

UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA

PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA AMBIENTAL



Análisis comparativo del proceso de caracterización de los residuos sólidos del distrito de Hualmay de los periodos 2014 y 2016

TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL

AUTOR

Elisa Marleny Benavente León

ASESOR

Gloria Aida Rivera Añaguari

Huaura-Perú

2020

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

ACTA N° 021 - 2020/UCSS/FIA/DI

Siendo las 9:00 a.m. del día 17 de octubre de 2020 - Universidad Católica Sedes Sapientiae, el Jurado de Tesis, integrado por:

- | | |
|-----------------------------------|-----------------|
| 1. Luis Darío Santillán García | presidente |
| 2. Julián Alberto Álvarez Paredes | primer miembro |
| 3. Karina Matta Santiváñez | segundo miembro |
| 4. Gloria Aida Rivera Añaguari | asesora |

Se reunieron para la sustentación de la tesis titulada **Análisis comparativo del proceso de caracterización de los residuos sólidos del distrito de Hualmay de los periodos 2014 y 2016**, que presenta la bachiller en Ciencias Ambientales, **Elisa Marleny Benavente León** cumpliendo así con los requerimientos exigidos por el reglamento para la modalidad de titulación; la presentación y sustentación de un trabajo de investigación original, para obtener el **Título Profesional de Ingeniero Ambiental**.

Terminada la sustentación y luego de deliberar, el Jurado acuerda:

APROBAR

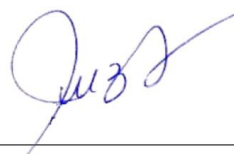
DESAPROBAR

La tesis, con el calificativo de **SUFICIENTE** y eleva la presente Acta al Decanato de la Facultad de Ingeniería Agraria, a fin de que se declare **EXPEDITA** para conferirle el **TÍTULO de INGENIERO AMBIENTAL**.

Lima, 17 de octubre de 2020.



Luis Darío Santillán García
PRESIDENTE



Julián Alberto Álvarez Paredes
1° MIEMBRO



Karina Matta Santiváñez
2° MIEMBRO



Gloria Aida Rivera Añaguari
ASESORA

DEDICATORIA

A las personas más importantes
de mi vida: Mi Familia.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por haberme dado a los mejores padres y hermanos. Mi mamá, una mujer que nunca se cansa y con un amor infinito que siempre me puso en el camino de Dios. Mi papá un hombre que luchó desde niño día a día por salir adelante, el más sencillo de los hombres, el más respetuoso de mis decisiones. Mi hermano, el de la bondad infinita, solo con él podría tener mil diferencias en un día y al día siguiente no existiría ninguna, porque me conoce a la perfección. Mi hermana, mi mayor orgullo, ejemplo de generosidad, rectitud y alegría, una combinación perfecta. A mi sobrino, por mostrarme que a pesar de las dificultades siempre habrá un motivo para sonreír, y que Dios sabe porque hace las cosas. A mis abuelitos que están en el cielo, a ellos por el amor incondicional que les tuvieron a mis padres. A Max por su carácter tan especial y encantador. A Sam, por su dulzura y alegría, por ser un gran amigo en la familia.

Agradezco a la persona que ha estado a mi lado, acompañándome en cada tramo de vida. El crecer juntos ha sido una gran bendición.

Gracias a la Universidad Católica Sedes Sapientiae (UCSS), por cada momento, por la dicha de conocer a personas tan valiosas y de las que he aprendido mucho, tanto en el ámbito académico, personal y espiritual.

Agradezco de sobre manera a mi asesora, Ing. Gloria Rivera, quien me ha sabido guiar en este largo, pero gratificante camino de investigación.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
ÍNDICE GENERAL.....	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE APÉNDICES.....	ix
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS.....	2
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO.....	3
1.1. Antecedentes.....	3
1.2. Bases teóricas especializadas.....	8
1.2.1. Estudios de caracterización de residuos sólidos.....	8
1.2.2. Parámetros de caracterización de residuos sólidos.....	9
1.2.3. Código de colores para los dispositivos de almacenamiento de residuos.....	11
1.2.4. Residuos sólidos.....	13
1.2.5. Operaciones y procesos de manejo de residuos sólidos.....	13
1.2.6. Residuo sólido domiciliario.....	17
1.2.7. Clasificación de los residuos sólidos.....	17
1.2.8. Reciclaje de residuos sólidos.....	18
1.2.9. Gestión de residuos.....	18
CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS.....	20
2.1. Diseño de la investigación.....	20
2.1.1. Lugar y fecha.....	20
2.1.2. Materiales.....	22
2.1.3. Población y muestra.....	22
2.1.4. Descripción de la investigación de campo.....	23
2.1.5. Identificación de las variables y su mensuración.....	24
2.1.6. Análisis estadístico de datos.....	22
CAPÍTULO III: RESULTADOS.....	27
3.1. Análisis de datos del proceso de caracterización en el periodo 2014 – 2016.....	27

3.2. Presentación de resultados del estudio	39
3.3. Análisis del proceso de segregación en el período 2016.....	49
3.4. Evaluación comercial de los residuos sólidos domiciliarios del distrito de Hualmay, durante el periodo 2014 y 2016	56
CAPÍTULO IV: DISCUSIONES	63
4.1. Análisis de datos del proceso de caracterización en el periodo 2014 y 2016.....	63
4.2. Análisis del proceso de segregación.....	66
4.3. Evaluación comercial de los residuos sólidos domiciliarios del distrito de Hualmay, durante el periodo 2014 y 2016	67
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES	68
CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES	70
REFERENCIAS	73
TERMINOLOGÍA.....	80
APÉNDICES	83

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. <i>Código de colores para los residuos del ámbito municipal</i>	12
Tabla 2. <i>VARIABLES de estudio en la investigación</i>	27
Tabla 3. <i>Comparativo de zonificación según los estudios realizados</i>	27
Tabla 4. <i>Población urbana y rural en el distrito de Hualmay del estudio de caracterización de residuos sólidos - 2014</i>	28
Tabla 5. <i>Proyección de viviendas en el distrito de Hualmay</i>	29
Tabla 6. <i>Promedio de habitantes por viviendas en el distrito de Hualmay</i>	29
Tabla 7. <i>Determinación del tamaño de la muestra</i>	30
Tabla 8. <i>Distribución de la muestra según el estrato socioeconómico en el distrito de Hualmay del estudio de caracterización de residuos sólidos para los años 2014 y 2016</i>	32
Tabla 9. <i>Composición física de residuos sólidos</i>	34
Tabla 10. <i>Registro diario de peso volumétrico de los residuos domiciliarios</i>	37
Tabla 11. <i>Resultados de encuestas realizadas en el estudio de caracterización de residuos sólidos - 2014 y del estudio de caracterización de los residuos sólidos municipales – 2016</i>	39
Tabla 12. <i>Proyección de la generación de residuos sólidos domiciliarios del estudio de caracterización de residuos sólidos - 2014</i>	43
Tabla 13. <i>Proyección de la generación de residuos sólidos domiciliarios del estudio de caracterización de los residuos sólidos municipales – 2016</i>	44
Tabla 14. <i>Residuos sólidos inorgánicos reaprovechables</i>	51
Tabla 15. <i>Rutas establecidas para el miércoles</i>	54
Tabla 16. <i>Rutas establecidas para el jueves</i>	54
Tabla 17. <i>Rutas establecidas para el viernes</i>	54
Tabla 18. <i>Rutas establecidas para el sábado</i>	55
Tabla 19. <i>Valorización de los residuos sólidos reaprovechables</i>	55
Tabla 20. <i>Registro de ingresos II semestre 2015</i>	56
Tabla 21. <i>Promedio de generación total de residuos sólidos</i>	57

Tabla 22. <i>Promedio de generación de residuos sólidos inorgánicos reaprovechables de los años 2014 y 2016</i>	58
Tabla 23. <i>Costo promedio de residuos</i>	59
Tabla 24. <i>Generación mensual de material reciclable según nivel de participación</i>	60
Tabla 25. <i>Proyección de ingresos por efecto de la comercialización</i>	61
Tabla 26. <i>Principales coordinaciones realizadas durante el estudio de caracterización de residuos sólidos - 2014 y el estudio de caracterización de los residuos sólidos municipales – 2016</i>	83
Tabla 27. <i>Conformación del equipo de trabajo en el estudio de caracterización de residuos sólidos - 2014 y el estudio de caracterización de los residuos sólidos municipales – 2016</i>	84
Tabla 28. <i>Temas desarrollados en el taller de sensibilización en el estudio de caracterización de residuos sólidos - 2014 y el estudio de caracterización de los residuos sólidos municipales – 2016</i>	86
Tabla 29. <i>Plan de seguridad del estudio de caracterización de residuos sólidos - 2014 y el estudio de caracterización de los residuos sólidos municipales – 2016</i>	88
<i>(Municipalidad distrital de Hualmay - Subgerencia de Servicios Públicos y Gestión Ambiental, 2015) (Ministerio del Ambiente, 2015) (Sistema Nacional de Información Ambiental, 2012) (Pérez Porto & Gardey, Definición.de., 2020) (Ambiente, Fondo Nacional del, 2020)</i>	

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
<i>Figura 1.</i> Composición física de residuos sólidos domiciliarios.....	36
<i>Figura 2.</i> Población de estudio.....	40
<i>Figura 3.</i> Generación per cápita de residuos sólidos.....	41
<i>Figura 4.</i> Generación total de residuos sólidos	42
<i>Figura 5.</i> Peso volumétrico de los residuos sólidos domiciliarios en el estudio de caracterización de residuos sólidos – 2014 y en el estudio de caracterización de los residuos sólidos municipales – 2016.....	45
<i>Figura 6.</i> Características de los residuos sólidos	46
<i>Figura 7.</i> Generación total de residuos sólidos domiciliarios	47
<i>Figura 8.</i> Resultados de estudio de humedad.....	48
<i>Figura 9.</i> Promedio de humedad	49

ÍNDICE DE APÉNDICES

	Pág.
Apéndice 1. Plano de ubicación del distrito de Hualmay	83
Apéndice 2. Coordinaciones generales para los estudios de Caracterización de residuos sólidos	84
Apéndice 3. Coordinaciones generales para los estudios de Caracterización de residuos sólidos	85
Apéndice 4. Sensibilización al equipo técnico operativo	86
Apéndice 5. Plan de seguridad de los estudios de caracterización de residuos	89
Apéndice 6. Propuesta de lineamientos generales para elaborar compostaje doméstico	90
Apéndice 7. Infografía de propuesta de lineamientos generales para elaborar compostaje doméstico.....	91

RESUMEN

La presente investigación fue llevada a cabo en el distrito de Hualmay con el objetivo de analizar comparativamente el proceso de caracterización de los residuos sólidos del periodo 2014 y 2016. La investigación fue desarrollada en tres fases; la primera consistió en la recopilación de datos para determinar de manera general el estado actual del distrito sobre sus residuos sólidos domiciliarios; el análisis documental mediante el análisis de contenido de instrumentos de gestión, tales como el estudio de caracterización de residuos durante los años 2014 y 2016; y sobre el programa de segregación en la fuente durante el periodo 2016 y la elaboración final del análisis comparativo del proceso de caracterización.

Al realizar el análisis del proceso de caracterización se tomaron en cuenta cuatro variables: a) generación, en el año 2016 se ha tenido un crecimiento acelerado de generación igualando al esperado para el año 2021; b) composición, la municipalidad distrital de Hualmay clasificó los residuos sólidos domiciliarios en orgánicos, inorgánicos y otros, siendo los residuos orgánicos los que muestran mayor preponderancia en relación a los residuos inorgánicos; c) densidad, en el año 2016 se evidencia mayor porcentaje de densidad de residuos, a pesar de haberse desarrollado un plan de capacitación y sensibilización a la población, lo cual debió influir en la disminución de la densidad; d) humedad, la diferencia de promedio de porcentaje de humedad entre el año 2014 y 2016, fue 32.38 %, evidenciándose un mayor consumo de residuos inorgánicos. En cuanto al análisis del proceso de segregación, el distrito se encuentra implementando el programa de segregación en la fuente. Respecto a la valorización de los residuos inorgánicos, se estiman ingresos desde S/ 8 241.57 a S/ 32 966.27 mensuales, esta valoración se desarrolló tomando en cuenta los lineamientos de programa de segregación en la fuente desarrollado por el Ministerio del Ambiente.

Palabras Clave: Caracterización, residuos sólidos, generación, almacenamiento, segregación.

ABSTRACT

The present investigation was carried out in the district of Hualmay with the objective of comparatively analyzing the process of characterization of solid waste from the period 2014 and 2016. The investigation was developed in three phases; these consisted of data collection to determine in a general way the current state of the district on its solid household waste; the documentary analysis through content analysis of management instruments, such as the waste characterization study during the years 2014 and 2016; and on the source segregation program during the period 2016 and the final elaboration of the comparative analysis of the characterization process.

When analyzing the characterization process, four variables were taken into account: a) generation, in the year 2016 there has been an accelerated growth of generation equal to that expected for the year 2021; b) composition, the district municipality of Hualmay classified household solid waste as organic, inorganic and other, with organic waste showing the highest prevalence in relation to inorganic waste; c) density, in 2016 there is evidence of a higher percentage of waste density, despite having developed a plan for training and raising awareness among the population, which should have influenced the decrease in density; d) humidity, the difference in average humidity percentage between 2014 and 2016, was 32.38 %, evidencing a higher consumption of inorganic waste. As for the analysis of the segregation process in the district, the source segregation program is being implemented. Regarding the valorization of inorganic waste, revenues are estimated from S/ 8 241.57 to S/ 32 966.27 per month, this valuation was developed taking into account the guidelines of the segregation program at the source developed by the Ministry of the Environment.

Key Words: Characterization, solid waste, generation, storage, segregation.

INTRODUCCIÓN

Una de las principales problemáticas ambientales en el Perú es la excesiva generación de residuos sólidos domiciliarios, los cuales al transcurrir de los años han favorecido al acelerado deterioro y crecimiento de la contaminación del país. Por lo que, si los residuos son aprovechados según su potencial de valorización, se generaría una reducción de gastos de limpieza pública (Melgarejo, 2018). Hualmay es uno de los distritos con mayor población en relación con los demás distritos de la provincia de Huaura; asimismo, es uno de los distritos que genera grandes cantidades de residuos y con una inadecuada disposición de estos, ocasionando los denominados puntos críticos que constituyen focos infecciosos; debido a la mezcla de diferentes residuos que contienen características particulares y por ello necesitan manejos diferentes. Por esta razón y dentro del cumplimiento de las metas propuestas por el Ministerio del Ambiente con relación a residuos sólidos (Ministerio del Ambiente [MINAM] y Ministerio de Economía y Finanzas [MEF] (2014); en el distrito se han realizado estudios de caracterización de residuos sólidos, tomándose en cuenta la guía metodológica de caracterización de residuos elaborado por el Ministerio del Ambiente, la cual brinda una valiosa información sobre las características y posibles manejos de estos. Según Rentería y Zeballos (2014), los cambios estratégicos a través de una “propuesta de mejora del programa de segregación en la fuente y recolección selectiva de residuos sólidos domiciliarios”, permite una disminución de costos y efectividad.

Las caracterizaciones de residuos sólidos se han venido desarrollando en años precedentes con más frecuencia en el Perú; sin embargo, la falta de un análisis detallado de los cambios y/o diferencias de estos estudios no han permitido elaborar y desarrollar diversos proyectos en materia de residuos sólidos. La presente investigación permitió realizar un análisis comparativo de los estudios de caracterización de los residuos sólidos domiciliarios; estimándose la valorización de estos frente a su valor comercial. A su vez, también permitió identificar las principales características, similitudes y diferencias de cada estudio de caracterización realizado en el distrito; al mismo tiempo, se obtuvo una proyección clara del crecimiento acelerado o no de la generación de residuos y los agentes que han influido.

OBJETIVOS

Objetivo general:

Analizar comparativamente el proceso de caracterización de los residuos sólidos del distrito de Hualmay, durante el periodo 2014 – 2016.

Objetivos específicos:

- Analizar el proceso de caracterización y segregación de los residuos sólidos domiciliarios del distrito de Hualmay del periodo 2014 y 2016.
- Evaluar el valor comercial de los residuos sólidos domiciliarios del distrito de Hualmay del periodo 2014 – 2016.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

Internacional

Loyola (2018), llevo a cabo una investigación denominada “Estudio comparativo de los indicadores de los residuos sólidos en la zona urbana y cuatro parroquias rurales del cantón Azogues”, realizada en la ciudad de Cuenca - Ecuador, tuvo como objetivo principal la evaluación de indicadores de residuos sólidos generados en Azogues. El autor consideró una población de 83 770 habitantes y una muestra de 96 habitantes. La investigación fue realizada en dos etapas: La primera etapa de diseño, consistió en la identificación, preparación y ejecución; y la segunda etapa, etapa final, consistió en la obtención de resultados y el análisis de los datos. Obtuvo como resultado una generación per capita urbana de 0.81 kg/hab./día; de los cuales 0.65 kg/hab./día correspondieron a la zona urbana y 0.83 kg/hab./día a la zona rural, mostrando así similitud a los datos que tenía en la Municipalidad de Azogues, con una diferencia de 0.0302 kg/hab./día; evidenciando que las parroquias de las zonas rurales tuvieron mayor crecimiento en generación de residuos. Los componentes de los residuos sólidos estuvieron inmersos dentro de los estándares de Ecuador y América Latina, y no sufrieron mayor variación debido a la ejecución de programas sobre reciclaje en la Municipalidad de Azogues. El autor concluyó en que la composición de residuos tuvo un incremento en relación a los datos que tenía la Municipalidad de Azogues, con 1.34 % en residuos orgánicos y 4.39 % de plásticos; mientras que, el vidrio, cartón, metales y textil mostraron un descenso respecto al año 2013.

Nacional

Lima y Callao

Melgarejo (2018) realizó una investigación denominada “Mejora de ingresos económicos municipales y calidad de vida por caracterización de residuos sólidos en el distrito de Villa el Salvador”. La investigación tuvo como objetivo la mejora de ingresos económicos y mejora de la calidad de vida de la población mediante caracterización de residuos sólidos. El diseño de la investigación fue descriptiva, explicativa y correlacional; en la que consideró una población de 88 808 viviendas y una muestra de 70 viviendas. Analizó datos obtenidos de la Municipalidad del distrito de Villa El Salvador - Lima - Perú, a través de un análisis descriptivo estadístico de caracterización de residuos; evidenciando que el municipio tuvo una generación per cápita de 0.632 kg/día, la cual si era aprovechada según su potencial de valorización, pudo generar menores gastos en el servicio de recolección y disposición; como fue registrado en un estudio previo de la municipalidad en donde implementaron un programa de bono verde; y que según este estudio habría generado un ahorro de S/ 35 554.83 durante un lapso de tiempo de 3 años. Por último, mediante este estudio de caracterización conocieron los tipos de residuos generados en el distrito, originando de esta manera un potencial aprovechamiento de estos para el reciclaje.

Ramirez y Zuloeta (2018) realizaron una investigación denominada “Propuesta de gestión de residuos sólidos en el mercado mayorista pesquero de Villa María del Triunfo” en Lima - Perú, tuvo como objetivo elaborar una propuesta de gestión de residuos sólidos en el mercado mayorista pesquero de Villa María del Triunfo. Usaron una metodología basada en fase de gabinete, fase de campo y la propuesta de gestión de residuos. En la fase de gabinete realizaron coordinaciones y aplicaron una lista de verificación; en la fase de campo, desarrollaron el cálculo de número de muestras, toma de muestra, la determinación de la generación per cápita, la determinación de la densidad y el ingreso de recursos hidrobiológicos al MMP de Villa María del Triunfo en el año 2014; finalmente elaboraron la propuesta de gestión. Los resultados y conclusiones mostraron que los colaboradores del área de limpieza en el mercado mayorista calificaron la gestión de los residuos sólidos de manera negativa. El residuo con mayor generación per cápita fue el eviscerado y fileteado,

con 61.44 kg/día; los residuos generales tuvieron una generación per cápita de 6.72 kg/día/puesto; entre tanto la generación del tipo peligroso ascendió a 364.4 kg. La cantidad promedio/día del contenedor fue de 608 kg/día, con una densidad de 4.05 kg/m³. Por ello, los autores indicaron que la gerencia debería centrar sus acciones en la segregación y el almacenamiento de sus residuos, así como de realizar capacitaciones al personal y crear rutas de recojo de residuos.

