

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA



FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental

CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES PARA UNA EFICIENTE GESTIÓN EN EL CASERÍO DE CHUYABAMBA, PROVINCIA DE CHOTA - CAJAMARCA

Tesis Para Optar el Título Profesional de
Ingeniero Forestal y Ambiental

AUTOR:

Bach. Nélide Lisbeti Ayala Paisig

Universidad Nacional Autónoma de Chota

Dr. Guillermo A. Chávez Santa Cruz
Docente – CIP 28030

ASESOR:

Dr. Guillermo Alejandro Chávez Santa Cruz

CO - ASESOR:

Dr. Santos Clemente Herrera Diaz

Chota – Perú

2026



Firmado
digitalmente por
HERRERA DIAZ
Santos Clemente
FAU 20574653798
soft
Fecha: 2024.05.21
14:44:13 -05'00'



Constancia de Originalidad y Uso de Inteligencia Artificial

El que suscribe, Docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional Autónoma de Chota, **hace constar** que la tesis de investigación titulada: "**Caracterización de los Residuos Sólidos Municipales para una eficiente gestión en el Caserío de Chuyabamba, Provincia de Chota - Cajamarca**", ejecutado por la **Bach. Nélica Lisbeti Ayala Paisig**, perteneciente a la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental, asesorado por el **Dr. Guillermo Alejandro Chávez Santa Cruz, Dr. Santos Clemente Herrera Diaz (coasesor)**, presenta un índice de similitud del 13%, incluido la bibliografía y un 0 % de uso de inteligencia artificial. Según el análisis realizado por el software Turnitin con fecha 28/01/2026, dicho porcentaje cumple con el límite permitido (menor al 20 %) por lo tanto, cumple con el criterio de evaluación de originalidad establecido en el REGLAMENTO DE GRADOS Y TÍTULOS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA aprobado mediante RESOLUCIÓN DE COMISIÓN ORGANIZADORA N° 770-2025 UNACH.

Se expide la presente a solicitud del interesado para los fines administrativos correspondientes.

Chota, 28 de enero de 2026

Dr. Guillermo Alejandro Chávez Santa Cruz

Asesor

CIP. 28030

EPIFA - UNACH

Guillermo Alejandro Chávez Santa Cruz

Caracterización de los Residuos Sólidos Municipales para una eficiente gestión en el Caserío de Chuyabamba, Provincia de C...

 estandar

 año 2026

 Universidad Nacional Autonoma de Chota

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::1:3467137990

Fecha de entrega

28 ene 2026, 10:37 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

28 ene 2026, 10:45 a.m. GMT-5

Nombre del archivo

NELIDA_LISBETI_AYALA_PAISIG-_TESIS_1_.docx

Tamaño del archivo

17.7 MB

121 páginas

24.453 palabras

139.279 caracteres




13% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 8 palabras)

Fuentes principales

- 0%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 13%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad




N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Fuentes principales

- 0%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 13%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Fuentes principales

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	Trabajos del estudiante	Universidad Continental	3%
2	Trabajos del estudiante	Universidad San Ignacio de Loyola	2%
3	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo	2%
4	Trabajos del estudiante	Universidad Politécnica del Perú	1%
5	Trabajos del estudiante	Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez	<1%
6	Trabajos del estudiante	uncedu	<1%
7	Trabajos del estudiante	Universitas Diponegoro	<1%
8	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga	<1%
9	Trabajos del estudiante	Universidad Tecnológica de los Andes	<1%
10	Trabajos del estudiante	Universidad Católica de Santa María	<1%
11	Trabajos del estudiante	Universidad Pública de Navarra	<1%

12	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion	<1%
13	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional del Centro del Peru	<1%
14	Trabajos del estudiante	Pontificia Universidad Catolica del Peru	<1%
15	Trabajos del estudiante	Universidad Privada del Norte	<1%
16	Trabajos del estudiante	Universidad Andina del Cusco	<1%
17	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de Frontera	<1%
18	Trabajos del estudiante	Universidad Politecnica Salesiana del Ecuador	<1%
19	Trabajos del estudiante	UTEC Universidad de Ingenieria & Tecnologia	<1%
20	Trabajos del estudiante	unap	<1%
21	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional Autonoma de Chota	<1%
22	Trabajos del estudiante	Tecsup	<1%
23	Trabajos del estudiante	Universidad Alas Peruanas	<1%
24	Trabajos del estudiante	Universidad De Cuenca	<1%
25	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de Piura	<1%

26	Trabajos del estudiante	Universidad Científica del Sur	<1%
27	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional del Chimborazo	<1%
28	Trabajos del estudiante	unsaac	<1%
29	Trabajos del estudiante	Universidad Estatal a Distancia	<1%
30	Trabajos del estudiante	Universidad Privada de Tacna	<1%



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
VICEPRESIDENCIA ACADÉMICA
Reglamento de Grados y Títulos



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE INFORME FINAL DE TESIS

REG. N° 005-20256-FCA

El jurado evaluador designado con RESOLUCIÓN DE COORDINACIÓN DE FACULTAD N.° 270-2025-FCA/UNACH:

Nombres y apellidos	Cargo
M. Sc. Roxana Mabel Sempértegui Rafael	Presidente
Mg. Sc. Ever Núñez Bustamante	Secretario
M. Sc. José Magno Quiroz Gonzales	Vocal

De la tesis titulada:

Caracterización de los Residuos Sólidos Municipales para una eficiente gestión en el Caserío de Chuyabamba, Provincia de Chota – Cajamarca

Que ha sustentado el(los) Bachiller (es):

Nombres y apellidos	DNI
Nélida Lisbeti Ayala Paisig	75902922

Para obtener el título profesional de:

Ingeniero Forestal y Ambiental

Acuerdan por:

<input checked="" type="checkbox"/>	Unanimidad	<input type="checkbox"/>	Mayoría
-------------------------------------	------------	--------------------------	---------

<input checked="" type="checkbox"/>	Aprobar	<input type="checkbox"/>	Desaprobar
-------------------------------------	---------	--------------------------	------------

Otorgando la calificación de:

<input checked="" type="checkbox"/>	Aprobado
<input type="checkbox"/>	Excelente
<input checked="" type="checkbox"/>	Bueno
<input type="checkbox"/>	Regular

<input type="checkbox"/>	Desaprobado
--------------------------	-------------

Colpa Matara 15 de enero del 2026

M. Sc. Roxana Mabel Sempértegui Rafael
Presidente

Mg. Sc. Ever Núñez Bustamante
Secretario

M. Sc. José Magno Quiroz Gonzales
Vocal

Dr. Guillermo Alejandro Chávez Santa Cruz
Asesor

Dedicatoria

A Dios, por guiarme en mi camino y brindarme la fortaleza necesaria para superar cada desafío.

A mi querido esposo, por su amor, paciencia y apoyo incondicional a lo largo de este proceso. Sin tu presencia, este sueño no habría sido posible.

A mi hijo, cuya sonrisa y alegría han sido mi mayor fuente de motivación para seguir adelante cada día. Esta tesis también es un homenaje para ti, como prueba de que los sueños se logran con esfuerzo y dedicación.

A mis padres, por enseñarme el valor del trabajo arduo y la perseverancia, y por confiar en mí en cada etapa del camino.

A todos aquellos que, de diversas maneras, aportaron su apoyo, consejos y palabras de aliento. Este logro alcanzado también les pertenece.

Agradecimiento

Agradezco, en primer lugar, a Dios, quien ha sido mi fuente de fortaleza y guía a lo largo de cada etapa de mi vida. Sin Su apoyo espiritual, este logro no habría sido factible.

A mi familia, en especial a mi esposo e hijo, les doy las gracias por su amor incondicional, su comprensión y su paciencia durante todo este proceso. Ustedes han sido mi inspiración y me han brindado el aliento necesario para seguir adelante en los momentos difíciles.

Quiero expresar mi sincera gratitud a mi asesor y co-asesor, cuyo conocimiento y orientación fueron clave para el desarrollo de esta investigación. Su paciencia y confianza en mis habilidades fueron esenciales para completar este trabajo.

De igual manera, agradezco a las instituciones y personas del caserío de Chuyabamba que facilitaron el acceso a la información necesaria para la realización de esta tesis.

Finalmente, agradezco a mis compañeros y amigos, quienes, con sus palabras de aliento y consejos, hicieron de este proceso una experiencia enriquecedora. A todos ustedes, les extiendo mi más profundo agradecimiento por ser parte de este logro.

Índice de contenido

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenido	iv
Índice de tablas	vii
Índice de figuras	ix
Resumen	x
Abstract	xi
CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.2. Formulación del problema	2
1.3. Justificación	3
1.4. Objetivos	3
1.4.1. <i>Objetivo general</i>	3
1.4.2. <i>Objetivos específicos</i>	4
CAPÍTULO II	5
MARCO TEÓRICO	5
2.1. Antecedentes	5
2.2. Bases teórico - científicas	10
2.2.1. <i>Situación de los residuos sólidos en el Perú</i>	10
2.2.2. <i>Clasificación de los residuos sólidos</i>	10
2.2.3. <i>Gestión de residuos sólidos</i>	12
2.2.4. <i>Manejo de residuos sólidos</i>	13
2.2.5. <i>Relación de los residuos sólidos (RS) con la salud humana</i>	13
2.2.6. <i>Relación entre los residuos sólidos (RS) y el medio ambiente</i>	14
2.2.7. <i>Características de los residuos sólidos</i>	15
2.2.8. <i>Caracterización de residuos sólidos</i>	16
2.3. Marco conceptual.....	17
2.3.1. <i>Caracterización de residuos</i>	17

2.3.2. <i>Composición de residuos</i>	18
2.3.3. <i>Eficiente gestión</i>	18
2.3.4. <i>Generador de residuos sólidos:</i>	18
2.3.5. <i>Generación per-cápita</i>	18
2.3.6. <i>Manejo de residuo sólidos:</i>	18
2.3.7. <i>Residuo</i>	18
2.3.8. <i>Residuos municipales</i>	19
2.3.9. <i>Residuos sólidos:</i>	19
2.4. Hipótesis	19
2.5. Operacionalización de variables	20
CAPÍTULO III.....	21
MARCO METODOLÓGICO	21
3.1. Localización	21
3.2. Tipo y nivel de investigación	23
3.2.1. <i>Tipo de investigación</i>	23
3.2.2. <i>Nivel de la investigación</i>	23
3.3. Diseño de investigación	23
3.4. Metodología de investigación	23
3.4.1. <i>Zonificación del caserío</i>	24
3.5. Población, muestra y muestreo	24
3.5.1. <i>Población</i>	24
3.5.2. <i>Muestra</i>	24
3.5.3. <i>Muestreo</i>	27
3.5.4. <i>Ejecución del estudio</i>	29
3.6. Equipos, materiales e insumos	36
3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	36
3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	37
3.9. Aspectos éticos.....	38
CAPÍTULO IV	39
RESULTADOS Y DISCUSIONES	39
4.1. Descripción de resultados	39

4.1.1. <i>Determinación de la generación per-cápita, densidad, composición y humedad de residuos sólidos municipales generados en el caserío de Chuyabamba, provincia de Chota</i>	39
4.2. Propuestas para una buena gestión de residuos sólidos	69
4.2.1. <i>Proponer acciones para el buen manejo de los residuos sólidos generados en el caserío de Chuyabamba, provincia de Chota</i>	69
4.3. Contrastación de hipótesis	73
4.4. Discusión de resultados.....	80
CAPITULO V	84
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	84
5.1. Conclusiones	84
5.2. Recomendaciones	85
CAPITULO VI	86
REFERENCIAS	86
ANEXOS	98

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Definición operativa de variables</i>	20
Tabla 2. <i>Datos estadísticos del Caserío de Chuyabamba</i>	24
Tabla 3. <i>Proyección de la población del Caserío de Chuyabamba</i>	24
Tabla 4. <i>Tamaño de muestra</i>	25
Tabla 5. <i>Coordenadas de generadores no domiciliarios</i>	26
Tabla 6. <i>Tipos de generadores no domiciliarios</i>	26
Tabla 7. <i>Descripción de los equipos, materiales e insumos utilizados</i>	36
Tabla 8. <i>Técnicas e instrumentos de recolección de datos</i>	36
Tabla 9. <i>Generación de residuos sólidos domiciliarios en el Caserío de Chuyabamba</i>	40
Tabla 10. <i>Validación de datos de los residuos sólidos domiciliarios del Caserío de Chuyabamba</i>	42
Tabla 11. <i>Resultados de la GPC validada de residuos sólidos domiciliarios</i>	44
Tabla 12. <i>Determinación de la generación de residuos sólidos en establecimientos comerciales</i>	45
Tabla 13. <i>Datos de generación de residuos sólidos en hoteles</i>	47
Tabla 14. <i>Generación de residuos sólidos en restaurantes</i>	49
Tabla 15. <i>Generación de residuos sólidos en instituciones públicas y privadas</i>	50
Tabla 16. <i>Datos de la generación de residuos sólidos en instituciones educativas</i>	52
Tabla 17. <i>Generación total de residuos sólidos no domiciliarios</i>	53
Tabla 18. <i>Generación total de residuos sólidos municipales en el caserío de Chuyabamba</i>	54
Tabla 19. <i>Generación per cápita de residuos sólidos municipales del Caserío de Chuyabamba</i>	55
Tabla 20. <i>GPC generada en el Caserío de Chuyabamba</i>	55
Tabla 21. <i>Datos para el cálculo de la densidad de Residuos Sólidos Domiciliarios</i>	56
Tabla 22. <i>Datos para el cálculo de la densidad de residuos sólidos no domiciliarios</i>	58
Tabla 23. <i>Densidad promedio de los residuos sólidos municipales</i>	60
Tabla 24. <i>Datos de la composición física de los residuos sólidos domiciliarios</i>	61
Tabla 25. <i>Composición física de los residuos sólidos no domiciliarios del Caserío de Chuyabamba</i>	63
Tabla 26. <i>Composición porcentual de los residuos sólidos municipales</i>	66
Tabla 27. <i>Determinación de humedad de residuos sólidos domiciliarios</i>	67
Tabla 28. <i>Determinación de humedad de residuos sólidos no domiciliarios</i>	67

Tabla 29. <i>Humedad total de los residuos municipales</i>	68
Tabla 30. <i>Resumen de impacto de las propuestas</i>	73
Tabla 31. <i>Estadísticos descriptivos de la generación per cápita domiciliaria (kg/hab/día)</i> ..	74
Tabla 32. <i>Pruebas de normalidad para la GPC domiciliaria</i>	75
Tabla 33. <i>Estadísticas de grupo para la densidad (kg/m³)</i>	76
Tabla 34. <i>Prueba T de Student para la comparación de densidad</i>	76
Tabla 35. <i>Estadísticas de grupo para humedad (%)</i>	77
Tabla 36. <i>Prueba T de Student para humedad (%)</i>	78
Tabla 37. <i>Tabla cruzada tipo de generador × composición</i>	78
Tabla 38. <i>Prueba de chi-cuadrado para comparación de composición</i>	79

Índice de figuras

Figura 1. <i>Localización del área de investigación</i>	22
Figura 2. <i>Mapa de distribución de muestra por unidad espacial - Caserío de Chuyabamba</i> 28	
Figura 3. <i>Proceso para la Caracterización de Residuos Sólidos Municipales en el Caserío de Chuyabamba – Chota</i>	35
Figura 4. <i>Generación diaria y anual de residuos sólidos en establecimientos comerciales (bodegas)</i>	46
Figura 5. <i>Generación diaria anual de residuos sólidos en hoteles</i>	48
Figura 6. <i>Generación diaria y anual de residuos sólidos en restaurantes</i>	49
Figura 7. <i>Generación diaria y anual de residuos sólidos en instituciones públicas y privadas</i>	51
Figura 8. <i>Generación de residuos sólidos en instituciones educativas</i>	52
Figura 9. <i>Densidad de residuos sólidos domiciliarios</i>	57
Figura 10. <i>Densidad de residuos sólidos no domiciliarios</i>	60
Figura 11. <i>Composición porcentual de residuos sólidos domiciliarios</i>	63
Figura 12. <i>Composición porcentual de residuos sólidos no domiciliarios</i>	65
Figura 13. <i>Humedad total de los residuos municipales</i>	68
Figura 14. <i>Distribución de frecuencia y curva de normalidad – GPC domiciliaria</i>	75

Resumen

La gestión inadecuada de los residuos sólidos en zonas rurales como Chuyabamba genera contaminación ambiental y riesgos para la salud de la población al no disponer adecuadamente los residuos municipales. En este contexto, se desarrolló el presente trabajo de investigación con el objetivo de Caracterizar los Residuos Sólidos Municipales para una eficiente gestión en el caserío de Chuyabamba, provincia de Chota – Cajamarca. La investigación es de tipo mixto y aplicativo, con un enfoque descriptivo y diseño no experimental. La población incluyó 210 viviendas y 15 establecimientos no domiciliarios, de los cuales se tomó una muestra de 54 viviendas y 15 establecimientos. Los resultados muestran que la generación per cápita domiciliaria promedio fue de 0,456 kg/hab/día, mientras que en los establecimientos no domiciliarios la generación media fue de 5,58 kg/establecimiento/día. La generación municipal consolidada alcanzó 0,56 kg/hab/día. La densidad promedio de los residuos fue de 187,37 kg/m³, y la humedad de los residuos orgánicos alcanzó el 56,7%. En cuanto a la composición municipal total, los residuos aprovechables representaron el 73,79%, destacando orgánicos (39,46%), plásticos (11,06%), metales (9,00%), cartón (4,78%) y vidrio (3,51%). Los residuos no aprovechables constituyeron el 26,21%. Se concluye que los resultados obtenidos de la caracterización, proporcionan una base técnica útil para la planificación de estrategias de gestión ambiental, orientadas al aprovechamiento y a una disposición final adecuada que reduzca los riesgos ambientales y sanitarios, fortaleciendo la sostenibilidad local.

Palabras Clave: caracterización, composición física, gestión ambiental, generación per cápita y residuos sólidos municipales.

Abstract

The inadequate management of solid waste in rural areas such as Chuyabamba generates environmental pollution and risks to the health of the population by not disposing of municipal waste properly. In this context, the present research work was developed with the objective of Characterizing Municipal Solid Waste for an efficient management in the village of Chuyabamba, province of Chota – Cajamarca. The research is of a mixed and applied type, with a descriptive approach and non-experimental design. The population included 210 dwellings and 15 non-residential establishments, from which a sample of 54 dwellings and 15 establishments was taken. The results show that the average per capita household generation was 0,456 kg/inhabitant/day, while in non-residential establishments the average generation was 5,58 kg/establishment/day. Consolidated municipal generation reached 0,56 kg/inhabitant/day. The average density of waste was 187,37 kg/m³, and the moisture of organic waste reached 56,7%. As for the total municipal composition, usable waste represented 73,79%, highlighting organics (39,46%), plastics (11,06%), metals (9,00%), cardboard (4,78%) and glass (3,51%). Non-usable waste constituted 26,21%. It is concluded that the results obtained from the characterization provide a useful technical basis for the planning of environmental management strategies, aimed at the use and adequate final disposal that reduces environmental and health risks, strengthening local sustainability.

Keywords: characterization, physical composition, environmental management, per capita generation and municipal solid waste.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

La problemática de los residuos sólidos constituye un reto importante para la salud pública y el medio ambiente. Aunque la generación de residuos es una consecuencia inherente a las actividades humanas, el aumento de su volumen ha superado la capacidad de absorción del medio natural, lo que ha generado varios problemas ambientales (Mendes et al., 2022). En los países en desarrollo, donde continúan las restricciones vinculadas a la gestión apropiada de residuos, esta circunstancia es aún más crítica (Bernache et al., 2023).

En Perú, las deficiencias en la administración y manejo de los residuos sólidos municipales se han visto exacerbadas por la falta de una visión estratégica y de alternativas efectivas por parte de las autoridades locales. Esta situación ha generado un aumento preocupante de los problemas ambientales y sanitarios, ya que gran parte de las municipalidades peruanas carecen de los recursos necesarios para implementar una gestión integral eficaz frente a los elevados volúmenes diarios generados (Ramírez et al., 2020).

En lo referente a Cajamarca, del total de residuos generados por día, el 55% corresponde a residuos orgánicos que son enviados hacia plantas tratadoras y el 45% restante está conformado por materiales inorgánicos que presentan complicaciones significativas para su adecuado manejo. A pesar del esfuerzo mediante programas educativos dirigidos hacia la población sobre mejores prácticas de gestión, persisten notables deficiencias debido a una cultura poco desarrollada respecto al tratamiento adecuado de desechos, generando como resultado impactos negativos sobre la salud pública y el medio ambiente (Carlos y Melendres, 2020).

Por otro lado, Chota enfrenta dificultades importantes derivadas principalmente de la disposición final inadecuada, donde muchos residuos son depositados indiscriminadamente en vertederos abiertos donde simplemente se entierran sin recibir ningún tipo de tratamiento apropiado. Aunque existen iniciativas orientadas hacia una gestión sostenible e integral destinada a mitigar dichos impactos adversos sobre el medio ambiente y bienestar comunitario, este objetivo sigue siendo complejo ante el creciente incremento volumétrico residual experimentado durante años recientes.

En el caserío de Chuyabamba, ubicado en la provincia de Chota, la gestión de residuos sólidos para el año 2024 enfrenta serios desafíos que repercuten negativamente tanto en el medio ambiente como en el bienestar de los habitantes. Estos retos emergen fundamentalmente por la falta de información precisa acerca del volumen y tipo de desechos generados, así como sobre la efectividad del sistema de recolección y su conformidad con las normativas locales. Una inadecuada administración de los residuos puede provocar problemas ambientales y sanitarios, además de deteriorar la calidad de vida. En este contexto, es imperativo llevar a cabo una caracterización detallada de los residuos sólidos municipales con miras a identificar las principales dificultades existentes y proponer soluciones que mejoren significativamente la gestión de los residuos sólidos dentro de la comunidad de Chuyabamba.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es la caracterización de los residuos sólidos municipales en el caserío de Chuyabamba, provincia de Chota – Cajamarca, como base para una gestión eficiente de los residuos?

1.3. Justificación

Es esencial realizar un estudio sobre la caracterización de los residuos sólidos en el caserío de Chuyabamba, ubicado en la provincia de Chota, durante el año 2024. Es por ello que esta investigación responde a una necesidad apremiante para abordar las problemáticas críticas vinculadas al manejo adecuado de dichos residuos.

En los últimos años, Chuyabamba ha mostrado un crecimiento poblacional modesto, con un aumento del 1%, pasando de 735 habitantes en 2017 según datos del INEI, a una proyección que estimó 796 residentes para el año 2025. Este leve incremento ha propiciado un aumento correspondiente en la generación de desechos. No obstante, la falta de gestión efectiva podría acarrear repercusiones significativas tanto para el entorno natural como para los recursos disponibles localmente.

La inadecuada administración de estos desechos impacta negativamente en la calidad de vida y bienestar general de los habitantes del caserío. Por ello, la caracterización de los residuos sólidos Municipales es crucial no solo para optimizar su gestión, sino también para fomentar mejores condiciones sanitarias y seguras dentro de la comunidad.

Adicionalmente, los hallazgos derivados de esta investigación proporcionarán una base sólida que permitirá formular recomendaciones orientadas a mejorar significativamente la administración y tratamiento de los residuos sólidos en Chuyabamba, beneficiando así a la comunidad en general.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Caracterizar los Residuos Sólidos Municipales para una eficiente gestión en el caserío de Chuyabamba, provincia de Chota – Cajamarca

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar la generación per-cápita, densidad, composición y humedad de residuos sólidos municipales generados en el caserío de Chuyabamba, provincia de Chota.
- Proponer acciones orientadas al adecuado manejo de los residuos sólidos generados en el caserío de Chuyabamba, provincia de Chota.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

A nivel internacional

Fereja y Chemed (2022), en el estudio que realizaron en Dilla, Etiopía, analizaron la gestión de residuos sólidos y determinaron una generación per cápita de 0,475 kg/día, donde el 68,40% correspondía a residuos orgánicos. También identificaron un bajo nivel de segregación, deficiencias en la recolección y disposición inadecuada de los desechos. Entre los principales problemas se encontraron la falta de personal capacitado, rutas de recolección ineficientes y la ubicación inadecuada de contenedores. Como alternativa de mejora, se sugiere implementar el compostaje de residuos orgánicos, fortalecer la infraestructura y sensibilizar a la población sobre la adecuada gestión de los residuos sólidos.

Por otro lado, Sangkham y Sangsrichan (2020), en la Universidad de Phayao, determinaron la generación, composición y características físicas y químicas de los residuos sólidos, con encuestas realizadas en 2018 y 2019 y análisis de muestras mediante métodos ASTM. Obtuvieron una generación de 750 kg/día, con una tasa de 0,32 kg/cápita/día, siendo los residuos alimenticios la mayor parte (33,65%), seguidos de plásticos (32,96%) y papeles (18,82%). Los altos niveles de residuos combustibles (92,71 %) sugieren su uso como RDF, destacando la necesidad de políticas ambientales y campañas de concientización para una gestión sostenible, como la separación de residuos y la reducción del uso de bolsas plásticas.

Ranjan *et al.* (2025), realizaron una investigación titulada Caracterización y gestión de residuos sólidos urbanos. En el estudio de caso en la ciudad de Ghazipur, India, se determinó la generación de 41 toneladas diarias de RSU en 2020, evidenciando deficiencias en su manejo. Este

estudio analiza la gestión actual, los factores que la afectan y la composición de los residuos, donde el 54,77 % son orgánicos y el 30,75 % reciclables.

Jabeen *et al.* (2023), en su estudio, caracterizaron los residuos y analizaron sus propiedades químicas para evaluar su potencial en la conversión a energía. Se determinó una generación diaria de 11,55 toneladas de residuos domésticos, con una tasa per cápita de 0,51 kg/día. La materia orgánica predominó con un 73,74 %, seguida de residuos combustibles (15,17 %). Se identificaron variaciones en humedad y sólidos volátiles, mientras que el carbono y el oxígeno fueron los principales elementos.

A nivel nacional

Quillahuamán (2023), en su estudio realizado en el Centro Poblado Menor de Chen Chen, Moquegua (2022), abordó la problemática de la acumulación de residuos sólidos domiciliarios debido a deficiencias en su gestión. La investigación caracterizó los residuos sólidos y cuantificó que el 75,30 % eran aprovechables, mientras que el 24,70 % no lo eran, con una generación per cápita de 0,52 kg/hab/día. Además, se evidenció una percepción negativa del manejo de residuos por parte del gobierno local. Como solución, se propuso un plan de manejo basado en educación ambiental y sensibilización para mejorar la gestión y disposición de los residuos en la comunidad.

