los residuos sólidos domiciliarios tiene un valor medio alto.</li> <li>• Existe un aumento significativo en el valor de la densidad.</li> <li>• Los residuos orgánicos son los que mayor se generan en la Ciudad de Puno, 2019.</li> </ul>	<p><b>Variable Dependiente</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Estudio de Caracterización</li> <li>- Residuos sólidos municipales</li> </ul> <p><b>Variable Independiente</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Peso</li> <li>• Volumen</li> <li>• Densidad</li> <li>• Humedad</li> <li>• Composición física</li> <li>• GPC</li> </ul>

**ANEXO N° 02.**

**CONTRASTE DE LA HIPÓTESIS**

**1.- Obtención de la desviación estándar**

De acuerdo a la página de Khan Academy, se tiene la siguiente fórmula para el cálculo de la desviación estándar

$$DE_{muestra} = \sqrt{\frac{\sum |x - \bar{x}|^2}{n - 1}}$$

Donde:

$x$  : Conjunto de datos

$\bar{x}$  : media

$n$  : tamaño de la muestra

**2.- Obtención del promedio de muestra**

**Cuadro N° 01. GPC domiciliaria por estratos**

N° de vivienda	ESTRATO	Número de habitantes	Generación per cápita (Kg/persona/día)
1	A	12	1.62
2	A	7	1.08
3	A	4	0.76
4	A	4	0.70
5	A	2	0.78
6	A	2	0.62
7	A	4	0.59
8	A	6	0.97
9	A	4	0.57
10	B	3	0.43
11	B	3	0.55

12	B	4	0.59
13	B	3	0.46
14	B	8	1.13
15	B	4	0.95
16	B	3	0.84
17	B	5	0.88
18	B	8	1.11
19	B	4	0.87
20	B	5	0.95
21	B	4	0.87
22	B	3	1.03
23	B	4	0.66
24	B	5	0.76
25	B	3	0.56
26	B	3	0.86
27	B	4	0.81
28	B	4	0.58
29	B	2	0.73
30	B	7	1.03
31	B	2	0.64
32	B	4	0.76
33	B	3	0.85
34	B	3	0.95
35	B	3	0.67
36	B	4	0.58
37	B	4	0.94
38	B	4	0.80

39	B	6	0.99
40	B	4	0.53
41	B	3	0.88
42	B	4	0.59
43	B	6	0.90
44	B	4	0.82
45	B	2	0.35
46	B	5	0.87
47	B	6	0.95
48	B	2	0.31
49	B	5	0.63
50	B	6	0.92
51	B	6	0.89
52	B	2	0.32
53	B	3	0.85
54	B	1	0.71
55	B	3	0.80
56	B	1	0.33
57	B	2	0.31
58	B	1	0.79
59	B	3	0.88
60	B	1	0.24
61	B	2	0.84
62	B	3	0.86
63	B	2	0.29
64	B	7	1.04
65	B	3	0.68

66	B	2	0.88
67	B	1	0.59
68	B	3	0.64
69	C	3	0.56
70	C	2	0.50
71	C	4	0.70
72	C	3	0.24
73	C	2	0.30
74	C	2	0.66
75	C	3	0.61
76	C	5	0.95
77	C	1	0.63
78	C	2	0.28
79	C	4	0.56
80	C	2	0.34
81	C	4	0.50
82	C	4	0.95
83	C	2	0.54
84	C	2	0.39
85	C	3	0.48
86	C	1	0.41
87	C	2	0.31
88	C	4	0.60
89	C	4	0.69
90	C	3	0.49
91	C	3	0.73
92	C	2	0.89

93	C	5	0.96
94	C	3	0.44
95	C	4	0.54
96	C	4	0.63
97	C	3	0.65
98	C	3	0.32
99	C	5	0.81
100	C	5	0.94
101	C	5	0.94
102	C	4	0.54
103	C	3	0.30
104	C	4	0.41
105	C	2	0.41
106	C	3	0.50
107	C	5	0.97
108	C	3	0.50
109	C	3	0.77
110	C	2	0.26
111	C	1	0.26
112	C	3	0.49
113	C	5	0.99
114	C	1	0.33
115	C	3	0.41
116	C	3	0.48
117	C	2	0.35
118	C	3	0.46
119	C	4	0.54

120	C	5	1.01
<b>Promedio</b>			<b>0.67</b>

Fuente: Elaboración propia con los datos obtenidos.

## ANEXO N° 03.

PANEL FOTOGRÁFICO

Imagen N° 01.



**Descripción:** En la imagen se muestra el recojo de las muestras de residuos sólidos generados en Instituciones Educativas.

Imagen N° 02.



**Descripción:** En la imagen se muestra el acopio de los residuos sólidos, para luego ser llevados para el respectivo pesaje y selección.

Imagen N° 03.



**Descripción:** En la imagen se muestra el desarrollo del pesaje respectivo por cada residuo sólido.

ANEXO N° 04.

ANÁLISIS DE HUMEDAD



INFORME DE ENSAYOS N° 004-2019  
PAGINA 02 DE 02

DETERMINACIÓN	RESIDUOS SOLIDOS NO DOMICILIARIOS	UNIDAD
Humedad.	43.72	%

ABREVIATURAS:

% expresado en porcentaje

OBSERVACIONES:

Ninguna

METODOS UTILIZADOS:

Humedad : AOAC Official Method 967.03 Chapter 2 Subchapter 7:2.7.03 Moisture In Peat A. Method I. 19th Ed. Rev. Online 2012.

FECHA DE EJECUCION DE LOS ENSAYOS:

18/07/2019

NOTAS IMPORTANTES

- ICSA SAC no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pueden variar durante el almacenamiento.
- El presente informe de ensayos es validos por 30 días a partir de la fecha de emision.

FECHA DE EMISION DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS: 22/07/2019



*David Nicolás Flores Calla*  
Bigo. David Nicolás Flores Calla  
Gerente general