Dulanto (2013), desarrolló una investigación denominada “Asignación de competencias en materia de residuos sólidos de ámbito municipal y sus impactos en el ambiente”, este fue una investigación descriptiva en la que indicó que debe tomarse en cuenta de forma clara, las competencias de los diferentes niveles de gobierno subnacionales, dentro de los cuales consideró la relación entre ellos y la participación de la población. Especificó que debe tomarse en cuenta experiencias de mancomunidades municipales, las cuales deberían de tener como objetivo principal el unir esfuerzos y potenciar programas de procesos de minimización, segregación y reaprovechamiento de residuos. A su vez, señaló la necesidad de una mayor gestión de residuos sólidos y transferencias de competencias en gobiernos regionales y locales, para que puedan realizar de manera óptima la gestión integral de residuos sólidos. Mencionó que existe una disposición aproximada de 1 020 t de residuos sólidos de manera diaria en fuentes de agua y en los suelos, y ello podría evitarse con un manejo adecuado de residuos, en donde cada municipio según recursos y competencias claras podría gestionar de manera adecuada sus residuos. Concluyó que pese a existir la subsidiariedad en las competencias de los diferentes niveles de gobiernos, la gestión de los residuos no es llevado correctamente.

Torres (2008), en la investigación “Estudio de factibilidad para el manejo de residuos sólidos en la Universidad Ricardo Palma”, tuvo como objetivo implementar un sistema de manejo integral de residuos sólidos. Este estudio fue llevado a cabo con una población de 12 419 personas y una muestra de 200 personas, mediante una observación directa en base al análisis de datos y aplicación de encuestas. Evidenció que los residuos generados en la universidad fueron divididos entre comunes, hospitalarios y tecnológicos, los cuales generaron un costo por almacenamiento. Del mismo modo, identificó que dentro de la universidad cuatro etapas

de manejo de residuos (generación, recolección, tratamiento y disposición final). Además, indicó que la universidad no contaba con planes de gestión ambiental y logró identificar mediante las encuestas, que los integrantes tuvieron conocimientos sobre residuos sólidos a excepción de su personal obrero. El autor manifestó que llevar a cabo este tipo de estudio permitió la mejora del manejo de los residuos fomentando la colaboración de la población dentro del campus. Además, de que el proceso de segregación en la fuente fue una técnica idónea, puesto que disminuyó gastos de almacenamiento y benefició el reaprovechamiento de recursos.

Zorrilla (2014) realizó una investigación denominada “Caracterización de los residuos sólidos domiciliarios y su influencia socioeconómica en la población del Distrito de Bellavista, Callao 2013 - 2014”, desarrollado en la ciudad de Lima - Perú, tuvo como objetivo determinar la relación existente entre el nivel socioeconómico y la generación de residuos sólidos en el distrito de Bellavista – Callao. Tomó una población de 18 411 viviendas y una muestra de 60 viviendas, utilizando una metodología recomendada por el Centro Panamericano de Salud Ambiental, la cual consistió en una metodología directa enfocada en una caracterización de residuos y en la aplicación de una encuesta distribuidas en cuatro estratos socioeconómicos (A, B, C y D). De la caracterización de residuos, el resultado fue una densidad promedio de 0.13042 t/m^3 y una generación per cápita de 0.69 kg/hab./día , del cual la materia orgánica contenía el mayor porcentaje con 40.48% ; los residuos plásticos con un 10.15% y la generación total estimada de residuos sólidos fue de $50\,387 \text{ t/día}$. En cuanto a los estratos; el estrato A, fue el que mayor porcentaje de materia orgánica presentó con un 59% ; mientras que en el estrato D tuvo menor generación de materia orgánica, de esta manera determinó que el nivel socioeconómico si influye significativamente en la generación de residuos domiciliarios.

Arequipa, Puno y Loreto

Del Carpio (2017), en la investigación denominada “Determinación del potencial de reúso de los residuos sólidos generados en el distrito de Mollendo, Arequipa 2017”, tuvo como objetivo determinar el potencial de reúso de los residuos sólidos generados en el distrito de Mollendo - Perú. El diseño de la investigación fue aplicada, no experimental y basada en la

observación; en la que consideró una población de 385 casas y una muestra de 100 casas. La caracterización de residuos sólidos permitió conocer el total de generación per cápita de residuos y mediante encuestas logró realizar un diagnóstico del manejo de residuos sólidos, obteniendo como resultado una generación per cápita de 0.389 kg/día, donde primó la composición de residuos orgánicos con 42.65 % y la densidad promedio fue de 176.18 kg/m³. De acuerdo a los resultados, concluyó que los residuos orgánicos tienen un potencial de reúso a través de un sistema de compostaje; en cuanto a los encuestados, estos indicaron un buen manejo de residuos sólidos; sin embargo, faltó mejorar los procesos de barrido y recojo de residuos. Asimismo, en la investigación calcularon que para la instalación de un relleno sanitario correspondiente al proceso de disposición final, los valores fueron: Un área de 2.9 ha y en un patio de compostaje con un área de 24 570 m².

Calderón (2015), en la investigación denominada “Análisis de los factores socio - económicos en la producción per - cápita de residuos sólidos domésticos de Lampa - 2014” en Puno - Perú, tuvo como objetivo analizar la relación entre factores socioeconómicos y la generación per cápita de residuos sólidos. El diseño de la investigación fue descriptiva correlacional, en la que consideró una población de 5 240 personas y una muestra de 60 personas. Realizó un análisis del estudio de caracterización de residuos sólidos, desarrollando, además, la aplicación de una encuesta a 60 viviendas. Obtuvo como resultados que el promedio de consumo de residuos sólidos fue de 0.40 kg/hab./día, y que del 43.1 % de residuos reciclables solo el 12 % de los residuos fueron recogidos por los recicladores (residuos reciclables); mientras que los residuos orgánicos fueron utilizados para alimento de animales menores. De las variables que estudió, el ingreso familiar, tiene relación directa con la generación de residuos sólidos; es decir, a mayor ingreso es mayor el consumo de energía. En cuanto al manejo de residuos, esta no era preventiva, por lo que propuso la tarificación diferenciada y la gestión de envases.

Dávila (2014), en la investigación denominada “Estudio del tipo de residuos sólidos domiciliarios generados en la ciudad de Tamshiyacu - distrito de Fernando de Lores - región Loreto” en Perú, tuvo como objetivo ejecutar un estudio sobre el tipo de residuo sólido domiciliario. El diseño de la investigación fue mixto, de tipo cuasi experimental; con una

población de 5 000 viviendas y una muestra de 91 viviendas. La caracterización fue realizada con las muestras de los residuos sólidos, según protocolos de caracterización de residuos, mientras que el diagnóstico de las principales características de los residuos fue realizado mediante una encuesta a 91 viviendas del distrito. Concluyó en que la generación per cápita de residuos fue de 0.888 kg/hab./día pese a la gestión diaria de recojo de residuo de 0.16 t. Además, esta gestión de recojo al no tener un horario definido, generaba acumulación de residuos en los hogares provocando olores y proliferación de vectores. También registró que la disposición final al ser llevada a cabo en un botadero y situarse cerca de acuíferos representaba un problema latente en la ciudad. A pesar de esto, existió la disponibilidad de loa ciudadanos a formar parte de la segregación de residuos dentro de sus viviendas, ya que ellos eran conocedores de las dificultades sobre la disposición final de los residuos sólidos en su ciudad.

1.2. Bases teóricas especializadas

1.2.1. Estudio de caracterización de residuos sólidos

Según el Ministerio del Ambiente [MINAM] (2018, p. 7), en su Guía para la realización de residuos sólidos, indica que la caracterización “es una herramienta que nos permite obtener información primaria relacionada a las características de los residuos sólidos”.

Por otro lado, Alvarez y Flores (2013) indicaron que la caracterización de residuos es un tipo de actividad que gira en torno de muestras representativas, las cuales ayudan a determinar las características de los residuos, como cantidades. A su vez manifiesta que este tipo de estudio permite la planificación del manejo adecuado de los recursos. La caracterización de residuos permite la obtención de datos respecto a las características propias de los residuos de un determinado lugar (Flores, 2009; Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales [MARENA], 2017).

1.2.2. Parámetros de caracterización de residuos sólidos

Según el MINAM (2012) en su guía metodológica para el desarrollo del estudio de caracterización de residuos sólidos, mencionan los siguientes parámetros:

Generación

Es un parámetro que permite conocer la generación total de residuos pudiéndose establecer el equipamiento adecuado para el proceso de transporte, proceso de recolección y para la infraestructura. Este parámetro se determina por la siguiente ecuación:

Generación per cápita:

$$GPC_{Viv1} = \frac{(P1d2 + P1d3 + \dots + P1d8)}{7X}$$

Donde:

GPC_{Viv1} = Generación per cápita en la vivienda 1.

P1d2 = Peso de las bolsas recolectadas de la vivienda 1 en el día 2.

P1d3 = Peso de las bolsas recolectadas de la vivienda 1 en el día 3.

P1d8 = Peso de las bolsas recolectadas de la vivienda 1 en el día 8.

X= Número de habitantes de la vivienda 1.

Por otro lado, existen otros autores como Vesco (2006) que indica que la generación de residuos se encuentra ligada al tamaño de la población y de las diferentes características que estas poseen, mientras Zumaeta (2017) indica que la generación es la transformación de materiales utilizados que se convierten en desechos. Por otro lado, Zevallos (2018), menciona que la generación es el inicio del proceso de los residuos, el cual a su vez se encuentra directamente relacionado a los estilos de vida y de consumo de la población.

Composición

La composición permite identificar aquellos componentes presentes en los residuos, permitiendo así determinar proyectos de recuperación de estos.

Composición porcentual:

$$\text{porcentaje (\%)} = \left(\frac{P_i}{W_t} \right) \times 100$$

Donde:

Pi = peso de cada componente.

Wt = peso total de residuos recolectados en un día.

Por otro lado, Rico (2015) indica que la composición puede variar de acuerdo con el tipo de zona, características, actividades económicas que se realizan y la estación del año predominante.

Densidad

Mediante la densidad se puede conocer el equipamiento necesario y adecuado del espacio de almacenamiento de residuos.

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

Donde:

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

W: Peso de los residuos sólidos.

V: Volumen del residuo sólido.

D: Diámetro del cilindro.

Humedad

Según el Ministerio del Ambiente [MINAM] (2012, p. 33), en su Guía metodológica para el desarrollo del estudio de caracterización de residuos sólidos, indica sobre la humedad que “se usa en el diseño de rellenos sanitarios para estimar la generación de lixiviados”

$$\% \text{ Humedad} = A \times \frac{100}{B}$$

Donde:

A = Peso perdido por el calentamiento en gramos.

B = Peso de la muestra en gramos.

La humedad debe realizarse por un laboratorio referencial (MINAM, 2018)

1.2.3. Código de colores para los dispositivos de almacenamiento de residuos

Residuos reaprovechables

Mediante la Resolución Directoral N° 003-2019-INACAL/DN se aprobó la Norma Técnica Peruana [NTP] 900.058.2019 (2019, p. 7), establece de manera específica “los colores a ser utilizados para el almacenamiento adecuado de los residuos sólidos de gestión municipal y la gestión no municipal”. En la Tabla 1 se presenta los códigos de colores según la legislación vigente.

Tabla 1

Código de colores para los residuos del ámbito municipal

Residuos del ámbito municipal		
Tipo de residuo	Color	Ejemplos de residuos
Aprovechables	Verde	Papel y cartón Vidrio Plástico Textiles Madera Cuero Empaques compuestos (tetrabrik) Metales (latas, entre otros)
No aprovechables	Negro	Papel encerado, metalizado Cerámicos Colillas de cigarro Residuos sanitarios (papel higiénico, pañales, paños húmedos, entre otros)
Orgánicos	Marrón	Restos de alimentos Restos de poda Hojarasca
Peligrosos	Rojo	Pilas Lámparas y luminarias Medicinas vencidas Empaques de plaguicidas Otros.

Fuente: NTP 900.058.2019.

1.2.4. Residuos sólidos

El Decreto Legislativo N° 1278 que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos (2016), menciona que residuo sólido es todo material, objeto o sustancia que resulta de la utilización de servicios o bienes.

Por otro lado, Montes (2009) menciona que residuos sólidos son todos aquellos materiales orgánicos e inorgánicos que luego de ser usados, son desechados, siendo estos dinámicos y con evolución paralela al desarrollo económico y productivo. Mientras tanto Roldán (2009) indica es toda sustancia o producto que se encuentra en estado sólido y/o semisólido y que debe ser dispuesto por quien lo genera. Sin embargo, Salazar (2018), indica que los residuos sólidos son todas aquellas sustancias y productos utilizados y que ya no son requeridos, pero que, sin embargo, se podrían reutilizar.

Estos residuos son generados mediante todas las actividades que realizamos de manera continua (Sánchez, 2015). De manera más específica, Gonzalvo (2017) indica que los residuos sólidos en aquel objeto, material y/o elemento que resulta de actividades económicas, productos y servicios.

1.2.5. Operaciones y procesos de manejo de residuos sólidos

El Decreto Legislativo N° 1278 que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos (2016, p. 7), menciona que “el manejo de los residuos comprende las siguientes operaciones o procesos”:

a. Barrido y limpieza de espacios públicos

El barrido y la limpieza tienen por objetivo que en todos los espacios públicos urbanos y rurales no se observen residuos.

b. Segregación

Es la separación y agrupamiento de factores y componentes físicos que podrán ser tratados según sus características.

Mediante la segregación se puede programar y realizar la gestión de residuos, a su vez permite una adecuada disposición de los residuos, según los códigos de colores dispuestos por la legislación; llevándose a cabo la correcta recuperación o reciclado de materiales (Mora y Berbeo, 2010; Cornejo *et al.*, 2011).

c. Almacenamiento

El almacenamiento debe llevarse a cabo tomando en cuenta criterios de separación y normatividad, siendo el generador, el responsable de su disposición hasta la entrega de este, según las características del servicio de recojo.

d. Recolección

El Decreto Legislativo N° 1278 que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos (2016, p. 7) menciona que “la recolección de los residuos debe ser selectiva y efectuada de acuerdo a las disposiciones emitidas por la autoridad municipal correspondiente”.

La recolección es el puente entre el almacenamiento inicial dentro de la vivienda y el almacenamiento y/o disposición final por parte del municipio, el cual no debe generar medios de contaminación (Rondón *et al.*, 2016). Asimismo, la recolección consiste en el recojo de todos aquellos residuos generados para disponerlos según sus características (Ministerio de Medio Ambiente y Agua [MMAyA], 2011).

e. Valorización

El Decreto Legislativo N° 1278 (2016, p. 8) menciona que:

La valorización constituye la alternativa de gestión y manejo que debe priorizarse frente a la disposición final de los residuos. Esta incluye las actividades de reutilización, reciclaje, compostaje, valorización energética entre otras alternativas, y se realiza en infraestructura adecuada y autorizada para tal fin.

f. Transporte

Es la acción de recojo y traslado de residuos sólidos a través de un medio de transporte para continuar los demás procesos de manejo de residuos (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA], 2015).

Según el Decreto Legislativo N° 1278 (2016) el transporte constituye un proceso que consiste en el manejo de residuos sólidos y que es llevada a cabo por los gobiernos municipales o empresas operadoras autorizadas. Es decir, es el traslado adecuado de los residuos hasta su disposición final. “El transportista, podría convertirse en un generador, si hubiese algún tipo de pérdida y/o derrame de estos durante el recorrido” (López, 2014).

g. Transferencia

Según el Decreto Legislativo N° 1278 (2016, p. 5) menciona que transferencia “es el proceso que consiste en transferir los residuos sólidos de un vehículo de menor capacidad a otro de mayor capacidad para luego continuar con el proceso de transporte. La transferencia se realiza en infraestructura autorizada para tal fin”.

La transferencia de residuos permite aprovechar los gastos referidos al transporte, la recolección y su flujo (OEFA, 2015). Se realiza mediante puntos de transferencia, donde se puede maximizar la capacidad de carga con otro medio de transporte hasta la disposición

final de los residuos (Ministerio de Salud [MINSAL], 2016). Involucra un ambiente temporal en donde se almacenan los residuos para después ser transportados a rellenos sanitarios con mayor capacidad (Roldán, 2009).

h. Tratamiento

Los tratamientos son todos aquellos procedimientos, técnicas o metodologías que pueden modificar los residuos sólidos, de acuerdo a sus propiedades logrando reducir y/o eliminar daños en el medio ambiente y la salud de las personas.

Asimismo, existen autores como Vásquez (2015), que indican que el tratamiento tiene por objetivo la reducción del riesgo de generación de enfermedades causadas por la contaminación; por otro lado Aguilera (2016), manifiesta que también es considerada como el conjunto de operaciones que tienen por objetivo la transformación y reaprovechamiento de los residuos sólidos.

i. Disposición final

La disposición final de residuos consiste en el tratamiento y disposición de residuos, estando compuesta por todo residuo que no logro una valorización y que deben ser almacenados considerando sus propiedades, sin afectar la salud.

Según el Ministerio del Ambiente [MINAM] (2016), son las municipalidades provinciales quienes deben regular y controlar la disposición final de los residuos, mientras que las municipalidades distritales regulan la limpieza pública. El generador es responsable de la disposición final de los residuos, aunque se contrate una empresa prestadora de servicios, a quien también recae la responsabilidad (Ministerio de salud [MINSAL], 2010).

1.2.6. Residuo sólido domiciliario

El MINAM (2016) define a los residuos domiciliarios como todo aquel residuo generado en actividades dentro del hogar, pudiendo ser restos de diferentes alimentos y materiales utilizados en actividades domésticas.

Asimismo, se puede referir que residuo sólido es todo aquel residuo generado en la actividad diaria, representando el mayor porcentaje del total con respecto a otros residuos, quienes además no son fácilmente degradados y pueden permanecer durante largos periodos de tiempo en la tierra (Alcaíno, 2012). Son residuos generados por las actividades humanas, dentro de viviendas (Tello *et al.*, 2010).

1.2.7. Clasificación de los residuos sólidos

Según el MINAM (2016, p. 7), mediante su Decreto Legislativo N° 1278 menciona que “los residuos sólidos se clasifican, de acuerdo al manejo que reciben, en peligrosos y no peligrosos, y según la autoridad pública competente para su gestión, en municipales y no municipales”

La clasificación de residuos sólidos se desarrolla de distintas maneras, entre las que destaca la clasificación estructural, en la cual resalta el mantenimiento de atributos desde el inicio hasta la disposición final de los residuos sólidos, según esto, clasifica a los residuos en residuos sólidos orgánicos (indicando que estos están compuestos por residuos putrescibles, entendiendo como tal a aquellos residuos que sufren cambios de estructura significativa, manteniendo un grado alto de biodegradación; no putrescibles, aquellos que han sufrido cambios biológicos y pueden llegar a perder su capacidad de biodegradación, clasificándose a su vez en naturales y sintéticos) y residuos inertes, es decir aquellos residuos que no tiene grado de biodegradabilidad (Callirgos y Mendez, 2015).

1.2.8. Reciclaje de residuos sólidos actividades

Según Aguilera y Santana (2017), el reciclaje de residuos sólidos es la obtención de materia prima a partir del aprovechamiento de los residuos sólidos, es decir, son reintroducidos a un nuevo ciclo de vida. Esto se lleva a cabo mediante el uso de estrategias sustentables enfocados a la disminución de residuos, señalando beneficios como la creación de empleos, reducción de quema de residuos, ahorro de energía, disminución de emisión de gases, reducción de uso de recursos naturales, todo ello centrado en el enfoque de sostenibilidad.

Mientras tanto Alvarez (2017) indica que el reciclaje es un proceso por el cual se obtiene materiales para nuevo uso y que contienen varias labores, las cuales se podrían desarrollar mediante diversos tipos de manejo para su posterior reaprovechamiento. Por lo tanto, el proceso de reciclar es un procedimiento que consiste en el reaprovechamiento de residuos, mediante procesos de modificación para la obtención de nuevos productos, disminuyendo su generación (MINAM, 2016).

1.2.9. Gestión de residuos

Según el Ministerio del Ambiente [MINAM] (2016, p. 8), en su Plan Nacional de Gestión Integral de residuos sólidos indica que la gestión de residuos es:

toda actividad técnica administrativa de planificación, coordinación, concertación, diseño, aplicación y evaluación de políticas, estrategias, planes y programas de acción de manejo apropiado de los residuos sólidos del ámbito de gestión municipal o no municipal, tanto a nivel nacional, regional como local.