Boggiano (2021), en su investigación realizada en Trujillo, caracterizó y diagnosticó la generación de residuos sólidos utilizando enfoques deductivos-inductivos y estadísticos en una selección de 250 viviendas distribuidas en cinco zonas de la ciudad. Los resultados revelaron una producción de 185,729 toneladas diarias, con generación per cápita de 0,559 kg/hab/día. Se destacó que el 70,65 % de los residuos son orgánicos, lo que subraya la necesidad de una gestión integral enfocada en la minimización y optimización, alineada con una estrategia de economía circular.

Mendoza (2023), en su estudio de caracterización de residuos sólidos municipales en la Municipalidad del Centro Poblado de Salcedo, Puno (2023), tuvo como objetivo analizar la composición y cantidad de residuos generados en la zona. Se empleó una metodología observacional, descriptiva y transversal, basándose en el Manual de Residuos Municipales. La muestra estuvo conformada por 84 viviendas dentro de una población total de 7,534 casas. Se determinó una generación per cápita de 0,20 kg/persona/día, con una mayor proporción de residuos orgánicos (47,26 kg/día) frente a los inorgánicos (26,05 kg/día). La densidad promedio fue de 125,59 kg/m³ y la humedad alcanzó el 76,02%. En cuanto a los residuos no domiciliarios, los principales generadores fueron los comercios (94,62 kg/día) y la limpieza pública (311,06 kg/día), con una humedad del 70,49 % y una densidad de 89,89 kg/m³.

Flores y Diaz (2023), realizaron un estudio que tuvo como finalidad caracterizar los residuos sólidos y diseñar celdas transitorias en el Centro Poblado Vila Vila, Tacna (2023). Se utilizó la Guía de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales del MINAM junto con lineamientos para la disposición final. En el trabajo se evaluaron parámetros como generación per cápita, composición, densidad y humedad de los residuos. Los resultados indicaron una generación promedio de 0,31 kg/hab/día para residuos domiciliarios y 31,23 kg/día para no domiciliarios, con un total municipal de 0,37 kg/día. Los residuos domiciliarios aprovechables representaron el 70,75% y los no aprovechables el 29,25%, mientras que en establecimientos comerciales y restaurantes los residuos aprovechables alcanzaron el 84,12% y 85,19%, respectivamente. La densidad promedio fue de 92,68 kg/m³ y la humedad del 40,80%. Se determinó un volumen útil de 478,75 m³ para la celda transitoria, con una vida útil de tres años y un área mínima de 263,26 m². En cuanto a la selección del sitio, la alternativa A, con 403 puntos de calificación, fue la más

adecuada, ubicándose a 900 m del Centro Poblado Vila Vila en coordenadas UTM WGS84 (Este: 317645,00; Norte: 7997172,00).

Roman (2023), en su estudio, se enfocó en la caracterización de residuos sólidos en el centro poblado San Juan de Yanacocha, distrito de Yanahuanca, provincia de Daniel Alcides Carrión, con el objetivo de identificar su composición y evaluar el aprovechamiento de los residuos orgánicos. La metodología se basó en la Guía para la Caracterización de Residuos Sólidos Municipales del MINAM, según la Resolución Ministerial N° 457-2018/MINAM. Los resultados mostraron que en la zona se generan 803 kg diarios de residuos municipales, de los cuales el 45% es orgánico, el 27% inorgánico y el 28% no aprovechable, la densidad promedio de los residuos domiciliarios fue de 248 kg/m³ y la de los residuos no domiciliarios, 301 kg/m³. Además, se realizó una prueba piloto de compostaje, logrando obtener 430 kg de compost por tonelada de residuos orgánicos.

Guevara (2023), en su investigación, tuvo como objetivo caracterizar los residuos sólidos municipales para diseñar un relleno sanitario en el distrito de Chambará, provincia de Concepción, Junín, desarrollándose un estudio descriptivo-explicativo con un diseño no experimental y transversal; la población abarca 1,116 viviendas, de las cuales se tomó una muestra de 107. Para la caracterización se aplicó la Guía del MINAM, obteniéndose una generación per cápita de 0,177 kg/hab/día para residuos domiciliarios, con 171,80 kg/día de residuos orgánicos y 243 kg/día de residuos inorgánicos, registrándose una densidad promedio de 114,39 kg/m³ y una humedad del 69,25%. En relación con los residuos no domiciliarios, se registraron 24,59 kg/día en comercios, 1,10 kg/día en instituciones públicas, 3,96 kg/día en mercados, 4,90 kg/día en restaurantes y 4,29 kg/día en limpieza pública, con un 71,40% de humedad en residuos del mercado; el diseño del relleno sanitario se basó en la Guía del MINAM, optándose por un sistema manual con el método

de trinchera, con una vida útil de 10 años, un volumen de 5 691,99 m³ y 11 zanjas de 9 m de ancho por 19,52 m de largo, requiriéndose un área de 0,25 hectáreas.

A nivel local

Fustamante *et al.* (2023), en su estudio evaluó la influencia del nivel socioeconómico en la generación de residuos sólidos domiciliarios en Chota, Cajamarca, Se analizaron cinco estratos socioeconómicos, trabajando con 114 hogares, durante ocho días consecutivos, incluyendo fines de semana; los residuos se recolectaron, se separaron y se pesaron para determinar su densidad y humedad, siguiendo la metodología del Ministerio del Ambiente. Los resultados indicaron que más del 75% de los residuos eran aprovechables, con un 40% de materia orgánica y menos del 25% de desechos no reciclables, como envases descartables; la densidad osciló entre 163,7 kg/m³ (estrato B) y 242,2 kg/m³ (estrato E), mientras que la humedad varió de 53,2% en el estrato A hasta 75,3% en el estrato E. Además se halló una fuerte correlación ($R=0,987$) y un nivel de significancia de 0,002, confirmando que, a mayor nivel socioeconómico, menor generación de residuos sólidos domiciliarios.

Benavides (2022), en su estudio, tuvo como objetivo determinar las características físicas y proponer mejoras en la gestión de los residuos sólidos domiciliarios (RSD) en la ciudad de Lajas, provincia de Chota, Cajamarca. La investigación fue de tipo no experimental, transversal y descriptiva, con un enfoque mixto. Se analizaron parámetros como generación per cápita (GPC), composición y densidad, empleando la "Guía para la caracterización de residuos sólidos municipales" del MINAM. Los resultados indicaron una generación per cápita de 0,42 kg/hab/día, una densidad de 197,46 kg/m³ y una composición de residuos mayormente aprovechables (82,59%), destacando los orgánicos con 69,42%, mientras que los no aprovechables representaron el 17,41%. Con base en estos hallazgos, se propusieron acciones para mejorar la gestión ambiental,

como programas de educación ambiental, segregación en la fuente, recolección selectiva, formalización de recicladores, valorización de residuos, reciclaje, producción de compost y una disposición final adecuada.

2.2. Bases teórico - científicas

2.2.1. Situación de los residuos sólidos en el Perú

El contexto peruano, el Estado y el Ministerio del Ambiente (MINAM) son responsables de regular la gestión y tratamiento de residuos sólidos, en coordinación con la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) del Ministerio de Salud, que supervisa los aspectos técnicos de los proyectos de infraestructura para residuos sólidos, así como cubrir actividades como el reciclaje, la reutilización y la recuperación (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2016).

2.2.2. Clasificación de los residuos sólidos

2.2.2.1. Por su origen. Los residuos sólidos, según Sociedad Peruana de Derecho Ambiental (SPDA, 2009), se clasifican en:

- **Residuos domiciliarios:** Estos son los desechos generados en los hogares debido a actividades domésticas.

- **Residuos comerciales:** Provenientes de establecimientos como tiendas, librerías, ferias, restaurantes y similares.

- **Residuos de limpieza de espacios públicos:** Resultan de la limpieza y barrido de calles, parques y otras áreas públicas.

- **Residuos de establecimientos de atención de salud y centros médicos:** Derivan de las actividades médicas y de investigación en hospitales y clínicas.

- **Residuos industriales:** Generados durante los procesos de manufactura.

- **Residuos de actividades de construcción:** Producidos por la construcción, demolición y remodelación, y generalmente consisten en materiales inertes como arena, hierro y cemento.

- **Residuos agropecuarios:** Originados en actividades agrícolas y pecuarias.

- **Residuos especiales:** Contienen elementos que pueden ser peligrosos y requieren medidas especiales para su manejo.

2.2.2.2. Residuos según su gestión. Estos residuos se categorizan en función a su manejo y gestión en residuos de gestión municipal y residuos de gestión no municipal, categorización que permite determinar la forma en la que los residuos deben ser manejados, con lo cual se hace posible identificar al responsable de su manipulación, así como a la autoridad encargada de la fiscalización ambiental (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA], 2014).

- **Residuos sólidos de gestión municipal:** Proceden del ámbito doméstico (residuos alimentarios, papel, botellas, latas, pañales desechables, entre otros); comercial (papel, embalajes, residuos de higiene personal y similares); mantenimiento urbano (limpieza de calles y vías, desechos de maleza, entre otros); y de productos derivados de actividades que produzcan residuos semejantes, los cuales deben ser adecuadamente depositados en vertederos sanitarios (OEFA, 2014).

- **Residuos sólidos de gestión no municipal:** Se agrupan en:

a. Residuos peligrosos de gestión no municipal: Se consideran peligrosos aquellos residuos que, por sus propiedades o el tratamiento que reciben, pueden representar un riesgo considerable para la salud o el medio ambiente. Estas características incluyen auto inflamabilidad, explosividad, corrosividad, reactividad, toxicidad, radiactividad o patogenicidad. Ejemplos de estos residuos son aquellos que contienen plomo o mercurio, desechos humanos de instalaciones de salud, residuos de plaguicidas y

herbicidas, residuos de la fabricación de productos químicos y aquellos que contienen cianuro, entre otros detallados en el Anexo 4 del Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos. Cada uno de estos residuos debe ser depositado en rellenos de seguridad (OEFA, 2014).

- b. Residuos no peligrosos de gestión no municipal:** Estos residuos, generalmente sin clasificación en ninguno de los dos tipos mencionados previamente, suelen contar con regulaciones específicas. Entre los ejemplos se encuentran los residuos generados por procesos de construcción y demolición, los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) y los desechos industriales. La supervisión de dichos residuos dependerá del sector industrial responsable de su generación (OEFA, 2014).

2.2.2.3. Según su peligrosidad se agrupan en:

- **Residuos Peligrosos:** Son aquellos que, debido a sus características o al manejo que reciben o recibirán, pueden constituir un riesgo significativo para la salud o el medio ambiente.

- **Residuos No Peligrosos:** Son aquellos que no presentan riesgo ni para la salud ni para el medio ambiente.

2.2.3. Gestión de residuos sólidos

Hettirachchi *et al.* (2018) indican que la gestión deficiente de los desechos aumenta los riesgos ambientales. De manera similar, Nwogwugwu y Ishola (2019) también señalan que la limitada planificación urbana intensifica dichos impactos. Asimismo, Sánchez *et al.* (2020) señalan que la salud pública se ve afectada cuando la gestión no es integral.

En contraste, las naciones altamente desarrolladas suelen contar con sistemas avanzados para la gestión eficiente de residuos, lo que repercute directamente tanto en la economía como en el medio ambiente (Ikhlayel, 2018; Velvizhi *et al.*, 2020).

Perú, al igual que otros países en desarrollo, suele dar prioridad al crecimiento urbano, lo que genera una brecha en la gestión de residuos sólidos debido a los rápidos cambios urbanos asociados al desarrollo de las ciudades (Retuerto *et al.*, 2021; Yarin *et al.*, 2021).

Además, a producción de residuos sólidos orgánicos generados en el ámbito doméstico ha experimentado cambios, en parte como consecuencia de las precauciones adoptadas durante la pandemia de COVID-19, considerándose un indicador importante para una disposición oportuna de los productos para evitar afectar la salud de los residentes (Badillo *et al.*, 2020; Requena *et al.*, 2022).

2.2.4. Manejo de residuos sólidos

A medida que las actividades humanas continúan generando constantemente diversos tipos de residuos sólidos, la búsqueda de nuevos enfoques para la administración de residuos se ha vuelto esencial para construir un futuro más sostenible. Según el informe del Banco Mundial de 2020, actualmente se arrojan aproximadamente 0,8 kilogramos de residuos sólidos al entorno, y se prevé que este número pueda aumentar hasta un 75% para el año 2051 (Chen *et al.*, 2023).

2.2.5. Relación de los residuos sólidos (RS) con la salud humana

El manejo adecuado de los desechos sólidos está estrechamente vinculado al bienestar de la población, en situaciones críticas como la posibilidad de transmitir enfermedades bacterianas y parasitarias, ya sea a través de agentes patógenos presentes en los desechos o mediante vectores que se alimentan y reproducen en estos; en situaciones de riesgo de sufrir lesiones e infecciones provocadas por objetos punzantes presentes en los desechos, lo cual pone en grave peligro la salud de quienes se dedican a la recuperación de materiales en los vertederos; y, finalmente, se destaca la contaminación resultante de la quema de residuos, que afecta negativamente el sistema respiratorio de las personas (Sáez y Urdaneta, 2014).

Los incidentes de afecciones gastrointestinales, complicaciones respiratorias y un evidente perjuicio al ganado, todos ellos derivados de la inapropiada distribución y gestión de los residuos sólidos en la región (Murga, 2017).

2.2.6. Relación entre los residuos sólidos (RS) y el medio ambiente

Los residuos sólidos (RS) tienen una relación compleja con el medio ambiente, manifestándose a través de varios mecanismos de impacto que afectan tanto los ecosistemas naturales como las comunidades humanas.

Los impactos ambientales se definen como la alteración a los factores ambientales circundante a los vertederos de residuos sólidos; estos son asumidos como impactos negativos y positivos (López y Purihuaman, 2018).

Debido a la ausencia de sistemas adecuados para la recolección y disposición final de los residuos sólidos, se originan una serie de impactos adversos en el entorno, destacando los siguientes aspectos (Esquivel, 2022).

2.2.6.1. Contaminación del suelo y del agua. La gestión inapropiada de los residuos municipales puede resultar en la contaminación de tierras y aguas. Los lixiviados, que son líquidos contaminantes generados en los vertederos, pueden infiltrarse en el suelo y alcanzar los cuerpos de agua subterráneos, afectando la calidad del agua potable (Ma *et al.*, 2022). Además, la acumulación de residuos en vertederos puede resultar en la liberación de metales pesados y compuestos tóxicos, que se filtran hacia el suelo y el agua (Singh y Budarayavalasa, 2021).

2.2.6.2. Emisión de gases de efecto invernadero. Los vertederos de RSM son una fuente significativa de gases de efecto invernadero, particularmente metano (CH₄), que se produce durante la descomposición anaeróbica de los residuos orgánicos; este gas tiene un potencial de calentamiento global considerablemente mayor que el dióxido de carbono (CO₂), lo que significa

que la gestión inadecuada de estos gases intensifica tanto el cambio climático como el calentamiento global (Kim *et al.*, 2023).

2.2.6.3. Impacto en la biodiversidad. Los residuos sólidos municipales pueden impactar negativamente la biodiversidad local cuando se liberan en entornos naturales, ya que los residuos plásticos, por ejemplo, pueden ser ingeridos por la fauna silvestre, provocando daños tanto físicos como químicos; además, estos residuos pueden alterar los hábitats y las cadenas alimentarias, afectando de manera adversa a las especies locales (Marcharla *et al.*, 2024).

2.2.6.4. Efectos en la salud humana. Los residuos sólidos pueden tener impactos directos en la salud humana, ya que los vertederos pueden convertirse en focos de enfermedades debido a la presencia de microorganismos patógenos en los residuos orgánicos; además, la quema de residuos, tanto en vertederos como en incineradoras, puede liberar contaminantes atmosféricos que afectan la salud respiratoria y cardiovascular de las poblaciones cercanas (Aaniamenga *et al.*, 2023).

2.2.7. Características de los residuos sólidos

Cada tipo de residuo presenta propiedades diferentes, las cuales dependen de la actividad que los genera. Es esencial comprender el tipo y la cantidad de residuos generados por cada actividad para desarrollar enfoques adecuados de gestión (Rojas, 2020).

2.2.7.1. Características físicas: Para Zhu *et al.* (2021), es fundamental analizar las características físicas de los residuos y lograr una eficiente gestión, destacando las siguientes:

- **Producción Per-cápita:** Se refiere a la relación entre la cantidad de desechos generados y el número de residentes.

- **Composición gravimétrica:** Es la proporción de un componente con respecto al peso total de una muestra de desechos.

- **Densidad:** Relación entre la masa y el volumen ocupado por un tipo específico de residuo.

- **Humedad:** Es una característica importante para entender los procesos a los que puede estar sometida la basura.

2.2.7.2. Características químicas. Para Wu *et al.* (2018) características químicas de los residuos proporcionan información clave sobre su composición y reactividad, lo cual es crucial para determinar los métodos adecuados de tratamiento y disposición, estas son:

- **Poder calorífico:** Cantidad total de calor liberado por los residuos sólidos durante su combustión.

- **Potencial de Hidrógeno:** Indica el nivel de acidez o alcalinidad de los residuos sólidos.

- **Composición química:** Determina la proporción de diferentes elementos químicos presentes en los residuos sólidos.

- **Relación Carbono Nitrógeno:** Ayuda a evaluar el grado de descomposición de la materia orgánica en los residuos sólidos.

2.2.7.3. Características biológicas. Se refiere a propiedades determinadas por factores biológicos, siendo una cualidad importante en el caso de residuos orgánicos, ya que facilita su capacidad para descomponerse biológicamente y ser utilizados principalmente en procesos de compostaje (Bassey *et al.*, 2024).

2.2.8. Caracterización de residuos sólidos

La caracterización de residuos sólidos es la identificación, clasificación y descripción de las propiedades físicas, químicas y biológicas de los desechos sólidos, por lo cual se necesitan métodos adecuados para el almacenamiento, recolección, procesamiento y eliminación de desechos, así como la evaluación de materiales recuperables, composición y densidad, base para

la planificación y operación de programas de gestión, incluyendo análisis químicos, térmicos y mecánicos (Alanya, 2023).

2.2.8.1. Caracterización de residuos sólidos municipales. Se lleva a cabo mediante un análisis en el cual se recopilan datos como la cantidad, densidad, composición y humedad de los residuos sólidos en una ubicación específica, posibilitando la planificación técnica y operativa para la gestión de residuos sólidos, así como la planificación administrativa y financiera del servicio de limpieza (MINAM, 2019).

Para realizar un estudio efectivo sobre la caracterización de residuos sólidos, las municipalidades deben considerar los siguientes aspectos clave (Han *et al.*, 2018):

- Composición de los residuos sólidos y determinación de los parámetros del estudio de caracterización de los residuos sólidos.
- Etapas para elaborar e implementar un estudio de caracterización.
- Crecimiento poblacional y densidad de los residuos domiciliarios.
- Desarrollo o incremento de actividades económicas: comerciales, productivas, servicios, extractivas y otras.
- Instrumentos económicos que favorecen una gestión eficiente y la implementación de estrategias de minimización de residuos sólidos.

2.3. Marco conceptual

2.3.1. Caracterización de residuos

El proceso de identificación y análisis de los tipos y cantidades de residuos generados en un área determinada implica la recopilación de datos sobre la composición, origen y características físicas y químicas de los residuos, lo cual es esencial para diseñar estrategias adecuadas de manejo y tratamiento (Cheela *et al.*, 2021).

2.3.2. Composición de residuos

El análisis detallado de los diferentes materiales presentes en los residuos sólidos, como orgánicos, plásticos, metales y papel, permite conocer la composición y seleccionar los métodos de tratamiento y reciclaje adecuados para cada tipo de residuo (Abdel y Mansour, 2018).

2.3.3. Eficiente gestión

La implementación de prácticas y estrategias que optimizan la recolección, tratamiento y disposición de residuos sólidos implica una gestión eficiente que incluye la minimización de residuos, la maximización del reciclaje y la reducción de impactos ambientales (Quispe, 2020).

2.3.4. Generador de residuos sólidos:

Cualquier persona u organización que, a través de sus actividades o procesos, cause la transformación de un material en desecho o residuos (Rondón *et al.*, 2016).

2.3.5. Generación per-cápita

La cantidad promedio de residuos sólidos generados por cada individuo en un período específico, específicamente expresada en kilogramos por persona por día, es un indicador crucial para evaluar la producción de residuos y planificar adecuadamente los sistemas de manejo de residuos (De la Torre y Pilar, 2019).

2.3.6. Manejo de residuo sólidos:

El manejo de los desechos sólidos viene a hacer el proceso de direccionamiento que siguen los residuos para lograr una gestión adecuada, de acuerdo al entorno particular (Feliciano, 2020).

2.3.7. Residuo

El material que queda después de la realización de una actividad o proceso y que pierde valor para su generador; estos se pueden encontrar como sólidos, líquidos o gaseosos, por lo que requieren distintos métodos de manejo y disposición (Segura *et al.*, 2022).

2.3.8. Residuos municipales

Los residuos sólidos generados en áreas residenciales, comerciales y públicas dentro de una municipalidad incluyen una variedad de materiales producto de actividades domiciliarias, comerciales, de limpieza pública (Rodríguez *et al.*, 2021).

2.3.9. Residuos sólidos:

Es cualquier producto en los tres estados de agregación que proceden de diferentes procesos de transformación o utilización, al que su propietario decide abandonar debido a que carece de valor para él o ya no se puede utilizar en el fin para el cual fue adquirido (Fazenda y Tavares, 2016).

2.4. Hipótesis

La caracterización de los residuos sólidos municipales del caserío de Chuyabamba presenta valores definidos de generación per cápita, densidad, composición y humedad, que evidencian un predominio de residuos aprovechables.

2.5. Operacionalización de variables

Tabla 1

Definición operativa de variables

Categoría de variable	Variable	Descripción	Dimensión	Indicador	Cuantificación
Variable independiente	Residuos sólidos municipales.	Son los desechos producidos por Actividades domiciliarias y no domiciliarias (comerciales, instituciones y de limpieza de espacios públicos) cuya recolección, transporte, tratamiento y disposición final son gestionados por las autoridades municipales.	Residuos sólidos municipales.	Producción per-cápita de residuos sólidos municipales	kg/hab/día.
			Composición de los residuos sólidos municipales.	Composición de los residuos sólidos municipales.	Composición porcentual de los residuos sólidos.
Variable dependiente	Caracterización de residuos sólidos municipales.	Análisis que incluye la recopilación de datos sobre la cantidad, densidad, composición y humedad.	Densidad de los residuos sólidos municipales.	Cantidad de masa por unidad de volumen ocupada por el residuo sólido.	kg/m ³ .
			Humedad de los residuos sólidos municipales.	Porcentaje de residuos orgánicos e inorgánicos.	(%) de humedad

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Localización

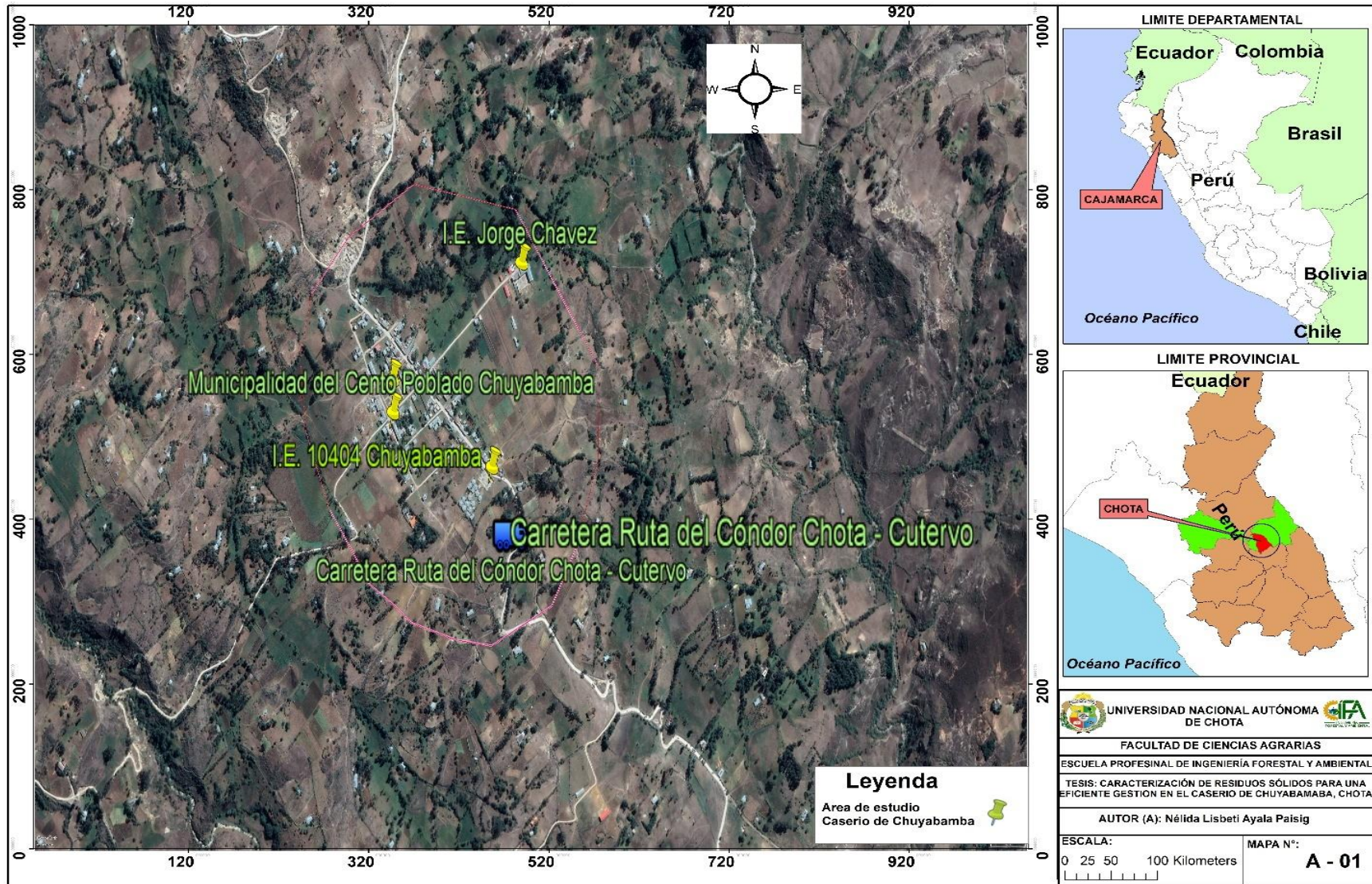
La investigación se desarrolló en la zona urbana del Caserío de Chuyabamba, ubicado en el distrito y provincia de Chota, departamento de Cajamarca. El caserío se localizó dentro de las coordenadas 6°31'27" de latitud sur y 78°42'05" de longitud oeste, a una altitud de 2388 m. s. n. m. Según Gente de Chota (2025), los límites del caserío son los siguientes:

- ❖ **Norte:** Sarabamba
- ❖ **Oeste:** Churucancha
- ❖ **Sur:** Doña Ana
- ❖ **Este:** Llasavilca Alto

Clima: Se caracteriza por ser templado subhúmedo de montaña, con una temperatura media anual de aproximadamente 18 °C. Las temperaturas durante el día oscilan entre 15 °C y 24 °C, mientras que, por las noches, pueden descender hasta -1 °C en los meses más fríos y alcanzar cerca de 14 °C en la época más cálida. En cuanto a la precipitación, presenta un promedio anual de 729 mm, con una distribución irregular a lo largo del año. Las lluvias se concentran principalmente entre los meses de enero y marzo, destacando enero con 194 mm, marzo con 172 mm y febrero con 138 mm; por el contrario, los meses más secos son noviembre (3,6 mm), julio (5,4 mm) y octubre (8,0 mm) (El clima y tiempo, 2025).