Por otro lado, Callirgos y Mendez (2015) indican que la gestión de los residuos mantiene una elevada preponderancia en varios países, debido al auge de la sostenibilidad del ambiente, protegiendo la salud de las personas desde una economía de protección de recursos naturales. Asimismo, señalan que la gestión tradicional está compuesta por las etapas de generación, recolección, transporte, disposición final, recuperación de residuos reaprovechables y la combustión de residuos restantes, pero estas no son realizadas de manera óptima en muchos países, y que se realizan de manera artesanal.

Mientras que Aguilera y Santana (2017) mencionan que las industrias tienen implicancia en la gestión de residuos, generando gran cantidad de residuos, con características variadas, las mismas que en su composición dependen de características químicas, las que podrían generar resistencia de biodegradación. Para una adecuada gestión de residuos se tiene que tomar en cuenta sus características y propiedades, su clasificación de acuerdo a su normativa, el tratamiento correspondiente, entre otros. Además, indica que la gestión de residuos, contiene una metodología centrada en la recogida de residuos, la cual está enfocada en la cercanía del lugar donde se genera y el tipo de material donde será depositada, la manipulación, su almacenamiento y el transporte, en donde no debería generarse derrames.

CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Diseño de la investigación

La presente investigación se ha realizado en base a un tipo de diseño no experimental, debido a que no existe manipulación de las variables para observar el efecto entre ellas, porque ya sucedieron, se realiza observación de la realidad para luego llevar a cabo un análisis (Hernández *et al.*, 2014).

El tipo de diseño no experimental es el diseño transeccional descriptivo, debido a que se recolectan datos en un momento del tiempo para luego ser descritos (Hernández *et al.*, 2014).

2.1.1. Lugar y fecha

La investigación se realizó en el distrito de Hualmay, el cual está ubicado en la provincia de Huaura, en la región Lima, en el km 150 de la Panamericana Norte, en la margen izquierda del río Huaura. Su extensión territorial es de 5.81 km², equivalente a 581 hectáreas de superficie (Municipalidad distrital de Hualmay - Subgerencia de servicios públicos y gestión ambiental, 2014).

Hualmay es uno de los distritos con mayor población de la provincia de Huaura, según la información recopilada por el distrito de Hualmay, este indica que en el año 2014 conto con 26 808 habitantes y 6 368 viviendas particulares y colectivas por área urbana y rural, mientras que en el año 2016, de acuerdo a su proyección realizada, se contó con 29 267 habitantes y 6 368 viviendas particulares y colectivas por área urbana y rural, según los Censos nacionales 2007: XI de población y VI de vivienda, de los cuales el 99.70 % corresponde a la población urbana y solo el 0.30 % corresponde a la zona rural (Instituto

Nacional de Estadística e Informática [INEI], 2007). En el año 2014 tuvo una generación per cápita de residuos de 0.49 kg (Sistema de Información de Gestión de Residuos Sólidos [SIGERSOL], 2015), y en el año 2016 tuvo una generación per cápita de 0.53 kg, siendo significativo, ya que muestra una alta tasa de generación. Asimismo, la fuente económica del distrito depende del comercio y la agricultura (Municipalidad distrital de Hualmay - Subgerencia de servicios públicos y gestión ambiental, 2014).

La presente investigación ha tenido una duración de 7 meses, iniciándose en abril del año 2019 y concluyendo en octubre del mismo año.

2.1.2. Materiales

Los materiales utilizados, fueron los siguientes:

a. Materiales de escritorio

Papel bond.

Lápiz.

Resaltador.

b. Equipos electrónicos

Equipo de cómputo.

Impresora.

Scanner.

2.1.3. Población y muestra

Población

Según los estudios de caracterización de residuos sólidos de los años 2014 y 2016, la población estuvo constituida por el total de las viviendas del distrito de Hualmay, el cual fue de 6 368 viviendas (INEI, 2007).

Muestra

Dado a que la investigación está enfocada al análisis de los estudios de caracterización de residuos sólidos del distrito de Hualmay, no se desarrolló una muestra para la realización de la investigación, puesto que los instrumentos de información ya han sido desarrollados.

2.1.4. Descripción de la investigación

La investigación se realizó en tres fases:

Fase preliminar

Esta fase comprendió la recopilación de datos para determinar de manera general la situación actual de los residuos sólidos domiciliarios en el distrito de Hualmay, estos fueron tomados de la data que tiene la Municipalidad (Sub Gerencia de Salud y Medio Ambiente), en cuanto a los estudios de caracterización de residuos que realizaron durante el período 2014 – 2016.

Fase de campo

La fase de campo se llevó a cabo de la siguiente manera:

- Se realizó el reconocimiento general del área en estudio mediante el mapa del distrito de Hualmay.
- Se empleó la siguiente técnica de investigación:

El análisis documental, el cual se ejecutó mediante análisis de contenido de los estudios de caracterización de los años 2014 y 2016 del distrito de Hualmay.

La información acerca de la caracterización de los residuos sólidos fue obtenida de la base de datos de la Sub Gerencia de Salud y Medio Ambiente de la Municipalidad Distrital de Hualmay, específicamente de los siguientes instrumentos de gestión: Estudio de caracterización de residuos sólidos y del Programa de segregación en la fuente, las cuales se realizaron en el período comprendido entre los años 2014 - 2016.

Fase de gabinete

Esta fase consistió en el ordenamiento de los datos obtenidos en la fase preliminar y la fase de campo, y con ello se realizó el trabajo de interpretación de los resultados. Por último, se

elaboró el informe final de la investigación, donde se incluye el análisis comparativo del proceso de caracterización de los residuos sólidos domiciliarios de la Municipalidad Distrital de Hualmay, que se llevó a cabo con la información obtenida de los instrumentos de gestión mencionados en la fase de campo. A continuación, se detalla cómo fueron utilizados estos instrumentos para poder cumplir con los objetivos planteados.

Análisis del proceso de caracterización de los residuos sólidos domiciliarios

- a. Estudio de caracterización de residuos sólidos de la Municipalidad Distrital de Hualmay

Mediante este instrumento se logró conocer las características de los residuos sólidos, como son la generación per cápita, composición física, densidad y humedad.

Análisis del proceso de segregación y evaluación del valor comercial de los residuos sólidos domiciliarios

- a. Programa de segregación en la fuente y recolección selectiva de residuos sólidos inorgánicos (MINAM, 2015)

Por medio de este instrumento (Programa) se pudo conocer el proceso de segregación de los residuos sólidos, en cuanto a los porcentajes de estos y su valoración económica.

2.1.5. Identificación de las variables y su mensuración

En la Tabla 2 se presenta las variables que se utilizaron en la investigación.

Tabla 2

Variables de estudio en la investigación

Variables	Definición	Dimensionamiento	Indicadores	Métodos
caracterización	“Cualidad que permite identificar a algo o alguien distinguiéndolo de sus semejantes”. (Pérez y Gardey, 2014)	Parámetros	Generación (kg) (MINAM, 2012)	<p>Generación per cápita promedio</p> $GPC_{promedio} = \frac{GPC1.n1 + GPC2.n2 + GPC3.n3}{n}$ $= \frac{GPC1.N1 + GPC1.N1 + GPC1.N1}{N}$ <p>Donde: GPC = Generación per cápita n = muestra N = población</p> <p>Composición porcentual (Porcentaje) (%) = (Pi/Wt) x100 En donde: Pi = peso de cada componente Wt= peso total de residuos recolectados en un día</p> <p>Composición (MINAM, 2012)</p> <p>Densidad</p> $Densidad (S) = \frac{W}{V} = \frac{W}{\pi(\frac{D}{2})^2 \times (H)}$ <p>Dónde: S: Densidad de los residuos sólidos (kg/m³) W: Peso de los residuos sólidos V: Volumen del residuo sólido D: Diámetro del cilindro H: Altura total del cilindro π: Constante (3.1416)</p> <p>% Humedad = A x 100/B Donde: A = Peso perdido por el calentamiento en gramos. B = Peso de la muestra en gramos</p>
Residuos sólidos	“cualquier objeto, material, sustancia o elemento resultante del consumo o uso de un bien o servicio, del cual su poseedor se desprenda o tenga la intención u obligación de desprenderse, para ser manejados priorizando la valorización de los residuos y en último caso, su disposición final” (Fondo Nacional del Ambiente [FONAM], 2020).	Objeto Material Sustancia Elemento	Densidad (kg/m ³) (MINAM, 2012)	
			Humedad (porcentaje)	

Fuente: Elaboración propia a partir de la Guía Metodológica para el desarrollo de estudios de caracterización de residuos sólidos municipales.

2.1.6. Análisis estadístico de datos

Los datos obtenidos han sido procesados y analizados mediante estadística descriptiva. Específicamente mediante Excel versión 2016.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

3.1. Análisis de datos del proceso de caracterización en el periodo 2014 – 2016

Según los estudios de caracterización realizados por la Sub gerencia de Servicios públicos de la Municipalidad Distrital de Hualmay en el periodo 2014 y 2016, el proceso de caracterización inicia con la determinación de muestra, la cual incluye la determinación de muestras domiciliarias, determinación de muestras por estrato socioeconómico y la zonificación de las muestras domiciliarias.

a. Determinación de número de muestras

La zonificación del distrito de Hualmay donde se realizaron los estudios de caracterización de residuos sólidos se presenta en la Tabla 3.

Tabla 3

Comparativo de zonificación según los estudios realizados

Estudio de caracterización de residuos sólidos - 2014	Estudio de caracterización de los residuos sólidos municipales - 2016
Estrato socioeconómico alto – ESE - ALTO	Estrato socioeconómico alto – ESE - ALTO
Calle esteban Pichilingue	Calle Esteban Pichilingue
Calle José Crespo	Calle José Crespo
Calle Manuel Ubalde	Calle Manuel Ubalde
Estrato socioeconómico medio– ESE - MEDIO	Estrato socioeconómico medio– ESE - MEDIO
Pasaje Lobitos	Pasaje Lobitos
Pasaje Mandamiento	Pasaje Mandamiento
Estrato socioeconómico bajo– ESE - BAJO	Estrato socioeconómico bajo– ESE - BAJO
Calle Pedro Reyes Suarez	Calle Pedro Reyes Suarez
Calle José Pardo	Calle Ruperta Montes Calle José Pardo

Fuente: elaboración propia.

La clasificación de viviendas en estratos fue definida por el Ministerio del Ambiente, mientras que la determinación de las calles y pasajes, según los estratos, la Municipalidad Distrital de Hualmay lo definió tomando en cuenta los Censos nacionales 2007: XI de población y VI de vivienda – INEI, los planes de gestión documental y la experiencia del coordinador de campo del estudio de caracterización de residuos.

Se puede observar que, durante los años 2014 y 2016, la Municipalidad Distrital de Hualmay tomo las mismas calles y pasajes, con una diferencia en el estrato bajo del año 2016, en donde se agrega la Calle Ruperta Suarez, esto por el aumento del número de muestras de la caracterización del año 2016.

Cabe resaltar que la guía metodológica para la elaboración de estudios de caracterización de residuos sólidos, no indica alguna contrariedad a la zonificación del distrito definida ni al tiempo entre ambas caracterizaciones.

b. Determinación de la población

En la Tabla 4 se muestra el total de población urbana y rural del distrito de Hualmay.

Tabla 4

Población urbana y rural en el distrito de Hualmay del estudio de caracterización de residuos sólidos - 2014

Distrito	Total	Población		Total urbana	Urbana		Total rural	Rural	
		Hombres	Mujeres		Hombres	Mujeres		Hombres	Mujeres
Hualmay	26 808	13 076	13 732	26 780	13 058	13 722	28	18	10

Fuente: INEI, 2007.

En la Tabla 5 se presenta la proyección de viviendas en el estudio de investigación.

Tabla 5

Total de viviendas en el distrito de Hualmay en el estudio de caracterización de residuos sólidos - 2014

Distrito, área, urbana y rural, y tipo de vivienda	Total	Total	Condición de ocupación							
			Ocupada			Desocupada				
			Con personas presentes	Con personas ausentes	De uso ocasional	Total	En alquiler o venta	En construcción	Abandonada cerrada	Otra causa
Hualmay	6 368	6 070	5 810	211	49	298	36	74	165	23

Fuente: INEI, 2007.

En la Tabla 6 se presenta el promedio de habitantes del distrito de Hualmay en el estudio de investigación

Tabla 6

Promedio de habitantes por viviendas en el distrito de Hualmay del estudio de caracterización de residuos sólidos - 2014

N° Habitantes (*) A	N° Viviendas (*) B	Promedio (**) c= A/B
26 808	6 368	4

Fuente: Municipalidad distrital de Hualmay - Subgerencia de servicios públicos y gestión ambiental (2014)

La determinación y proyección de la población se realizó en el año 2014, en ese año la Municipalidad Distrital de Hualmay tomó y detalló información de los Censos nacionales 2007: XI de población y VI de vivienda, específicamente datos de población urbana y rural y total de viviendas por tipo de ocupación; mientras que en el año 2016 la Municipalidad Distrital de Hualmay utilizó la misma información. La guía metodológica para el desarrollo de estudios de caracterización de residuos sólidos municipales (EC-RSM) establece fórmulas para realizar la determinación y proyección de población; sin embargo, la Municipalidad no las usó de manera efectiva (Tabla 4, 5 y 6).

c. Determinación del tamaño y distribución de la muestra

En la Tabla 7 se muestra la fórmula de determinación del tamaño de muestra en la investigación.

Tabla 7 *Determinación del tamaño de la muestra*

Estudio de caracterización de residuos sólidos - 2014	Estudio de caracterización de los residuos sólidos municipales - 2016
Cálculo del número de la muestra	
$n = \frac{Z_{1-\alpha/2}^2 N \sigma^2}{(N - 1)E^2 + Z_{1-\alpha/2}^2 \sigma^2}$	
Datos:	Datos:
n = muestra de las viviendas	n = muestra de las viviendas
N= total de viviendas = 6 368	N= total de viviendas = 6 368
Z= nivel de confianza 95 % = 1.96	Z= nivel de confianza 95 % = 1.96
O= Desviación estándar = 0.25 kg/hab./día	O= Desviación estándar = 0.26 kg/hab./día
E= error permisible = 0.061 kg/hab./día	E= error permisible = 0.056 kg/hab./día
n= 64	n= 82
Muestra de Contingencia 15 % =10	Muestra de Contingencia 13 % = 11
Total de viviendas a muestrear = 74	Total de viviendas a muestrear = 91

Fuente: Elaboración propia a partir de información de la Municipalidad distrital de Hualmay - Subgerencia de servicios públicos y gestión ambiental (2014 y 2016)

Para la determinación de la muestra, la Municipalidad Distrital de Hualmay tomó como número total de viviendas 6 368 según los Censos nacionales 2007: XI de población y VI de vivienda – INEI. En la guía metodológica para el desarrollo del estudio de caracterización

de residuos sólidos municipales (MINAM, 2012) se tienen en cuenta fórmulas y datos estándar para ser utilizados en la obtención de muestras. En el año 2014 la Municipalidad Distrital de Hualmay tomo en cuenta los lineamientos de la guía; sin embargo, en el año 2016 no se siguió los lineamientos, utilizando una desviación estándar de 0.26 kg/hab./día y un error permisible de 0.056 kg/hab./día, obteniéndose así una muestra de 82 viviendas. Además, es necesario considerar que según el EC – RSM se debe tomar en cuenta una contingencia del 10 % y 20 %, pero estos porcentajes no han sido registrados en los resultados de la caracterización, solo mostrándose el resultado final de viviendas como contingencia (11 viviendas).

Al realizarse una sumatoria simple de la muestra obtenida de 82 viviendas más 11 viviendas como contingencia, el resultado fue de 93 viviendas, siendo diferente a las 91 viviendas que se muestran en el estudio de caracterización. Por otro lado, aplicando la fórmula con los datos brindados por la guía metodológica para el desarrollo del estudio de caracterización de residuos sólidos municipales (MINAM, 2012) y los del distrito, este resultado daría como muestra 76 viviendas.

La muestra según la fórmula y los datos brindados por la guía metodológica para el desarrollo del estudio de caracterización de residuos sólidos municipales (MINAM, 2012) serían de 76 viviendas esto sumado a un 20 % de contingencia; es decir, que con 15 viviendas haría una sumatoria de 91 viviendas, tal como indica el resultado final del total de viviendas a muestrear. En la Tabla 8 se presenta la distribución de muestras según los estratos socioeconómicos del distrito de Hualmay en los estudios de caracterización de la presente investigación.

Tabla 8

Distribución de la muestra según el estrato socioeconómico en el distrito de Hualmay del estudio de caracterización de residuos sólidos para los años 2014 y 2016

Estrato socioeconómico	Estudio de caracterización de residuos sólidos - 2014			Estudio de caracterización de los residuos sólidos municipales - 2016		
	N° viviendas	Porcentaje	Distribución de muestra	N° vivienda	Porcentaje	Distribución de muestra
Alto	3 070	48	36	3 070	48	44
Medio	2 583	41	30	2 583	41	37
Bajo	715	11	8	715	11	10
Total	6 368	100	74	6 368	100	91

Fuente: Fuente: Elaboración propia a partir de información de la Municipalidad distrital de Hualmay - Subgerencia de servicios públicos y gestión ambiental (2014 y 2016)

La distribución de la muestra en ambos años de estudio se realizó considerando la información brindada por los Censos nacionales 2007: XI de población y VI de vivienda – INEI, tomando en cuenta la relación directa entre la muestra y el porcentaje de viviendas según los estratos socioeconómicos.

Procedimientos para la realización del estudio de caracterización de residuos sólidos

Según los estudios de caracterización realizado por la Sub gerencia de Servicios públicos de la Municipalidad Distrital de Hualmay en el periodo 2014 y 2016, después de haber desarrollado la determinación de la muestra, el proceso continua con el desarrollo del procedimiento para la realización del estudio, la que incluye las coordinaciones generales, en la que se encuentra inmersa la conformación y funciones del equipo técnico, la sensibilización al equipo operativo y el plan de seguridad, por último los equipos y materiales a utilizar en el estudio, los cuales se pueden ver en los apéndices 2, 3, 4 y 5 respectivamente.

Ejecución del estudio de Caracterización de residuos sólidos

Según los estudios de caracterización realizado por la Sub gerencia de Servicios públicos de la Municipalidad Distrital de Hualmay en el periodo 2014 y 2016, la ejecución del estudio de residuos sólidos domiciliarios, incluyó la determinación de la generación per cápita domiciliaria, la determinación de la densidad de los residuos sólidos domiciliarios, la determinación de la composición física domiciliaria y la determinación de la humedad de los residuos domiciliarios (MINAM, 2012).

a. Determinación de la generación per cápita

La generación per cápita se basó en los pasos que se indican en la guía metodológica para el desarrollo del estudio de caracterización de residuos sólidos municipales (MINAM, 2012), el cual indica que se debe obtener muestras durante 8 días seguidos, siendo el primer día un valor cero.

b. Determinación de la composición física de los residuos sólidos municipales.

En la Tabla 9 se presenta la composición física de los residuos sólidos resultante de los estudios de caracterización de los años 2014 y 2016, y que se emplearon en la presente investigación.

Tabla 9

Composición física de residuos sólidos

N°	Materiales	Estudio de caracterización de residuos sólidos – 2014		Estudio de caracterización de los residuos sólidos municipales – 2016	
		Total	Porcentaje	Total	Porcentaje
1	Materia Orgánica	44.93	44.13	111.02	37.96
2	Madera, follaje	1.12	1.10	9.01	3.08
3	Papel	1.11	1.09	2.94	1.01
4	Cartón	1.05	1.03	2.82	0.96
5	Vidrio	1.37	1.35	2.97	1.02
6	Plástico PET	3.25	3.19	7.6	2.60
7	Plástico duro	3.02	2.96	8.09	2.77
8	Bolsas	0.24	0.23	7.80	2.67
9	Tetrapak	0.73	0.72	0.83	0.28
10	Tecnopor y similares	3.12	3.07	0.95	0.32
11	Metal	0.43	0.43	2.05	0.70
12	Telas, textiles	0.20	0.19	1.12	0.38
13	Caucho, cuero, jebe	0.34	0.33	1.04	0.36
14	Pilas y baterías	0.07	0.07	0.39	0.13
15	Restos de medicina	0.33	0.32	0.84	0.29
16	Residuos Sanitarios	9.67	9.50	46.71	15.97
17	Residuos inertes	21.80	21.41	63.64	21.76
18	Otros (excremento de animales menores)	9.03	8.86	22.61	7.73
19	Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)	44.93	44.13	0.00	0.00
Total		101.81	100.00	292.43	100.00

Fuente: Elaboración propia a partir de información de la Municipalidad distrital de Hualmay - Subgerencia de servicios públicos y gestión ambiental (2014 y 2016)

Los tipos de materiales presentes en la Tabla 9 son aquellos indicados por la guía metodológica para el desarrollo del estudio de caracterización de residuos sólidos municipales (MINAM, 2012). En la composición física obtenida del estudio de caracterización de residuos sólidos – 2014, se puede observar que se obtuvo menos generación de residuos sólidos a comparación del año 2016, esto con excepción de la

generación de tecnopor y RAEE que en el año 2014 mostraron mayor crecimiento. Pese a la diferencia de generación de pesos entre los años 2014 y 2016, se tuvieron que tomar en cuenta los porcentajes que significa cada material con relación al total de generación de los materiales por cada año de estudio, estos porcentajes fueron similares.

La materia orgánica en el año 2014 obtuvo un peso de 44.93 kg, lo que representó un 44.13 % de un total de 101.81 kg, mientras que en el año 2016 pese a tener mayor cantidad de generación (111.02 kg) este solo representó un 37.96 % de un total de 292.43; es decir, hubo una diferencia de 6.17 %, esta misma relación la tienen materiales como el papel, cartón, plástico PET, plástico duro, tetrapak, tecnopor, restos de medicina, entre otros.

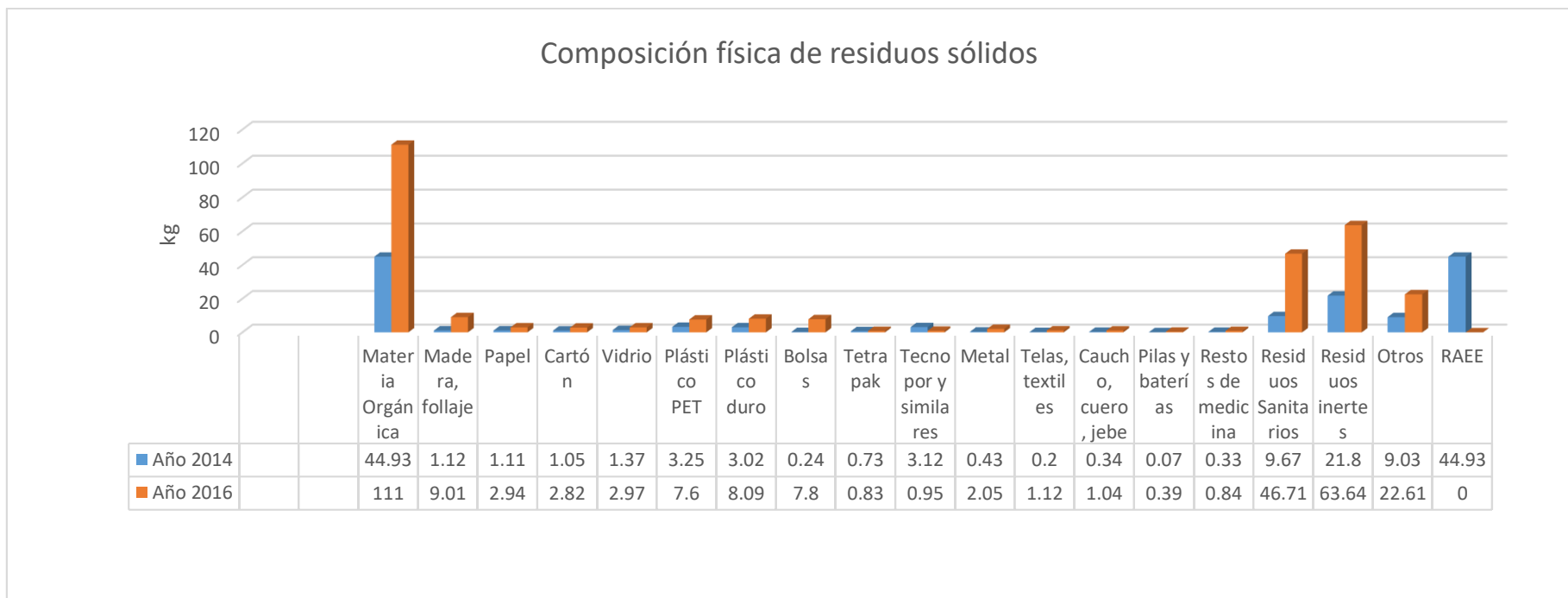


Figura 1. Composición física de residuos sólidos domiciliarios. *Fuente:* Elaboración propia a partir de información de la Municipalidad distrital de Hualmay - Subgerencia de servicios públicos y gestión ambiental (2014 y 2016)

En la Figura 1 se observa que la mayor generación de residuos tanto en el año 2014 como 2016 corresponde a la materia orgánica, residuos inertes y residuos sanitarios respectivamente. Sin embargo, en el año 2016 este crecimiento se ha acelerado, esto podría estar relacionado a campañas como “compras a productores pequeños” y apoyo a la no contaminación por residuos inorgánicos”.

c. Determinación de la densidad

En la Tabla 10 se muestra el registro diario del peso volumétrico de los residuos domiciliarios que se utilizaron en la investigación.

Tabla 10

Registro diario de peso volumétrico de los residuos domiciliarios

Parámetro	Estudio de caracterización de residuos sólidos - 2014								Estudio de caracterización de los residuos sólidos municipales – 2016						
	Peso volumétrico diario (kg/m ³)								Peso volumétrico diario (kg/m ³)						
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
Peso del residuo	41.42	43.67	38.14	37.07	43.9	47.18	40.47	50.97	47.19	49.34	46.85	46.34	47.24	46.72	49.93
Volumen que ocupa el residuo (m)	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.21	0.22	0.22	0.21	0.22	0.20	0.22
Peso volumétrico (PV)	184.45	194.47	169.85	165.08	195.5	210.1	180.22	226.98	222.81	219.72	208.64	216.19	210.37	228.86	222.35
PV Promedio kg/m ³	191.74								218.42						

Fuente: Elaboración propia a partir de información de la Municipalidad distrital de Hualmay - Subgerencia de servicios públicos y gestión ambiental (2014 y 2016)

Se puede observar que en el año 2014 se tuvo un peso volumétrico de 191.74 kg/m³; mientras que para el año 2016 se obtuvo un peso volumétrico de 218.42 kg/m³, existiendo una diferencia de 26.68 kg/m³, lo cual guarda relación a los datos obtenidos en la composición de residuos, dado que fue en el año 2016 en donde se presentó mayor generación de estos.

d. Determinación de la humedad

La determinación de la humedad en el año 2014 y 2016 fue realizada por el laboratorio de suelos de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, mediante el método de calcinación a 120°C para materia orgánica y el método de gravimetría de volatilización para la humedad, en los tres estratos considerados en el estudio, estrato alto, estrato medio y estrato bajo.

3.2. Presentación de resultados del estudio

Según los estudios de caracterización realizados por la Sub gerencia de Servicios públicos de la Municipalidad Distrital de Hualmay en el periodo 2014 y 2016, los resultados de la caracterización domiciliaria contiene resultados de encuestas aplicadas a la población, generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios, proyección de la generación total de residuos domiciliarios, peso volumétrico de los residuos sólidos domiciliarios, composición física y humedad de los residuos sólidos domiciliarios (MINAM, 2012)

Resultados de la caracterización domiciliaria realizada en los años 2014 y 2016

a. Encuesta a la población

En la Tabla 11 se presenta los resultados de las encuestas realizadas en los estudios de caracterización que se utilizaron en la investigación.

Tabla 11

Resultados de encuestas realizadas en el estudio de caracterización de residuos sólidos - 2014 y del estudio de caracterización de los residuos sólidos municipales – 2016

Pregunta	Respuesta
Sobre generación de residuos sólidos	El 54 % de los encuestados refieren que botan sobras de alimentos al tacho. Asimismo, el 12 % bota papel, latas, envases plásticos y botellas de vidrio al tacho de basura con mayor frecuencia, mientras el 34 % de otros residuos son no reaprovechables.
Sobre el almacenamiento	El 76 % de los encuestados refieren que utilizan bolsas plásticas para almacenar la basura del tacho, asimismo, el 11 % almacena en costal, el 8 % almacena en cajas y el 5 % almacena su basura en tachos de plásticos.
Sobre la segregación y reuso	El 78 % de los encuestados refieren que botan al tacho de basura sus residuos sólidos reciclables, mientras que, el 12 % lo vende y el 10 % lo regala.

Fuente: Elaboración propia a partir de información de la Municipalidad distrital de Hualmay - Subgerencia de servicios públicos y gestión ambiental (2014 y 2016)

De la Tabla 11 se puede inferir que la población no tiene una educación de aprovechamiento de residuos y que el uso de bolsas plásticas es predominante. En ambos años de estudio se obtuvieron similares respuestas, lo que evidenciaría que el proceso de sensibilización a las viviendas no obtuvo mayor impacto.

b. Población de estudio

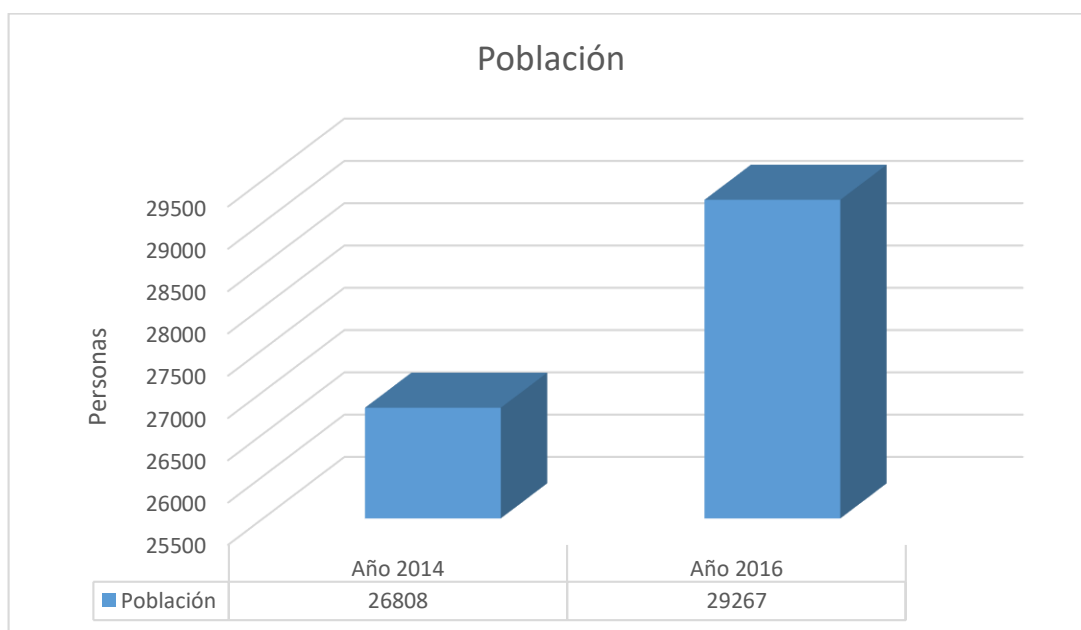


Figura 2. Población de estudio. Fuente: Elaboración propia a partir de información de la Municipalidad distrital de Hualmay - Subgerencia de servicios públicos y gestión ambiental (2014 y 2016)

Se puede observar en la Figura 2 que la población de estudio del año 2016 fue determinada en base a la proyección realizada por la Municipalidad Distrital de Hualmay (la cual consideró 29 267 habitantes), cabe resaltar que, en el estudio de caracterización realizado en el año 2014, se estimó una proyección de población de 29 188 habitantes para el año 2016. La diferencia entre ambas aproximaciones no es significativa.

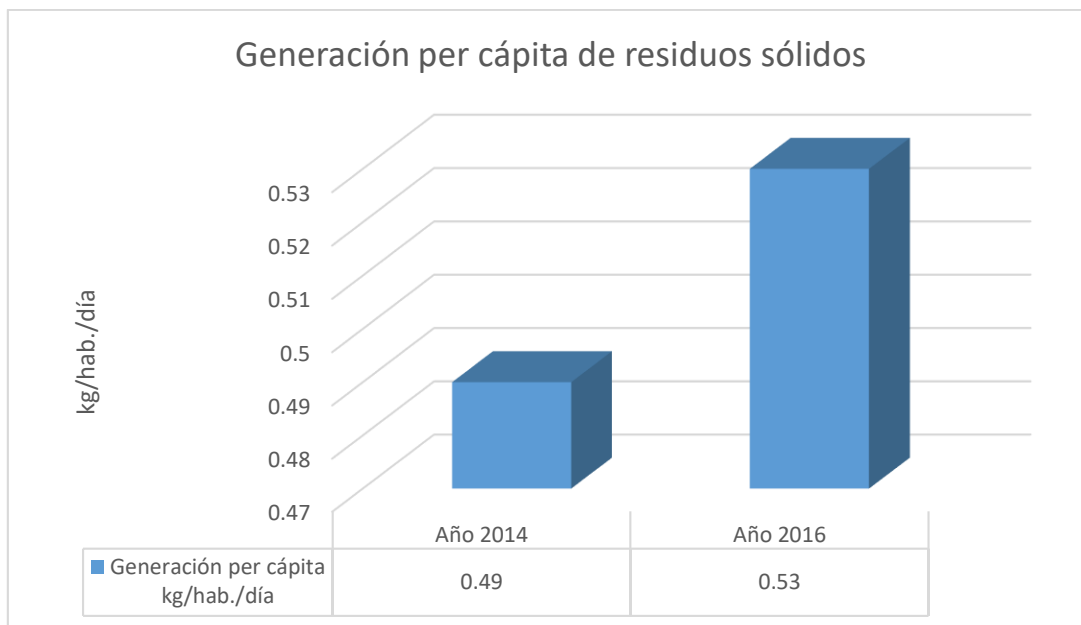


Figura 3. Generación per cápita de residuos sólidos. Fuente: Elaboración propia a partir de información de la Municipalidad distrital de Hualmay - Subgerencia de servicios públicos y gestión ambiental (2014 y 2016)

Según la Figura 3 se evidencia que ambos estudios tomaron como factor inicial de población, dos criterios diferentes, en el año 2014 se tomaron datos de los Censos nacionales 2007: XI de población y VI de vivienda – INEI; mientras que en el año 2016 se obtuvo el total de población obtenida por fórmula brindada en la proyección. Cabe resaltar que en el año 2014 se realizó una proyección para el año 2016 de 29 188 personas, con una generación per cápita de 0.49 kg/hab./día, mientras que en el estudio de caracterización del año 2016 se obtuvo como proyección de población 29 267 personas, con una generación per cápita de 0.53 kg/hab./día, esta generación per cápita se acerca a la estimada para el año 2021 según el estudio de caracterización del año 2014, lo que evidenciaría un crecimiento significativo de generación de residuos.

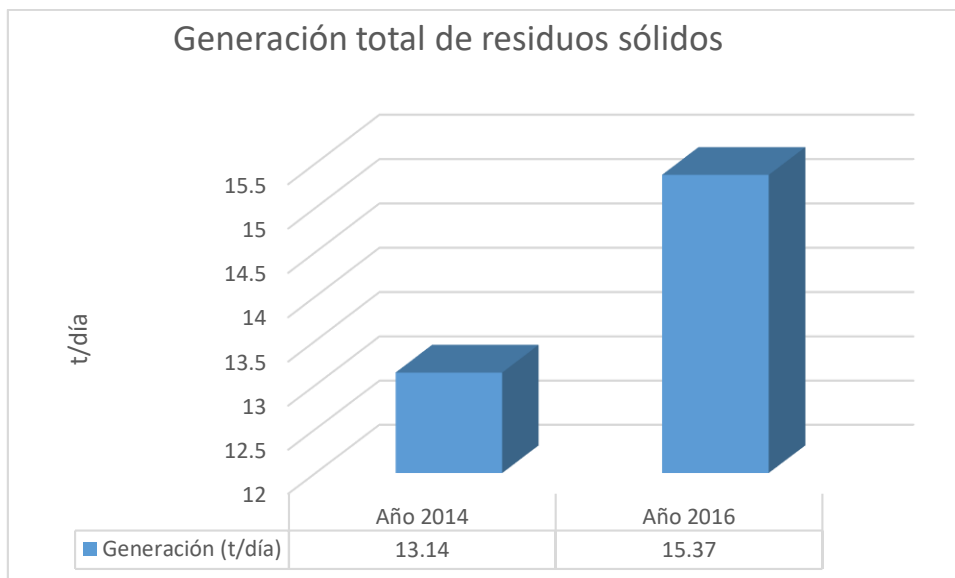


Figura 4. Generación total de residuos sólidos Fuente: Elaboración propia a partir de información de la Municipalidad distrital de Hualmay - Subgerencia de servicios públicos y gestión ambiental (2014 y 2016)

En la Figura 4 se observa que la generación total por día entre el año 2014 y 2016 tiene una diferencia de 2.37 t/día, lo que representaría un 11 % del promedio de la generación total de residuos, cantidad representativa, tomando en cuenta que la diferencia entre años de estudio es solo 2 años.

c. Proyección de la generación de residuos sólidos domiciliarios

En la Tabla 12 se presenta la proyección de generación de residuos sólidos domiciliarios de los estudios de caracterización que se utilizaron en la investigación.

Tabla 12

Proyección de la generación de residuos sólidos domiciliarios del estudio de caracterización de residuos sólidos – 2014

Año	Demanda						
	Población	GPC kg/hab./día	Generación de residuos domiciliarios t/día	Generación de Residuo Sólido no Domiciliario t/día	Generación de Residuo Sólido Municipal t/día	Generación total de Residuo Sólido Municipal t/mes	Generación total de Residuo Sólido Municipal t/año
2014	28 642	0.49	14.03	4.21	18.25	492.62	5 993.54
2015	28 914	0.49	14.31	4.25	18.56	501.18	6 097.64
2016	29 188	0.50	14.59	4.30	18.88	509.89	6 203.61
2017	29 465	0.50	14.88	4.34	19.21	518.76	6 311.58
2018	29 744	0.51	15.17	4.38	19.55	527.79	6 421.43
2019	30 026	0.51	15.46	4.43	19.89	536.99	6 533.35
2020	30 311	0.52	15.77	4.47	20.24	546.36	6 647.38
2021	30 598	0.53	16.07	4.51	20.59	555.89	6 763.39
2022	30 888	0.53	16.39	4.56	20.95	565.61	6 881.57
2023	31 181	0.54	16.71	4.60	21.31	575.50	7 001.96
2024	31 477	0.54	17.04	4.65	21.69	585.58	7 124.61

Fuente: Municipalidad distrital de Hualmay - Subgerencia de servicios públicos y gestión ambiental (2014).

De acuerdo con la Tabla 12 se puede observar que la proyección de generación de residuos sólidos domiciliarios para el año 2016 se estimó una generación de residuos de 0.50 kg/hab./día y una generación total de residuos sólidos de 6 203.61 t/año; sin embargo, la generación de residuos obtenida en el año 2016 fue de 0.53 kg/hab./día.

En la Tabla 13 se presenta la proyección de generación de residuos domiciliarios de los estudios de caracterización de residuos municipales que se utilizaron en la investigación.

Tabla 13

Proyección de la generación de residuos sólidos domiciliarios del estudio de caracterización de los residuos sólidos municipales – 2016

Año	Población	GPC	Generación de residuos	Generación total de	Generación total de
	(hab.)	kg/hab./día	domiciliarios	residuos sólidos	residuos sólidos
	(A)	(B)	(t/día)	(t/mes)	(t/año)
0 2016	29 267	0.53	15.37	461.14	5 610.48
1 2017	29 554	0.53	15.68	470.31	5 722.10
2 2018	29 843	0.54	15.99	479.66	5 835.83
3 2019	30 135	0.54	16.31	489.19	5 951.86
4 2020	30 430	0.55	16.63	498.92	6 070.23
5 2021	30 728	0.55	16.96	508.85	6 190.97
6 2022	31 029	0.56	17.30	518.97	6 314.13
7 2023	3 1333	0.56	17.64	529.29	6 439.75
8 2024	31 640	0.57	17.99	539.83	6 567.88
9 2025	31 950	0.57	18.35	550.57	6 698.55
10 2026	32 263	0.58	18.72	561.52	6 831.81

Fuente: Municipalidad distrital de Hualmay - Subgerencia de servicios públicos y gestión ambiental (2016).