Figura 1

Localización del área de investigación



3.2. Tipo y nivel de investigación

3.2.1. Tipo de investigación

La presente investigación tuvo un enfoque mixto y aplicativo:

Mixto: Porque combinó elementos cualitativos y cuantitativos en la investigación, dado que el objetivo fue analizar la composición y las características de los residuos (cualitativo) y, al mismo tiempo, cuantificar datos sobre la generación de residuos y analizar patrones específicos (cuantitativo) (Hernández & Mendoza, 2018).

Aplicativo: Porque la investigación se centró en el análisis de situaciones específicas y características particulares, con el objeto de obtener resultados concretos e inmediatos (Chipana, 2023). Este estudio ofrece datos útiles para optimizar la gestión de residuos en el Caserío de Chuyabamba.

3.2.2. Nivel de la investigación

La presente investigación fue de nivel descriptivo, ya que se centró en observar directamente las propiedades y características del fenómeno de estudio tal como se manifestaron (Hernández et al., 2014).

3.3. Diseño de investigación

En esta investigación se utilizó un diseño no experimental, ya que no se manipularon intencionalmente las variables y los datos se recopilaron y describieron en base a las variables de investigación (generación per cápita, composición y densidad), realizándose el trabajo durante 8 días.

3.4. Metodología de investigación

El procedimiento a seguir se fundamentó en la Guía para la Caracterización de Residuos Sólidos Municipales del año 2019, aprobada por el MINAM.

3.4.1. Zonificación del caserío

El caserío de Chuyabamba consta de 210 hogares y no mostró una prevalencia de niveles socioeconómicos específicos; por lo tanto, no se llevó a cabo una subdivisión por zonas. Asimismo, de acuerdo con las directrices de la Guía Metodológica para la Caracterización de Residuos Sólidos (MINAM, 2019), se indica que en distritos con menos de 5000 viviendas no se efectúa la zonificación.

3.5. Población, muestra y muestreo

3.5.1. Población

3.5.2. Muestra

La muestra para la caracterización de residuos sólidos se definió siguiendo las indicaciones de la Guía de Caracterización de Residuos Municipales del MINAM (2019). Se evaluaron dos tipos fuentes generadoras de residuos: domiciliarios y no domiciliarios.

A. Fuentes domiciliarias. Para la caracterización de residuos sólidos domiciliarios en áreas con poblaciones de menos de 500 viviendas, la guía establece una muestra base de 45 viviendas. Añadiendo un margen de error del 20%, equivalente a 9 viviendas adicionales, se obtuvo una muestra final de 54 viviendas.

Tabla 4*Tamaño de muestra*

Rango de viviendas (N)	Tamaño de muestra (n)	Muestras de contingencia (20% de n)	Total, de muestras domiciliarias
Hasta 500 viviendas	45	9	54
Más de 500 y hasta 1000 viviendas	71	14	85
Más de 1000 y hasta 5000 viviendas	94	19	113
Más de 5000 y hasta 10000 viviendas	95	19	114
Más de 10000 viviendas	96	19	115

Nota. Elaborado a partir de MINAM (2019).

La Tabla 4 muestra los rangos de tamaño de muestra recomendados en función del número total de viviendas de una localidad. Se observa que, a medida que aumenta la población de viviendas, también se incrementa el tamaño de muestra necesario para garantizar la representatividad de los datos. Sin embargo, el crecimiento del tamaño de muestra no es proporcional al número total de viviendas, lo que evidencia la aplicación de criterios de muestreo optimizado que permiten reducir costos y tiempo sin comprometer la validez estadística. Asimismo, se considera un 20 % adicional de muestras de contingencia, lo que asegura la confiabilidad del estudio frente a pérdidas, rechazos o inconsistencias en la recolección de datos.

De esta manera, la tabla constituye una guía metodológica para determinar un tamaño de muestra adecuado en investigaciones sobre residuos sólidos municipales y otros estudios poblacionales en contextos rurales y urbanos.

B. Fuentes no domiciliarias. La identificación de fuentes no domiciliarias, se realizó utilizando herramientas de geo-información, tales como ArcGIS y Google Earth. Además, a fin de

identificar generadores no registrados, se llevó a cabo una verificación en campo, lo que permitió obtener coordenadas precisas para todos los establecimientos no domiciliarios en el área de estudio, como se muestra en la Tabla 5:

Tabla 5

Coordenadas de generadores no domiciliarios

Establecimiento no domiciliario	Coordenada (Latitud)	Coordenada (Longitud)
Hotel el Cóndor	6,518258°S	78,708757°W
Bodega "Novedades Randy"	6,518598°S	78,709323°W
La bodeguita del Chema	6,519156°S	78,709541°W
Bodega el rincón de la Abuela	6,517044°S	78,709779°W
Bodega la economía	6,517150°S	78,709774°W
Bodega "La esperanza"	6,519481°S	78,706867°W
Bodega "Doña Mary"	6,519575°S	78,706620°W
Bodega "Pochita"	6,516598°S	78,705922°W
Restaurante Marely	6,517363°S	78,709256°W
Restaurante El Fogón de Chuyabamba	6,516216°S	78,709819°W
Restaurante Sabor y tradición	6,516532°S	78,705917°W
Municipalidad Centro Poblado Chuyabamba	6,517537°S	78,708968°W
Institución Educativa Primaria N°. 413	6,519793°S	78,706501°W
Institución educativa Las flores	6,518036°S	78,707991°W
Institución educativa secundaria Chávez Dármele	6,516549°S	78,705681°W

Tabla 6

Tipos de generadores no domiciliarios

Tipo de generador	Fuentes de generación de residuos sólidos	Cantidad de fuentes de generación
No domiciliarias	Establecimientos Comerciales	7
	Restaurantes	3
	Hoteles	1
	Instituciones público privadas	1
	Instituciones educativas	3
Total		15

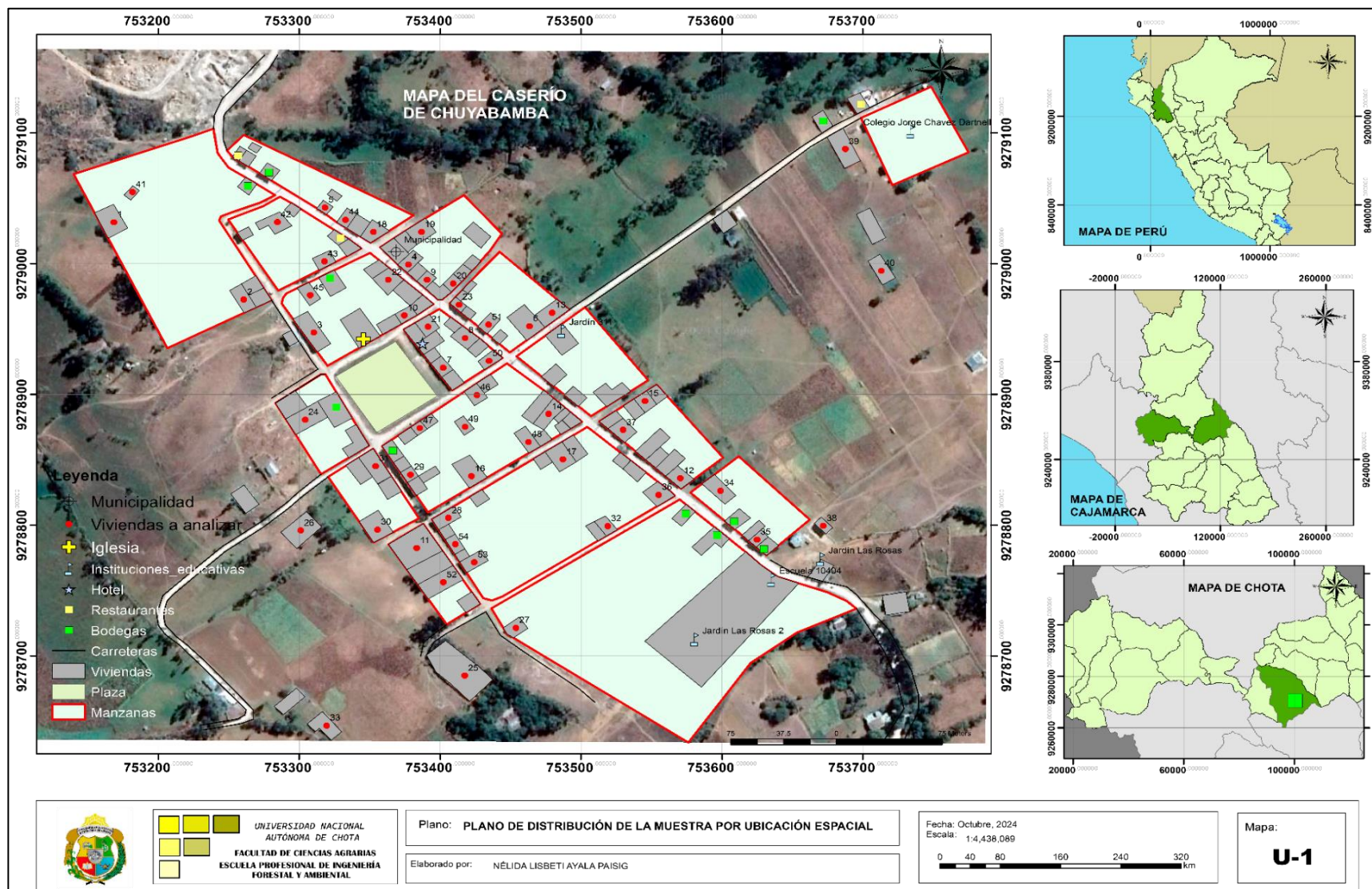
De acuerdo con la guía del MINAM (2019), el rango de tamaño de muestra para generadores no domiciliarios en zonas con menos de 50 generadores requiere que se incluyan todas las fuentes de generación de residuos sólidos de este tipo de residuos en la muestra, como se precisa en la Tabla 6. Así, se seleccionó un total de 15 fuentes de generación de residuos sólidos no domiciliarios, distribuidos en 7 establecimientos comerciales, 3 restaurantes, 1 institución pública, 3 instituciones educativas y 1 hotel.

3.5.3. Muestreo

Se aplicó un método de muestreo aleatorio simple para la distribución de las 54 viviendas que conforman la muestra, asegurando que todas las viviendas del caserío de Chuyabamba tuvieran igual probabilidad de ser seleccionadas; dicha selección se realizó mediante ubicación espacial, tal y como se muestra en la Figura 2, a excepción de los generadores no domiciliarios.

Figura 2

Mapa de distribución de muestra por unidad espacial - caserío de Chuyabamba



3.5.4. Ejecución del estudio

3.5.4.1. Identificación de domicilios participantes. Se realizó la identificación de los hogares seleccionados con la ayuda del mapa de distribución de la muestra por unidad espacial. Para ello, el equipo investigador estuvo identificado mediante un fotocheck que lo acreditó como participante durante todo el proceso de recolección y análisis de datos.

3.5.4.2. Sensibilización. Se realizó una sensibilización dirigida a las viviendas seleccionadas del caserío de Chuyabamba, con el fin de fomentar su participación activa y compromiso en el estudio. Durante esta fase, se informaron los objetivos de la investigación, la importancia de una caracterización precisa de los residuos y cómo esto contribuirá a mejorar la gestión de residuos sólidos en la comunidad. La sensibilización buscó promover un entendimiento claro de los beneficios de la gestión sostenible de residuos y preparó a la población para colaborar de manera informada y voluntaria en el proceso de recolección de datos.

3.5.4.3. Empadronamiento. Posteriormente, se llevó a cabo el empadronamiento de los generadores domiciliarios (viviendas) y no domiciliarios (bodegas, restaurantes, instituciones educativas, hotel), identificando y registrando a cada uno con datos detallados sobre ubicación, tipo de actividad y número de habitantes, como se muestra en la Figura 3. Este proceso de empadronamiento permitió la construcción de una base de datos actualizada y precisa de las fuentes generadoras de residuos, tanto domiciliarios como no domiciliarios, en el área de estudio. La información obtenida facilitó la planificación y logística para la recolección de muestras, asegurando una cobertura representativa y fiel al contexto del caserío de Chuyabamba.

3.5.4.4. Codificación. Tras realizar el empadronamiento de las viviendas seleccionadas, se procedió a la codificación de los generadores municipales. Este código deberá reflejar el número

de la unidad muestral, como viviendas, instituciones públicas y privadas, comercios, servicios, entre otros.

3.5.4.5. Diseño y elaboración de registros para la toma de muestras. Los formatos para la recolección de datos se han adaptado del Anexo 10 de la Guía para la Caracterización de Residuos Sólidos Municipales, los cuales se utilizaron en la elaboración del informe final del proyecto de investigación.

3.5.4.6. Entrega de bolsas codificadas a cada muestra participante en el estudio. Se entregaron bolsas codificadas a los participantes domiciliarios y no domiciliarios, para que depositen sus residuos sólidos generados diariamente. Esta medida permitió controlar las fuentes de residuos y evitar mezclas o contaminaciones externas. Durante el periodo de estudio, se realizaron visitas diarias para recoger y pesar los residuos generados en cada vivienda, asegurando precisión en la medición.

3.5.4.7. Recolección de muestras de residuos sólidos municipales. Se llevó a cabo la recolección de muestras de residuos sólidos en los hogares seleccionados, conforme a los protocolos establecidos en la Guía de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales (MINAM, 2019). Los residuos se recolectaron desde las 8:00 a.m. hasta las 11:00 a.m. en una motocar que fue alquilada para transportar los residuos durante todo el estudio.

3.5.4.8. Pesaje y registro de datos. Los residuos recolectados en cada vivienda fueron pesados con una balanza electrónica de 40 kg, para registrar el peso diario. Los datos se registraron cuidadosamente en un formato en físico y, posteriormente pasados a una base de datos, asociando cada peso con su respectiva vivienda y día de recolección.

3.5.4.9. Cálculo de la generación Per-Cápita. Para determinar la generación per cápita, se dividió el peso total de residuos acumulados de cada vivienda entre el número de habitantes de

esa vivienda y el número de días de recolección. Este cálculo se repitió para cada vivienda de la muestra, y los resultados obtenidos se promediaron para establecer un valor representativo de la generación per cápita de residuos sólidos en el caserío de Chuyabamba.

Para calcular la generación per-cápita de residuos sólidos domiciliarios se aplicó la siguiente fórmula.

$$GPC = \frac{Kg \text{ recolectados} * 7 \text{ días}}{N^{\circ} \text{ de habitantes} * 7}$$

Donde:

GPC = Generación per-cápita (Kg. hab./día)

Kg. Recolectados= peso de las bolsas Recolectadas

N° de habitantes (por vivienda).

3.5.4.10. Validación de datos de la generación per cápita. Los valores de generación per cápita obtenidos fueron revisados y comparados con rangos establecidos en La Guía de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales MINAM 2019. Esta etapa asegura que los datos reflejen de forma precisa el comportamiento de generación de residuos de la comunidad bajo condiciones en las que normalmente la población genera residuos. No obstante, algunos pueden estar por encima o debajo de las generaciones normales, por lo que se deben excluir del estudio, ya que alteran el error promedio alcanzado, creando información inconsistente.

- a. No se tomó en cuenta el día inicial (Día 0) para la validación y el análisis de los datos.
- b. Se descartaron los datos provenientes de domicilios que participaron en menos de cuatro días de recolección.
- c. Para detectar valores atípicos en el Caserío de Chuyabamba, se aplicó una ecuación específica que permitió identificarlos.

$$Z_c = \left| \frac{X - x}{S} \right|$$

Donde:

X: GPC promedio

x: GPC de cada vivienda

S: Desviación estándar

- d. La validación incluye una verificación del valor Z_c calculado; cuando este valor era igual o superior a 1,96, se consideraba fuera del rango de confiabilidad, por lo cual se elimina de la matriz de datos.

3.5.4.11. Determinación de la densidad de los residuos sólidos. De acuerdo con la Guía de Caracterización de Residuos del MINAM (2019), se realizó el cálculo de la densidad, también conocida como peso volumétrico diario, de los residuos sólidos. Este cálculo se obtuvo dividiendo el peso total de los residuos por el volumen ocupado dentro del cilindro de medición, siguiendo las metodologías establecidas en la guía.

Se empleó un cilindro de 0,90 m de altura y 0,58 m de diámetro, donde se colocaron los residuos de las muestras, previamente pesadas y registradas, en orden aleatorio. Se dejó un espacio de 0,10 m en la parte superior para facilitar su manipulación. Luego, el cilindro se dejó caer tres veces desde una altura de entre 0,20 a 0,30 m para compactar los residuos.

Una vez medida la altura final y el diámetro del cilindro, se calculó el volumen disponible empleando la siguiente fórmula.

$$V = \pi \times \left(\frac{D}{2}\right)^2 \times H_f$$

Teniendo en cuenta el volumen del cilindro ocupado por los residuos se aplicó la siguiente fórmula de la densidad.

$$Densidad(S) = \frac{W}{Vr} = \frac{W}{\pi \left(\frac{D}{2}\right)^2 (H_F - H_0)}$$

Donde:

S: Densidad de los residuos sólidos (kg/m³)

W: Peso de los residuos sólidos

Vr: Volumen del residuo sólido

D: Diámetro del cilindro

Hf: Altura total del cilindro

Ho: Altura libre del cilindro

π: Constante (3,1416)

3.5.4.12. Composición porcentual de los residuos sólidos municipales. La clasificación de los residuos sólidos municipales es esencial para comprender su composición y la generación per cápita, lo que permite un manejo eficiente. En este contexto, se realizó la clasificación de los residuos, conforme se ha detallado en la Tabla 10, donde se especifican los tipos de residuos generados y su distribución en el ámbito municipal.

El procedimiento inició con la colocación de un plástico de color azul sobre la superficie, que sirvió como base para el manejo de los residuos sólidos. Posteriormente, se colocaron los residuos sólidos previamente pesados, formando un montón. Finalizada esta etapa, se procedió a la separación manual de los residuos, clasificándolos en 18 tipos distintos. Finalmente, cada tipo de residuo fue pesado individualmente, con el propósito de determinar el porcentaje correspondiente a cada categoría.

3.5.4.13. Determinación del porcentaje de humedad. La muestra fue recolectada en bolsas herméticas transparentes; luego se colocaron en cajas de Tecnopor, etiquetadas

adecuadamente. Enseguida, las muestras fueron trasladadas al laboratorio de la Universidad Nacional Autónoma de Chota, en el campus universitario de Colpa Matara.

La determinación del porcentaje de humedad se llevó a cabo pesando 50 g de residuos previamente homogenizados, utilizando una balanza analítica ($\pm 0,001$ g) y luego se colocaron en una estufa de secado a 90 °C durante 20 h, para lo cual se consideró criterios del procedimiento establecido en la guía de caracterización de residuos sólidos. Por último, con ayuda de una pinza se retiraron las muestras de la estufa, se enfriaron en un desecador hasta alcanzar temperatura ambiente y, nuevamente, fueron pesadas para obtener el peso seco

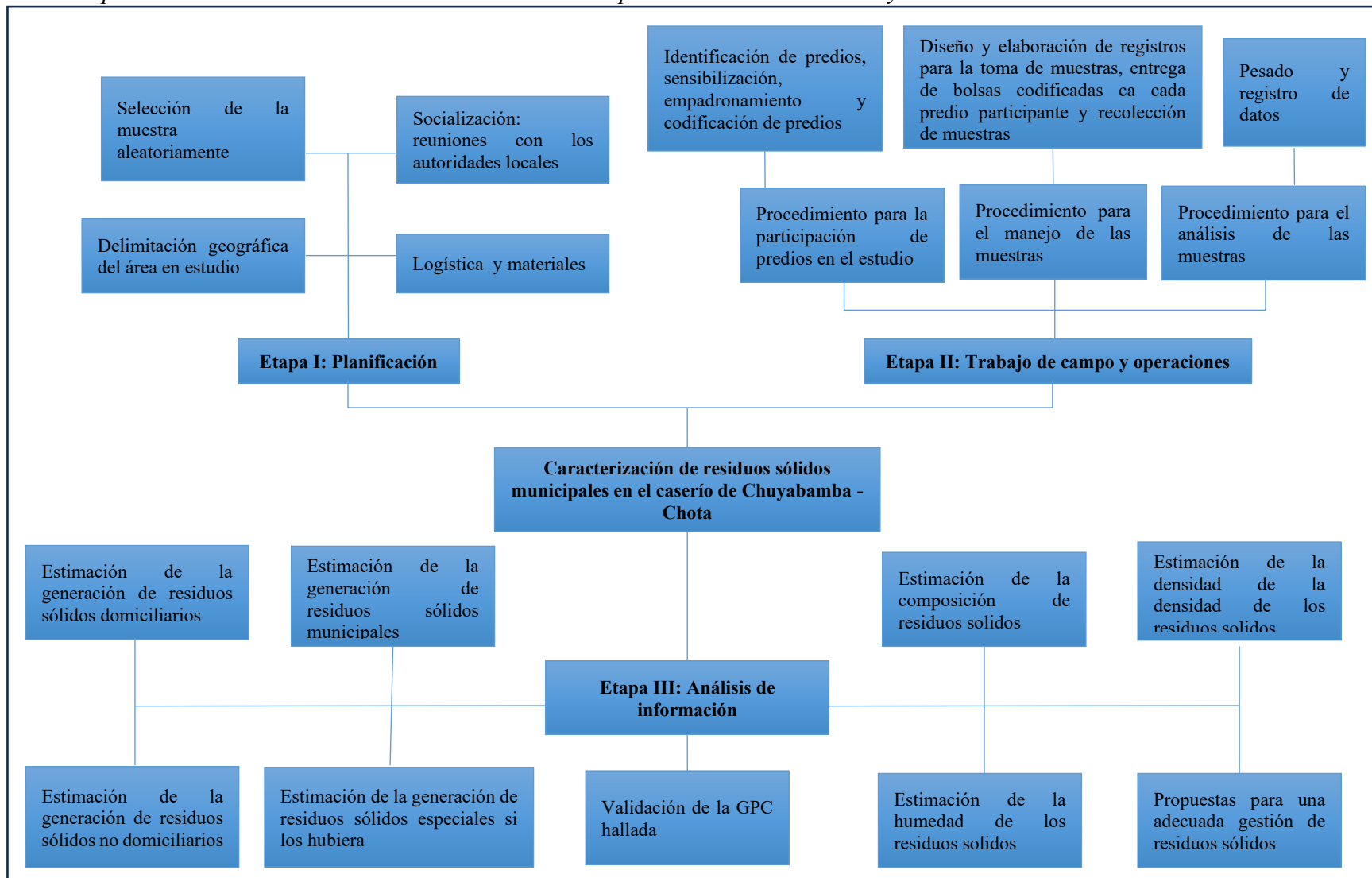
3.5.4.14. Etapa final de la caracterización. En este último paso del proceso de relevamiento, los residuos sólidos que ya fueron clasificados y caracterizados se transportaron a un contenedor designado específicamente para su manejo. Este contenedor fue movilizado utilizando un vehículo autónomo, el cual opera de forma eficiente y está integrado dentro de la logística de recolección diaria. Finalmente, los residuos recolectados fueron llevados al sitio de disposición final autorizado, el cual es el relleno sanitario de la Municipalidad Provincial de Chota, ubicado en la comunidad de Pingobamba Alto, cumpliendo con las normativas ambientales y sanitarias establecidas.

3.5.4.15. Propuestas para una adecuada gestión de residuos sólidos. Las propuestas se basaron en la clasificación porcentual y la generación per-cápita de los residuos sólidos, lo que permitió desarrollar las siguientes recomendaciones:

- Aplicar el proceso de valoración de los residuos sólidos
- Proponer la elaboración de compost
- Aprovechar los plásticos y cartones
- Conformar un comité de gestión de manejo de los residuos sólidos

Figura 3

Proceso para la caracterización de residuos sólidos municipales en el caserío de Chuyabamba – Chota



3.6. Equipos, materiales e insumos

Tabla 7

Descripción de los equipos, materiales e insumos utilizados

Equipos	Materiales	Insumos
Laptop	Cilindro de metal de 200 Pts.	Jabón líquido de 100 ml
Impresora		
Cámara fotográfica Digital	Lapiceros, lápiz, tajador, borrador	Alcohol en gel litro
Balanza digital (0,5 kg)	Pulmones de cinta indeleble	Detergente 500 g
	Cinta más King	Mantas plásticas de polietileno 4m x 4m
	Tableros para apuntes	Bolsas de polietileno
	Libreta de campo	Palana
	Escoba, recogedor	
	Guantes de seguridad vulcanizados	
	Gorro, buso, guantes, mascarilla, zapatos).	