De acuerdo con la Tabla 13 se puede observar que para el año 2016 se esperó una generación de residuos de 0.53 kg/hab./día y una generación total de residuos sólidos de 5 610.48 t/año, lo cual coincide con la proyección realizada en ese año de estudio; sin embargo, difiere de la proyección del año 2014 para el año 2016, en la cual se estimó una generación de residuos de 0.50 kg/hab./día y una generación total de residuos sólidos de 6 203.61 t/año.

d. Densidad de residuos sólidos domiciliarios

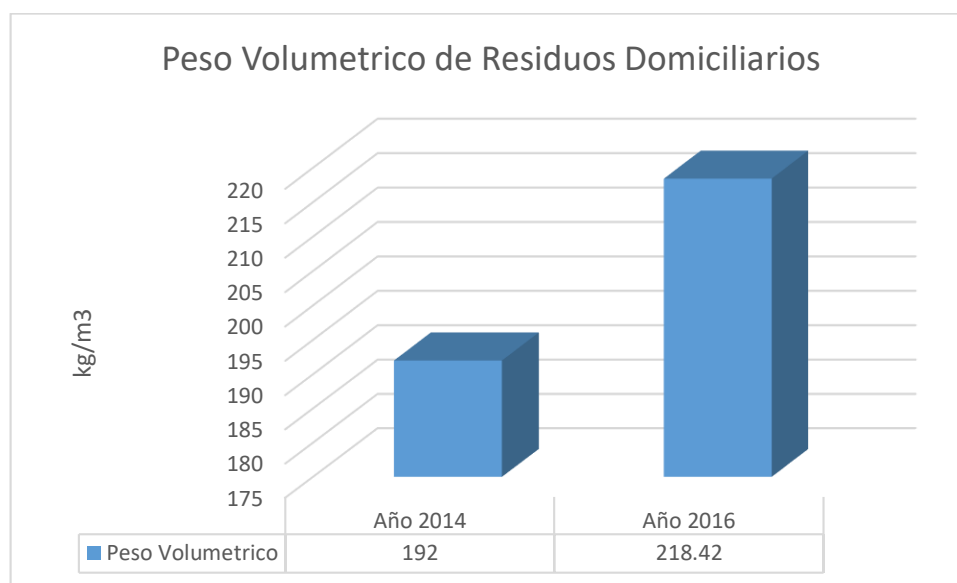


Figura 5. Peso volumétrico de los residuos sólidos domiciliarios en el estudio de caracterización de residuos sólidos – 2014. *Fuente:* Elaboración propia a partir de información de la Municipalidad distrital de Hualmay - Subgerencia de servicios públicos y gestión ambiental (2014 y 2016)

El peso volumétrico de los estudios de caracterización para el año 2014 fue de 192 kg/m³, mientras que en el año 2016 fue de 218.42 kg/m³, existiendo una diferencia significativa de 26.42 kg/m³, esto se debería al aumento de generación de residuos sólidos, en especial a la generación de materia orgánica por tipo de consumo de los habitantes del distrito.

e. Composición física de los residuos sólidos domiciliarios

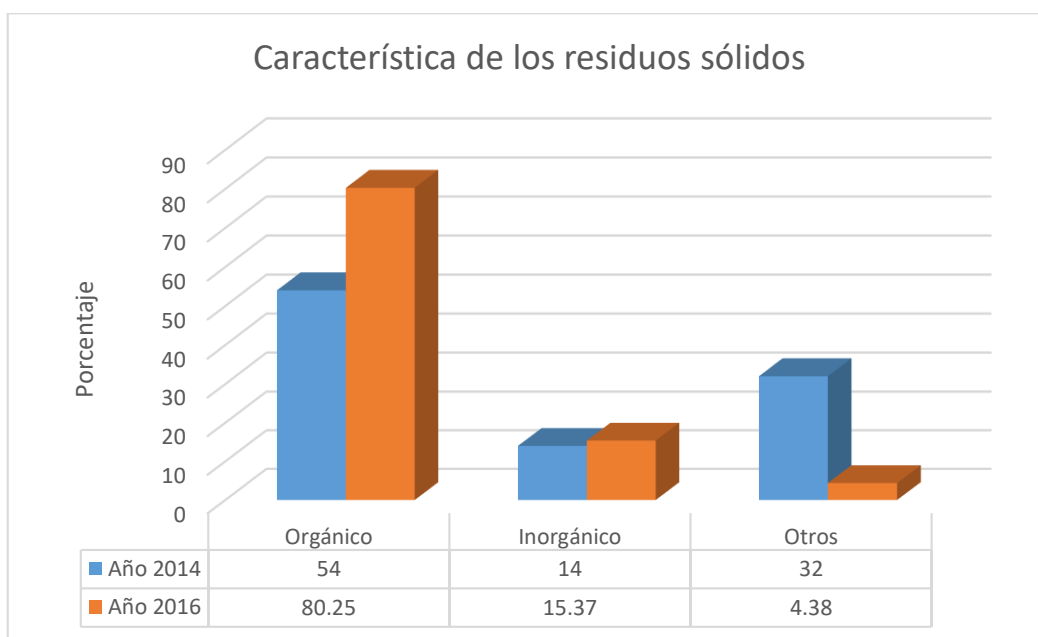


Figura 6. Características de los residuos sólidos. *Fuente:* Elaboración propia a partir de información de la Municipalidad distrital de Hualmay - Subgerencia de servicios públicos y gestión ambiental (2014 y 2016)

Se puede observar en la Figura 6 que los porcentajes de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos entre los años 2014 y 2016 presentan una diferencia de 34.25%, mientras que en el porcentaje de residuos inorgánicos no presentan diferencias significativas, a excepción de la característica de otros tipos de residuos correspondientes al año 2014, el cual muestra una diferencia del 27.62 %. Cabe señalar que los resultados realizados por la Municipalidad en el año 2016 no eran correctos, dado que realizando una sumatoria de un 100% en residuos orgánicos, inorgánicos y otros, en el año 2016 tuvo como resultado un 80%. La distribución de porcentajes erróneos fue el siguiente: Orgánico 48.78%, inorgánico 12% y otros 39.22%.

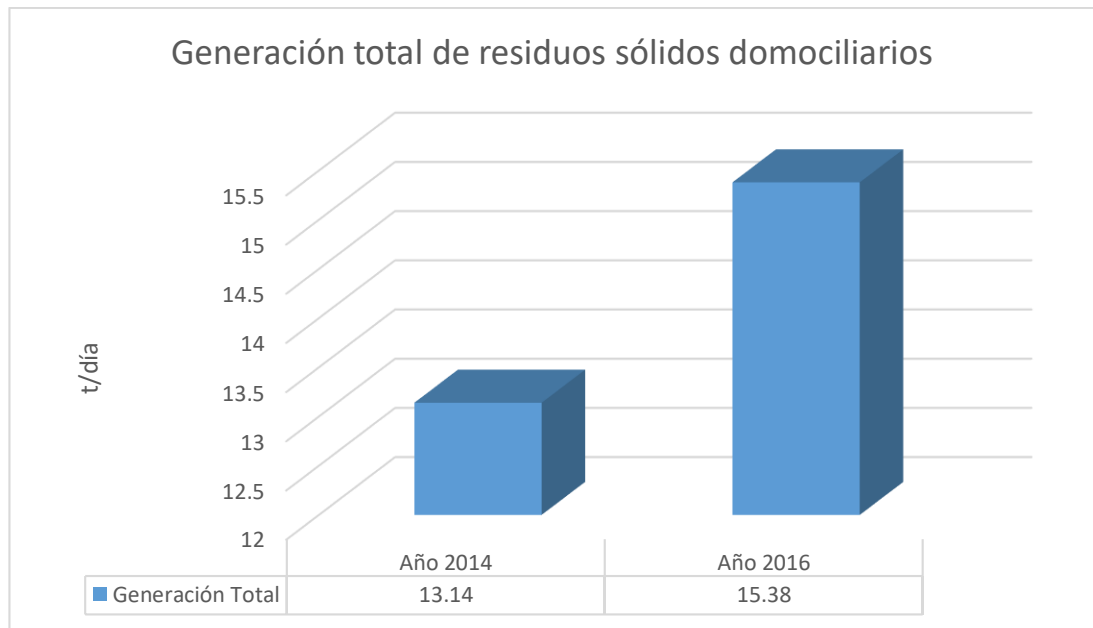


Figura 7. Generación total de residuos sólidos domiciliarios. Fuente: Elaboración propia a partir de información de la Municipalidad distrital de Hualmay - Subgerencia de servicios públicos y gestión ambiental (2014 y 2016)

En el año 2014 (Figura 7) se tuvo una generación total de residuos sólidos domiciliarios de 13.14 t/día; mientras que en el año 2016 se tuvo 15.38 t/día, demostrando un incremento de 2.24 t/día en un lapso de dos años. Esto indicaría un crecimiento de generación pese a haberse desarrollado campañas de sensibilización.

f. Humedad de los residuos sólidos domiciliarios

La humedad se obtuvo mediante la utilización de la metodología de gravimetría de volatilización, con 120 °C de calcinación de materia orgánica.

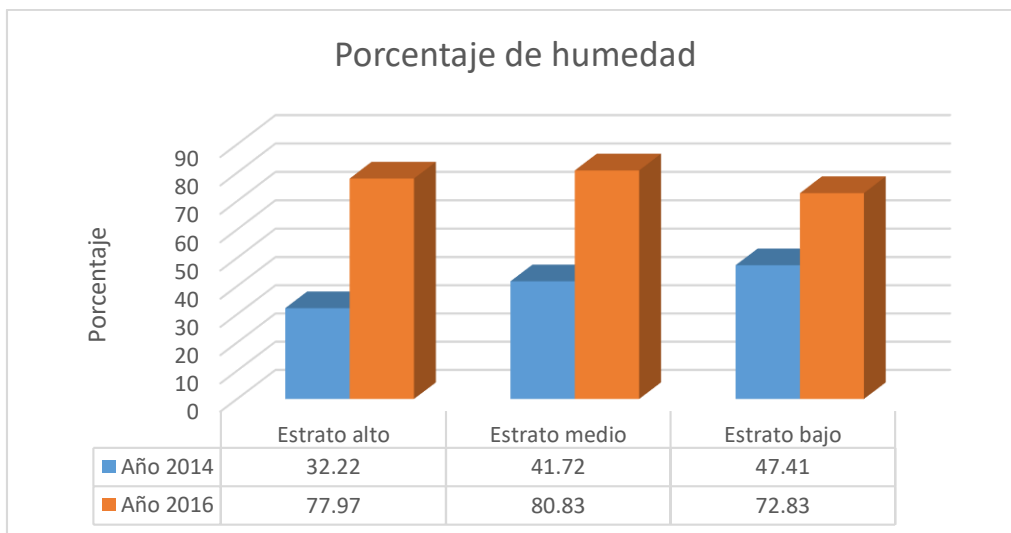


Figura 8. Resultados de estudio de humedad. Fuente: Elaboración propia a partir de información de la Municipalidad distrital de Hualmay - Subgerencia de servicios públicos y gestión ambiental (2014 y 2016)

En la Figura 8 se aprecia que el porcentaje de humedad varía según los estratos socioeconómicos, y que este a su vez se ha incrementado en el lapso de dos años. En el año 2014, el estrato que presentó mayor porcentaje de humedad fue el bajo, esto según la Municipalidad distrital de Hualmay se explica debido al estilo de vida de las personas de este estrato, que están mayormente inclinadas a la compra de productos perecibles en los mercados y/o tiendas cercanas a sus casas; a diferencia del estrato alto, en donde podemos observar que tiene el menor porcentaje de humedad con un 32.22 %, esto debido a un estilo más consumista de productos procesados. Por otro lado, el estrato medio mantiene un porcentaje de humedad cercano a los otros dos estratos con un 41.72 %. Sin embargo, en el año 2016 se puede observar un crecimiento ascendente en el estrato medio con un 80.83 %, convirtiéndose así en el estrato con mayor porcentaje de humedad, seguida de forma cercana por el estrato alto con 77.97 % y bajo, este crecimiento se podría adjudicar a campañas de “comida orgánica” y “apoyo a productores locales” que se ha ido promoviendo en la provincia y el distrito.

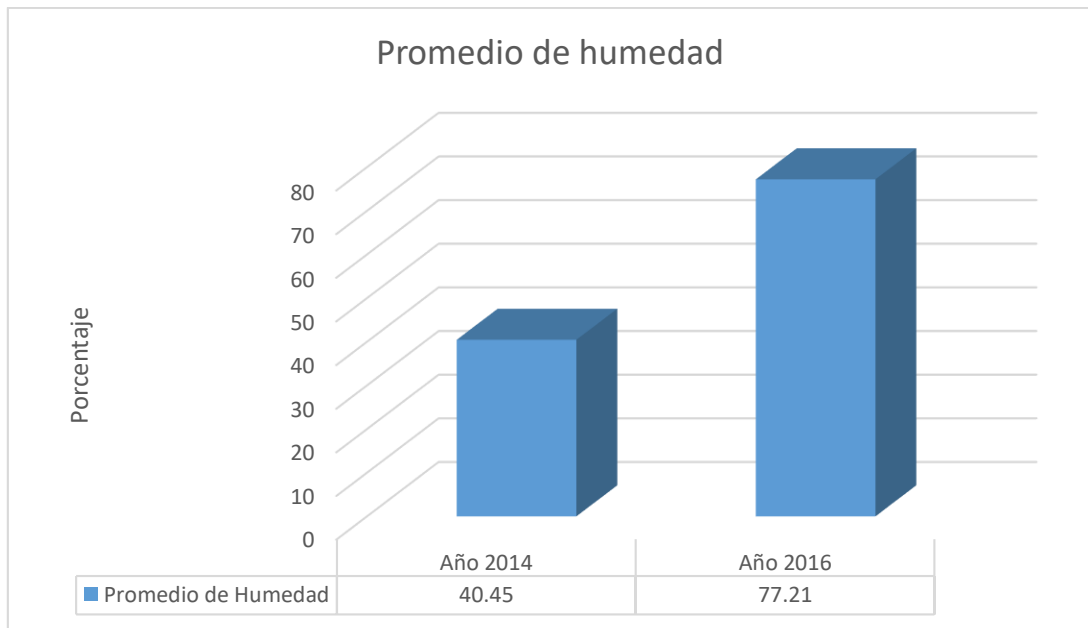


Figura 9. Promedio de humedad. Fuente: Elaboración propia a partir de información de la Municipalidad distrital de Hualmay - Subgerencia de servicios públicos y gestión ambiental (2014 y 2016)

Según la Figura 9, sobre el promedio de humedad en el año 2014 se obtuvo un 40.45% de humedad, mientras que en el año 2016 fue de 77.21%, se puede observar que existe una diferencia importante de 36.76 % entre los años 2014 y 2016, esto podría relacionarse al tipo de consumo y/o al estilo de vida de la población del distrito. Una de las ventajas de este distrito es que cuenta con un mercado cerca que concentra diversos productos de origen agrícola de las provincias y distrito cercanos. A su vez, este mercado es el más grande de la provincia de Huaura permitiendo a las personas no tener estilos de vida basadas en compra de productos empaquetados que incrementaría la generación de residuos inorgánicos.

3.3. Análisis del proceso de segregación en el período 2016

Según la investigación realizada, la Municipalidad distrital de Hualmay hasta el año 2014 no realizaba procesos de segregación de residuos domiciliarios (orgánicos e inorgánicos), ni campañas de sensibilización y/o concientización referidos al tema.

En el año 2014 se inició la implementación del “Programa de segregación en la fuente y recolección selectiva de residuos sólidos inorgánicos domiciliarios”, programa que organiza el Ministerio del Ambiente desde el año 2011. En el año 2015, la Municipalidad distrital de

Hualmay formaliza su participación en el mencionado programa a través del Decreto de Alcaldía N° 002-2015.

En relación con la población, los pobladores no realizaban segregación, por el contrario, las disposiciones de sus residuos eran vertidos en un solo recipiente (los materiales de estos recipientes variaban entre costales, cajas de cartón y bolsas de plástico) o eran vertidos en las calles y posteriormente al botadero ubicado a fuera de la ciudad, ubicada en Pampas Las Salinas.

Para el desarrollo del programa se tomaron en cuenta etapas como la de planificación, diseño técnico, implementación y la de sistematización.

Para los fines de la presente investigación se desarrolló la etapa de sistematización, en donde se evidencia los resultados obtenidos del programa.

Sistematización del programa

Para la segregación adecuada de los residuos se tomaron en cuenta los tipos de materiales que fueron los identificados en el estudio de caracterización realizado en el año 2016, los cuales fueron valorizados y comercializados en el proceso de desarrollo del programa.

En la Tabla 14 se presenta los residuos sólidos inorgánicos reaprovechables que se utilizaron en la investigación.

Tabla 14

Residuos sólidos inorgánicos reaprovechables

N°	Residuos sólidos reaprovechables	Porcentaje (%)
1	Papel	1.09
2	Cartón	1.03
3	Vidrio	1.35
4	Plástico PET	3.19
5	Plástico duro	2.16
6	Bolsas	0.23
7	Tetra pack	0.72
8	Metal (latas)	3.07

Fuente: Municipalidad distrital de Hualmay - Subgerencia de servicios públicos y gestión ambiental (2016).

Selección de zonas priorizadas

El proceso de segregación se estableció tomando en cuenta zonas priorizadas, las cuales se escogieron mediante criterios como la predisposición de los pobladores, zonas de mayor generación de residuos reaprovechables (este dato se adoptó del estudio de caracterización de residuos sólidos 2016), y el acceso de los vehículos de recolección selectiva (Moto furgón).

Educación y sensibilización ambiental

Se basó en un plan educativo el cual consistió en tres programas, el primero fue un programa de educación continua al personal operativo, quienes posteriormente realizaron educación ambiental a las diferentes viviendas; el segundo programa estuvo centrado en la sensibilización de los pobladores participantes del programa y, por último, se desarrolló un programa dirigido a los centros educativos del distrito.

Recolección selectiva de residuos sólidos inorgánicos

Para el proceso de recolección propiamente, los recipientes de almacenamiento fueron bolsas plásticas de color amarillo y verde de 75 litros. Se entregó una bolsa plástica de color verde y amarillo de 26 cm x 40 cm por vivienda, la cual era recogida una vez por semana.

Ruta de cadena de reciclaje

En el programa de estudios de segregación, se denominó rutas de cadena de reciclaje a aquellos procedimientos inmersos en el manejo de residuos sólidos. Estos procesos se enfocan en los residuos sólidos inorgánicos.

a. Segregación

Para el proceso de segregación por parte de los pobladores, la municipalidad entregó bolsas de color verde (una por cada casa) para colocar los residuos sólidos inorgánicos.

b. Recolección

La recolección estuvo a cargo de personal de limpieza (dos operarios), quienes realizaban esta actividad en horarios programados de recojo. Se programaron cuatro rutas que se pueden observar detalladamente en los puntos e y f.

c. Acondicionamiento

El acondicionamiento se llevó a cabo en el centro de acopio asignado para la segregación de residuos inorgánicos ubicado en la parte posterior del complejo deportivo municipal. Las actividades realizadas en el acondicionamiento fueron las siguientes:

- Pesado inicial

Esta actividad se realizó con el objetivo de conocer la cantidad exacta de residuos que ingresa en el centro de acopio.

- Clasificación

Permite conocer los tipos de residuos sólidos inorgánicos. Esta actividad fue realizada por los operarios de limpieza con el uso adecuado de materiales de protección.

- Limpieza

A la clasificación se adicionó esta actividad, principalmente para retirar tapas y etiquetas.

- Empaquetado final

Se aglomeraron residuos en cantidades de 20 kg aprox. con rotulaciones específicas del tipo de residuos.

d. Comercialización y destino final

La Municipalidad distrital de Hualmay no cuenta con procesos de comercialización ni tratamiento de residuos sólidos inorgánicos, por lo que convocan a empresas debidamente registradas para que se encarguen de estos procesos.

e. Rutas y horario de recolección

Las rutas de recolección fueron establecidas en horas de 7:00 am hasta 10:00 am, desde los miércoles a sábados. En la Tabla 15 se presenta las rutas establecidas que se utilizaron en la investigación.

Tabla 15

Rutas establecidas para el miércoles

RUTA 1				
N°	Vía	Secuencia	Horario	
1	Av. Puquio Cano	1	7:00 a. m.	9:00 a.m.
2	Jr. Mariano Melgar	1	9:00 a.m.	10:00 a.m.
3	Jr. San Martín	1	10:00 a.m.	11:00 a.m.
4	Jr. Mateo Pumacahua	1	11:00 a.m.	12:00 a.m.