3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Tabla 8

Técnicas instrumentos de recolección de datos

Datos	Técnicas	Instrumentos
Identificación de las fuentes generadoras de residuos sólidos municipales en el caserío de Chuyabamba.	Sensibilización y empadronamiento	Fichas de empadronamiento (MINAM, 2019).
Caracterización de los residuos sólidos municipales (GPC, densidad, composición y % de humedad).	Observación directa, medición y muestreo según protocolo MINAM 2019.	Fichas y formatos oficiales de registro (MINAM, 2019). |

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Para el análisis estadístico de los datos obtenidos en la caracterización de residuos sólidos municipales del caserío de Chuyabamba, se emplearon los softwares Microsoft Excel e IBM SPSS Statistics versión 25. Los datos fueron organizados en una base estructurada que incluyó variables cuantitativas, como el peso de los residuos por vivienda, el número de habitantes, y las características físicas de los residuos (densidad, humedad y composición).

El análisis se desarrolló en cuatro etapas principales, orientadas a describir, procesar y evaluar estadísticamente la información recopilada:

A. Estadísticos descriptivos. Se estimaron medidas de tendencia central y dispersión, como la media, la mediana, la desviación estándar y los rangos para cada una de las variables evaluadas. Esto permitió caracterizar el comportamiento general de la generación per cápita domiciliaria, la generación promedio en establecimientos no domiciliarios, la densidad, la composición y la humedad de los residuos.

B. Análisis estadístico de la Generación Per Cápita (GPC). Se calculó la GPC domiciliaria dividiendo el total de residuos generados entre el número de habitantes y el periodo de muestreo, siguiendo la metodología establecida en la Guía de Caracterización de Residuos Sólidos. Este indicador permitió estandarizar la información y habilitar comparaciones entre unidades habitacionales o con valores referenciales.

C. Análisis estadístico de tendencias y distribución gráfica. Se elaboraron gráficos estadísticos en SPSS, tales como histogramas, diagramas de barras y curvas de distribución normal, con la finalidad de visualizar la tendencia, variabilidad y distribución de los datos. Estas

representaciones facilitaron la identificación de patrones, así como la evaluación preliminar de posibles valores atípicos.

D. Evaluación estadística y validación de datos. Se aplicaron pruebas de normalidad y criterios de detección de valores atípicos, considerando tanto procedimientos descriptivos como inferenciales. Asimismo, se emplearon pruebas estadísticas como **T de Student** y **Chi-cuadrado**, según el tipo de variable analizada, con el fin de evaluar diferencias significativas entre grupos o categorías de residuos. Este proceso garantizó la solidez y confiabilidad del análisis.

3.9. Aspectos éticos

El investigador dirigió esta tesis respetando los principios éticos desde su inicio hasta su conclusión. Se fundamentó en la honestidad académica, asegurando la adecuada atribución de todas las fuentes y evitando cualquier forma de plagio. Fue transparente en la descripción de la metodología, señalando con claridad las limitaciones que surgieron durante el proceso. La privacidad y confidencialidad de los participantes fueron resguardadas, obteniendo su consentimiento informado de manera explícita y comprensible. Los datos recopilados fueron gestionados éticamente, garantizando su seguridad y el cumplimiento de las normativas de privacidad vigentes. La presentación íntegra de los resultados, la revisión ética de cada etapa y el cumplimiento de las normas institucionales establecieron la base ética que guio esta investigación.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Descripción de resultados

4.1.1. Determinación de la generación per-cápita, densidad, composición y humedad de residuos sólidos municipales generados en el caserío de Chuyabamba, provincia de Chota

4.1.1.1. Determinación de la generación per cápita de los residuos sólidos domiciliarios.

La Tabla 9 ilustra la producción de residuos sólidos en 54 viviendas del caserío de Chuyabamba a lo largo de una semana. La estimación de generación per cápita toma en cuenta la totalidad de residuos por hogar, dividida entre los residentes y la cantidad de días que se recoge. Los valores particulares oscilan entre 0,31 y 0,65 kg/hab/día; la media global es de 0,46 kg kg/hab/día y su desviación estándar es de 0,08. Los datos de la mayor parte de las viviendas fueron completos y coherentes. Estos resultados son similares a los obtenidos por Villavicencio (2025), quien al caracterizar residuos sólidos domiciliarios, reportó una generación per cápita de 0,49 kg/hab/día. La variabilidad existente entre las viviendas, así como también con los valores del autor se debe posiblemente a los factores socioeconómicos que incluyen los ingresos familiares, el tamaño del hogar y el nivel educativo, dichos aspectos pueden influir significativamente en la cantidad de residuos generados por persona (Mamani, 2021).

Tabla 9

Generación de residuos sólidos domiciliarios en el Caserío de Chuya bamba

Nº de vivienda	Código	Número de habitantes	Generación de residuos sólidos domiciliarios							Validación si están todos los datos Ok/FD	Generación per cápita kg/persona/día
			Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7		
			kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg		
1	I-A-M-01	3	1,987	2,273	1,324	1,546	1,435	1,094	1,279	OK	0,52
2	I-A-M-02	5	1,735	2,976	1,540	1,464	3,645	2,564	1,630	OK	0,44
3	I-A-M-03	3	1,201	1,191	0,651	0,978	1,878	1,643	.....	OK	0,42
4	I-A-M-04	3	0,928	2,345	0,830	1,542	1,348	2,348	1,974	OK	0,54
5	I-A-M-05	3	1,461	1,654	0,981	2,014	1,546	1,254	1,025	OK	0,47
6	I-A-M-06	4	2,034	1,871	1,741	1,648	2,178	0,984	1,645	OK	0,43
7	I-A-M-07	5	1,700	2,430	2,541	1,978	.....	2,475	1,645	OK	0,43
8	I-A-M-08	2	1,943	1,687	1,244	0,944	1,023	0,948	0,548	OK	0,60
9	I-A-M-09	3	1,570	2,156	1,054	0,946	1,545	1,978	0,819	OK	0,48
10	I-A-M-10	3	1,051	0,887	1,083	0,938	1,249	1,349	1,009	OK	0,36
11	I-A-M-11	6	2,320	3,468	1,620	2,962	2,156	3,967	1,739	OK	0,43
12	I-A-M-12	6	2,280	2,546	2,337	2,462	3,019	2,767	1,975	OK	0,41
13	I-A-M-13	4	1,867	2,615	1,947	3,102	1,615	0,951	.....	OK	0,50
14	I-A-M-14	2	1,186	1,084	0,982	0,876	1,320	0,824	0,682	OK	0,50
15	I-A-M-15	6	1,989	1,853	2,287	2,098	1,762	1,952	1,346	OK	0,32
16	I-A-M-16	4	1,140	1,314	1,810	1,089	1,431	1,765	.....	OK	0,36
17	I-A-M-17	3	1,023	0,966	0,798	1,078	0,852	1,341	0,982	OK	0,34
18	I-A-M-18	1	0,756	0,428	0,661	0,542	0,357	0,431	0,321	OK	0,50
19	I-A-M-19	3	1,006	0,994	1,436	1,307	0,918	1,204	1,023	OK	0,38
20	I-A-M-20	2	1,140	0,692	0,580	0,709	0,952	0,846	1,031	OK	0,43
21	I-A-M-21	4	1,354	1,504	0,952	1,008	1,542	1,354	1,356	OK	0,32
22	I-A-M-22	4	2,354	1,315	1,815	1,096	1,987	2,015	1,364	OK	0,43
23	I-A-M-23	2	0,906	0,754	0,854	0,608	1,202	0,803	0,745	OK	0,42
24	I-A-M-24	4	2,568	1,987	2,873	1,649	0,917	2,648	1,846	OK	0,52
25	I-A-M-25	4	2,086	1,318	1,904	2,088	1,232	1,545	1,202	OK	0,41
26	I-A-M-26	8	2,561	3,464	2,864	2,555	2,889	2,587	2,789	OK	0,35
27	I-A-M-27	2	1,385	1,430	0,936	0,975	.....	1,035	0,927	OK	0,56
28	I-A-M-28	3	1,200	1,812	2,641	1,864	0,945	1,540	0,984	OK	0,52
29	I-A-M-29	5	1,920	3,380	1,664	2,345	1,784	2,546	1,789	OK	0,44
30	I-A-M-30	4	1,827	1,482	1,931	1,679	2,451	.....	1,041	OK	0,43
31	I-A-M-31	4	1,576	0,965	1,513	1,249	1,752	1,253	1,320	OK	0,34
32	I-A-M-32	2	1,305	0,948	2,214	0,948	.....	1,368	0,981	OK	0,65
33	I-A-M-33	5	2,645	1,948	3,254	2,648	1,971	3,157	1,578	OK	0,49
34	I-A-M-34	3	0,515	1,564	1,054	0,795	1,812	2,142	.....	OK	0,44
35	I-A-M-35	4	1,268	1,620	2,845	1,841	2,451	.....	2,304	OK	0,51
36	I-A-M-36	4	2,079	1,923	3,102	1,953	1,703	2,065	1,094	OK	0,50
37	I-A-M-37	2	0,917	1,321	0,937	1,348	0,652	.....	1,123	OK	0,52
38	I-A-M-38	4	1,546	0,963	2,120	2,846	1,791	2,310	1,072	OK	0,45
39	I-A-M-39	3	2,034	1,906	2,214	1,912	1,015	2,134	0,867	OK	0,58
40	I-A-M-40	4	1,200	0,551	3,660	2,301	1,812	1,543	2,031	OK	0,47
41	I-A-M-41	6	2,645	3,047	1,035	2,154	1,065	2,121	0,852	OK	0,31
42	I-A-M-42	3	2,160	.....	2,316	1,874	0,954	1,024	0,781	OK	0,51
43	I-A-M-43	5	2,784	2,846	3,387	1,591	2,615	1,875	1,456	OK	0,47
44	I-A-M-44	3	1,035	0,927	2,017	1,679	2,315	0,678	1,264	OK	0,47
45	I-A-M-45	5	1,645	2,157	1,319	2,345	3,134	1,094	1,324	OK	0,37
46	I-A-M-46	4	1,831	1,819	1,542	2,461	1,647	.....	1,206	OK	0,44
47	I-A-M-47	4	2,304	2,833	1,937	1,645	1,325	1,647	1,347	OK	0,47
48	I-A-M-48	2	0,578	2,252	.....	1,462	0,784	0,348	0,782	OK	0,52
49	I-A-M-49	3	1,367	2,167	1,928	0,912	0,756	2,022	0,831	OK	0,48
50	I-A-M-50	7	2,978	4,647	2,074	3,164	2,385	3,054	1,976	OK	0,41
51	I-A-M-51	5	2,154	3,027	2,078	1,067	0,894	2,154	0,938	OK	0,35
52	I-A-M-52	2	0,852	1,024	2,930	0,550	0,975	.....	1,021	OK	0,61
53	I-A-M-53	3	1,823	1,628	1,323	0,984	1,256	1,176	0,957	OK	0,44
54	I-A-M-54	2	1,541	0,978	1,270	0,878	.....	0,974	1,215	OK	0,57
Generación per cápita de residuos domiciliarios del caserío de Chuyabamba										0,46	
Desviación estándar										0,08	
Generación per cápita para cada vivienda:											
$i_{GPC} = \frac{\text{Día 1} + \text{Día 2} + \text{Día 3} + \text{Día 4} + \text{Día 5} + \text{Día 6} + \text{Día 7}}{\text{Número de habitantes} \times 7 \text{ días}}$											

Nota. Las líneas punteadas, representan a los días que las viviendas no entregaron los residuos sólidos.

La Tabla 10, muestra la información sobre generación de residuos sólidos por habitante del caserío de Chuyabamba, analizando la normalidad de los datos a través del estadístico, que contrasta cada valor individual con la media general (0,46 kg/persona/día) y su desviación estándar (0,08). La mayoría de viviendas cumple con el criterio $Z_c \leq 1,96$, lo que significa que sus valores están dentro del rango previsto. En cambio, únicamente tres viviendas (32, 41 y 52) sobrepasan este límite y se eliminan como datos atípicos. Algo similar obtuvieron Benavidez et al. (2022) quienes en su estudio realizado en Lajas, Chota, descartaron dos muestras domiciliarias al encontrarse fuera de rango, con lo cual obtuvo una generación per cápita de 0,42 kg/persona/día. Este procedimiento se basa en Wada (2020), que indica que las observaciones atípicas son aquellas que se distancian de manera significativa del comportamiento global del conjunto de datos, y que su eliminación posibilita optimizar la representatividad de los estimadores de dispersión y tendencia central. Así, se garantiza que el promedio de generación per cápita sea un reflejo fiel de la producción real de residuos en las casas del caserío al eliminar los valores extremos, lo que respalda la consistencia y validez del análisis estadístico.

Tabla 10

Validación de datos de los residuos sólidos domiciliarios del Caserío de Chuyabamba

Nº de vivienda	Estrato	Generación Per		$\bar{X} - X_i$	$(\bar{X} - X_i)/S = Z_c$	Zc	Resultado
		cápita	kg/persona/día				
1	A	0,521		-0,06	0,785	0,785	CUMPLE
2	A	0,444		0,02	0,203	0,203	CUMPLE
3	A	0,419		0,04	0,531	0,531	CUMPLE
4	A	0,539		-0,08	1,017	1,017	CUMPLE
5	A	0,473		-0,01	0,168	0,168	CUMPLE
6	A	0,432		0,03	0,361	0,361	CUMPLE
7	A	0,426		0,03	0,445	0,445	CUMPLE
8	A	0,596		-0,14	1,749	1,749	CUMPLE
9	A	0,479		-0,02	0,250	0,250	CUMPLE
10	A	0,360		0,10	1,289	1,289	CUMPLE
11	A	0,434		0,03	0,336	0,336	CUMPLE
12	A	0,414		0,05	0,596	0,596	CUMPLE
13	A	0,504		-0,04	0,567	0,567	CUMPLE
14	A	0,497		-0,04	0,473	0,473	CUMPLE
15	A	0,316		0,14	1,857	1,857	CUMPLE
16	A	0,356		0,10	1,342	1,342	CUMPLE
17	A	0,335		0,12	1,613	1,613	CUMPLE
18	A	0,499		-0,04	0,508	0,508	CUMPLE
19	A	0,376		0,08	1,091	1,091	CUMPLE
20	A	0,425		0,04	0,453	0,453	CUMPLE
21	A	0,324		0,14	1,759	1,759	CUMPLE
22	A	0,427		0,03	0,432	0,432	CUMPLE
23	A	0,419		0,04	0,525	0,525	CUMPLE
24	A	0,517		-0,06	0,740	0,740	CUMPLE
25	A	0,406		0,05	0,696	0,696	CUMPLE
26	A	0,352		0,11	1,397	1,397	CUMPLE
27	A	0,557		-0,10	1,256	1,256	CUMPLE
28	A	0,523		-0,06	0,814	0,814	CUMPLE
29	A	0,441		0,02	0,249	0,249	CUMPLE
30	A	0,434		0,03	0,340	0,340	CUMPLE
31	A	0,344		0,12	1,502	1,502	CUMPLE
32	A	0,647		-0,19	2,414	2,414	SE DESCARTA EL VALOR
33	A	0,491		-0,03	0,405	0,405	CUMPLE
34	A	0,438		0,02	0,287	0,287	CUMPLE
35	A	0,514		-0,05	0,692	0,692	CUMPLE
36	A	0,497		-0,04	0,478	0,478	CUMPLE
37	A	0,525		-0,06	0,836	0,836	CUMPLE
38	A	0,452		0,01	0,108	0,108	CUMPLE
39	A	0,575		-0,12	1,488	1,488	CUMPLE
40	A	0,468		-0,01	0,099	0,099	CUMPLE
41	A	0,308		0,15	1,970	1,970	SE DESCARTA EL VALOR
42	A	0,506		-0,05	0,593	0,593	CUMPLE
43	A	0,473		-0,01	0,166	0,166	CUMPLE
44	A	0,472		-0,01	0,155	0,155	CUMPLE
45	A	0,372		0,09	1,139	1,139	CUMPLE
46	A	0,438		0,02	0,289	0,289	CUMPLE
47	A	0,466		-0,01	0,072	0,072	CUMPLE
48	A	0,517		-0,06	0,737	0,737	CUMPLE
49	A	0,475		-0,02	0,197	0,197	CUMPLE
50	A	0,414		0,05	0,598	0,598	CUMPLE
51	A	0,352		0,11	1,399	1,399	CUMPLE
52	A	0,613		-0,15	1,971	1,971	SE DESCARTA EL VALOR
53	A	0,436		0,02	0,317	0,317	CUMPLE
54	A	0,571		-0,11	1,437	1,437	CUMPLE
Generación per-cápita		0,46					
Desviación Estándar		0,08					

Nota. X= promedio de GPC total. Xi= promedio GPC vivienda. S= desviación estándar. Zc = Valor absoluto del puntaje estandarizado utilizado para la detección de valores atípicos. Se descartan los datos cuyo Zc supera el umbral crítico de 1,96.

Los resultados de la generación per cápita (GPC) validada de residuos sólidos domésticos en 54 hogares del caserío de Chuyabamba, luego de eliminar los valores atípicos detectados a través del análisis Zc, aparecen en la Tabla 11. Los valores individuales de GPC fluctúan de 0,308 a 0,647 kg/persona/día, con una media global de 0,46 kg/persona/día y una desviación estándar de 0,08. Esto sugiere que la mayoría de las casas se mantienen dentro del rango esperado para zonas rurales del país, según los lineamientos del MINAM. Estos hallazgos indican que la GPC es confiable y consistente después de la validación de datos, ya que muestra de forma representativa la producción de desechos sólidos en el caserío. En términos generales, estos resultados permiten contar con un valor representativo y confiable para estimar la generación de residuos en el caserío y, a partir de ello, proyectar estrategias de gestión acordes a su realidad local. Estos valores obtenidos después de la selección de los datos son muy similares a los valores reportados en la etapa inicial y son también idénticos a los valores de generación per cápita (de 0,373 a 0,49 kg/hab./día, con una desviación estándar de 0,23) reportados por Requena y Carbonel (2021) al estudiar los cambios en la generación y composición de residuos domiciliarios en la provincia de Arequipa.

Tabla 11*Resultados de la GPC validada de residuos sólidos domiciliarios*

Obtener nuevamente el GPC y la Desviación Estándar		
Nº de vivienda	Estrato	Generación Per cápita
		Kg/persona/día
1	A	0,521
2	A	0,444
3	A	0,419
4	A	0,539
5	A	0,473
6	A	0,432
7	A	0,426
8	A	0,596
9	A	0,479
10	A	0,360
11	A	0,434
12	A	0,414
13	A	0,504
14	A	0,497
15	A	0,316
16	A	0,356
17	A	0,335
18	A	0,499
19	A	0,376
20	A	0,425
21	A	0,324
22	A	0,427
23	A	0,419
24	A	0,517
25	A	0,406
26	A	0,352
27	A	0,557
28	A	0,523
29	A	0,441
30	A	0,434
31	A	0,344
32	A	0,647
33	A	0,491
34	A	0,438
35	A	0,514
36	A	0,497
37	A	0,525
38	A	0,452
39	A	0,575
40	A	0,468
41	A	0,308
42	A	0,506
43	A	0,473
44	A	0,472
45	A	0,372
46	A	0,438
47	A	0,466
48	A	0,517
49	A	0,475
50	A	0,414
51	A	0,352
52	A	0,613
53	A	0,436
54	A	0,571
Generación per-cápita		0,46
Desviación Estándar		0,08

Nota. Promedio y desviación estándar calculados solo con los datos validados (sin valores atípicos).

4.1.1.2. Determinación de la GPC de los residuos sólidos no domiciliarios. Los resultados obtenidos de la GPC de los residuos no domiciliarios comerciales, no domiciliarios de hoteles, no domiciliarios de restaurantes, de instituciones públicas y privadas, y de instituciones educativas se muestran a continuación para cada tipo de fuente generadora de residuos.

A. Generación de residuos sólidos no domiciliarios comerciales

Tabla 12

Determinación de la generación de residuos sólidos en establecimientos comerciales

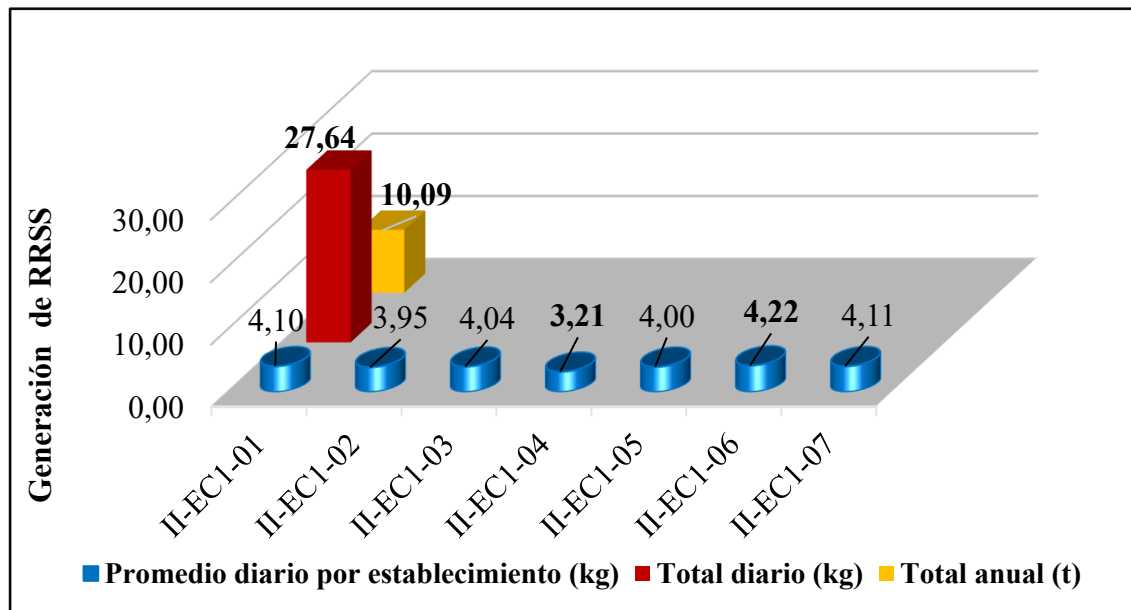
Establecimientos comerciales														
Nº	Código	Días que labora en la semana	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Verificación	Promedio (kg/día)	Promedio corregido (kg/día)	Total, de generadores	Generación total (kg/día)
1	II-EC1-01	7	4,20	3,73	3,71	4,12	5,39	4;62	3,46	OK	4,10	4,10		
2	II-EC1-02	7	3,50	3,88	4,22	4,32	3,31	3,83	4,60	OK	3,95	3,95		
3	II-EC1-03	7	4,68	5,83	3,48	4,22	3,26	2,82	4,00	OK	4,04	4,04		
4	II-EC1-04	7	4,10	2,89	1,93	2,48	3,60	4,09	3,40	OK	3,21	3,21		
5	II-EC1-05	7	4,11	4,67	3,93	4,23	3,96	4,73	2,37	OK	4,00	4,00		
6	II-EC1-06	7	5,14	4,23	3,35	4,98	4,32	3,32	3,34	OK	4,22	4,22		
7	II-EC1-07	7	4,71	4,07	3,80	4,32	3,56	4,30	4,02	OK	4,11	4,11		
TOTAL												3,95	7	27,64

En la Tabla 12, se evidencia la generación de residuos sólidos en diversos establecimientos comerciales del Caserío de Chuyabamba, donde la generación promedio corregida de residuos sólidos fue de 3,95 kg/día por establecimiento, alcanzando una generación total de 27,64 kg/día en el conjunto de locales analizados. Este resultado evidencia una producción relativamente uniforme entre los negocios, con ligeras variaciones asociadas a las actividades diarias propias de cada establecimiento. La variabilidad entre establecimientos, si bien es moderada, puede deberse a disparidades en la actividad comercial, el volumen de ventas, el horario de atención o la clase de productos que se ofrecen; elementos análogos han sido señalados en los estudios como causas de

la diversidad en la producción de residuos comerciales (Quispe, 2024). Esto confirma que la caracterización local muestra una realidad y hace posible mantener la necesidad de desarrollar estrategias de gestión particulares para los generadores que no están en casa en el caserío.

Figura 4

Generación diaria y anual de residuos sólidos en establecimientos



En la Figura 4 se aprecia la generación de residuos sólidos producidos en los establecimientos comerciales (bodegas), donde la producción diaria fluctúa entre 3,21 kg/día y 4,22 kg/día, alcanzando una media corregida de 3,95 kg/día; dichos resultados son comparables con lo reportado por Taboada (2023) quien registró una generación en bodegas de aproximadamente 3,23 kg/día, lo que sugiere patrones similares en comercios de pequeña escala en zonas rurales. Además, estos resultados, aparentemente uniformes, indican que la mayoría de los establecimientos presenta una generación de residuos similar, sin diferencias marcadas que puedan atribuirse a su actividad comercial. Asimismo, se evidencia que la generación total diaria alcanza los 27,64 kg/día, cifra que consolida el aporte del sector comercial al total de residuos municipales en el caserío.

Por otro lado, la cantidad de residuos que se gestionan anualmente suma un total de 10,09 toneladas, lo que demuestra que este sector es muy importante y debe considerarse en la planificación de la gestión de residuos. La magnitud de esta cifra pone de manifiesto, además, que, bajo los volúmenes individuales de cada establecimiento, se encuentra una cifra valiosa que, si bien no es alta, representa una cantidad importante que puede significar presión sobre la disposición en los sitios locales. En este sentido, disponer de información es importante para la implementación de programas de separación en la fuente, valorización de los materiales reciclables y recolección diferenciada, muy importantes para el manejo de los residuos generados en el sector comercial.