Fuente: Municipalidad distrital de Hualmay - Subgerencia de servicios públicos y gestión ambiental (2016).

En la Tabla 16 se presenta las rutas establecidas que se utilizaron en la investigación.

Tabla 16

Rutas establecidas para el jueves

RUTA 2				
N°	Vía	Secuencia	Horario	
1	Urb. Las Palmas	1	7:00 a.m.	9:00 a.m.
2	Av. Esteban Pichilingue	1	9:00 a.m.	10:00 a.m.
3	Ca. Ciro Alegría	1	10:00 a.m.	10:30 a.m.
4	Jr. Juan Crespo	1	10:30 a.m.	11:30 a.m.
5	Jr. A. Raymondi	1	11:30 a.m.	12:00 a.m.

Fuente: Municipalidad distrital de Hualmay - Subgerencia de servicios públicos y gestión ambiental (2016).

En la Tabla 17 se presenta las rutas establecidas que se utilizaron en la investigación.

Tabla 17

Rutas establecidas para el viernes

RUTA 3				
N°	Vía	Secuencia	Horario	
1	Prolg. Santa Rosa	1	7:00 a. m.	9:00 a.m.
2	Jr. Changanahui	1	9:00 a.m.	10:00 a.m.
3	Pasaje El Angel	1	10:00 a.m.	11:00 a.m.
4	Pasaje San Martín	1	11:00 a.m.	12:00 a.m.

Fuente: Municipalidad distrital de Hualmay - Subgerencia de servicios públicos y gestión ambiental (2016).

En la Tabla 18 se presenta las rutas establecidas que se utilizaron en la investigación.

Tabla 18

Rutas establecidas para el sábado

RUTA 4				
N°	Vía	Secuencia	Horario	
1	Av. Santa Rosa	1	7:00 a. m.	9:00 a.m.
2	Av. Domingo Mandamiento	1	9:00 a.m.	10:00 a.m.
3	Pje. Macnamara	1	10:00 a.m.	11:00 a.m.
4	Pje. Mandamiento	1	11:00 a.m.	12:00 a.m.

Fuente: Municipalidad distrital de Hualmay - Subgerencia de servicios públicos y gestión ambiental (2016).

f. Valorización de los residuos sólidos reaprovechables

En la Tabla 19 se presenta la valorización de los residuos sólidos reaprovechables.

Tabla 19

Valorización de los residuos sólidos reaprovechables

N°	Tipo de Residuos Sólidos Reaprovechables	% de la composición física de los residuos sólidos %/100	Generación de residuos sólidos reaprovechables t/sem	Potencial de segregación efectiva de los residuos sólidos reaprovechables	Canasta de precios en el mercado soles/toneladas	Estimación de ingresos económicos por efecto de la comercialización soles/mes
	(A)	(B)	(C)=(Bx(t/día)(1)+x182)	(D)=(C*0.25)	(E)	(F)=(D*E)
1	Papel blanco	0.0109	2.52	0.63	1000	629.86
2	Papel mixto	0	0	0	600	0
3	Periódico	0	0	0	400	0
4	Cartón	0.0103	2.38	0.6	500	297.59
5	Vidrio Blanco	0.006	1.39	0.35	100	34.67
6	Vidrio verde	0.0075	1.73	0.43	90	39
7	Hojalata (lata de leche)	0.0307	7.1	1.77	600	1 064.4
8	Tetra pack	0.0072	1.66	0.42	1000	416.05
9	Botellas Pet	0.0319	7.37	1.84	1000	1 843.34
10	PEAD	0.0296	6.84	1.71	800	1 368.35
11	PEDBD	0.0023	0.53	0.13	600	79.74
n	...	0	0	0	0	0
	Total	0.1364	31.52	7.88	6 690	5 773

Fuente: Municipalidad distrital de Hualmay - Subgerencia de servicios públicos y gestión ambiental (2016)

La estimación de ingresos es de S/ 5 773.00, tal como se observa en la tabla 23, con el 25 % de participación de la población en el programa de segregación.

En la Tabla 20 se presenta el registro de ingresos del semestre 2016 que se utilizaron en la investigación.

Tabla 20

Registro de ingresos II semestre 2016

N°	Tipo de residuo	Cantidad (kg)	II Semestre 2016	
			Precio venta (S/ x kg)	Ingreso (S/)
1	Papel blanco	182.92	0.1	18.29
2	Papel periódico	33.58	0.1	3.36
3	Papel mixto	0	0	0
4	Cartón marrón	92.88	0.2	18.58
5	Cartón blanco	0	0	0
6	Cartón mixto	0	0	0
7	Vidrio blanco	226.82	0.1	22.68
8	Vidrio marrón	113.67	0.1	11.37
9	Vidrio verde	54.55	0.1	5.46
10	PET (Tetrafelato de polietileno)	1 939.04	0.6	1 163.42
11	PEAD (HDPE) (Polietileno de alta densidad)	1 785.52	0.6	1 071.31
12	PVC (Polocloruro de vinilo)	0	0	0
13	PEBD o LDPE (Polietileno de baja densidad)	1.8	0.4	0.72
14	Tetrapack	56.99	0.2	11.4
15	Latas (aluminio)	2 658.82	0.45	1 196.47
16	Fierro	0	0	0
	Total	7 146.59		3 523.05

Fuente: Municipalidad distrital de Hualmay - Subgerencia de servicios públicos y gestión ambiental (2016).

Si se toma en cuenta la estimación proyectada de ingresos (S/ 5 773.00), al total de ingresos registrados en el año 2015 se puede observar que existe una diferencia de S/ 2 249.95; es decir, se logró obtener el 61.03 % de la estimación de ingresos económicos.

3.4. Evaluación comercial de los residuos sólidos domiciliarios del distrito de Hualmay, durante el periodo 2014 y 2016

La evaluación comercial se realizó en base a lo descrito por el Ministerio del Ambiente (2015) en su guía metodológica para elaborar e implementar un programa de segregación en

la fuente y recolección selectiva de residuos sólidos municipales, la que incluye el proceso de valorización de residuos sólidos reaprovechables.

Promedio de generación total de residuos sólidos en los años 2014 y 2016

La generación total de residuos sólidos se obtuvo del promedio de la sumatoria de la generación total de residuos sólidos (t/días) de los años 2014 y 2016.

En la Tabla 21 se muestra el promedio de generación total de residuos sólidos.

Tabla 21

Promedio de generación total de residuos sólidos

Viviendas que participan en el programa	Habitantes por viviendas	Población	GPC 2014 kg/hab./día			Generación total de residuos sólidos t/día		
			D			E = C x D / 1000		
			2014	2016	Promedio	2014	2016	Promedio
A	B	C = A X B						
6 368	4	26 808	0.49	0.53	0.51	13.14	15.38	14.26

Fuente: Ministerio del ambiente - Guía metodológica para elaborar e implementar un Programa de Segregación en la Fuente y Recolección Selectiva de Residuos Sólidos Municipales (2015).

En la Tabla 22 se presenta el promedio de generación de residuos sólidos inorgánicos reaprovechables de los estudios de caracterización que se utilizaron en la investigación.

Tabla 22

Promedio de generación de residuos sólidos inorgánicos reaprovechables de los años 2014 y 2016

N°	MATERIALES	Estudio de caracterización de residuos sólidos – 2014		Estudio de caracterización de los residuos sólidos municipales - 2016		Promedio	
		Peso total kg	Composición %	Peso total kg	Composición %	Peso total kg	Composición %
1	Papel	1.11	1.1	2.94	1.0	2.0	1.0
2	Cartón	1.05	1.0	2.82	1.0	2.0	1.0
3	Vidrio	1.37	1.3	2.97	1.0	2.2	1.2
4	Plástico PET	3.25	3.2	7.6	2.6	3.1	2.9
5	Plástico duro	3.02	3.0	8.09	2.8	3.0	2.9
6	Bolsas	0.24	0.2	7.8	2.7	1.6	1.5
7	Tetrapak	0.73	0.7	0.83	0.3	1.8	0.5
8	Metal	0.43	0.4	2.05	0.7	1.7	0.6
	Total	11.2	11.0	35.1	12.0	17.4	11.5

Fuente: Elaboración propia a partir de información de la Municipalidad distrital de Hualmay - Subgerencia de servicios públicos y gestión ambiental (2014 y 2016)

El promedio sobre la generación de los residuos sólidos inorgánicos reaprovechables se calculó tomando en cuenta los porcentajes de residuos sólidos inorgánicos reaprovechables de los estudios de caracterización realizados en los años 2014 y 2016.

De los resultados obtenidos, se puede verificar que los porcentajes no son significativos en comparación a los demás residuos caracterizados, dado que, en el año 2014 se obtuvo un porcentaje de residuos inorgánicos reaprovechables de 11.2 % y en el año 2016 se obtuvo un porcentaje del 12 %.

Cabe resaltar que según la metodología brindada en la guía metodológica para elaborar e implementar un programa de segregación en la fuente y recolección selectiva de residuos sólidos municipales (MINAM, 2015), la realización de valorización de residuos inorgánicos reaprovechables se debe realizar tomando en cuenta los porcentajes de estos residuos en relación del porcentaje total de residuos sólidos obtenidos del proceso de caracterización.

Venta de los residuos reaprovechables

Para la estimación del precio de venta de los residuos sólidos inorgánicos se tomó en cuenta los costos mínimos y máximos de cada material, según datos de venta de recicladores de la zona. En la Tabla 23 se presenta el costo de promedio de residuos que se utilizaron en la investigación.

Tabla 23

Costo promedio de residuos

Canasta de Precios					
Nº	Tipo de residuos sólidos	Unidad de medida	Costo mínimo (S/)	Costo máximo (S/)	Costo promedio (S/)
1	Papel	kg	0.75	0.80	0.78
2	Cartón	kg	0.29	0.28	0.29
3	Vidrio	kg	0.17	0.15	0.16
4	Plástico PET	kg	0.70	0.70	0.70
5	Plástico duro	kg	0.96	0.85	0.91
6	Bolsas	kg	0.80	0.90	0.85
7	Tetrapak	kg	0.65	0.63	0.64
8	Metal	kg	0.31	0.30	0.31

Fuente: Elaboración propia.

Podemos observar que el tipo de residuo sólido con mayor precio son las bolsas, seguido del plástico duro; sin embargo, se tiene que tomar en cuenta que los precios fluctúan de acuerdo con la demanda de estos.

En la Tabla 24 se presenta la generación mensual de material reciclable según nivel de participación que se utilizaron en la investigación.

Tabla 24

Proyección de generación mensual de material reciclable según nivel de participación

Etapa del programa	Nivel de participación de la población	Recolección mensual (kg)
0° Etapa (0 mes – 3 meses)	Población participa al 15 %	74437.2
1° Etapa (0 mes – 6 meses)	Población participa al 25 %	12 4062
2° Etapa (6 mes – 12 meses)	Población participa al 50 %	24 8124
3° Etapa (12 mes – 18 meses)	Población participa al 75 %	37 219
4° Etapa (18 mes – 24 meses)	Población participa al 100 %	49 6248

Fuente: Elaboración propia a partir de información del Ministerio del ambiente - Guía metodológica para elaborar e implementar un programa de segregación en la fuente y recolección selectiva de residuos sólidos municipales (2015).

En la Tabla 25 se presenta la proyección de ingresos por efecto de la comercialización que se utilizaron en la investigación.

Tabla 25

Proyección de ingresos por efecto de la comercialización

N°	Tipo de residuos Sólidos reaprovechables (A)	% de la composición física de los residuos sólidos %/100 (B)	Generación de residuos sólidos reaprovechables t/mes (C) = (B X (t/día) x 30)	Potencial de segregación efectiva de los residuos sólidos reaprovechables				Canasta de precios en el mercado Soles/t (E)	Estimación de ingresos económicos por efecto de la comercialización Soles/Mes (F) = (D * E)			
				(D) = (C * 0.25)	(D) = (C * 0.5)	(D) = (C * 0.75)	(D) = (C * 1)		al 25 %	al 50 %	al 75 %	al 100 %
1	Papel	0.01	4 278	1 069.5	2 139	3 208.5	4 278	780.00	834.21	1 668.42	2 502.63	3 336.84
2	Cartón	0.01	4 278	1 069.5	2 139	3 208.5	4 278	290.00	310.16	620.31	930.47	1 240.62
3	Vidrio	0.012	5 133.6	1 283.4	2 566.8	3 850.2	5 133.6	160.00	205.34	410.69	616.03	821.38
4	Plástico PET	0.029	12 406.2	3 101.55	6 203.1	9 304.7	12 406.2	700.00	2 171.09	4 342.17	6 513.26	8 684.34
5	Plástico duro	0.029	12 406.2	3 101.55	6 203.1	9 304.7	12 406.2	910.00	2 822.41	5 644.82	8 467.23	11 289.64
6	Bolsas	0.015	6 417	1 604.25	3 208.5	4 812.8	6 417	850.00	1 363.61	2 727.23	4 090.84	5 454.45
7	Tetrapak	0.005	2 139	0.534.75	1 069.5	1 604.3	2 139	640.00	342.24	684.48	1 026.72	1 368.96
8	Metal	0.006	2 566.8	0.641.7	1 283.4	1 925.1	2 566.8	300.00	192.51	385.02	577.53	770.04
	TOTAL	0.116	49 624.8	12 406.2	24 812.4	37 219	49 624.8	4 630.00	8 241.57	16 483.13	24 724.70	32 966.27

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Ministerio del ambiente - Guía metodológica para elaborar e implementar un programa de segregación en la fuente y recolección selectiva de residuos sólidos municipales (2015).

La proyección de ingresos ha sido realizada tomando en cuenta la guía metodológica para elaborar e implementar un programa de segregación en la fuente y recolección selectiva de residuos sólidos municipales (MINAM, 2015), donde se indica que se debe considerar el potencial de segregación y la canasta de precios en el mercado para lograr obtener la estimación de ingresos por efecto de la comercialización.

El ingreso que hubiese obtenido, según los precios de mercado y las cantidades promedios de residuos sólidos inorgánicos reaprovechables sería de S/ 32 966.27 mensuales. Este ingreso se podría invertir en actividades y/o proyectos referidos al cuidado del medio ambiente o la sostenibilidad de proyectos referidos en temas de tratamiento de residuos, por ejemplo, uno de ellos es el compostaje.

CAPÍTULO IV: DISCUSIONES

4.1. Análisis de datos del proceso de caracterización en el periodo 2014 y 2016

Los resultados obtenidos en los estudios de caracterización de residuos sólidos municipales (EC-RSM) durante los años 2014 y 2016 se enfocan en la descripción de las siguientes variables:

Generación

Según los resultados de generación de residuos sólidos de los años de estudios de caracterización (2014 y 2016), se pudo determinar que se emplearon criterios diferentes en cuanto al total de viviendas. En el año 2014, se utilizaron los datos del censo nacional desarrollado por INEI en el año 2007; mientras que, durante el año 2016 fueron tomados los datos estimados en la proyección de población elaborada para ese año, siendo 29 267 habitantes. Cabe precisar que, no se consideró la variación del total de viviendas de acuerdo a la proyección realizada, es decir el total de viviendas siguió siendo el mismo que el año 2014, lo que difiere con lo establecido en la Guía metodológica para el desarrollo del Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales, la cual establece que en caso de no existir estudios de población por parte del INEI en el año de estudio, entonces se tiene que realizar proyección de población y según ello, establecer el total de viviendas que participaran en el estudio.

De esta manera en el año 2014 se obtuvo una generación per cápita (GPC) de 0.46 kg/hab./día; mientras que, en el año 2016 se obtuvo una GPC de 0.53 kg/hab./día. De acuerdo con el cuarto informe anual sobre residuos sólidos de las municipalidades en el Perú, elaborado por el Ministerio del Ambiente (2012) la generación per cápita promedio para ciudades o distritos

con poblaciones entre 20 000 y 49 999 habitantes es de 0.578 kg/hab./día. Los estudios de caracterización elaborados en el distrito de Hualmay, presentan cifras similares al promedio que indica el MINAM, y permite establecer que los estudios se realizaron de manera correcta.

Composición

Los resultados obtenidos en cuanto a la composición de residuos se basaron según la clasificación desarrollada en la guía metodológica de estudio de caracterización de residuos sólidos municipales desarrollada por el MINAM, la cual a su vez fue diferenciada por la Municipalidad Provincial en residuos orgánicos, inorgánicos y otros; siendo los residuos orgánicos en el año 2014, los que obtuvieron mayor porcentaje en relación del total de residuos con 54 %, y 14 % de residuos inorgánicos; en el año 2016, los residuos orgánicos obtuvieron el mayor porcentaje con un 80.25%, mientras que los inorgánicos representaron un 15.37%. Zorrilla (2014), en su investigación sobre caracterización de residuos con una muestra de 60 casas, obtuvo un 40.48% de residuos orgánicos y un 10.15% de residuos inorgánicos, estos datos son cercanos en promedio; mientras que según el EC RSM de la Municipalidad Distrital de Trujillo (2016), en base a una muestra de 99 casas, se obtuvo un 59% de residuos orgánicos y un 23% de residuos inorgánicos. La diferencia de composición de residuos, entre el distrito de Hualmay, el elaborado por Zorrilla y el realizado en el Distrito de Trujillo, podría explicarse debido a las características económicas y sociales de cada zona de estudio (Rodríguez, 2002).

Del Carpio (2017) indica que el residuo que tuvo mayor representatividad en su estudio fue el orgánico con un 42.65%, y que tiene capacidad de reúso a través de sistemas de compostaje, la municipalidad distrital de Hualmay consideró en los estudios de caracterización la importancia del reciclaje de los recursos orgánicos a través del compostaje, pero no profundizó sobre el tema.

Por otro lado, Zorrilla, en su investigación indica que un factor primordial en la caracterización de residuos es la determinación del nivel socioeconómico dado que influye significativamente en la generación de residuos domiciliarios según estratos económicos; sin embargo, en ambos estudios de composición de residuos (2014 y 2016) realizados en el distrito de Hualmay no se tomaron en cuenta los estratos, ya que el EC – RSM no lo indicaba, sin embargo este factor ya es considerado en la actual guía de caracterización aprobada en el año 2018.

Densidad

Los resultados obtenidos en relación al peso volumétrico de los estudios de caracterización realizados en los años 2014 y 2016 muestran una diferencia significativa entre ambos años de estudio. En el año 2014 se obtuvo 192 kg/m^3 ; mientras que, en el año 2016 se obtuvo 218.42 kg/m^3 , estos resultados indican que hubo un incremento de generación de residuos, lo que podría explicarse debido al crecimiento poblacional y el aumento de hábitos de consumo de la población (Rodríguez Escobar, 2002). Por otro lado, Del Carpio (2017) en su estudio sobre la identificación de la capacidad de reúso de los residuos sólidos producidos en el distrito de Mollendo, Arequipa, con una muestra de 100 casas del distrito se tuvo una densidad promedio de 176.18 kg/m^3 , esta cifra es aproximada a la que se obtuvo en el distrito de Hualmay en el año 2014, mientras que según el ECRSD realizado por la Municipalidad Distrital de Ate (2016) llevado a cabo en base a una muestra de 107 casas, obtuvo una densidad de 222.43 kg/m^3 cifra cercana a la obtenida en el estudio del año 2016 por el distrito de Hualmay, evidenciando que ambos estudios muestran similitud en cuanto a densidad y reforzando los resultados obtenidos en los estudios de caracterización.

Humedad

Los resultados obtenidos fueron realizados tomando en cuenta los tres estratos en los cuales se llevaron a cabo los estudios de caracterización de residuos sólidos; es decir, estrato alto, estrato medio y estrato bajo. De acuerdo con Zorrilla (2014) los estratos económicos permiten identificar el nivel socioeconómico de la población generadora de residuos sólidos domiciliarios.

La diferencia de humedad de acuerdo con los porcentajes mostrados entre los estudios realizados en el año 2014 y 2016, fue de 32.38 %, lo que sugiere un crecimiento acelerado de generación de residuos orgánicos en dos años de diferencia. Cabe resaltar que en el año 2014 ha sido el estrato bajo, quien ha presentado mayor porcentaje de humedad; seguido del estrato medio y con porcentajes menores el estrato alto. Esto podría deberse al estilo de vida de las personas por cada estrato, las personas del estrato bajo por su menor poder adquisitivo se inclinan a la compra de productos perecibles, en su mayoría orgánicos (Calderón, 2015). En el año 2016 se observó mayor porcentaje de humedad en el estrato medio; seguido del alto y por último el estrato bajo, evidenciando de esta manera cambios de hábitos de consumo de los pobladores, (Zorrilla, 2014) los cuales podrían adjudicarse al nivel socioeconómico, el cual influye de manera directa en la generación de residuos, en su mayoría de materia orgánica (Rodríguez, 2002). Además de ello, otro factor importante a considerar es que el distrito se encuentra cercano al mercado más grande la provincia “Mercado Centenario”, y que en el distrito se han realizado campañas apoyando al consumo de recursos orgánicos ofertados en el mercado.

4.2. Análisis del proceso de segregación

Según los resultados obtenidos, el proceso de segregación en el distrito de Hualmay se realiza a partir de la implementación del Programa de Segregación en la Fuente y Recolección Selectiva de Residuos Sólidos Inorgánicos Domiciliarios (MINAM, 2015), llevada a cabo en el año 2016, tal como se indica en la Guía metodológica para elaborar e implementar un Programa de Segregación en la Fuente y Recolección Selectiva de Residuos Sólidos Municipales (MINAM, 2015), considerándose factores como selección de zonas priorizadas, las cuales fueron definidas tomando en cuenta la participación de los pobladores, la generación de residuos y la accesibilidad del lugar.

Otro punto importante y abordado en el programa de segregación fue el de educación y sensibilización ambiental, el cual como lo indica la Guía metodológica para elaborar e implementar un Programa de segregación en la Fuente y Recolección Selectiva de Residuos Sólidos Municipales (MINAM, 2015), debe definirse con acciones y estrategias enfocadas a los objetivos propuestos, sin embargo la Municipalidad no cuenta con mayor detalle que el

de indicar el tipo de persona y/o institución al que va dirigido y de manera genérica la presentación de materiales, lo que conllevaría una falta de incumpliendo a lo estipulado por la guía.

En la Guía metodológica para elaborar e implementar un Programa de segregación en la Fuente y Recolección Selectiva de Residuos Sólidos Municipales (MINAM, 2015) considera que el proceso de ejecución se debería realizar de maneraprogresiva, partiendo del 25% de participación de la población, sin embargo, la Municipalidad Distrital de acuerdo a la investigación realizada, logró alcanzar el 15% de participación de la población. Rentería y Zeballos (2014), consideran que el uso de herramientas de gestión estratégica permite disminuir brechas de participación mejorando los programas enfocados en la segregación de residuos y el proceso de recolección selectiva en los diferentes niveles de gobierno.

4.3. Evaluación comercial de los residuos sólidos domiciliarios del distrito de Hualmay, durante el periodo 2014 y 2016

La evaluación comercial concluye que, en un lapso de un año, con un 100 % de participación se obtendrá S/ 32 966.27 mensuales. Sin embargo, según las estadísticas, siempre existe porcentajes de error, por tal motivo la guía sugiere tomar en cuenta como porcentaje adecuado el 25 % de participación, lo que conllevaría a estimar una proyección de valoración de residuos generados de S/ 8 241.57 mensuales.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES

1. La generación de residuos sólidos entre los años 2014 y 2016 creció en un 0.04 kg/día en un lapso de 2 años, lo que indica un crecimiento relativamente rápido tomando en cuenta que ambos estudios se llevaron a cabo en zonas similares, pero en meses diferentes (el estudio de caracterización de residuos del 2014 se llevó a cabo entre los meses de octubre y noviembre, mientras que el estudio de caracterización de residuos del año 2016 se llevó a cabo en los meses de febrero y marzo).
2. En el año 2014 se observó una generación de residuos orgánicos de 46.73 kg a diferencia del año 2016, en la cual se obtuvo una generación de 142.64 kg. La generación está relacionada al poder adquisitivo de los pobladores, evidenciando, según la generación de residuos, el incremento en la compra de productos perecibles considerando la presencia del mercado central de la provincia en los límites del distrito.
3. El peso volumétrico de los residuos varió significativamente entre el año 2014 y 2016. En el año 2014 se obtuvo 192 kg/m³ de residuos; mientras que en el año 2016 se obtuvo 218.42 kg/m³ de residuos. Estas cantidades guardan relación con los resultados de la composición de residuos, en donde prima el incremento en la generación de residuos orgánicos.
4. La humedad obtenida en el año 2014, según los estratos evaluados (alto, medio y bajo) mostraron que el estrato bajo es quien más genera porcentajes de humedad con 47.41 %; mientras que en el estudio realizado en el año 2016 es el estrato medio quien presentó mayor presencia de humedad con 80.83 %. Según los resultados obtenidos, se evidencia una relación directa entre la humedad y los estratos socioeconómicos, es decir a un menor estrato socio económico, el contenido de humedad tiende a aumentar

5. Según los datos obtenidos, el programa de segregación efectuado en el año 2016, no tuvo la efectividad esperada, de una proyección de ingresos de S/ 5 773.01 se obtuvo un total de ingresos real de S/ 3 523.05, lo cual se debe a que la población no cuenta con una cultura de segregación de residuos, así como no se contó con el equipo profesional adecuado, evidenciando que la municipalidad no cumplió con el objetivo de sensibilización y educación ambiental hacia la población.

6. La valoración realizada a los residuos sólidos inorgánicos evidencia la potencial generación de ingresos significativos si se realiza una segregación y comercialización adecuada. Según la proyección estimada se hubiese podido contar con un ingreso desde S/ 8 241.57 a S/ 32 966.27 mensuales, según el grado de participación de los habitantes.

CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES

Los estudios de caracterización se deben realizar en meses similares, para con ello poder tener variables y características que contengan parámetros de evaluación definidos, pudiendo realizar comparaciones y análisis de los datos, de manera más acertada y objetiva. Las características climatológicas presentes en cada estación y estas a su vez en cada mes, brindan criterios diferentes en cuanto a patrones de consumo.

1. Al haberse determinado que no se consideraron los estratos socioeconómicos respecto a la generación y composición de residuos sólidos en el estudio de caracterización (mezcla de todas las muestras obtenidas con muestras únicas por día), se recomienda que para futuros estudios se tomen en cuenta estos aspectos para obtener resultados más detallados.
2. En cuanto a los resultados de composición física, se debe tomar en cuenta las clasificaciones de residuos sólidos brindadas por el Ministerio del Ambiente – MINAM, y si se necesitara un medio de clasificación más general se debería tomar en cuenta las características básicas de cada material y describir de manera detallada los datos exactos de cada una y de esta manera no alterar los resultados. Según los resultados, son los residuos orgánicos quienes representan mayor porcentaje de generación, por ello se recomienda realizar procesos de auto compostaje, la cual permitirá la reducción de residuos durante el almacenamiento, y la disminución de esfuerzos en los demás procesos de gestión de residuos, pudiendo utilizar el compost producido en la optimización de sus jardines y/o macetas que tengan en las viviendas. En el anexo 06 se puede visualizar una propuesta de lineamientos generales para la elaboración de compost doméstico.

3. Se recomienda implementar un programa de sensibilización casa por casa, el cual sea diseñado por un especialista, que contenga una estructura y criterios de comunicación bien definidos, pueden ser acompañados con material informativo de apoyo; el mismo que, debe ser monitorizado a fin de verificar su cumplimiento e impacto. A modo de ejemplo, se podría considerar una estructura de sensibilización basada en conceptos básicos (residuos sólidos, tipos de residuos, almacenamiento, segregación, consecuencias, casos de éxito y casos de mala praxis) de acuerdo a las características de cada zona seleccionada según estratos, apoyado con el uso de material audiovisual, en donde prime las imágenes (infografía) y la simplificación de las palabras, pudiendo aprovechar también el uso de las redes sociales para difundir y promover las piezas realizadas, debido al uso masivo del internet; así como, se podrían incorporar charlas de capacitación o realización de conversatorios, entre otros.

4. De acuerdo a la proyección de ingresos por valorización, existe un potencial ingreso de recursos los mismos que pueden reinvertirse en la compra de equipos de protección personal, fortalecimiento de capacidades, elaboración de estudios y/o ejecución de obras de infraestructuras de residuos sólidos (plantas de transferencia, plantas de tratamiento, entre otros).

5. Debe evaluarse detalladamente cada estudio de caracterización de residuos antes de ser enviado al Ministerio del Ambiente – MINAM, ya que se ha observado la falta de detalle y/o confusión de algunos aspectos técnicos especificados en la Guía Metodológica para el desarrollo del Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales.

6. Se debe evaluar la efectividad de los diferentes incentivos propiciados hacia el cumplimiento de pago de arbitrios para la gestión de residuos sólidos. Considerándose la suscripción de convenios con las empresas de servicio públicos

como entes recaudadoras de cobro de arbitrios, tal como se indica en la Ley de gestión integral de residuos sólidos

REFERENCIAS

- Aguilera, P. D. (2016). *Gestión de Residuos Sólidos Domiciliarios en el Distrito de Madre de Dios Boca Colorado, Provincia de Manu, de la región Madre de Dios, año 2016 (Tesis de grado)*. Universidad Tecnológica de los Andes. Apurímac, Perú. Recuperado de <http://repositorio.utea.edu.pe/bitstream/handle/utea/98/Tesis-%20Gestion%20de%20residuos%20s%3%b3lidos%20domiciliarios%20en%20el%20distrito%20de%20Madre%20de%20Dios.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Aguilera, P. R., y Santana M. C. (2017). *Fundamentos de la Gestión Ambiental*. Recuperado de <https://www.ecotec.edu.ec/content/uploads/2017/09/investigacion/libros/fundamentos-gestion-ambiental.pdf>
- Alcaíno, F. H. (2012). *Propuesta de Gestión sobre Residuos Sólidos Domiciliarios Región de O'Higgins*. (Tesis de grado). Universidad Academia de Humanismo Cristiano, Santiago, Chile. Recuperado de <http://bibliotecadigital.academia.cl/bitstream/handle/123456789/1395/tiega%20128.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Alvarez, G. C. (2017). *Reciclaje y su aporte en la Educación Ambiental*. Recuperado de <http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2013/05/09/Alvarez-Carina.pdf>
- Alvarez, G. E., y Flores, L. J. (2013). *Estudio de Caracterización de los Residuos Sólidos del Distrito de Coracora - Ayacucho*. Ayacucho, Perú.
- Calderón, D. J. (2015). *Análisis de los Factores socio-económicos en la Producción Per cápita de Residuos Sólidos Domésticos de la Ciudad de Lampa - 2014*. (Tesis de grado). Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú. Recuperado de http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/1856/Calderon_Diaz_Juan_Carlos.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Callirgos, A. L., y Mendez, C. D. (2015). *Gestión Integral para el Tratamiento de Residuos Sólidos en el Distrito de Trujillo. Provincia Trujillo. La Libertad*. (Tesis de grado). Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú. Recuperado de http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/2053/1/RE_ING.CIVIL_LUIS.CALLIRGOS_DIANA.MENDEZ_GESTION.INTEGRAL.RESIDUOS.SOLIDOS_DATOS_T046_45994483T.PDF

- Camacho, B. A., y Ariosa, R. L. (2000). *Diccionario de Términos Ambientales*. La Habana, Cuba. Recuperado de https://www.hogaresjuvenilescampesinos.org/gallery/diccionario_ambiental.pdf
- Carrasco, D. S. (2006). *Metodología de la Investigación Científica*. Lima, Perú.
- Cornejo, C. J., Bonett, R. J., Parejo, R. J., y Salcedo, M. M. (2011). *Propuesta: “Plan de Manejo de Residuos Sólidos de la Municipalidad Provincial del Cusco”*. Cusco, Perú. Recuperado de https://www.peru.gob.pe/docs/PLANES/872/PLAN_872_Plan_de_manejo_de_RR_SS_en_la_MPC_2011.pdf
- Cruz, H. A. (2012). *Caracterización y Manejo de Residuos Sólidos, de siete predios en Salento, Quindío*. (Tesis de grado). Universidad de Tolima. Bogotá, Colombia. Recuperado de <http://repository.ut.edu.co/bitstream/001/1248/1/RIUT-HAA-spa-2013-Caracterizaci%C3%B3n%20y%20manejo%20de%20residuos%20s%C3%B3lidos%20de%20siete%20predios%20en%20Salento%20Quind%C3%ADo.pdf>
- Dávila, V. D. (2014). *Estudio del Tipo de Residuos Sólidos Domiciliarios Generados en la Ciudad de Tamshiyacu*. (Tesis de grado). Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, Maynas, Perú. Recuperado de http://repositorio.unapikitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3391/Doris_Tesis_Titulo_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Decreto Legislativo N° 1278. Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Diario oficial El Peruano, Lima, Perú. 23 de diciembre de 2016. pp. 18-34.
- Del Carpio, T. G. (2017). *Determinación del Potencial de Reuso de los Residuos Sólidos generados en el Distrito de Mollendo, Arequipa 2017*. (Tesis de Posgrado). Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa, Perú. Recuperado de <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/2957/BIMdeteg.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Dirección General de Políticas e Instrumentos de Gestión Ambiental. (2012). *Glosario de términos para la Gestión Ambiental Peruana – MINAM*. Lima, Perú. Recuperado de <http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2015/02/2016-05-30-Conceptos-propuesta-Glosario.pdf>
- Dulanto, T. A. (2013). *Asignación de Competencias en Materia de Residuos Sólidos de Ámbito Municipal y sus Impactos en el Ambiente*. Lima, Perú. (Tesis de grado).

Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú. Recuperado de http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/4689/DULANTO_TELLO_ANDRES_RESIDUOS_SOLIDOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Flores, L. J. (2009). *Implementación del Sistema de Manejo Integral de Residuos Sólidos Urbanos en el Distrito de Las Lomas*. Piura, Perú. Recuperado de http://biblioteca.utec.edu.sv/siab/virtual/elibros_internet/55777.pdf

Fondo Nacional del Ambiente (2020). *Gestión Responsable de Residuos Sólidos Municipales*. Lima, Perú. Recuperado de https://fonamperu.org.pe/residuos-solidos/infografia_rrss_municipales/

Gonzalvo, T. W. (2017). *Diseño de Plan de Manejo Ambiental para la Gestión Integral de Desechos Sólidos Comunes en la Parroquia rural San José del Tambo del Cantón Chillanes, provincia Bolívar*. (Tesis de grado). Universidad de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador. Recuperado de http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/29447/1/TESIS_GONZALVO_WENDY.pdf

Guía para elaborar la Caracterización de Residuos Sólidos (2018). Resolución Ministerial N° 457-2018-MINAM. Diario Oficial El Peruano, Lima, Perú, 04 de enero de 2019, pp. 73.

Hernández, S. R., Fernández, C. C., y Baptista, L. M. (2014). *Metodología de la Investigación Sexta Edición*. México, México. Recuperado de <https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=ZGVmYXVsdGRvbWFpbmVxjb250YWRlcmlhcHVibGljYTk5MDUxMHxneDo0NmMxMTY0NzIxNzliZmYw>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2016). *Documento Metodológico de la Operación Estadística de Generadores de Residuos o Desechos Peligrosos*. Bogotá, Colombia. Recuperado de http://www.ideam.gov.co/documents/51310/526290/Documento_Metodologico+aplicativo+RESPEL.pdf/93006d11-da34-4564-ad46-fcd6cac3c78e

Instituto Nacional de Estadística e Informática (2007). Censos nacionales 2007: XI de vivienda 2007. [Archivo de datos]. Lima: Instituto Nacional de Estadística e informática.

López, K. J. (2014). *Programa Alternativo para el Manejo y Gestión*. (Tesis de pos grado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú. Recuperado de

http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/4116/L%c3%b3pez_kj.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Loyola, C. K. (2018). *Estudio Comparativo de los Indicadores de los Residuos Sólidos en la Zona Urbana y cuatro Parroquias Rurales del Cantón de Azogues*. (Tesis de grado). Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador. Recuperado de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/15608/1/UPS-CT007675.pdf>

Melgarejo, Q. M. (2018). *Mejora de Ingresos Económicos Municipales y Calidad de Vida por Caracterización de Residuos Sólidos en el Distrito de Villa el Salvador*. Lima, Perú.

Mendoza, E. y Zárate C. (2020). *Compostaje en casa y oficina*. Lima, Perú: Fondo de Promoción de las Áreas Naturales y Protegidas del Perú

Ministerio de Medio Ambiente y Agua (2011). *Diagnóstico de la Gestión de Residuos Sólidos en el Departamento de Santa Cruz*. La Paz, Bolivia. Recuperado de <http://www.anesapa.org/wp-content/uploads/2014/07/DIAGNOSTICO-DEPARTAMENTAL-SANTA-CRUZ.pdf>

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2017). *Manual de Caracterización y Proyección de los Residuos Sólidos Municipales*. República Dominicana. Recuperado de <https://ambiente.gob.do/wp-content/uploads/2016/10/02-Caracterizaci%C3%B3n-de-RSM.pdf>

Ministerio de salud (2010). *Norma Técnica de Salud: Gestión y Manejo de Residuos Sólidos en Establecimientos de Salud y Servicios Médicos de apoyo a nivel nacional - NTS N° 144 -MINSA/2018/DIGESA*. Resolución Ministerial N° 1295-2018/MINSA. Diario Oficial El Peruano, Lima, Perú, 11 de diciembre de 2018, pp. 32.

Ministerio del Ambiente (2012). *Guía Metodológica para el Desarrollo del Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos*. Lima, Perú. Recuperado de <https://redrrss.minam.gob.pe/material/20150302182233.pdf>

Ministerio del Ambiente (2015). *Guía Metodológica para Elaborar e Implementar un Programa de Segregación en la Fuente y Recolección Selectiva de Residuos Sólidos(2015)*. Lima, Perú. Recuperado de <https://redrrss.minam.gob.pe/material/20150302175316.pdf>

- Ministerio del Ambiente (2016). *Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos sólidos 2016 - 2024*. Recuperado de http://hera.pcm.gob.pe/ecoeficiencia/wp-content/uploads/2016/09/Plan_Nacional_Gestion_Integral_Residuos_Solidos_2016_2024.pdf
- Ministerio de salud (2016). *Vigilancia de Residuos Sólidos*. Lima, Perú. Recuperado en https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/321005/Vigilancia_de_residuos_s%C3%B3lidos20190613-19707-1pximlu.pdf
- Montes, C. C. (2009). *Regimen Jurídico y Ambiental de los Residuos Sólidos*. Colombia.
- Mora, V. C. A., y Berbeo, R., M. (2010). *Manual de Gestión Integral de Residuos*. Colombia. Recuperado de <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/IA/INS/manual-gestion-integral-residuos.pdf>
- Municipalidad distrital de Ate. (2016). *Estudio de Caracterización de Residuos sólidos Municipales del Distrito de Ate*. Lima, Perú. Recuperado de http://www.muniate.gob.pe/ate/files/documentosPlaneamientoOrganizacion/GESTION_RESIDUOS_SOLIDOS/2017/ESTUDIO_DE_CARACTERIZACION_DE_RESIDUOS_SOLIDOS.pdf
- Municipalidad distrital de Hualmay - Subgerencia de Servicios Públicos y Gestión Ambiental. (2014). *Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos 2014*. Huacho, Perú.
- Municipalidad distrital de Hualmay - Subgerencia de Servicios Públicos y Gestión Ambiental. (2016). *Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales 2016*. Huacho, Perú.
- Municipalidad distrital de Hualmay - Subgerencia de Servicios Públicos y Gestión Ambiental. (2015). *Programa de Segregación en la Fuente y Recolección Selectiva de Residuos Sólidos Inorgánicos*. Huacho, Perú.
- Municipalidad distrital de Trujillo. (2016). *Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales del área urbana del Distrito de Trujillo*. Trujillo, Perú. Recuperado de <http://sial.segat.gob.pe/documentos/estudio-caracterizacion-residuos-solidos-municipales-distrito>

Norma Técnica Peruana de colores NTP 900.058.2019. Resolución Directoral N° 003-2019-INACAL/DN. Diario Oficial El Peruano, Lima, Perú, 28 de marzo de 2019, pp. 14.