B. Generación de residuos no domiciliarios de hoteles

Tabla 13

Datos de generación de residuos sólidos en hoteles

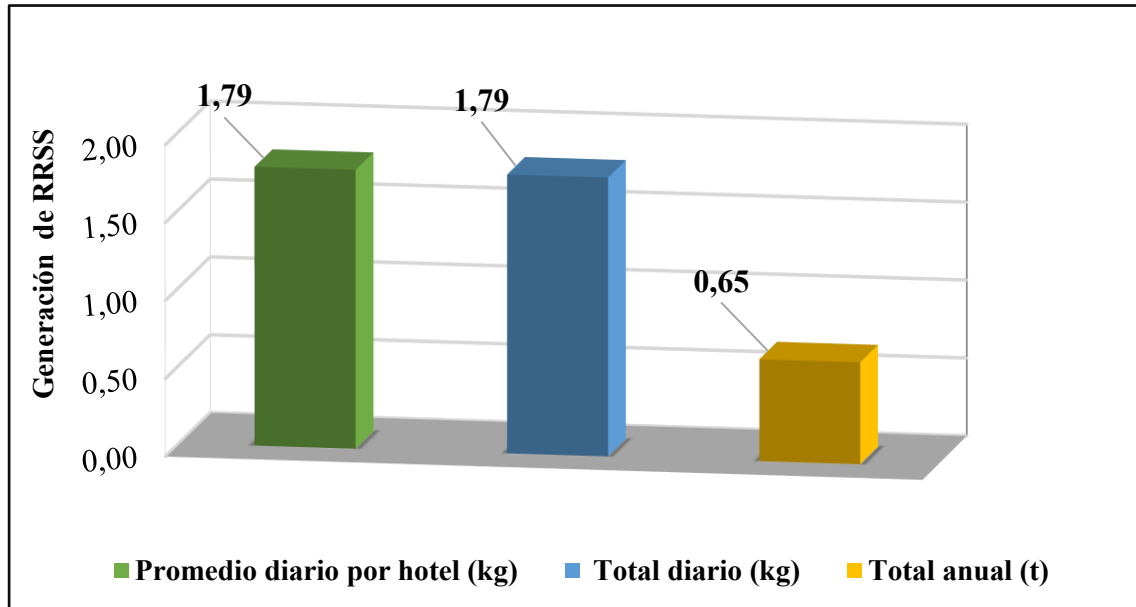
Hoteles														
Nº	Código	Días que labora en la semana	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Verificación	Promedio (kg/día)	Promedio corregido (kg/día)	Total, de generadores	Generación total (kg/día)
1	II - H - 01	7	2,22	1,84	1,64	1,97	1,76	1,57	1,49	OK	1,79	1,79		
TOTAL												1,79	1	1,79

La Tabla 13 muestra la generación de residuos sólidos en el área de hotelería, donde se observa una producción media corregida de 1,790 kg/día, un resultado que se mantuvo constante a lo largo de los siete días de seguimiento. Estos resultados son idénticos con la producción de 2,28 kg/día reportado por Pham et al. (2018). Se trata, por tanto, de una generación constante y controlada, lo que permite estimarla como una aportación a la producción total de residuos de la ciudad. Pese a que su magnitud absoluta puede resultar “menor” para otros sectores, como el

comercial, es un dato de interés, ya que permite dimensionar su aportación específica a la generación de residuos de hotelería en el sistema particular de gestión de residuos local.

Figura 5

Generación diaria y anual de residuos sólidos en hoteles



La Figura 5 presenta la generación media de residuos sólidos en hoteles, cuyo valor fue 1,79 kg/día, siendo constante a lo largo del tiempo. Este comportamiento pone de manifiesto que la producción de residuos presenta una baja variabilidad, probablemente ligada a las características de los servicios ofrecidos y al bajo número de huéspedes respecto a otras actividades económicas. Asimismo, se observa una generación total anual de 0,65 t, lo que permite presentar la contribución particular del sector hotelero al sistema municipal de gestión de residuos. Si bien la participación del sector, en términos absolutos, es menor que la del comercio y la de las viviendas, esta información constituye un insumo clave para la elaboración de un plan de manejo diferenciado, en

el que incluso los pequeños generadores no domiciliarios sean considerados como parte de las estrategias de segregación, valorización y disposición final.

C. Generación de residuos no domiciliarios de restaurantes

Tabla 14

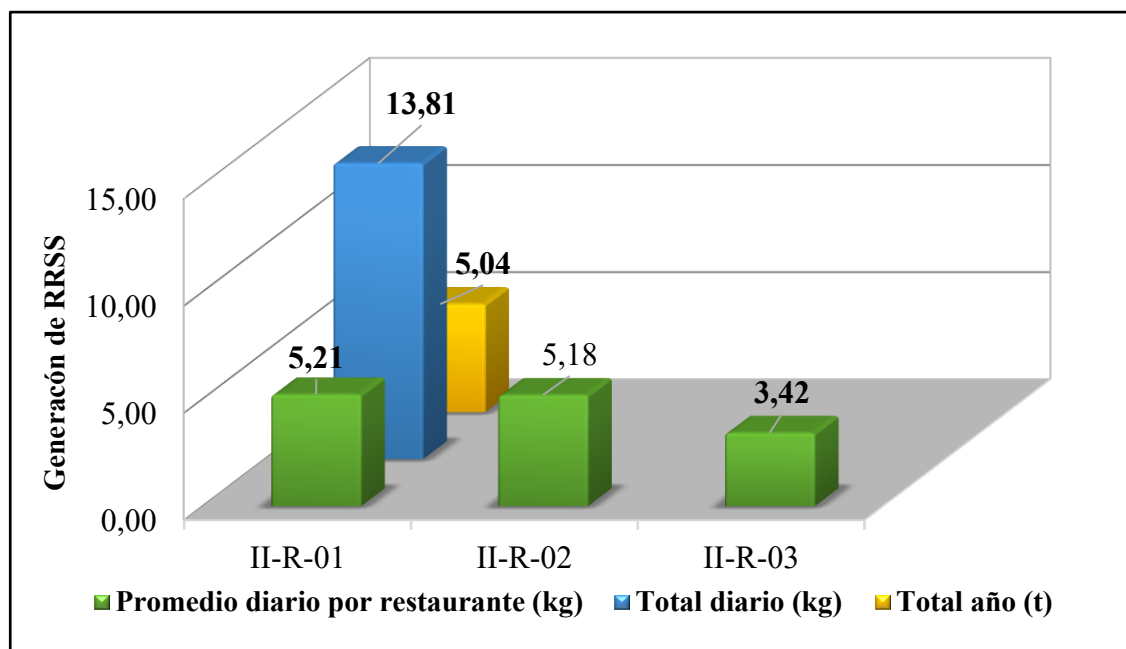
Generación de residuos sólidos en restaurantes

N°	Código	Días que labora en la semana	Restaurantes							Verificación	Promedio (kg/día)	Promedio corregido (Kg/día)	Total, de generadores	Generación total (Kg/día)
			Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7					
1	II - R - 01	7	6,88	4,24	5,35	6,05	4,16	5,41	4,36	OK	5,21	5,21		
2	II - R - 02	7	5,76	4,84	5,69	6,24	5,34	4,74	3,64	OK	5,18	5,18		
3	II - R - 03	5	5,56	3,65	4,30	5,41	4,98			OK	4,78	3,42		
TOTAL												4,60	3	13,81

La Tabla 14 muestra los resultados de la generación de residuos sólidos en restaurantes del Caserío de Chuyabamba, donde se puede observar que este tipo de establecimientos genera aproximadamente 13,81 kg de residuos por día. En este caso, en los restaurantes se generan mayores cantidades de residuos en comparación con otros establecimientos, lo que está influenciado por factores como la presencia de comensales, la diversidad de comida preparada, así como el tamaño y tipo del restaurante. Los principales residuos son aquellos alimentos comestibles que quedan sin comer en los platos de los huéspedes al final de una comida, partes de los insumos que no se utilizan, entre otros (Juvan et al., 2023).

Figura 6

Generación diaria y anual de residuos sólidos en restaurantes



En los restaurantes del Caserío de Chuyabamba la generación de residuos sólidos varía entre 3,42 kg/día y 5,21 kg/día, con un promedio de 3,41 kg/día. La generación total diaria alcanza los 13,81 kg, mientras que la generación anual promedio se estima en 5,04 (t), lo que refleja la contribución específica de este sector al sistema municipal de gestión de residuos.

D. Generación de residuos no domiciliarios de instituciones públicas y privadas

Tabla 15

Generación de residuos sólidos en instituciones públicas y privadas

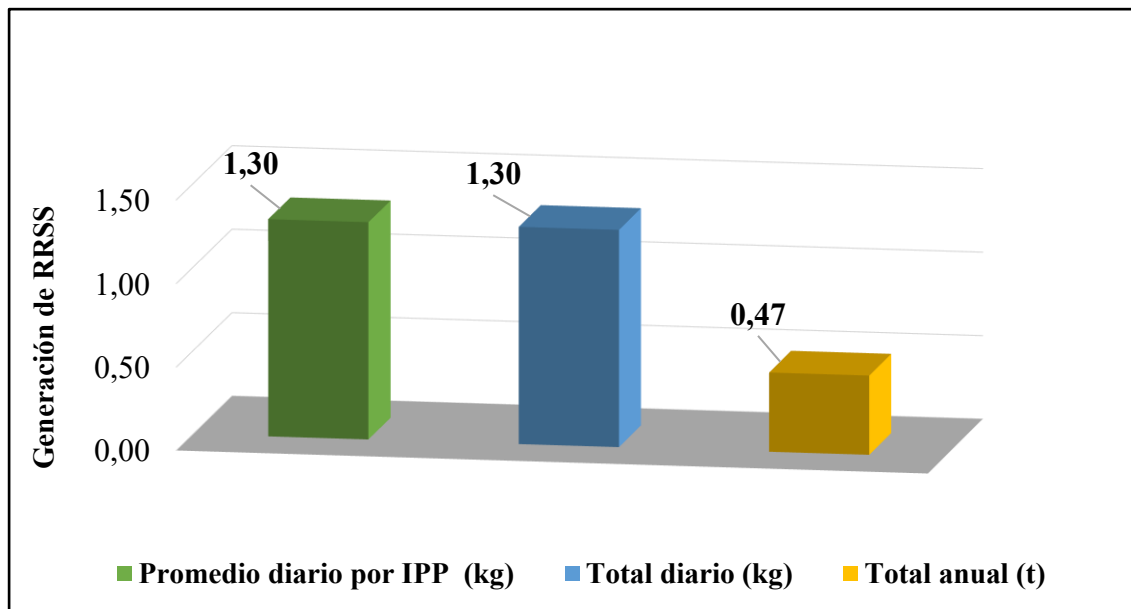
Instituciones públicas y privadas														
N°	Código	Días que labora en la semana	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Verificación	Promedio (kg/día)	Promedio corregido (kg/día)	Total, de generadores	Generación total (kg/día)
1	II-IPP-01	5	1,87	1,47	1,78	1,86	2,12			OK	1,82	1,30	-	-
TOTAL												1,30	1	1,30

En la Tabla 15 se detalla la generación diaria de residuos sólidos en instituciones públicas y privadas. La caracterización de estos residuos evidencia que, en el establecimiento evaluado, la

generación promedio corregida alcanzó 1,30 kg/día durante los cinco días de actividad laboral. Este valor refleja un nivel bajo de producción en comparación con otros sectores no domiciliarios, lo que se relaciona con la naturaleza administrativa y operativa de este tipo de instituciones.

Figura 7

Generación diaria y anual de residuos sólidos en instituciones públicas y privadas



La Figura 7 exhibe la generación de residuos sólidos en las instituciones públicas y privadas del Caserío de Chuyabamba, que, en total, tuvieron un promedio diario de 1,30 kg/día. Este valor, extrapolado a un año, corresponde a una cantidad total anual aproximada de 0,47 (t). Este hallazgo muestra que la contribución del ámbito institucional es menor que la de las viviendas, pero constituye una porción importante, que debe considerarse en la planificación del servicio de recolección y disposición final. La cuantificación permite medir la aportación de este sector a la carga total de los residuos municipales, además de servir como base confiable para proponer estrategias de segregación en la fuente y manejo diferenciado, aumentando, así, la eficiencia de la gestión del municipio.

E. Generación de residuos no domiciliarios de instituciones educativas

La Tabla 16 presenta los datos de generación de residuos sólidos en instituciones educativas del Caserío de Chuyabamba, los cuales muestran que las escuelas laboran cinco días a la semana, lo que permitió un registro continuo de generación durante el período de muestreo. El número de generadores varió según la institución: la IE-01 contó con 35 personas, la IE-02 con 88 y la IE-03 con 244, sumando, en total, 367 generadores. El cálculo de la generación per cápita promedio corregida indicó que la IE-01 presentó el valor más alto, con 0,15 kg/persona/día, seguida de la IE-02, con 0,08 kg/persona/día, mientras que la IE-03 alcanzó el menor valor, con 0,06 kg/persona/día. Estos resultados indican que las instituciones educativas registraron un promedio global de 0,09 kg/persona/día.

Tabla 16

Datos de la generación de residuos sólidos en instituciones educativas

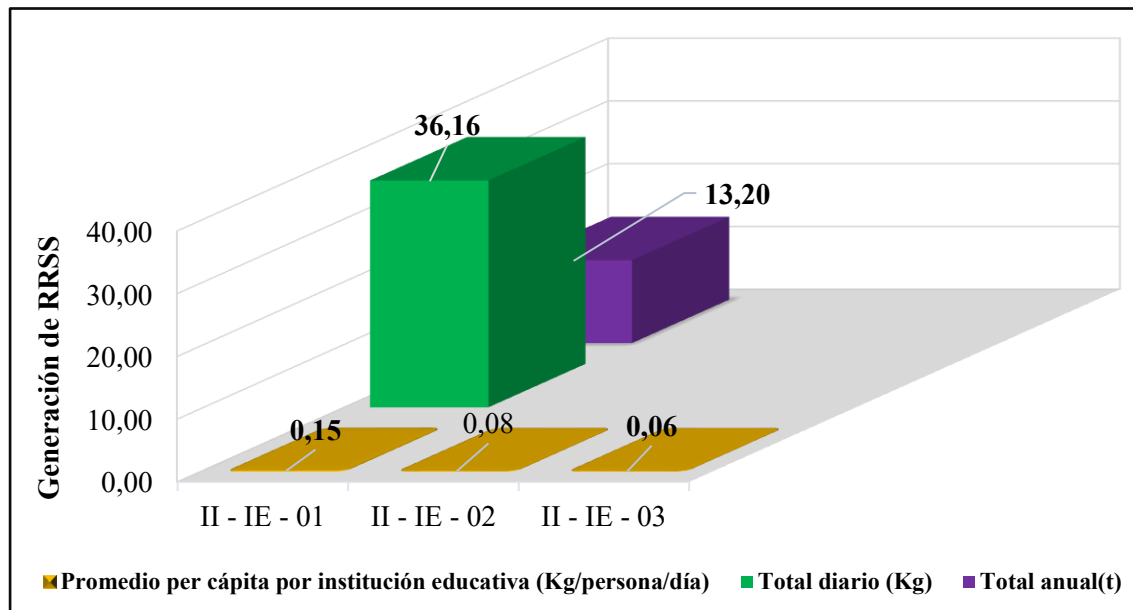
Instituciones educativas														
N°	Código	Días que labora en la semana	N° total de alumnos, profesores y personal administrativo	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Di a 6	Di a 7	Verificación	Promedio (kg/persona/día)	Promedio corregido (kg/persona/día)	Total
1	II - IE - 01	5	35	7,67	6,48	7,64	8,15	7,02			OK	0,21	0,15	
2	II - IE - 02	5	88	10,64	9,18	10,46	8,16	11,17			OK	0,11	0,08	
3	II - IE - 03	5	244	22,34	23,61	20,83	22,52	20,07			OK	0,09	0,06	
Total													0,09	367,00

En la Figura 8 se presentó la generación de residuos sólidos en las instituciones educativas del Caserío de Chuyabamba, obtenida a partir de los registros de peso diario durante los días de actividad escolar. La generación promedio corregida mostró un rango que fluctuó entre 0,06 kg/persona/día y 0,15 kg/persona/día, evidenciando diferencias atribuibles al tamaño de la población escolar, las prácticas de consumo y la disponibilidad de servicios en cada centro

educativo. En conjunto, las instituciones evaluadas alcanzaron una generación total diaria de 36,16 kg, lo que, al proyectarse a un ciclo anual de funcionamiento, representó una producción aproximada de 13,20 toneladas por año.

Figura 8

Generación de residuos sólidos en instituciones educativas



F. Determinación de la generación total de los residuos no domiciliarios

Tabla 17

Generación total de residuos sólidos no domiciliarios

Fuente	Tipo de generador	Generación total (kg/día)
No domiciliarias	Establecimientos Comerciales	27,64
	Restaurantes	13,81
	Hoteles	1,79
	Instituciones público privadas	1,3
	Instituciones educativas	36,16
Total		80,7

Los resultados de la GPC no domiciliaria total se muestran en la Tabla 17, en los cuales se aprecia que las instituciones educativas son las mayores generadoras de residuos no domiciliarios

con 36,16 kg/día, seguidas por los establecimientos comerciales con 27,64 kg/día y los restaurantes con 13,81 kg/día. Los hoteles y las instituciones público privadas generan cantidades menores, con 1,79 kg/día y 1,3 kg/día respectivamente y en total, la generación de residuos no domiciliarios es de 80,7 kg/día.

G. Generación total y generación per cápita total municipal

Con los datos obtenidos sobre la generación de residuos sólidos domiciliarios, no domiciliarios, se ha elaborado la Tabla 18 que muestra la generación de residuos sólidos en toneladas de todas las fuentes mencionadas.

Tabla 18

Generación total de residuos sólidos municipales en el caserío de Chuyabamba

Tipo de generador	Cantidad según tipo de generador	Generación RS	Generación RS
		(kg) Día	(t) Día
Residuos Domiciliarios	788 hab.	362,48	0,36
Residuos No Domiciliarios	15 establecimientos	80,70	0,80
Total		443,18	0,44

En la Tabla 18 se estimó que el Caserío de Chuyabamba generó un total de 0,44 toneladas diarias de residuos sólidos municipales, producto de las actividades domiciliarias y no domiciliarias. Se evidenció que la mayor proporción de residuos provino de los hogares, los cuales, con una población de 788 habitantes, aportaron 362,48 kg/día, equivalentes al 81,8% del total diario. Por su parte, los 15 establecimientos no domiciliarios entre ellos bodegas, restaurantes, hoteles, instituciones educativas y entidades públicas y privadas contribuyeron con 80,70 kg/día, que representaron el 18,2% de la generación total.

Tabla 19*Generación per cápita de residuos sólidos municipales del Caserío de Chuyabamba*

Residuos domiciliarios	Residuos no domiciliarios	Total, del caserío kg/día	Población 2024	GPC
362,48	80,70	443,18	788	0,56

En la Tabla 19 se presenta el cálculo del valor de la generación per cápita de residuos sólidos municipales, obtenido al dividir la suma de los residuos generados diariamente en los predios domiciliarios y no domiciliarios (443,18 kg/día) entre la población total del caserío.

La generación per cápita (GPC) municipal de residuos sólidos en el caserío de Chuyabamba se ha calculado a partir de la generación total diaria de residuos sólidos municipales (domiciliarios y no domiciliarios), tomando como base el total de población del caserío.

Según la Tabla 18, se observa que la generación total diaria de residuos sólidos municipales asciende a 0,44 t/día, equivalente a 440 kg diarios. Este valor incluye tanto la generación domiciliaria (0,36 t/día) como la no domiciliaria (0,08 t/día).

La población total del caserío es de 788 habitantes, por lo que la generación per cápita se ha estimado mediante la siguiente fórmula:

$$\text{GPC municipal} = 440 \text{ kg/día} \div 788 \text{ hab} = 0,559 \text{ kg/hab/día} = 0,56 \text{ kg/hab/día}$$

Tabla 20*GPC generada en el caserío de Chuyabamba*

Población caserío (Habitantes)	GPC (kg/hab/día)	GPC (t/día)	GPC (t/mes)	GPC x Año(t/año)
788	0,56	0,44	13,24	158,88

Este valor representa una GPC municipal consolidada, que incluye la carga indirecta de los residuos no domiciliarios sobre la población total del área de estudio. Esto es importante, ya que

refleja el verdadero impacto de la generación de residuos en el territorio, considerando que todos los residuos generados en el entorno municipal deben ser gestionados por el mismo sistema de recolección y disposición, independientemente del origen específico (hogares, comercios, instituciones).

Cabe señalar que, si bien el análisis específico domiciliario arrojó un valor promedio de GPC menor (0,46 kg/hab/día), este se refiere únicamente a la fracción domiciliar medida de forma directa. En cambio, la GPC municipal integra todas las fuentes generadoras, por lo que su valor es naturalmente más alto y se utiliza en las proyecciones de gestión municipal y diseño de sistemas operativos.

4.1.1.3. Determinación de la densidad

A. Densidad de los residuos sólidos domiciliarios

Los resultados presentados en la Tabla 21 revelan que, durante los siete días de evaluación, la densidad de los desechos sólidos domiciliarios permaneció estable, demostrando que la composición de residuos generados es uniforme. Asimismo, se considera que los valores de densidad diarios, que fluctúan entre 150,99 y 158,05 kg/m³, son un rango estable y característico para desechos domésticos mezclados. Por último, la densidad media alcanzada fue de 155,04 kg/m³. Esto posibilita caracterizar adecuadamente los desechos de la población analizada y utilizarla como parámetro base para determinar el tamaño de los sistemas de almacenamiento, transporte y disposición final en la gestión de residuos sólidos municipales. Los valores obtenidos son inferiores a la densidad promedio de 178,41 kg/m³ reportados por Cotrina (2025) en residuos domiciliarios municipales en el distrito de los olivos; asimismo, Benavidez et al. (2022) también obtuvo valores superiores en un rango de 151,44 kg m³ a 252,48 kg m³, diferencia que puede

deberse a la cantidad poblacional y a una mayor proporción de residuos orgánicos con mayor humedad o materiales pesados, ya que esto incrementaría la densidad de los residuos.

Tabla 21

Datos para el cálculo de la densidad de residuos sólidos domiciliarios

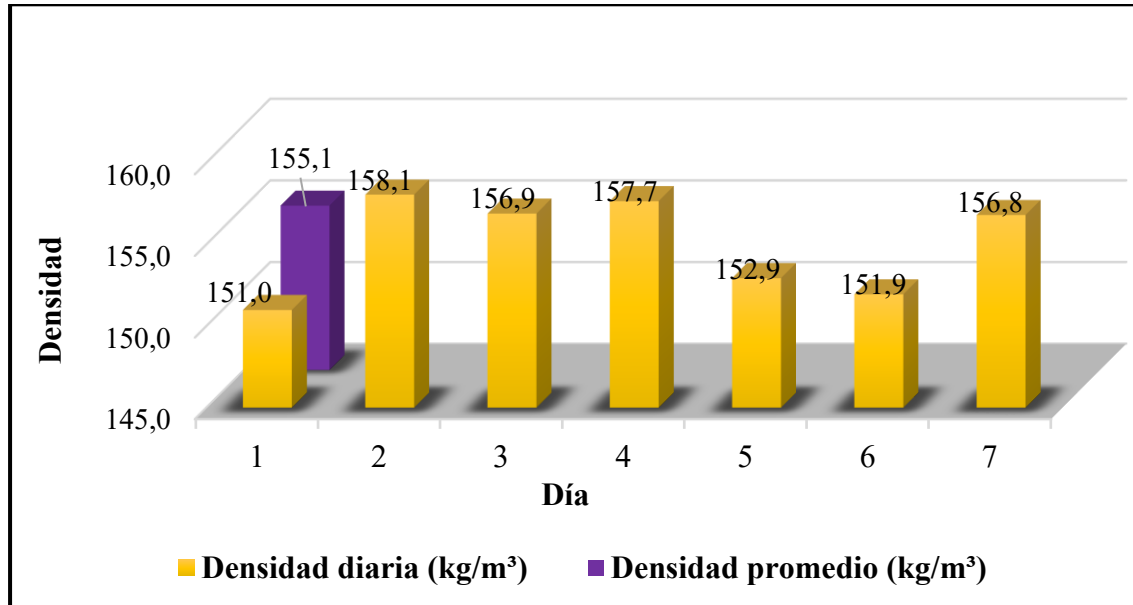
Determinación de la densidad de residuos sólidos domiciliarios								
	Día	Toma	Cálculo del Volumen: $V_r = \pi * (D/2)^2 * (H_f - H_o)$				Peso (kg)	Densidad Diaria (kg/m³)
			D (m)	Ho (m)	Hf (m)	V Residuos (m ³)		
Densidad de residuos domiciliarios	1	1	0,58	0,25	0,9	0,17	25,93	150,99
	2	1	0,58	0,24	0,9	0,17	27,56	158,05
	3	1	0,58	0,28	0,9	0,16	25,70	156,89
	4	1	0,58	0,26	0,9	0,17	26,66	157,65
	5	1	0,58	0,31	0,9	0,16	23,84	152,94
	6	1	0,58	0,28	0,9	0,16	24,89	151,95
	7	1	0,58	0,27	0,9	0,17	26,10	156,80
Densidad Promedio								155,04

Nota. D = Diámetro del cilindro; Ho = Altura inicial; Hf = Altura final; Vr = Volumen de residuos calculado.

La tendencia diaria de la densidad de los residuos sólidos domiciliarios a lo largo de los siete días evaluados se visualiza en la Figura 9. El comportamiento gráfico valida la estabilidad de los valores logrados, evidenciando pequeñas oscilaciones entre 151 y 158 kg/m³, sin cambios abruptos de un día para otro. Se observa que los días 2, 3 y 4 tienen las cifras más elevadas, mientras que los días 5 y 6 tienen las densidades más bajas; sin embargo, estas diferencias se mantienen dentro de un estrecho margen, lo cual confirma la uniformidad de los residuos producidos durante el periodo analizado. La línea de referencia del valor promedio (155 kg/m³) se mantiene próxima a la mayor parte de las barras, lo que indica visualmente que este valor refleja apropiadamente el comportamiento global de la densidad durante el proceso de muestreo

Figura 9

Densidad de residuos sólidos domiciliarios



B. Densidad de residuos no domiciliarios

Según la Tabla 22, los residuos sólidos no domiciliarios presentan una densidad con una mayor variabilidad a comparación de los residuos domiciliarios, cuyos valores diarios oscilan entre 194,81 y 236,49 kg/m³ a lo largo de los siete días de evaluación. Dichas variaciones son resultado de la diversidad de los residuos que no provienen del hogar, que suelen contener materiales más pesados o rígidos, producidos por entidades o establecimientos comerciales. El promedio conseguido, 219,70 kg/m³, a pesar de estas variaciones, refleja apropiadamente el comportamiento general de este tipo de desechos en Chuyabamba y es un indicador fundamental para planear su gestión, transporte y disposición final.

Tabla 22*Datos para el cálculo de la densidad de residuos sólidos no domiciliarios*

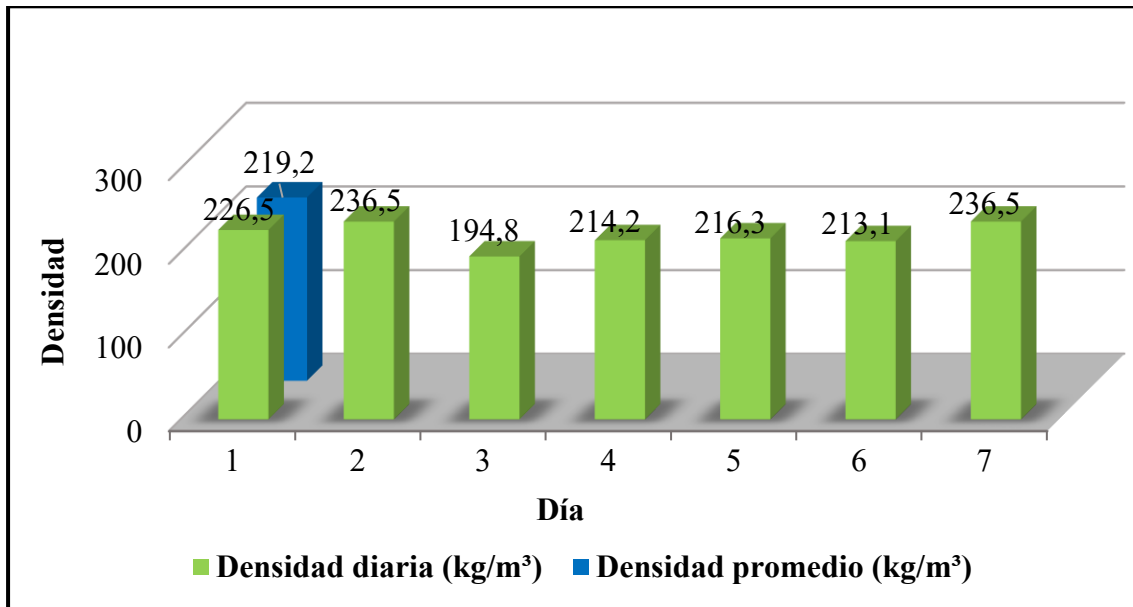
Determinación de la densidad de residuos no domiciliarios								
	Día	Toma	Cálculo del Volumen: $V_r = \pi * (D/2)^2 * (H_f - H_o)$				Peso (kg)	Densidad Diaria (kg/m ³)
			D (m)	Ho (m)	Hf (m)	V Residuos (m ³)		
	1	1	0,58	0,3	0,9	0,16	35,90	226,46
	2	1	0,58	0,32	0,9	0,15	36,24	236,49
Densidad de	3	1	0,58	0,24	0,9	0,17	33,97	194,81
residuos no	4	1	0,58	0,28	0,9	0,16	35,09	214,21
domiciliarios	5	1	0,58	0,31	0,9	0,16	33,72	216,34
	6	1	0,58	0,29	0,9	0,16	34,34	213,07
	7	1	0,58	0,32	0,9	0,15	36,24	236,49
Densidad promedio								219,70

Nota. D = Diámetro del cilindro; Ho = Altura inicial; Hf = Altura final; Vr = Volumen de residuos calculado.

La Figura 10 complementa gráficamente la dispersión de los valores de densidad que ocurren cada día, apreciándose que los días 2 y 7 tienen las densidades más altas (236,5 kg/m³), en contraste con el día 3, que tiene la más baja (194,8 kg/m³), lo cual demuestra una composición menos densa para ese día. No obstante, la mayor parte de los valores se encuentran alrededor de la media resaltada en color naranja (219,7 kg/m³), lo que señala que, a pesar de las variaciones inherentes al tipo de residuo, hay una tendencia central evidente. Esta conducta gráfica respalda que el promedio calculado representa correctamente la densidad común de los residuos no residenciales en el periodo examinado.

Figura 10

Densidad de residuos sólidos no domiciliarios



C. Densidad de los residuos sólidos municipales

En la Tabla 23 se muestra la densidad promedio de los residuos municipales, una vez compactados, la cual haciende a 187,37 kg/m³.

Tabla 23

Densidad promedio de los residuos sólidos municipales

Fuente	Densidad (kg/m ³)	Densidad promedio (kg/m ³)
Domiciliarios	155.0	187,37
No domiciliarios	219,7	

4.1.1.4. Determinación de la composición porcentual de los residuos sólidos

Composición física de los residuos sólidos domiciliarios. En la Tabla 24 se muestra la caracterización física y la cantidad de residuos sólidos domiciliarios recolectados durante siete días en el estudio realizado en el caserío de Chuyabamba, donde se evidencia que los residuos

aprovechables representan la mayor proporción, con un 73,79% del total, mientras que los no aprovechables constituyen el 26,21%.

Tabla 24

Datos de la composición física de los residuos sólidos domiciliarios

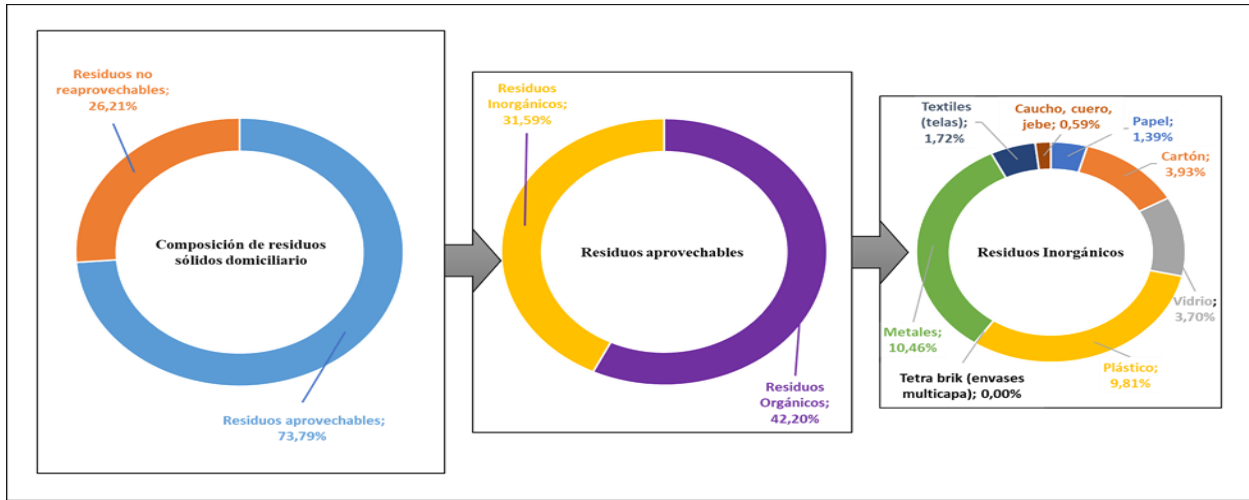
Tipo de residuo sólido domiciliarios	Composición							Total kg	Composición porcentual %
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7		
	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg		
Residuos aprovechables	67,35	77,34	70,47	59,60	56,84	59,72	46,25	437,56	73,79
Residuos Orgánicos	37,87	40,55	38,70	33,47	32,82	35,48	31,34	250,24	42,20
Residuos de alimentos (restos de comida, cascara, restos de frutas, verduras, hortalizas y otros similares)	35,12	38,19	36,17	31,55	30,65	33,76	30,13	235,56	39,72
Residuos de maleza y poda (restos de flores, hojas, tallos, grass, otros similares)		0,54	0,41		0,37	0,40	0,86	2,57	0,43
Otros orgánicos (estiércol de animales menores, huesos y similares)	2,75	1,82	2,12	1,93	1,81	1,33	0,35	12,11	2,04
Residuos Inorgánicos	29,48	36,79	31,77	26,12	24,02	24,24	14,91	187,32	31,59
Papel	2,28	1,03	1,26	0,66	1,22	0,79	0,98	8,22	1,39
Blanco	1,48	1,03	0,58	0,35	1,01	0,26	0,24	4,96	0,84
Periódico								0,00	0,00
Mixto (páginas de cuadernos, revistas, otros similares)	0,80		0,67	0,31	0,21	0,52	0,74	3,27	0,55
Cartón	2,81	3,71	2,71	2,84	3,67	4,46	3,12	23,30	3,93
Blanco (liso y cartulina)	0,53	0,80	0,48	0,36	0,56	0,69	0,95	4,38	0,74
Marrón (Corrugado)	1,62	2,15	1,84	2,31	2,15	2,84	1,32	14,23	2,40
Mixto (tapas de cuaderno, revistas, otros similares)	0,66	0,76	0,39	0,16	0,95	0,93	0,85	4,69	0,79
Vidrio	4,11	3,38	2,77	4,31	2,04	4,09	1,22	21,91	3,70
Transparente	1,35	1,03	1,90	2,31	1,57	2,32	0,24	10,72	1,81
Otros colores (marrón – ámbar, verde, azul, entre otros)		2,35	0,87	0,46	0,47	0,83	0,98	5,95	1,00
Otros (vidrio de ventana)	2,76			1,54		0,94		5,24	0,88
Plástico	9,95	7,62	7,88	8,58	9,58	8,51	6,05	58,16	9,81
PET-Tereftalato de polietileno (1) (aceite y botellas de bebidas y agua, entre otros similares)	3,70	3,97	2,93	3,21	1,99	2,64	2,16	20,60	3,47
PEAD-Polietileno de alta densidad (2) (botellas de lácteos, shampoo, detergente líquido, suavizante)	1,97	0,87	0,63	1,35	1,69	0,62	0,26	7,40	1,25
PEBD -Polietileno de baja densidad (4) (empaques de alimentos, empaques de plástico de papel higiénico, empaques de detergente, empaque film)	0,86	0,53	1,03	0,98	1,57	0,93	0,15	6,05	1,02
PP-polipropileno (5) (baldes, tinas, rafia, estuches negros de CD, tapas de bebidas, tapers)	1,43	0,52	0,48	1,35	1,80	0,74	0,35	6,68	1,13
PS -Poliestireno (6) (tapas cristalinas de Cds, micas, vasos de yogurt, cubetas de helado, envases de lavavajilla)	1,98	1,15	0,99	1,02	1,98	1,93	1,63	10,70	1,80
PVC-Policloruro de vinilo (3) (Tuberías de agua, desagüe y eléctricas)		0,57	1,82	0,66	0,55	1,65	1,49	6,74	1,14

Tetra brik (envases multicapa)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Metales	9,17	10,47	15,22	9,74	7,51	6,39	3,55	62,05	10,46
Latas-hojalata (latas de leche, atún, entre otros)	3,87	3,52	2,78	4,01	3,97	2,64	2,31	23,10	3,90
Acero								0,00	0,00
Fierro	5,30	4,49	7,65	3,98	2,96	3,75	1,23	29,35	4,95
Aluminio		2,46	4,80	1,75	0,58			9,59	1,62
Otros Metales								0,00	0,00
Textiles (telas)	0,84	0,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,77	0,30
Caucho, cuero, jebe	0,32	1,24	1,93	0,00	0,00	0,00	0,00	3,49	0,59
Residuos no reaprovechables	21,91	19,60	23,48	27,10	23,40	23,18	16,79	155,46	26,21
Bolsas plásticas de un solo uso	1,61	0,99	1,08	1,57	0,96	0,98	0,98	8,18	1,38
Residuos sanitarios (Papel higiénico/Pañales/toallas sanitarias, excretas de mascotas.)	14,31	13,84	15,71	15,57	14,66	15,98	12,53	102,60	17,30
Pilas	0,65	0,28		2,53	1,85	1,50	0,20	7,00	1,18
Tecnopor (poliestireno expandido)	0,62	0,86	0,87	1,66	0,94	0,97	0,81	6,74	1,14
Residuos inertes (tierra, piedras, cerámicos, ladrillos, entre otros)	1,33	1,06	2,47	1,49	1,73	1,42	0,53	10,03	1,69
Restos de medicamentos		0,01	0,54	0,25	0,25	0,21	0,16	1,42	0,24
Envolturas de snacks, galletas, caramelos, entre otros	0,44	0,58	0,62	1,24	1,01	0,63	0,25	4,77	0,81
Otros residuos no categorizados	2,95	1,98	2,18	2,80	2,00	1,48	1,32	14,71	2,48
Total	89,26	96,94	93,95	86,70	80,24	82,90	63,04	593,02	100,00

La Figura 11 muestra la composición jerárquica de los residuos sólidos domiciliarios, destacando que el 73,79% son aprovechables y el 26,21% no lo son. Dentro de los aprovechables, el 42,20% son residuos orgánicos, ideales para compostaje, y el 31,59% son inorgánicos reciclables. Entre estos últimos, predominan los metales 10,46%, plásticos 9,81%, vidrios 3,70% papel 1,39% y cartón 9,93%, mientras que textiles, caucho y otros representan fracciones menores. Estos resultados presentan valores inferiores a comparación de los obtenidos por Benavidez et al. (2022), quienes reportaron que la composición de residuos sólidos domésticos de la ciudad de Lajas está constituida por el 82,59% de aprovechables (69,42% son residuos orgánicos y 13,16% residuos inorgánicos), mientras que los no aprovechables constituyen el 17,41%. De acuerdo a estos resultados, es importante señalar que estos son influenciados por el nivel socioeconómico y las actividades que realizan los habitantes.

Figura 11

Composición porcentual de residuos sólidos domiciliarios



Composición física de los residuos no domiciliarios. En la Tabla 25 se muestran los datos de la composición física de los residuos sólidos no domiciliarios del caserío de Chuyabamba.

Tabla 25

Composición física de los residuos sólidos no domiciliarios del caserío de Chuyabamba

Tipo de residuo sólido no domiciliarios	Composición							Total Kg	Composición porcentual %
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7		
	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg		
Residuos aprovechables	67,56	61,61	63,63	66,30	65,11	24,32	20,69	366,67	73,79
Residuos Orgánicos	23,28	33,44	35,49	30,41	33,65	13,62	12,55	182,45	36,71
Residuos de alimentos (restos de comida, cáscaras, restos de frutas, verduras, hortalizas y otros similares)	20,37	28,38	29,96	27,67	29,36	13,62	12,55	161,91	32,58
Residuos de maleza y poda (restos de flores, hojas, tallos, grass, otros similares)	1,35	3,59	2,57	0,70	2,86			11,08	2,23
Otros orgánicos (estiércol de animales menores, huesos y similares)	1,57	1,47	2,96	2,04	1,42			9,46	1,90
Residuos Inorgánicos	44,28	28,17	28,14	35,89	31,46	10,70	8,14	184,22	37,07
Papel	3,16	3,11	4,65	2,86	3,51	0,95	1,06	19,30	3,88
Blanco	2,58	1,99	1,95	1,88	1,93	0,95	0,23	11,51	2,32
Periódico	0,10	0,60	0,74		0,19			1,63	0,33
Mixto (páginas de cuadernos, revistas, otros similares)	0,47	0,53	1,96	0,98	1,39		0,83	6,16	1,24
Cartón	5,86	3,77	4,71	5,05	5,60	1,78	1,24	28,01	5,64
Blanco (liso y cartulina)	1,65	0,79	2,13	1,42	2,81	0,47		9,28	1,87

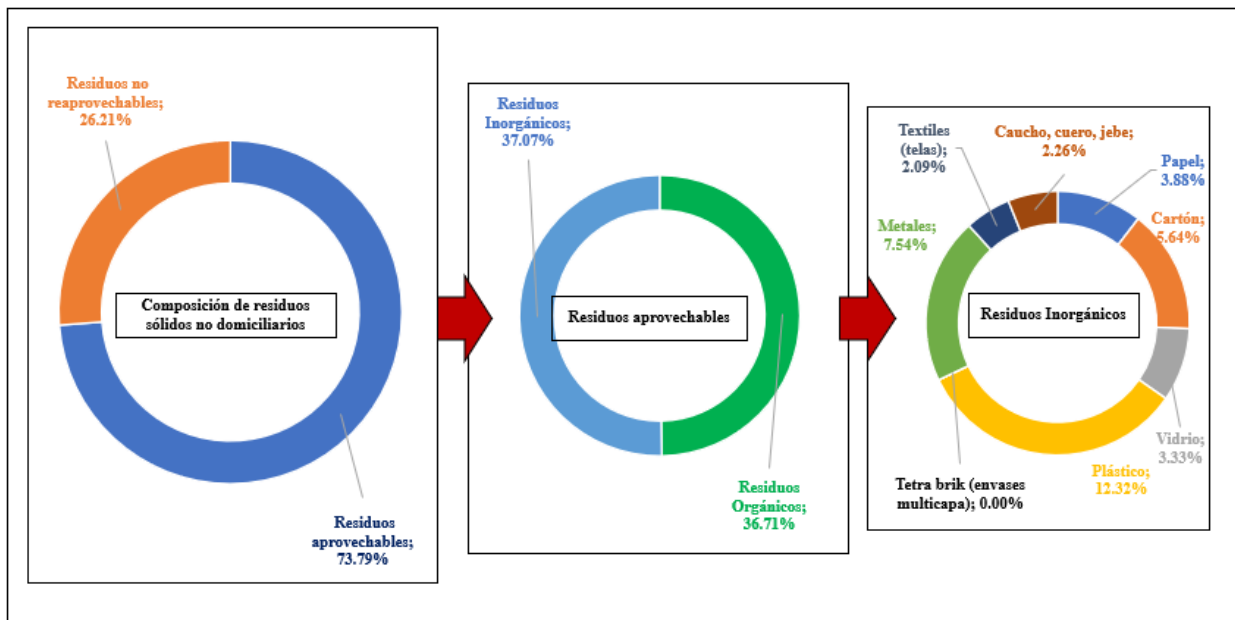
Marrón (Corrugado)	2,87	2,59	2,15	2,70	1,86	0,57	1,24	13,97	2,81
Mixto (tapas de cuaderno, revistas, otros similares)	1,34	0,40	0,43	0,94	0,92	0,74		4,76	0,96
Vidrio	5,58	2,59	1,85	3,30	2,90	0,00	0,35	16,57	3,33
Transparente	2,65	2,59	1,85	1,95	1,52			10,56	2,13
Otros colores (marrón – ámbar, verde, azul, entre otros)								0,00	0,00
Otros (vidrio de ventana)	2,94			1,35	1,38		0,35	6,01	1,21
Plástico	15,62	8,85	8,28	11,63	8,62	3,98	4,26	61,23	12,32
PET–Tereftalato de polietileno (1) (aceite y botellas de bebidas y agua, entre otros similares)	3,37	2,65	2,68	2,95	2,81	1,24	1,40	17,10	3,44
PEAD-Polietileno de alta densidad (2) (botellas de lácteos, shampoo, detergente líquido, suavizante)	2,87	1,57	1,63	1,39	1,54	0,82	0,86	10,68	2,15
PEBD -Polietileno de baja densidad (4) (empaques de alimentos, empaques de plástico de papel higiénico, empaques de detergente, empaque film)	2,59	1,68	1,21	1,49	1,12	0,56	0,62	9,29	1,87
PP-polipropileno (5) (baldes, tinas, rafia, estuches negros de CD, tapas de bebidas, tapers)	3,57	2,25	1,44	2,62	1,33	0,62	0,42	12,25	2,46
PS -Poliestireno (6) (tapas cristalinas de Cds, micas, vasos de yogurt, cubetas de helado, envases de lavavajilla)	1,27	0,68	0,73	1,84	0,85	0,73	0,97	7,07	1,42
PVC-Policloruro de vinilo (3) (Tuberías de agua, desagüe y eléctricas)	1,94		0,60	1,33	0,98			4,85	0,98
Tetra brik (envases multicapa)	0,00	0,00	0,00	0,00	2,56	0,00	0,00	0,00	0,00
Metales	8,72	4,31	5,72	9,91	5,91	1,67	1,23	37,46	7,54
Latas-hojalata (latas de leche, atún, entre otros)	3,20	2,76	2,97	3,93	2,21	1,67	1,23	17,97	3,62
Acero								0,00	0,00
Fierro	3,64		2,75	3,94	2,68			13,01	2,62
Aluminio	1,88			2,04	1,02			4,94	0,99
Otros Metales		1,55						1,55	0,31
Textiles (telas)	2,35	2,75	0,98	1,84	1,36	1,12	0,00	10,40	2,09
Caucho, cuero, jebe	2,98	2,79	1,95	1,31	0,99	1,21	0,00	11,24	2,26
Residuos no Re aprovechables	25,85	23,04	18,51	22,77	18,94	10,50	10,65	130,26	26,21
Bolsas plásticas de un solo uso	1,88	0,85	0,95	1,34	0,97	0,46	0,64	7,10	1,43
Residuos sanitarios (Papel higiénico/Pañales/toallas sanitarias, excretas de mascotas.)	10,69	10,58	9,26	10,35	9,48	5,61	6,23	62,20	12,52
Pilas	0,70	0,50	0,74	0,94	0,14	0,21	0,51	3,74	0,75
Tecnopor (poliestireno expandido)	2,97	1,88	1,66	1,85	0,97	0,94	0,38	10,65	2,14
Residuos inertes (tierra, piedras, cerámicos, ladrillos, entre otros)	3,93	2,81	1,47	2,84	1,65	0,53		13,22	2,66
Restos de medicamentos	1,35	0,58	0,83	0,62	1,04	0,83	1,30	6,56	1,32
Envolturas de snacks, galletas, caramelos, entre otros	1,48	2,97	1,63	1,94	2,76	0,98	0,85	12,62	2,54
Otros residuos no categorizados	2,85	2,87	1,95	2,90	1,93	0,94	0,74	14,17	2,85
Total	93,41	84,65	82,14	89,08	84,05	34,83	31,34	496,93	100,00

La Figura 12 representa la composición de los residuos sólidos domiciliarios en niveles jerárquicos. Inicialmente, se observa que el 73,79% de los residuos son aprovechables y el 26,21%

no lo son. Dentro de los aprovechables, la mayoría (37,07%) corresponde a residuos inorgánicos reciclables, mientras que los orgánicos representan una proporción menor, con un 36,71%. Entre los residuos inorgánicos, los plásticos (12,32%) y los metales (7,54%) destacan como las fracciones más significativas, seguidos del vidrio (3,33%), el cartón (5,64%) y el papel (3,88%). Otros materiales, como los textiles (2,09%) y el caucho/cuero (2,26%), presentan una participación menor.

Figura 12

Composición porcentual de residuos sólidos no domiciliarios



Composición física general de los residuos municipales. Los residuos sólidos generados tanto en las viviendas como en los establecimientos no domiciliarios del caserío de Chuyabamba no son gestionados por la Municipalidad de Chota. Esto ha derivado en la falta de infraestructura adecuada para su disposición final, lo que lleva a la población a recurrir a la quema como método de manejo de residuos.

En la Tabla 26 se presenta el porcentaje correspondiente a cada tipo de residuo. Asimismo, la Figura 24 evidencia que los residuos valorizables representan el 73,79%. Sin embargo, estos residuos no están siendo recolectados en la actualidad, lo que resalta la urgencia de implementar un programa de recolección selectiva liderado por la municipalidad. Además, es importante señalar que, hasta la fecha, los residuos orgánicos no han sido objeto de valorización.

Tabla 26

Composición porcentual de los residuos sólidos municipales

Tipo de residuo	Peso kg	Composición %
Residuos aprovechables	114,89	73,79
Residuos Orgánicos	61,81	39,46
Residuos Inorgánicos	53,08	34,33
Papel	3,93	2,64
Cartón	7,33	4,78
Vidrio	5,50	3,51
Plástico	17,06	11,06
Metales	14,22	9,00
Textiles (telas)	1,74	1,20
Caucho, cuero, jebe	2,10	1,43
Residuos no reaprovechables	40,82	26,21
Total	155,71	100,00

4.1.1.5. Determinación del porcentaje de humedad

Porcentaje de humedad de residuos sólidos domiciliarios. En la Tabla 27 se muestran los datos obtenidos para la determinación del % de humedad de los residuos domiciliarios.

Tabla 27*Determinación de humedad de residuos sólidos domiciliarios*

Fuente generadora	N° de muestra	Entrada de muestra al laboratorio de la UNACH				Cálculo del % de humedad:			$\% \text{ humedad} = \frac{P_0 \text{ humedo} - P_f \text{ seco}}{P_0 \text{ humedo}} \times 100$		
		Fecha	Hora	Fecha	Hora	Equipo	$P_0 \text{ humedo}$ (g)	$P_f \text{ seco}$ (g)	Tiempo de secado (h)	Temperatura (°C)	% de humedad
Residuos domiciliarios	1	14/10/2024	11:50 a. m.	15/10/2024	8:00 a. m.	Estufa	355,84	106,31	20	90	70,12
Residuos domiciliarios	1	15/10/2024	12:50 p. m.	16/10/2024	9:00 a. m.	Estufa	250	82,41	20	90	67,04
% de humedad Promedio											68,58

Porcentaje de humedad de los residuos sólidos no domiciliarios. En la Tabla 28 se muestran los datos obtenidos para la determinación del porcentaje de humedad de los residuos no domiciliarios en dos fechas: el 14/10/2024, con un 70,12%, y el 15/10/2024, con un 67,04%, obteniéndose un promedio de 68,58%. El porcentaje de humedad representa la proporción de agua contenida en los residuos sólidos domiciliarios en relación con su peso total, expresada en porcentaje. En términos cuantitativos, esto significa que, por cada 100 kg de residuos domiciliarios generados, aproximadamente 68,58 kg corresponden a agua, en promedio. Estos valores indican un alto contenido de humedad en los residuos, lo cual es característico de una fracción orgánica predominante y puede influir en los métodos de tratamiento y disposición final.

Tabla 28*Determinación de humedad de residuos sólidos no domiciliarios*

Fuente generadora	N° de muestra	Entrada de muestra al laboratorio de la UNACH				Cálculo del % humedad			$\% \text{ humedad} = \frac{P_0 \text{ humedo} - P_f \text{ seco}}{P_0 \text{ humedo}} \times 100$		
		Fecha	Hora	Fecha	Hora	Equipo	$P_0 \text{ humedo}$ (g)	$P_f \text{ seco}$ (g)	Tiempo de secado (h)	Temperatura (°C)	% de humedad
Residuos no domiciliarios	1	14/10/2024	11:50 a. m.	14/10/2024	8:00 a. m.	Estufa	325,27	93,98	20	90	71,11
Residuos no domiciliarios	1	15/10/2024	12:50 p. m.	15/10/2024	9:00 a. m.	Estufa	250	65,46	20	90	73,82
% de humedad Promedio											72,46

Humedad total de los residuos municipales. En la Tabla 29 se detallan los resultados obtenidos, incluyendo la humedad calculada en función del peso total de los residuos sólidos.