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (2015). *Fiscalización Ambiental en Residuos Sólidos de Gestión Municipal Provincial*. Lima, Perú. Recuperado de https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=16983

Pérez, P. J., y Gardey, A. (2014). *Definición.de*. Recuperado de <https://definicion.de/caracteristica/>

Ramirez, J., y Zuloeta, G. (2018). *Propuesta de Gestión de Residuos Spolidos en el mercado mayorista pesquero de Villa María del Triunfo*. Lima, Perú. Recuperado de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3331/ramirez-gaston-zuloeta-jorge-jair.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Rentería, S. J., y Zeballos, V. M. (2014). *Propuesta de Mejora de la Gestión Estratégica del Programa de Segregación en la Fuente y Recolección Selectiva de Residuos Sólidos Domiciliarios en el Distrito de los Olivos*. (Tesis de grado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú. Recuperado de http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/6285/RENTERIA_JOSE_ZEBALLOS_MARIA_PROPUESTA_MEJORA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Rico, B. J. (2015). *Características y Valorización de los Residuos de Origen Urbano*. Universidad Miguel Hernández de Elche. España. Recuperado de <http://dspace.umh.es/bitstream/11000/2027/1/TFM%20Rico%20Barrachina,%20Javier.pdf>

Rodríguez, E. L. (2002). *Hacia la gestión ambiental de residuos sólidos en las metrópolis de América Latina*. Valdivia, Chile. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/inno/v12n20/v12n20a08.pdf>

Roldán, R. P. (2009). *Gestión Ambiental de Residuos Sólidos en Instituciones Educativas*. Lima, Perú. Recuperado de <https://escuelaverde.files.wordpress.com/2009/06/modulo-2-residuos-solidos.pdf>

Rondón, T. E., Szantó, N. M., Contreras, E., Pacheco, J. F., y Gálvez, A. (2016). *Guía General para la Gestión de Residuos Sólidos Domiciliarios*. Chile. Recuperado de <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/40407>

- Salazar, D. N. (2018). *Manejo de Residuos Sólidos en las Empresas Alimentarias*. (Tesis de grado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. Recuperado de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3586/salazar-de-la-rosa-nadeska-ilicha.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Sánchez, H. E. A. (2015). *La Gestión Integral de los Residuos Sólidos en los Gobiernos Locales y su Regulación Jurídica*. (Tesis de grado). Universidad San Martín de Porres, Lima, Perú. Recuperado de http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/bitstream/handle/usmp/1054/sanchez_ea.pdf;jsessionid=0858EF6CDF0D17D9F423725409B84E98?sequence=1.
- Sistema de Información de Gestión de Residuos Sólidos (2015). *Informe Anual 2015*. Lima, Perú. Recuperado de <http://sigersol.minam.gob.pe/2015/verInforme.php?id=1373>
- Sistema Nacional de Información Ambiental. (2018). *Generación per cápita de Residuos Sólidos Domiciliarios por Departamento*. Lima, Perú. Recuperado de <https://sinia.minam.gob.pe/indicadores/generacion-capita-residuos-solidos-domiciliarios-departamento>
- Sistema Nacional de Información Ambiental (2012). *Cuarto informe Nacional de Residuos Sólidos Municipales y No Municipales Gestión 2010 - 2011*. Lima, Perú. Recuperado de <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/cuarto-informe-nacional-residuos-solidos-municipales-no-municipales>
- Tello, E. P., Martínez, A. E., Daza, D., Soulier, F. M., y Terraza, H. (2010). *Informe de la Evaluación Regional del Manejo de Residuos Sólidos Urbanos en América Latina y el Caribe 2010*. Estados Unidos. Recuperado de <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Informe-de-la-evaluaci%C3%B3n-regional-del-manejo-de-residuos-s%C3%B3lidos-urbanos-en-Am%C3%A9rica-Latina-y-el-Caribe-2010.pdf>
- Torres, L. A. (2008). *Estudio de Factibilidad para el Manejo de Residuos Sólidos en la Universidad Ricardo Palma*. (Tesis de grado). Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú. Recuperado de http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/urp/188/torres_ac.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Vargas, P. V., y Párraga, M. M. (2016). *Diseño e Implementación del Proyecto Escolar "Rescatando mi entorno"*. (Tesis de grado). Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia. Recuperado de <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/3515/1/VargasParragaVivianaFarleyParragaMonta%20B1ezMagaly2016.pdf>

- Vásquez, R. I. (2015). *Gestión de Residuos Sólidos Domiciliarios en San Andrés Itzapa Municipio de Chimaltenango*. (Tesis de postgrado). Universidad Rafael Landívar, Guatemala. Recuperado de <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2015/09/11/Vasquez-Ivette.pdf>
- Vesco, L. (2006). *Residuos Sólidos Urbanos: su Gestión Integral en Argentina*. (Tesis de grado). Universidad Abierta Interamericana, Argentina. Recuperado de <https://docplayer.es/13379020-Universidad-abierta-interamericana-residuos-solidos-urbanos-su-gestion-integral-en-argentina.html>
- Zevallos, C. J. (2018). *Estudio de la Caracterización de los Residuos Sólidos Municipales, para la Implementación de la Gestión Ambiental Municipal en la Zona Urbana del Distrito de San Jerónimo de Tunán–Provincia Huancayo –Junín – 2017*. (Tesis de grado). Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Cerro de Pasco, Perú. Recuperado de: <http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/396/1/TESIS%20BELEN%20%201.pdf>
- Zorrilla, P. J. (2014). *Caracterización de los Residuos Sólidos Domiciliarios y su Influencia Socioeconomica en la Población del Distrito de Bellavista, Callao 2013 – 2014*. Lima, Perú. (Tesis de grado). Universidad César Vallejo, Lima, Perú. Recuperado de http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/14346/Zorrilla_PJJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Zumaeta, C. J. (2017). *Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales del Distrito de Saquena localidad de Bagazán Río Ucayali – Perú*. (Tesis de grado). Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, Iquitos, Perú. Recuperado de http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4693/Jose_Tesis_Titulo_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y

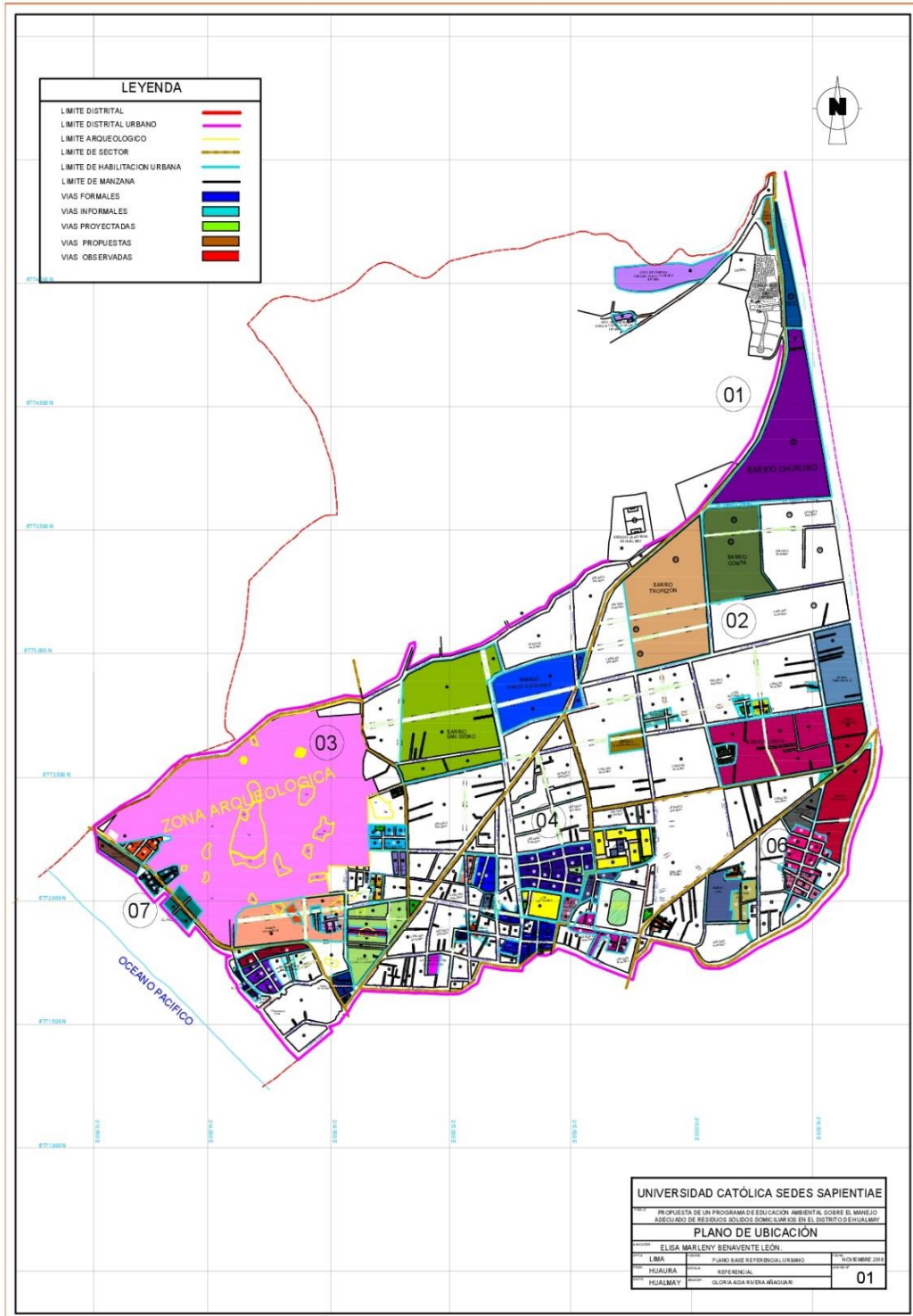
TERMINOLOGÍA

- **Residuos sólidos.** Es cualquier objeto, material, sustancia o elemento resultante del consumo o uso de un bien o servicio, del cual su poseedor se desprenda o tenga la intención u obligación de desprenderse, para ser manejados priorizando la valorización de los residuos y en último caso, su disposición final (MINAM, 2016).
- **Contaminación.** Cambio indeseable de las propiedades físicas, químicas y biológicas que puede provocar efectos negativos en los diferentes componentes del medio ambiente (Camacho y Ariosa, 2000).
- **Sistema de manejo de residuos.** “Conjunto de operaciones y procesos para el manejo de los residuos a fin de asegurar su control y manejo ambientalmente adecuado” (MINAM, 2016).
- **Generación.** Es el momento en el cual se producen los residuos como resultado de la actividad humana. Conforme se ha explicado, los residuos sólidos pueden producirse de la actividad cotidiana, comercial, servicios de limpieza pública, servicios de salud, construcción o por cualquier otra actividad conexas (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA], 2015).
- **Fuentes de contaminación.** Es el espacio físico en donde los contaminantes son dispersos hacia el medio ambiente (MINAM, 2016).
- **Residuos inorgánicos.** Son aquellos residuos que no pueden ser degradados o desdoblados naturalmente, o bien si esto es posible sufren una descomposición demasiado lenta. Estos residuos provienen de minerales y productos sintéticos (MINAM, 2016).
- **Residuos orgánicos.** Son aquellos residuos que provienen de restos de productos de origen orgánico, la mayoría de ellos son biodegradables (se descomponen naturalmente). Se pueden desintegrar o degradar rápidamente, transformándose en otro tipo de materia orgánica (Cruz, 2012).

- **Almacenamiento.** Es la operación de acumulación temporal de residuos en condiciones técnicas adecuadas como parte del sistema de manejo hasta su disposición final (OEFA, 2013).
- **Generación per cápita.** Este indicador permite conocer la cantidad de residuos sólidos generados por habitante, a su vez sirve de insumo para el diseño, elaboración e implementación de políticas y estrategias para la minimización de los residuos (Sistema Nacional de Información Ambiental [SINIA], 2018).
- **Gestión Ambiental.** Procedimientos estructurados con la finalidad de administrar y cumplir con los objetivos del plan de política ambiental y de esta manera tener un desarrollo sostenible entre el medio ambiente y la economía (MINAM, 2016).
- **Generador.** Cualquier persona cuya actividad produzca residuos o desechos peligrosos. Si la persona es desconocida será la persona que está en posesión de estos residuos (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM], 2016).
- **Relleno sanitario.** Instalación destinada a la disposición sanitaria y ambientalmente segura de los residuos sólidos en la superficie o bajo tierra, basados en los principios y métodos de la ingeniería sanitaria y ambiental (Dirección General de Políticas e Instrumentos de Gestión Ambiental [(DGPIGA), 2012).
- **Reciclable.** Son aquellos que no se descomponen fácilmente y pueden volver a ser utilizados en procesos productivos como materia prima (Vargas y Párraga, 2016).
- **Botadero.** Lugar urbano o rural que es poco adecuado para la disposición final de residuos generando impactos hacia el medio ambiente y la salud (MINAM, 2016).

APÉNDICES

Apéndice 1. Plano de ubicación del distrito de Hualmay



Fuente: Elaboración propia.

Apéndice 2. Coordinaciones generales para los estudios de Caracterización de residuos sólidos

En la Tabla 26 se muestra las principales coordinaciones que se realizaron durante los estudios de caracterización.

Tabla 26

Principales coordinaciones realizadas durante el estudio de caracterización de residuos sólidos - 2014 y el estudio de caracterización de los residuos sólidos municipales – 2016

Área y/o dependencia	Institución
Gerencia Municipal	Municipalidad Distrital de
Sub – Gerencia de Servicios Públicos	Hualmay
Logística	
Oficina de Salud y Medio Ambiente	
UNJFSC-Huacho Escuela de Ingeniería Ambiental	Universidad José Faustino Sánchez Carrión

Fuente: Municipalidad distrital de Hualmay - Subgerencia de servicios públicos y gestión ambiental (2014, 2016).

En ambos años de estudio (2014 y 2016) las coordinaciones se realizaron de igual manera. Las coordinaciones generales se desarrollaron tomando en cuenta los diferentes niveles de decisión del Municipio tal como se indica en la guía metodológica para el desarrollo del estudio de caracterización de residuos sólidos municipales (EC-RSM), aunque se ha mencionado cuatro áreas y una alianza estratégica con una universidad, también se debería tomar en cuenta coordinaciones con áreas como la Sub Gerencia de Planeamiento y presupuesto y la Oficina de Imagen Institucional, quienes ayudarían en la elaboración de piezas publicitarias y reforzamiento de la forma de comunicación del estudio.

Apéndice 3. Coordinaciones generales para los estudios de Caracterización de residuos sólidos

En la Tabla 27 se muestra la conformación del equipo de trabajo para la realización de los estudios de caracterización.

Tabla 27

Conformación del equipo de trabajo en el estudio de caracterización de residuos sólidos - 2014 y el estudio de caracterización de los residuos sólidos municipales – 2016

Miembro	N°	T (%)	Perfil	Funciones
Responsable del estudio	1	15	Experiencia en el manejo de residuos sólidos	Dirigir y planificar actividades Gestionar logística Sistematización
Coordinador de campo	1	80	Experiencia específica en estudio de caracterización	Capacitar al personal Elaborar los formatos Coordinar las actividades Registrar los datos del estudio
Empadronador Sensibilizador Encuestador	4	50	Buen nivel de comunicación y trato	Empadronar predios domiciliarios y no domiciliario Aplicar encuesta de percepción Procesar información
Operario de recolección	3	50	Conocimiento de la zona de estudio	Recolección de bolsas
Chofer	1	50	Licencia de conducir	Transportar los residuos hasta el área de caracterización
Operario de clasificación y pesaje	3	50	Conocimiento de clasificación de residuos	Pesar las bolsas (GPC) Pesar volumen (Densidad) Separar por características Separar muestra para humedad
Registro	1	20	Experiencia en el manejo de formatos	Registrar bolsas pesadas (GPC) Registrar volumen (Densidad) Registrar peso por características

Fuente: Municipalidad distrital de Hualmay - Subgerencia de servicios públicos y gestión ambiental (2014, 2016).

En cuanto a la conformación del equipo de trabajo, este estuvo conformado por 14 personas; manteniéndose igual en los años 2014 y 2016.

Apéndice 4. Sensibilización al equipo técnico operativo

En la Tabla 28 se presenta los temas desarrollados en los talleres de capacitación realizados en los estudios de caracterización de la investigación.

Tabla 28

Temas desarrollados en el taller de capacitación en el estudio de caracterización de residuos sólidos - 2014 y el estudio de caracterización de los residuos sólidos municipales – 2016

Taller de capacitación al personal operativo de campo del ECRSM			
Objetivos			
<ul style="list-style-type: none"> - Conocer aspectos generales del manejo de los residuos sólidos en el distrito. - Lograr acuerdos para seguir los procedimientos de la encuesta y completar el formato excel y comprender las preguntas o las palabras de la encuesta. - Realizar las tareas previas a la salida de campo para la aplicación de la encuesta. 			
Temas	Procedimiento	Tiempo	Materiales
Bienvenida	Presentación de los objetivos del taller y temas a desarrollar.	5 min	Registro de asistencia
TEMA 1:	Exposición acerca de los residuos sólidos y análisis de las etapas del ciclo de los residuos sólidos.	10 min	Laptop, multimedia, PPT
TEMA 2:	Exposición acerca de la definición, importancia y etapas de la caracterización de los residuos sólidos orgánicos e inorgánicos.	15 min	Laptop, multimedia, PPT
TEMA 3:	Recomendaciones a los encuestadores (responder las preguntas que puede hacerle el encuestado y revisar sus materiales antes de salir al campo).		Laptop, multimedia, PPT, copia fotostática
TEMA 4:	Recomendaciones al personal operativo (recolección de bolsas y uso del formato de empadronamiento, enfatizando en la importancia de la codificación).	15 min	Laptop, multimedia, PPT

Fuente: Municipalidad distrital de Hualmay - Subgerencia de servicios públicos y gestión ambiental (2014, 2016).

La capacitación del equipo de trabajo se realizó a través de un taller sobre los aspectos generales del manejo de los residuos sólidos en el distrito, procedimientos para la aplicación de encuestas y resolución de preguntas. En cuanto a la capacitación realizada al equipo técnico, sería recomendable incluir e indicar conceptos básicos sobre residuos sólidos y manejo de estos, además de incluir técnicas de comunicación para poder tener una relación efectiva con los representantes de las viviendas y durante la aplicación de las encuestas.

Apéndice 5. Plan de seguridad de los estudios de caracterización de residuos

En la Tabla 29 se presenta el plan de seguridad de los estudios de caracterización de residuos sólidos utilizado para la investigación.

Tabla 29

Plan de seguridad del estudio de caracterización de residuos sólidos - 2014 y el estudio de caracterización de los residuos sólidos municipales – 2016

Equipo de protección	Características	Riesgo que cubre
Mandil	Mandil de plástico que prende del cuello y se sujeta la cintura.	Gérmenes y salpicaduras.
Gorro	Gorro de dril que cubra el cabello.	Gérmenes que cubran el cabello e insolación.
Botas	Botas de jebe para cubrir los pies.	Contacto de los pies con gérmenes, salpicaduras, humedad y resbalones.
Guantes	Guantes de látex descartables.	Contacto de las manos con gérmenes.
Mascarillas	Mascarillas planas descartables de protección bucal.	Inhalación de polvo, olores, fuertes.

Fuente: Municipalidad distrital de Hualmay - Subgerencia de servicios públicos y gestión ambiental (2014, 2016)

El plan de seguridad se realizó de igual manera en los años 2014 y 2016, se tomaron en cuenta equipos de protección personal, aunque no se detalló las especificaciones técnicas de cada una, lo que ayudaría aún más en la protección del personal a cargo.

Apéndice 6. Propuesta de lineamientos generales para elaborar compostaje doméstico

Según Mendoza y Zárate (2020), el primer punto a considerarse para la elaboración de compostaje doméstico es el contar con una compostera, la cual puede ser de metal, madera, plástico o arcilla (deben existir agujeros en la base de la compostera para permitir el ingreso del aire), una vez seleccionada el tipo de compostera se deben seguir los siguientes pasos:

- Ubicar la compostera bajo sombra y en espacio ventilado
- Residuos a compostar: residuos de cáscaras de huevo, frutas, verduras, papel, cartón, residuos de jardín (se pueden agregar nuevos residuos cada 2 o tres días).
- Control de humedad mediante prueba de puño (de 1 a 2 gotas, se tiene la humedad correcta, más de tres gotas, se debe agregar residuos secos; y en caso no se observen gotas, se debe agregar residuos frescos).
- Realizar remoción del compost cada 4 días, para con ello contar con una adecuada humedad y oxigenación.
- Cosecha de compost (aproximadamente tres meses después de iniciado el proceso): Se podrá realizar su cosecha en cuando se observe una estructura y olor parecido a la tierra, sin visualizarse residuos frescos, en caso se observen residuos frescos, estos se pueden tamizar.
- Aplicación del compost: remover la tierra del macetero o recipiente en donde se desee aplicar el compost, o hacer orificios en el suelo para aplicar los nutrientes.
- Dosis recomendada: 3 a 5 kg por m²

Apéndice 7. Infografía de propuesta de lineamientos generales para elaborar compostaje doméstico



Elaboración propia a partir de Mendoza y Zárate (2020)