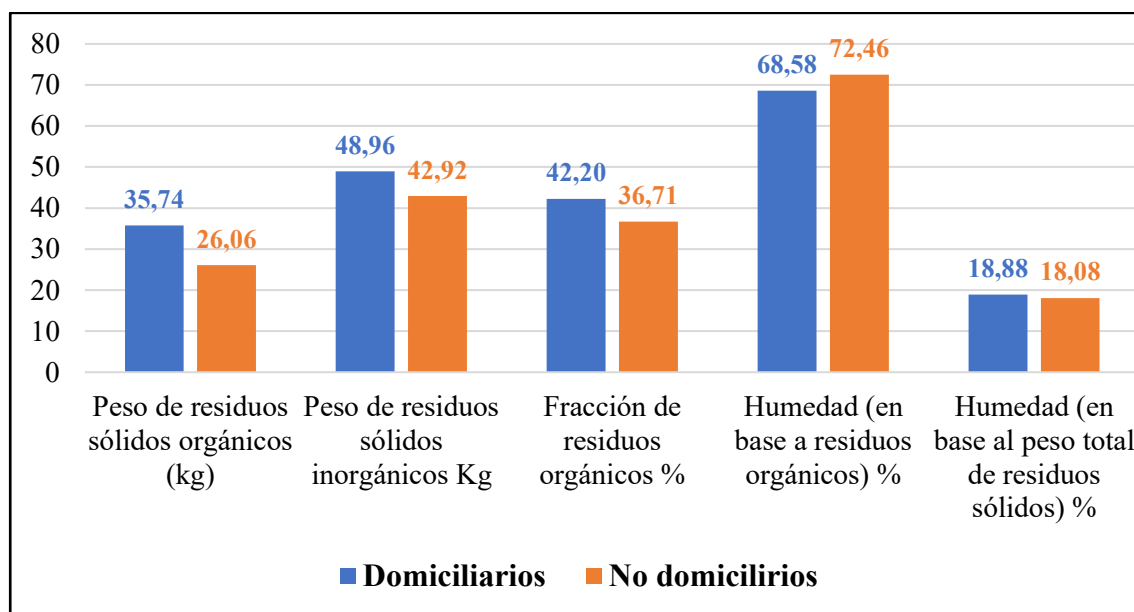
Tabla 29

Humedad total de los residuos municipales

Tipo de generador	Peso de residuos sólidos orgánicos kg	Peso de residuos sólidos inorgánicos kg	Fracción de residuos orgánicos %	Humedad (en base a residuos orgánicos) %	Humedad (en base a peso total de residuos sólidos) %
Domiciliarios	35,74	48,96	42,20	68,58	24,51
No Domiciliarios	26,06	44,92	36,71	72,46	18,88

Figura 13

Humedad total de los residuos municipales



La Figura 13 muestra la comparación de residuos sólidos domiciliarios y no domiciliarios en términos de peso, fracción orgánica y humedad. Los residuos domiciliarios presentan mayor peso total y mayor proporción de residuos orgánicos (42,20%), con un contenido de humedad del 68,58% en la fracción orgánica y 24,51% en el total de residuos, similar al valor de humedad de 69,29% obtenido por Jaime et al. (2021) en residuos orgánicos principalmente. En contraste, los

residuos no domiciliarios tienen menor peso total, pero mayor humedad en su fracción orgánica (72,46%), aunque su humedad total es menor (18,88%). Esto es coherente ya que los residuos no domiciliarios son producidos generalmente por restaurantes, donde se generan desperdicios de frutas, hortalizas, sobras de comida, entre otros, que tienen una mayor humedad.

4.2. Propuestas para una buena gestión de residuos sólidos

4.2.1. Proponer acciones para el buen manejo de los residuos sólidos generados en el caserío de Chuyabamba, provincia de Chota

Las propuestas se fundamentan en la clasificación y la generación per cápita de los residuos sólidos en el caserío de Chuyabamba. Se estima que anualmente se generan 158,88 toneladas de residuos municipales, de los cuales el 39,46% corresponde a residuos orgánicos y el 34,33% a materiales reciclables.

a) Implementación del proceso de valorización de residuos sólidos

El análisis de la caracterización muestra que el 73,79% de los residuos del caserío corresponde a fracciones aprovechables, lo que supone un volumen de 117,24 toneladas por año con potencial de recuperación. Este tipo de valorización está alineado con los criterios sugeridos en la Guía para elaborar el plan distrital de manejo de residuos sólidos del MINAM (2019), donde se señala que los municipios rurales pueden reducir sus costos operativos priorizando el reciclaje y el compostaje.

- Reducción potencial en el relleno sanitario:

Si se aplica un sistema básico de segregación y un mecanismo de acopio local, es razonable asumir que al menos el 50% de los residuos aprovechables puedan recuperarse. Con ello se evitaría el traslado de aproximadamente 58,61 t/año, disminuyendo la presión sobre el sistema de disposición final.

- **Impacto económico estimado:**

Para la estimación económica se consideraron precios reales de mercado, publicado por Chatarraperu.com, (2025):

- PET transparente: entre S/ 0,80 y S/ 1,10/kg.
- Papel y cartón: precios entre S/ 0,25 y S/ 0,35/kg.
- Metales livianos (aluminio): entre S/ 0,70 y S/ 1,20/kg.
- Vidrio: alrededor de S/ 0,10/kg,

Tomando como base estos valores de referencia y considerando una recuperación del 50% (aprox. 29,30 t/año), la comunidad podría obtener entre S/ 8 000 y S/ 10 000 anuales, dependiendo del material recuperado y de la demanda del acopiador

- **Estrategia de implementación:**

- Segregación doméstica en tres fracciones: orgánicos, reciclables y no aprovechables.
- Instalación de puntos de acopio comunitarios.
- Coordinación con recicladores formales registrados en Registro nacional de recicladores (RNR).
- Campañas permanentes de educación ambiental.

- **Resultados esperados:**

- Menor volumen de residuos almacenados o dispuestos inadecuadamente.
- Ingresos modestos pero constantes por venta de reciclables.
- involucramiento de la población en la valorización.

b) Programa comunitario de compostaje

La fracción orgánica representa 39,46% del total (aprox. 61,96 t/año). En zonas rurales, el

manejo inadecuado de estos residuos genera presencia de vectores, lixiviados y contaminación de suelos. Su aprovechamiento mediante compostaje es una alternativa viable para comunidades pequeñas.

- **Reducción potencial:**

Si la comunidad compostea el 70% de la fracción orgánica, se estarían evitando 43,3 t/año de residuos que actualmente terminarían en espacios de disposición informal.

- **Impacto económico estimado:**

El compost producido puede emplearse en los cultivos locales o venderse. El precio del compost según ViveroNorteSur (n.d.) oscila entre S/ 250 y S/ 350 por tonelada en ferias agroecológicas y viveros, lo cual con una producción aproximada de 30 t/año, los ingresos potenciales bordean los S/ 9 000 por año.

- **Estrategia de implementación:**

- Crear un módulo comunitario de compostaje (pilas, composteros o biodigestores).
- Capacitar a las familias para reducir residuos desde el hogar.
- Utilizar el compost en suelos agrícolas locales o comercializarlo a agricultores.

- **Resultados esperados:**

- Menor cantidad de residuos orgánicos sin tratamiento.
- Recuperación de suelos mediante abono natural.
- Participación activa de la comunidad en la valorización.

c) Conformación de un comité de gestión de residuos sólidos

La experiencia de otros caseríos muestra que la organización comunitaria es determinante para la sostenibilidad de las iniciativas. Por ello, se propone la conformación de un comité encargado de planificar, coordinar y supervisar las acciones de gestión de residuos

Acciones:

- Convocar a representantes de la comunidad interesados en la gestión ambiental.
- Capacitar al comité en temas de gestión de residuos, reciclaje y normativas ambientales.
- Establecer un plan de acción y supervisión de las estrategias implementadas.
- Buscar apoyo de entidades gubernamentales y ONG para fortalecer la gestión de residuos.

Resultados esperados:

- Mayor organización y coordinación en la gestión de residuos sólidos.
- Creación de estrategias sostenibles a largo plazo.
- Mayor compromiso comunitario en la preservación del medio ambiente

d) Implementación de un sistema de transporte de residuos al relleno sanitario

Actualmente, el caserío no cuenta con un sistema regular de traslado de residuos, lo que explica la acumulación en áreas públicas. Considerando una generación diaria de 0,44 t, se requieren rutas constantes hacia el relleno sanitario de Chota.

Acciones:

- Solicitar a la Municipalidad Provincial un vehículo recolector asignado al caserío.
- Establecer al menos una recolección semanal (equivalente a 3,08 t/semana).
- Establecer horarios y puntos de recolección.
- Coordinar con la población para la entrega adecuada.

Resultados esperados:

- Reducción de puntos críticos de acumulación.
- Mejora en la salud pública.

- Traslado adecuado de residuos hacia infraestructura autorizada.

e) Resumen de impacto de las propuestas

Tabla 30

Resumen de impacto de las propuestas

Estrategia	Reducción estimada de residuos (toneladas/año)	Potenciales ingresos anuales (S/.)
Reciclaje y valorización	59,25	8 000 – 10 000
Compostaje	43,3	9 000
Residuos destinados al relleno sanitario	56,33	–
Generación total anual	158,88 (carga anual)	–

4.3. Contrastación de hipótesis

En función de los resultados obtenidos y del análisis detallado realizado, se acepta la hipótesis general, dado que se comprobó que los residuos sólidos municipales del caserío de Chuyabamba presentan características definidas de generación per cápita, densidad, humedad y composición física, con predominio de residuos aprovechables.

Es relevante aclarar que la aceptación de la hipótesis se llevó a cabo desde una perspectiva descriptiva, sin determinar vínculos causales o de influencia en la gestión de residuos, y solamente confirmando rasgos inherentes al sistema de producción de residuos sólidos municipales.

Es importante aclarar también que la generación per cápita (GPC) solo se analizó a nivel domiciliario, ya que en los generadores no domiciliarios (como restaurantes, instituciones educativas y establecimientos comerciales), la generación se representa mediante unidades diferentes (kg/establecimiento/día).

4.3.1. Análisis de la Generación Per Cápita (GPC) Domiciliaria

Tabla 31

Estadísticos descriptivos de la generación per cápita domiciliaria (kg/hab/día)

Descriptivos					
Tipo de generador		Estadístico	Desv. Error		
Generación promedio (kg/hab/día)	Domiciliarios	Media	,4557	,01053	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,4346	
			Límite superior	,4768	
		Media recortada al 5%	,4543		
		Mediana	,4480		
		Varianza	,006		
		Desv. Desviación	,07741		
		Mínimo	,31		
		Máximo	,65		
		Rango	,34		
		Rango intercuartil	,09		
		Asimetría	,149	,325	
		Curtosis	-,208	,639	

En la Tabla 31, la GPC domiciliaria presenta una media de 0,4557 kg/hab/día y una desviación estándar de 0,0774, lo cual indica una variabilidad moderada dentro de la población evaluada. La asimetría cercana a cero confirma una distribución bastante equilibrada.

Asimismo, la prueba de normalidad de Shapiro–Wilk (Tabla 32) arrojó un p-valor de **0,654** ($p > 0,05$), confirmando que los datos cumplen con el supuesto de normalidad como se observa en la (Figura 14). Esto valida el uso de pruebas paramétricas para el análisis posterior y permite caracterizar de manera confiable el patrón de generación per cápita domiciliaria en el caserío de Chuyabamba.

Tabla 32

Pruebas de normalidad para la GPC domiciliaria

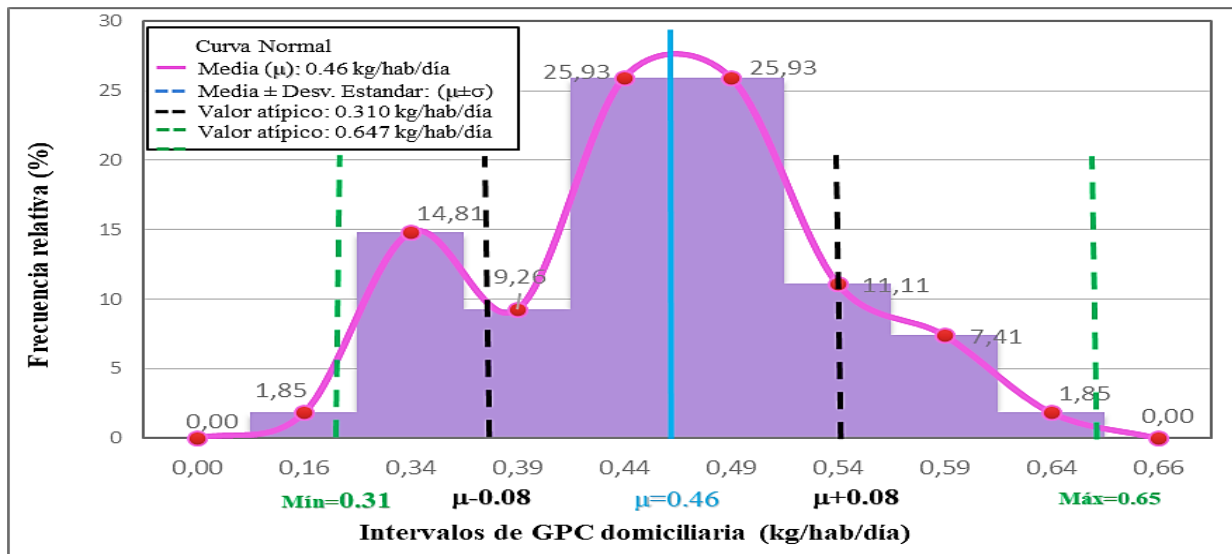
Pruebas de normalidad							
Generación promedio (kg/hab/día)	Tipo de generador	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
	Domiciliarios	,073	54	,200*	,983	54	,654

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Figura 14

Distribución de frecuencia y curva de normalidad – GPC domiciliaria



4.3.2. Comparación de densidad entre residuos domiciliarios y no domiciliarios

Tabla 33

Estadísticas de grupo para la densidad (kg/m³)

Estadísticas de grupo					
	Tipo de generador	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Densidad (kg/m ³)	Domiciliarios	7	155,0429	2,99325	1,13134
	No domiciliarios	7	219,7000	14,81047	5,59783

En la Tabla 33 se observa que los residuos domiciliarios presentan una densidad promedio de 155,04 kg/m³, mientras que los residuos no domiciliarios alcanzan una densidad promedio de 219,70 kg/m³, evidenciando una diferencia relevante entre ambos tipos de generadores.

Tabla 34

Prueba T de Student para la comparación de densidad

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								Inferior	Superior	
Densidad (kg/m ³)	Se asumen varianzas iguales	8,543	,013	-11,321	12	,000	-64,65714	5,71101	-77,10037	-52,21392
	No se asumen varianzas iguales			-11,321	6,489	,000	-64,65714	5,71101	-78,37998	-50,93430

La prueba de Levene (Tabla 34) mostró un p-valor de 0,013 ($< 0,05$), indicando que las varianzas no son homogéneas. En este contexto, la prueba t de Student evidenció un p-valor de 0,000 ($< 0,05$), lo que confirma la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos. En consecuencia, se concluye que la densidad de los residuos no domiciliarios es significativamente mayor que la de los residuos domiciliarios, lo que refleja un patrón diferenciado asociado al tipo de generador.

4.3.3. Prueba T de Student para comparación de Humedad

Tabla 35

Estadísticas de grupo para humedad (%)

Estadísticas de grupo					
	Tipo de generador	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Humedad (%)	Domiciliarios	2	68,5800	2,17789	1,54000
	No domiciliarios	2	72,4650	1,91626	1,35500

Según los resultados presentados en la Tabla 35, los residuos domiciliarios registran un contenido promedio de humedad de **68,58 %**, mientras que los residuos no domiciliarios alcanzan un valor promedio de 72,46 %. En ambos casos, la variabilidad es baja, lo que indica consistencia en las mediciones realizadas.

No obstante, la prueba t de Student (Tabla 36) arrojó un p-valor de 0,199 ($> 0,05$), lo que indica que no existen diferencias estadísticamente significativas en el contenido de humedad entre los residuos domiciliarios y no domiciliarios. Esta similitud sugiere la

predominancia de residuos orgánicos en ambos tipos de generadores, constituyendo un patrón común relevante desde el punto de vista operativo.

Tabla 36

Prueba T de Student para humedad (%)

		Prueba de muestras independientes							
		Prueba de Levene		prueba t para la igualdad de medias					
		Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								Inferior	Superior
Humedad (%)	Se asumen varianzas iguales	.	- 1,894	2	,199	-3,88500	2,05125	-12,71081	4,94081
	No se asumen varianzas iguales		- 1,894	1,968	,201	-3,88500	2,05125	-12,84927	5,07927

4.3.4. Comparación de la composición de residuos

Tabla 37

Tabla cruzada tipo de generador × composición

		Recuento										
		Composición									Total	
		Orgánicos	Papel	Cartón	Vidrio	Plásticos	Tetra Brik	Metales	Textiles (Telas)	Caucho, cuero, jebe	Residuos no aprovechables	
Tipo de generador	Domiciliarios	36	12	3	3	8	0	9	1	1	22	95
	No domiciliarios	26	3	4	2	9	0	5	1	2	19	71
Total		62	15	7	5	17	0	14	2	3	41	166

La Tabla 37 muestra la distribución de la composición de los residuos sólidos según el tipo de generador. En ambos casos se observa una predominancia de residuos orgánicos y residuos no aprovechables, acompañados de fracciones menores de materiales reciclables como papel, cartón, plásticos y metales.

La prueba de chi-cuadrado de Pearson (Tabla 38) presentó un p-valor de **0,764 (> 0,05)**, lo que indica que no existen diferencias estadísticamente significativas en la composición de los residuos entre los generadores domiciliarios y no domiciliarios. Este resultado evidencia que ambos comparten patrones similares de composición, propios del contexto rural del caserío de Chuyabamba.

Tabla 38

Prueba de chi-cuadrado para comparación de composición

Pruebas de chi-cuadrado			
	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	5,761 ^a	9	,764
Razón de verosimilitud	6,042	9	,736
Asociación lineal por lineal	,648	1	,421
N de casos válidos	166		

Nota. a. 10 casillas (50,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,00.

Estos En función de los resultados obtenidos, se concluye que **se rechaza la hipótesis nula (H₀) y se acepta la hipótesis alterna (H₁)**, dado que la caracterización de los residuos sólidos municipales permitió identificar patrones específicos de generación y características físicas, evidenciados principalmente en la generación per cápita y la densidad de los residuos, así como patrones comunes en la composición y la humedad entre los generadores domiciliarios y no domiciliarios.

4.4. Discusión de resultados

El estudio realizado en el caserío de Chuyabamba permitió caracterizar los residuos sólidos municipales, determinando indicadores clave como la generación per cápita (GPC), la densidad, la composición y el porcentaje de humedad. Estos hallazgos fueron comparados con estudios previos a nivel nacional y local para contextualizar los resultados y evaluar su impacto en la gestión de residuos sólidos en la comunidad.

La generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios en Chuyabamba fue de 0,46 kg/hab/día, con una desviación estándar de 0,08 (Tabla 9), siendo este valor similar al reportado por Quillahuamán (2023) en el Centro Poblado Menor de Chen Chen, Moquegua (0,52 kg/hab/día), pero superior al hallado por Mendoza (2023) en Salcedo, Puno (0,20 kg/hab/día), lo que puede deberse a que en zonas urbanas existen un mayor acceso a productos envasados y por ende tienden a generar más residuos por persona, mientras que áreas rurales se producen menos debido a un mayor predominio de residuos orgánicos frescos y menor consumo de empaques industriales. En ese contexto, Esteban & Quesada (2022) en una ciudad tropical de Colombia, Puerto Carreño, capital del municipio de Vichada reportaron una GPC de 0,50 kg/cápita/día, y Taboada (2023) también identificó en distrito de Cajaruro, Utcubamba, Amazonas una la generación municipal de 0,58 kg/hab/día, siendo estos reportes ligeramente superiores al valor obtenido en el presente estudio. Sin embargo, Esquivel (2023) reportó una generación per cápita de residuos sólidos de 0,46 Kg/hab/día en el Distrito de San Pedro, siendo igual al valor reportado en esta investigación, mostrando claramente disparidad entre estas investigaciones, lo cual puede estar influenciado por la densidad de población, los patrones de consumo y la infraestructura para tratar residuos que existe en cada lugar, demostrándose de forma general, que la GPC de

Chuyabamba muestra un nivel moderado; sin embargo se debe aplicar estrategias para mejorar el sistema para recolectar y disponer de los desechos en esa localidad.

Respecto a la densidad de los residuos sólidos municipales, se determinó que los residuos domiciliarios presentan un valor promedio de $155,04 \text{ kg/m}^3$ (Tabla 21), mientras que los residuos no domiciliarios alcanzan los $219,70 \text{ kg/m}^3$ (Tabla 22). Estos resultados son inferiores a los reportados por Roman (2023) en San Juan de Yanacocha, donde los residuos domiciliarios tenían una densidad de 248 kg/m^3 y los no domiciliarios 301 kg/m^3 . En la misma línea, Ortiz (2019) al caracterizar los residuos generados a nivel de 519 distritos pertenecientes a las 25 regiones del Perú, identificó una densidad de los residuos sólidos de $233,985 \text{ kg/m}^3$, siendo la región selva la predominante. Asimismo, Esquivel (2023) en el Distrito de San Pedro, Provincia de Canchis, Cusco obtuvo una densidad promedio de los residuos sólidos domiciliarios de $206,6 \text{ kg/m}^3$ y de los residuos no domiciliarios un valor de $253,70 \text{ kg/m}^3$. Los mismos que son diferentes al valor de densidad de $122,68 \text{ kg/m}^3$ reportado por Cari (2023) en el área urbana del distrito de Lampa; así como también con los valores de densidad promedio de $255,52 \text{ kg/m}^3$ encontrados por Taboada (2023). Las diferencias pueden estar relacionadas con la composición de los residuos, el nivel de compactación y las prácticas de almacenamiento. En Chuyabamba, la menor densidad de los residuos domiciliarios sugiere que la mayoría de los materiales son livianos y de fácil compactación, lo que podría facilitar su recolección y transporte si se implementan estrategias adecuadas.

El análisis de composición de los residuos reveló que el 73,79% de los residuos domiciliarios son aprovechables, con un 42,20% de residuos orgánicos y un 31,59% de residuos inorgánicos reciclables (Tabla 24). En los residuos no domiciliarios, los materiales aprovechables alcanzan un 73,79%, con un 36,71% de residuos orgánicos y un 37,07% de inorgánicos reciclables.

Estos valores son comparables con los hallados por Flores & Diaz (2023) en Vila Vila, Tacna, donde el 70,75% de los residuos domiciliarios eran aprovechables y en los comercios y restaurantes la proporción alcanzaba el 85%. Asimismo, Esquivel (2023) en el Distrito de San Pedro obtuvo que el 78,28% de los residuos sólidos domiciliarios son aprovechables (45,5% fueron orgánicos y el 54,55% inorgánicos) y el resto (21,72%) son no reaprovechables. Mientras que en el caso de los residuos sólidos no domiciliarios encontró un 66,11% de residuos aprovechables, (47,72% orgánicos y el 52,28% inorgánicos). La similitud en los porcentajes indica que en Chuyabamba existe un alto potencial para la valorización de residuos mediante reciclaje y compostaje. La implementación de un sistema de segregación en la fuente podría optimizar el aprovechamiento de estos materiales, reduciendo el impacto ambiental y generando beneficios económicos para la comunidad. Complementario a ello, Cari (2023) al estudiar la composición de los residuos sólidos domiciliarios del área urbana del distrito de Lampa, obtuvo un 39,86% de materia orgánica, 19,39% de residuos inertes, 10,47% de residuos sanitarios, además de plástico (4,51%), cartón (3,69%) y papel (3,59%).

En cuanto al porcentaje de humedad, los residuos domiciliarios presentaron un valor promedio de 68,58% (Tabla 27), mientras que los residuos no domiciliarios alcanzaron el 72,46% (Tabla 28). Estos resultados son consistentes con los reportados por Guevara (2023) en el distrito de Chambará, Junín, donde la humedad en residuos domiciliarios fue de 69,25% y en residuos de mercados 71,40%; estos también son cercanos a los valores de humedad de 68,92% reportados en el ámbito domiciliario y 68,72% en el ámbito no domiciliario en el distrito de San Pedro, Provincia de Canchis (Esquivel, 2023), y valores inferiores (58,21%) fueron reportados por Taboada (2023) en residuos sólidos municipales en el distrito de Cajaruro, Utcubamba, Amazonas. La alta humedad en los residuos de Chuyabamba puede deberse a la predominancia de materia orgánica y

a la falta de mecanismos adecuados de almacenamiento y secado. Lo cual implica la necesidad de estrategias como el compostaje comunitario, que permitiría reducir el volumen de residuos enviados a disposición final y generar un producto útil para la agricultura local.

También, Cotrina (2025) al realizar un análisis de humedad de los residuos sólidos domiciliarios y no domiciliarios obtuvo valores de 71,36% y 68,42% respectivamente y la composición física de los residuos sólidos municipales (domiciliarios y no domiciliarios) fue de 63% (orgánicos), 24% (inorgánicos) y el 13% (no aprovechables); dichos resultados son cercanos a los obtenidos en el presente estudio, aunque tienen pequeñas diferencias que pueden explicarse por elementos propios de cada contexto local, como el tipo de actividades económicas que predominan, la accesibilidad a productos frescos, las costumbres de consumo y el nivel de gestión anterior de los residuos (Mamani, 2021). En el caso de Chuyabamba, como en el caso que examinó Cotrina son zonas rurales donde la fracción orgánica tiende a ser más alta porque se consumen de manera intensiva frutas, verduras y alimentos frescos. Esto también explica los niveles altos de humedad, pues los desechos orgánicos tienen un alto contenido de agua. Por otra parte, el número de viviendas que se muestrean, la duración del estudio, la regularidad con la que se compran alimentos procesados y el porcentaje de desperdicios provenientes de actividades comerciales o de servicios son factores que explican los cambios específicos en lo que respecta a composición física y humedad. En consecuencia, aunque los valores no son exactamente idénticos, ambos estudios revelan un patrón común en las áreas rurales del Perú, en el que la parte orgánica predomina y los índices de humedad superan el 60%. Esto confirma la plausibilidad y consistencia de los resultados obtenidos.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

La caracterización de los residuos sólidos municipales permitió identificar patrones diferenciados entre las fuentes domiciliarias y no domiciliarias, determinándose una generación per cápita domiciliaria promedio de 0,46 kg/hab/día y una generación promedio de 80,7 kg/día para los no domiciliarios. A nivel general, se estimó una GPC municipal consolidada de 0,56 kg/hab/día, evidenciando una gestión diferenciada según el tipo de fuente generadora.

Se determinó que la densidad promedio de los residuos sólidos municipales fue de 187,37 kg/m³ y un contenido de humedad promedio del 72,46% en la fracción orgánica. En cuanto a la composición, se evidenció que los residuos orgánicos representan la mayor fracción generada, con un 39,46%, seguidos de residuos inorgánicos reciclables, con un 34,33%, y no reciclables, con un 26,21%, siendo los residuos aprovechables el 73,79% del total. Esta estructura composicional representa un potencial significativo para implementar estrategias de valorización, como el compostaje y el reciclaje.

Se sostuvo, con base en los resultados referidos a la generación, la densidad, la humedad y la composición de los residuos, que el manejo de los residuos debe ser diferenciada según el tipo de fuente generadora, así como el aprovechamiento del alto potencial de valorización existente, y por lo que se refieren a la segregación en la fuente, el compostaje de la fracción orgánica, la recolección selectiva de materiales reciclables y los puntos de acopio comunitarios, complementados con programas de educación y sensibilización ambiental.

5.2. Recomendaciones

- La municipalidad provincial de Chota debe diseñar e implementar un sistema de gestión integral de residuos sólidos municipales adaptado a las características locales, priorizando el tratamiento de residuos orgánicos mediante compostaje y la valorización de residuos reciclables, en función del alto porcentaje de fracciones aprovechables identificado.
- Fortalecer la educación ambiental comunitaria, promoviendo la segregación en la fuente y la participación activa de la población, lo cual permitirá optimizar el aprovechamiento de residuos y reducir la cantidad de desechos dispuestos en botaderos o rellenos sanitarios.
- Utilizar los parámetros obtenidos (GPC, densidad, humedad y composición) como base técnica para la elaboración de políticas locales y planes municipales de gestión de residuos sólidos, asegurando que las decisiones se tomen sobre fundamentos estadísticos y técnicos confiables.
- La municipalidad provincial de Chota debe realizar estudios periódicos de caracterización de residuos sólidos municipales cada cinco años, conforme a la guía para la caracterización de residuos sólidos municipales, esto permitirá actualizar los datos, monitorear los cambios en la generación y composición de los residuos, y evaluar la efectividad de las estrategias de gestión implementadas a lo largo del tiempo.

CAPITULO VI REFERENCIAS

- Aaniamenga, P., Kayaga, S., Cotton, A., & Fisher, J. (2023). Municipal solid waste disposal operational performance in wa municipality, Ghana. *Journal of Health and Pollution*, 9. <https://doi.org/10.5696/2156-9614-9.23.190903>
- Abdel H., & Mansour, M. (2018). Solid waste issue: Sources, composition, disposal, recycling, and valorization. *Egyptian Journal of Petroleum*, 27(4), 1275–1290. <https://doi.org/10.1016/J.EJPE.2018.07.003>
- Alanya, K. (2023). *Estudio de caracterización y valoración de residuos sólidos en el distrito de Conayca, provincia de y región Huancavelica en el año 2019* [Tesis para optar el grado de Ingeniero Ambiental y Sanitario, Universidad Nacional de Huancavelica]. <https://hdl.handle.net/20.500.14597/5690>
- Badillo E., Fow, A., Alata, F., & Virú, P. (2020). Environmental and social analysis as risk factors for the spread of the 1 novel coronavirus (SARS-CoV-2) using remote sensing, GIS and analytical 2 hierarchy process (AHP): Case of Peru. *MedRxiv Preprint*. <https://doi.org/10.1101/2020.05.31.20118653>
- Bassey, U., Tom, A., Okono, U., John, M., Sinn, M., Bassey, A., Luke, U., & Narra, S. (2024). Characteristics and management of municipal solid waste in Uyo, Akwa Ibom state, Nigeria. *Scientific Reports*, 14(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-61108-0>
- Benavides, S. (2022). *Caracterización de residuos sólidos domiciliarios para la implementación de una propuesta de gestión de residuos en la ciudad de Lajas - Chota - Cajamarca 2020*. [Tesis para optar el grado de Ingeniero Forestal y Ambiental, Universidad Nacional Autónoma de Chota]. <https://repositorio.unach.edu.pe/items/886ad1df-ed29-4446-aa2c-ac3961dde9ed>

- Benavidez, S., Chávez, A., Núñez, M., y Castillo, E. (2022). Caracterización de residuos sólidos domiciliarios en la ciudad de Lajas, Chota, Cajamarca. *Revista CienciaNor@ndina*, 5(2), 212-224. <https://doi.org/10.37518/2663-6360X2022v5n2p212>
- Bernache, G., De Medina, L., Castillo, E., & Giraldo, M. R. (2023). Strategies to Strengthen Integrated Solid Waste Management in Small Municipalities. *Sustainability (Switzerland)*, 15(5). <https://doi.org/10.3390/su15054318>
- Boggiano, M. (2021). Diagnosis and characterization of solid household waste in the city of Trujillo – Peru, 2019-2020. *Revista Ciencia y Tecnología*, 17(3), 61–72. <https://doi.org/10.17268/rev.cyt.2021.03.05>
- Carlos, J., y Melendres, M. (2020). *Programa de educación ambiental para mejorar el manejo de los residuos sólidos en el distrito de Namballe, año 2019* [Tesis para optar el grado de Ingeniero Ambiental, Universidad de Lambayeque]. <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/renati/8770>
- Cari, L. (2023). *Caracterización de los residuos sólidos municipales del área urbana de la ciudad de Lampa, Puno* [Tesis para optar el título profesional, Universidad Privada San Carlos, Puno]. https://repositorio.upsc.edu.pe/bitstream/handle/upsc/586/leon_nicolas_cari_soncco.pdf?sequence=1&isallowed=y
- Chatarraperu.com. (2025). *Lista de precios de reciclables*. https://chatarraperu.com/?utm_source.com
- Cheela, V., Goel, S., John, M., & Dubey, B. (2021). Characterization of municipal solid waste based on seasonal variations, source and socio-economic aspects. *Waste Disposal and Sustainable Energy*, 3(4), 275–288. <https://doi.org/10.1007/s42768-021-00084-x>

- Chen, S., Yu, L., Zhang, C., Wu, Y., & Li, T. (2023). Environmental impact assessment of multi-source solid waste based on a life cycle assessment, principal component analysis, and random forest algorithm. *Journal of Environmental Management*, 339, 117942. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.117942>
- Chipana, G. (2023). *La investigación científica* (Letáinas Centro Editorial, Ed.; (1era ed.)). <https://doi.org/https://doi.org/10.53287/waan8140cx35t>
- Cotrina, F. (2025). *Estudio de caracterización de residuos sólidos municipales en el distrito de los Olivos – Lima, 2024*. [Tesis para optar el título profesional, Universidad Privada del Norte, Lima, Perú]. <https://repositorio.upn.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/901a65af-9d55-463b-8ffb-8d124b26e0b9/content>.
- De la Torre, G., & Pilar, R. (2019). Composition, physical characteristics and per capita generation of solid waste at beach, Lima. *Manglar*, 16(1), 39–44. <https://doi.org/10.17268/manglar.2019.006>
- El clima y tiempo. (2025). *El clima de Chota*. <https://elclimaytiempo.com/peru/chota-2980494/>
- Esquivel, L. (2023). *Estudio de caracterización de residuos sólidos municipales del distrito de san pedro provincia de Canchis-Cusco 2022*. [Tesis para optar el título profesional, Universidad Privada San Carlos]. https://repositorio.upsc.edu.pe/bitstream/handle/UPSC/489/Luz_Crisell_ESQUIVEL_MURILLO.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Esquivel, L. (2023). *Estudio de caracterización de residuos sólidos municipales del distrito de san pedro provincia de Canchis-Cusco 2022* [Tesis para optar el título profesional, Universidad Privada San Carlos, Puno, Perú].

https://repositorio.upsc.edu.pe/bitstream/handle/upsc/489/luz_crisell_esquivel_murillo.pdf?sequence=1&isallowed=y

Esteban, Ó., y Quesada, B. (2022). Caracterización y gestión de residuos sólidos en una ciudad tropical de alta vulnerabilidad. *Sostenibilidad*, 14(24), 16339. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/su142416339>

Fazenda, J., & Tavares, M. (2016). Ciencias Holguín. *Ciencias Holguín*, 22 (4). <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181548029002>

Feliciano, N. (2020). *Residuos Sólidos en el Perú* [Tesis para optar el grado de Bachiller en Ciencias con Mención en Ingeniería Industrial, Pontificia Universidad Católica del Perú]. https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/18237/duran_feliciano_elizabeth_residuos_s%c3%93lidos_per%c3%9a.pdf

Fereja, W., & Chemed, D. (2022). Status, characterization, and quantification of municipal solid waste as a measure towards effective solid waste management: The case of Dilla Town, Southern Ethiopia. *Journal of the Air and Waste Management Association*, 72(2), 187–201. <https://doi.org/10.1080/10962247.2021.1923585>

Flores, F., & Diaz, R. (2023). *Caracterización de residuos sólidos y diseño de celdas transitorias en el centro poblado de Vila Vila, Tacna, 2023* [Tesis para optar el grado de Ingeniero Ambiental, Universidad Privada de Tacna]. <http://161.132.207.135/handle/20.500.12969/3218>

Fustamante, C., Castillo, E., Díaz, E., Seminario, A., Velarde, L., & Chávez, A. (2023). Influencia del nivel socioeconómico en la generación de residuos sólidos domiciliarios en la ciudad de Chota, Cajamarca. *Revista Ciencia Nor@ndina*, 6(2), 261–268. <https://doi.org/10.37518/2663-6360X2023v6n2p261>

- Gente de Chota. (2025). *Chuyabamba en Chota Cajamarca: Lugares turísticos*.
<https://gentedechota.com/chota/chuyabamba/>
- Guevara, B. (2023). *Estudio de caracterización de residuos sólidos municipales para el diseño de un relleno sanitario en el distrito de Chambará* [Tesis para optar el grado de Ingeniero Ambiental Universidad Continental].
https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/10243/1/IV_FIN_107_TE_Guevara_Vilchez_2021.pdf
- Han, Z., Liu, Y., Zhong, M., Shi, G., Li, Q., Zeng, D., Zhang, Y., Fei, Y., & Xie, Y. (2018). Influencing factors of domestic waste characteristics in rural areas of developing countries. *Waste Management*, 72, 45–54. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.11.039>
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, M. (2014). *Metología de la Investigación* (S. A. D. C. V. mcgraw-hill / interamericana editores, ed.; sexta edición).
- Hernández, R., y Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (s. a. de c. v. mcgraw-hill interamericana editores, ed.; primera edición).
- Hettiarachchi, H., Ryu, S., Caucci, S., & Silva, R. (2018). Municipal solid waste management in Latin America and the Caribbean: Issues and potential solutions from the governance perspective. *Recycling*, 3(2). <https://doi.org/10.3390/recycling3020019>
- Ikhlayel, M. (2018). Development of management systems for sustainable municipal solid waste in developing countries: a systematic life cycle thinking approach. *Journal of Cleaner Production*, 180, 571–586. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.01.057>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI]. (2025). *Sistema de Información Distrital para la Gestión Pública*. <https://estadist.inei.gob.pe/map>

- Jabeen, F., Adrees, M., Ibrahim, M., Waqas, M., Mahmood, A., Noreen, U., & Aslam, A. (2023). Characterization for optimizing the integrated management of solid waste for energy recovery and circular economy. *Environmental Science and Pollution Research* 2023, 1–12. <https://doi.org/10.1007/S11356-023-30980-0>
- Jaime, E., Vega, J., Pumaleque, R., Quispe, F., y Vallejos, C. (2021). Caracterización y cuantificación de residuos en la comunidad rural Vitis, Lima, Perú. *The Biologist (Lima)*, 19(2), 261-269. <https://doi.org/https://revistas.unfv.edu.pe/rtb/article/view/1177/1084>
- Juvan, E., Grun, B., & Dolnicar, S. (2023). Waste production patterns in hotels and restaurants: An intra-sectoral segmentation approach. *Anales de investigación turística: Perspectivas empíricas*, 4(1), 100090. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.annale.2023.100090>
- Kim, R., Lee, N., Lee, Y., & Park, J. (2023). Estimating Greenhouse Gas Emissions from Municipal Solid Waste Landfills in Korea: Current Issues and Improvement Measures. *Journal of Korea Society of Waste Management*, 40. <https://doi.org/10.9786/kswm.2023.40.1.1>
- López, M., y Purihuamàn, C. (2018). Impacto ambiental generado por el botadero de residuos sólidos en un caserío de la ciudad de Chota. *UCV HACER Rev. Inv. Cult.*, 7 (2). <https://revistas.ucv.edu.pe/index.php/ucv-hacer/article/view/718/690>
- Ma, S., Zhou, C., Pan, J., Yang, G., Sun, C., Liu, Y., Chen, X., & Zhao, Z. (2022). Leachate from municipal solid waste landfills in a global perspective: Characteristics, influential factors and environmental risks. *Journal of Cleaner Production*, 333, 130234. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2021.130234>
- Mamani, Y. (2021). *Relación entre la producción per cápita de residuos sólidos domésticos y los factores socioeconómicos de la localidad de Nuñoa* [Tesis para optar el título profesional,

Universidad Nacional del Altiplano]. Repositorio Institucional - UNAP, Puno.
<https://repositorio.unap.edu.pe/items/3d2007f4-7352-454d-a045-fa8d22a40def>

Marcharla, E., Vinayagam, S., Gnanasekaran, L., Soto, M., Chen, W., Thanigaivel, S., & Ganesan, S. (2024). Microplastics in marine ecosystems: A comprehensive review of biological and ecological implications and its mitigation approach using nanotechnology for the sustainable environment. *Environmental Research*, 256. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2024.119181>

Mendes, H. C., Bezerra, J. M., & Arlindo, V. J. C. (2022). Diagnosis of solid waste management through SWOT analysis to the municipality of Tabuleiro do Norte-CE. *Revista Brasileira de Geografia Fisica*, 15(1). <https://doi.org/10.26848/rbgf.v15.1.p092-108>

Mendoza, D. (2023). *Caracterización de residuos sólidos municipales en el centro poblado de Salcedo Puno 2023* [Tesis para optar el grado de Ingeniero Ambiental, Universidad Privada San Carlos].
https://repositorio.upsc.edu.pe/bitstream/handle/upsc/1023/dana_fabiola_mendoza_huanchi.pdf?sequence=1&isallowed=y

MINAM. (2019). *Guía para elaborar el plan distrital de manejo de residuos sólidos*.
https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/523783/Guia_Plan_distrital_manejo_rsm-29012020__1_.pdf?v=1581975880

Ministerio del Ambiente [MINAM]. (2016). *Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos*.
<https://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2013/10/imprimir-planres-2016-2024-25-07-16.pdf>

Ministerio del Ambiente [MINAM]. (2019). *Guía para la caracterización de residuos sólidos municipales*.

https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/523790/Guía_para_la_caracterización_rsm-29012020__1_.pdf?v=1581976571

Murga, J. (2017). *Propuesta de gestión de residuos sólidos para Sacsamarca, Ayacucho* [Tesis para optar el grado de magister en desarrollo Ambiental, Pontificia Universidad Católica del Perú]. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/9124>

Nwogwugwu, N., & Ishola, A. O. (2019). Solid Waste Management and Public Health Challenges: Appraisal of Local Government Capacity to Achieve Effective Environmental Governance. *Asian Social Science*, 15(5), 1. <https://doi.org/10.5539/ass.v15n5p1>

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA. (2014, February). *La Fiscalización Ambiental en Residuos Sólidos*. https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=6471

Ortiz, W. (2019). *Características físicas de los residuos sólidos domiciliarios y su relación con factores socioeconómicos en el Perú* [Tesis para optar el título profesional, Universidad Nacional Agraria la Molina]. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/server/api/core/bitstreams/b452039c-0cba-48eb-9b6e-6abc121e583c/content>

Taboada, D. (2023). *Caracterización de residuos sólidos municipales en el distrito de Cajaru, Utcubamba, Amazonas*. [Tesis para obtener el título profesional, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mnedoza de Amazonas, Chachapoyas, Perú]. https://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14077/3325/Denis%20Vladimir%20Taboada%20Carrasco.pdf?isAllowed=y&sequence=1&utm_source=chatgpt.com

Pham, S., Hoang, M., & Fujiwara, T. (2018). Analyzing solid waste management practices for the hotel industry. *Research output*, 4(1), 19-30. https://doi.org/https://www.gjesm.net/article_28772.html

- Quillahuamán, J. (2023). *Caracterización de los residuos sólidos, para la propuesta de un plan de manejo de los residuos sólidos domiciliarios en el centro poblado menor de Chen Chen, Moquegua 2022*. [Tesis para optar el grado de Maestro en Ciencias con mención en Gestión Ambiental y Desarrollo Sostenible, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann]. <https://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/20.500.12510/4038>
- Quispe, J. (2020). Determinación de la Eficiencia en la Gestión de Residuos Sólidos en las Municipalidades Distritales de la Región de Puno - Perú. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 2, 476–512. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v4i2.93
- Quispe, J. (2024). *Caracterización de residuos sólidos no domiciliarios generados en los establecimientos comerciales del mercado central de la ciudad de Ilave* [Tesis para optar el título profesional, Universidad Privada San Carlos, Puno]. <http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC/728>
- Ramírez, W., Condori, B., Garro, L., Ibarguen, F., Asmat, N., y Núñez, L. (2020). Problemas ambientales: Los residuos sólidos una vía de solución. *Gestión I+D*, 5(1), 40–57.
- Ranjan, A., Gupta, R., & Rawal, N. (2025). Characterization and Management of Municipal Solid Waste: A Case Study of an Indian City. *Lecture Notes in Civil Engineering*, 542 LNCE, 1–19. https://doi.org/10.1007/978-981-97-6024-4_1
- Requena, N., Carbonel, D., & Diaz, L. (2022). A novel methodology for household waste characterization during the COVID-19 pandemic: case study results. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 24(1), 200–209. <https://doi.org/10.1007/s10163-021-01309-1>
- Requena, N., Carbonel, D., Moonsammy, S., Klaus, R., Punil, L., & Wai, k. (2022). Virtual Methodology for Household Waste Characterization During The Pandemic in An Urban

- District of Peru: Citizen Science for Waste Management. *Environmental Management*, 69(6), 1078–1090. <https://doi.org/10.1007/s00267-022-01610-1>
- Requena, N., y Carbonel, D. (2021). Cambios en la generación y composición de residuos domiciliarios durante la pandemia del Covid-19, Estudio de Caso en 8 distritos de la provincia de Arequipa, Perú. *Revista TECNIA*, 31(2), 22-26. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.21754/tecnica.v21i2.1035>
- Retuerto, M., Ysla, D., & Andrade, L. (2021). System Dynamics Modeling for Solid Waste Management in Lima Peru. *IJACSA) International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 12(7). www.ijacsa.thesai.org
- Rodríguez, N., Brito, J., Bériz, R., y Castro, M. (2021). *Guía para gestión integral de residuos sólidos municipales*. <https://aidisnet.org/wp-content/uploads/2019/08/gestion-integral-de-residuos-solidos-urbanos-libro-aidis.pdf>
- Rojas, G. (2020). *Propuesta de implementación del programa de segregación en la fuente y recolección selectiva de residuos sólidos en el distrito de Humay, Para mejorar su gestión ambiental. Pisco - Ica 2020* [Proyecto de investigación, Universidad Nacional de Santa María]. <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/10352>
- Román, J. (2023). *Caracterización de los residuos sólidos para el aprovechamiento de residuos orgánicos en el centro poblado de San Juan de Yanacocha-2023*. [Tesis para optar el grado de Ingeniero Ambiental, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/4679>
- Rondón, S., Szantó, M., Francisco, J., Contreras, E., y Gálvez, A. (2016). *Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios*. Publicación de las Naciones Unidas.

<https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/a5f80abc-8063-4e19-b871-e954f1db5bf6/content>

- Sáez, A., y Urdaneta, J. A. (2014). Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. In *Omnia Año* (Vol. 20, Issue 3).
- Sánchez, P., Cruz, J., & Maldonado, P. (2020). Urban solid waste management in Latin America: An analysis from the perspective of waste generation. *Revista Finanzas y Política Económica*, 11(2), 321–336. <https://doi.org/10.14718/revfinanzpolitecon.2019.11.2.6>
- Sangkham, S., & Sangsrichan, C. (2020). Solid Waste Characterization and Recycling Potential in University of Phayao, Northern Thailand. *Naresuan University Journal: Science and Technology*, 28, 4. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.14456/nujst.2020.31>
- Segura, A., Rojas, L., y Pulido, Y. (2022). Sistemas de gestión de residuos sólidos. *Espacios*, 17(41). <https://www.revistaespacios.com/a20v41n17/a20v41n17p22.pdf>
- Singh, R., & Budarayavalasa, S. (2021). Solidification and stabilization of hazardous wastes using geopolymers as sustainable binders. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 23(5), 1699–1725. <https://doi.org/10.1007/s10163-021-01245-0>
- Sociedad Peruana de Derecho Ambiental [SPDA]. (2009). *Manual de residuos sólidos*. <https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/sinia/archivos/public/docs/217.pdf>
- Velvizhi, G., Shanthakumar, S., Das, B., Pugazhendhi, A., Priya, T., Ashok, B., Nanthagopal, K., Vignesh, R., & Karthick, C. (2020). Biodegradable and non-biodegradable fraction of municipal solid waste for multifaceted applications through a closed loop integrated refinery platform: Paving a path towards circular economy. *Science of The Total Environment*, 731, 138049. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2020.138049>

- ViveroNorteSur. (n.d.). *Compost de 25kg*. Retrieved December 1, 2025, from <https://www.viveronortesur.com.pe/producto/compost-de-25kg/>
- Villavicencio, J. (2025). *Caracterización de residuos sólidos municipales en la ciudad de Putina-Puno* [Tesis para optar el título profesional, Universidad Privada San Carlos, Puno]. <https://repositorio.upsc.edu.pe/handle/upsc/1621>
- Wada, K. (2020). Outliers in official statistics. *Japanese Journal of Statistics and Data Science*, 3, 669–691. <https://doi.org/https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s42081-020-00091-y.pdf>
- Wu, X., Yue, B., Huang, Q., Wang, Q., Li, Z., Wang, Y., & Yu, J. (2018). Investigation of the physical and chemical characteristics of rural solid waste in China and its spatiotemporal distributions. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(18), 17330–17342. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-1432-5>
- Yarin, J., Surichaqui, A., Sucari, A., Pastor, W., Palumbo, B., & Castillo, M. (2021). The Management of Urban Solid Waste in Sustainable Development in A Peruvian Municipality In The Context of The Coronavirus Pandemic (Covid-19). *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 12(3), 3484–3489.
- Zhu, Y., Zhang, Y., Luo, D., Chong, Z., Li, E., & Kong, X. (2021). A review of municipal solid waste in China: characteristics, compositions, influential factors and treatment technologies. *Environment, Development and Sustainability*, 23(5), 6603–6622. <https://doi.org/10.1007/s10668-020-00959-9>

ANEXOS

Anexo 1. Panel fotográfico

Figura 1

Recolección de residuos sólidos domiciliarios en el caserío de Chuyabamba.



Figura 2

Realizando entrega de plantas de berenjena y taya por su apoyo durante el estudio



Figura 3

Recolección de residuos sólidos no domiciliarios en la I.E Inicial N° 311 las Rosas Chuyabamba



Figura 4

Realizando entrega de plantas de berenjena y taya a la directora de su I.E Inicial N° 311 las Rosas de Chuyabamba por su apoyo durante el estudio



Figura 5

Recolección de residuos sólidos no domiciliarios, N° de codificación I-I. E-02 en la I.E primaria N°. 10404 de Chuyabamba.



Nota. Se entregó 4 bolsas codificadas a la I.E primaria N°10404 de Chuyabamba, para la recolección de los residuos sólidos no domiciliarios, orgánicos e inorgánicos y 7 bolsas codificadas para servicios higiénicos.

Figura 6

Realizando entrega de plantas de berenjena y taya al director y a los niños sólidos en la I.E primaria N°10404 de Chuyabamba en agradecimiento.



Figura 7

Recolección de residuos sólidos no domiciliarios, N° de codificación I-I. E-03 en la I.E Secundaria Jorge Chávez Dartnell -Chuyabamba.



Nota. se entregó 4 bolsas codificadas, para la recolección de los residuos sólidos no domiciliarios, orgánicos e inorgánicos y 24 bolsas codificadas para servicios higiénicos.

Figura 8

Recolección de residuos sólidos no domiciliarios, N° de codificación I-I. E-03 en la I.E Secundaria Jorge Chávez Dartnell -Chuyabamba.



Figura 9

Realizando la entrega de plantas de berenjena y taya en agradecimiento a la directora y a los jóvenes y señoritas de la I.E Secundaria Jorge Chávez Dartnell -Chuyabamba.



Figura 10

Recolección de residuos sólidos no domiciliarios en las bodegas (código: II-EC1-01)



Figura 11

Recolección de residuos sólidos no domiciliarios en restaurantes (código: II-R-01)



Figura 12

Recolección de residuos sólidos no domiciliarios en el Hotel el Cóndor (código: II-H-01)



Figura 13

Separación de los residuos sólidos domiciliarios y no domiciliarios



Figura 14

Pesaje de los residuos sólidos domiciliarios y no domiciliarios



Figura 15

Tomando nota el peso de los residuos sólidos domiciliarios y no domiciliarios



Figura 16

Colocación de muestras codificadas al cilindro domiciliarios y no domiciliarios para el cálculo de la densidad



Figura 17

Levantamiento del cilindro con los domiciliarios y no domiciliarios para la compactación



Figura 18

Medición del espaciado libre en el cilindro domiciliarios y no domiciliarios



Figura 19

Realizando la clasificación de los residuos sólidos domiciliarios y no domiciliarios para determinar su composición



Figura 20

Después de la clasificación se pesó los residuos sólidos domiciliarios y no domiciliarios ya clasificados



Figura 21

Sacando una muestra de materia orgánica para ser trasladada al laboratorio y determinar la humedad de los residuos sólidos domiciliarios y no domiciliarios



Figura 22

Se recogió todos los residuos sólidos domiciliarios y no domiciliarios y se llevó a su disposición final en el botadero de la comunidad Colpa Hacarís- Chota



Figura 23

Ingresando las muestras de materia orgánica de residuos sólidos domiciliarios y no domiciliarios al laboratorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental



Figura 24

Colocando las muestras para ser colocadas a la estufa



Figura 25

Ingresando las muestras de m de los sólidos domiciliarios y no domiciliarios a la estufa



Nota. Las muestras de materia son ingresadas a la estufa durante 20 horas a 90 °C.

Figura 26

Pesado de las muestras materia orgánica seca de residuos sólidos domiciliarios y no domiciliarios

