

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**LA MOLINA**

**FACULTAD DE CIENCIAS**



**“PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN CENTRO PILOTO  
DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS  
MUNICIPALES GENERADOS EN EL CERCADO DE LIMA”**

Trabajo de Suficiencia Profesional para Optar el Título de:

**INGENIERO AMBIENTAL**

**MARCO ATONIO FLORIAN SÁNCHEZ**

Lima – Perú

**2024**

---

La UNALM es la titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación  
(Art. 24. Reglamento de Propiedad Intelectual)

# TSP-PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN CENTRO PILOTO DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MUNICIPALES GENERADOS EN EL CERCADO DE LIMA

## INFORME DE ORIGINALIDAD



## FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>pirhua.udep.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>7%</b>
<b>2</b>	<b>es.scribd.com</b> Fuente de Internet	<b>5%</b>

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 5%

Excluir bibliografía

Apagado

Lawrence Quipuzco U.  
19-abril-2024

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**“PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN CENTRO PILOTO  
DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS  
MUNICIPALES GENERADOS EN EL CERCADO DE LIMA”**

Trabajo de Suficiencia Profesional para Optar el Título Profesional de:

**INGENIERO AMBIENTAL**

Presentada por:

**MARCO ATONIO FLORIAN SÁNCHEZ**

Sustentada y aprobada por el siguiente jurado:

---

Mg.Sc. Wilfredo Celestino Baldeón Quispe  
PRESIDENTE

---

Mg.Sc. Armando Javier Aramayo Bazzetti  
MIEMBRO

---

Dra. Rosemary Vela Cardich  
MIEMBRO

---

Ing. Lawrence Enrique Quipuzco Ushñahua  
ASESOR

## **DEDICATORIA**

*A mis padres Marco Florian y Carmen Sánchez, por todo su apoyo incondicional.*

*A mi hermana Milushka Florian, por ser mi motivación e inspiración a seguir adelante.*

## **AGRADECIMIENTOS**

*A Dios por ser mi fuerza y soporte en cada instante de mi vida.*

*A la Municipalidad de Lima, por darme la oportunidad de desarrollarme como profesional.*

*A mis compañeros de trabajo por su apoyo.*

*A los profesores de la Universidad Nacional Agraria la Molina y su facultad de Ciencias, por compartir sus conocimientos y experiencias académicas y motivación por seguir aprendiendo.*

## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	viii
ABSTRACT .....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1 Residuos sólidos .....	3
2.2 Residuos orgánicos .....	3
2.2.1. Clasificación de los residuos sólidos orgánicos.....	3
2.2.2. Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos.....	4
2.3 Valorización y manejo integral de residuos orgánicos .....	4
2.3.1 Valorización .....	4
2.3.2 Residuos sólidos del ámbito municipal.....	4
2.3.3 Manejo integral de los residuos sólidos .....	5
2.4 Experiencias en el Perú .....	5
2.4.1 Planta de Bioabonos del Mercado de Flores “Santa Rosa” .....	5
2.4.2 Planta de compostaje industrial.....	6
2.4.3 Centro de elaboración de abonos orgánicos del Parque de las Leyendas.....	7
2.5 Compostaje .....	8
2.5.1 Fases del compostaje .....	8
2.5.2 Monitoreo durante el Compostaje .....	10
2.5.3 Transformación en compost.....	13
2.5.4 Beneficios del compost.....	13
2.6 Vermicompostaje .....	14
2.6.1 Factores óptimos para desarrollo de Eisenia foetida .....	14
2.5.2 Requerimientos para el cultivo de lombrices.....	15
III. DESARROLLO DEL TRABAJO .....	17
3.1 Ubicación del proyecto.....	17
3.2 Diagnóstico de la situación actual de la valorización de residuos sólidos .....	18
3.2.1 Determinar la cantidad al día de residuos sólidos generados .....	18

3.2.2	Determinar la composición física de los residuos .....	19
3.2.3	Calcular la cantidad de residuos a valorizar .....	21
3.3	Diseño del centro piloto de valorización de residuos sólidos orgánicos.....	21
3.3.1	Realizar el estudio técnico.....	21
3.3.2	Detallar el proceso de valorización del centro piloto.....	23
3.3.3	Seleccionar máquinas, equipos e insumos del centro piloto .....	31
3.3.4	Establecer las características físicas del centro piloto .....	32
3.4	Implementación del centro piloto de compostaje para la valorización de residuos sólidos .....	36
3.4.1	Detallar el proceso de construcción y mantenimiento de las pilas de compostaje.....	37
3.4.2	Detallar el proceso de control y recolección de datos de las pilas de compostaje.....	38
3.4.3	Establecer el modo de almacenamiento del compost .....	41
3.4.4	Detallar la producción real de compost.....	42
3.5	Evaluación económica financiera de la implementación del centro piloto de valorización de residuos sólidos .....	42
3.5.1	Detallar las inversiones .....	42
3.5.2	Establecer el financiamiento.....	42
3.5.3	Detallar los ingresos y egresos .....	43
3.5.4	Realizar la evaluación económica y financiera .....	43
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	44
4.1	Diseño del centro piloto de valorización de residuos orgánicos municipales .....	44
4.1.1	Suministro de material orgánico .....	45
4.1.2	Superficie del terreno .....	45
4.1.3	Capacidad de procesamiento del material vegetal.....	45
4.1.4	Dimensión y distribución del centro piloto de valorización.....	46
4.2	Parámetros de monitoreo durante el compostaje .....	48
4.2.1	Temperatura y humedad.....	48
4.2.2	Conductividad Eléctrica .....	48

4.2.3 pH.....	49
4.3 Cantidad de residuos orgánicos valorizados.....	51
4.4 Rendimiento en peso de la producción de compost y vermicompost obtenido ..	52
4.5 Presupuesto para la implementación del Centro Piloto de Valorización .....	53
4.6 Aspecto socioambiental.....	54
V. CONCLUSIONES .....	55
VI. RECOMENDACIONES .....	56
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57
VIII. ANEXOS.....	62



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: clasificación de los residuos sólidos orgánicos.....	3
Tabla 2: resumen de las principales ventajas del compost.....	14
Tabla 3: coordenadas de la i.e. Luis armando cabello hurtado .....	18
Tabla 4: coordenadas del centro piloto de valorización de residuos orgánicos .....	18
Tabla 5: promedio de composición física de residuos sólidos municipales no domiciliarios de otras fuentes provenientes de los mercados de abastos del cercado de lima.....	20
Tabla 6: generación de residuos orgánicos del mercado 28 de julio .....	21
Tabla 7. Herramientas para el proceso de compostaje.....	31
Tabla 8: equipos para la mediación del compost.....	32
Tabla 9: insumos necesarios para la elaboración de compost .....	32
Tabla 10. Dimensiones pilas de compost.....	37
Tabla 11. Parámetros de medición para la determinar la calidad del compost .....	40
Tabla 12. Parámetros de compostaje .....	40
Tabla 13: registro de cantidad de material orgánico valorizado.....	42
Tabla 14: capacidad operativa del centro piloto de valorización .....	46
Tabla 15. Resultados mensuales promedio de los parámetros evaluados.....	48
Tabla 16. Análisis comparativo de los resultados de las muestras bajo la norma chilena nch2880.of2004 .....	50
Tabla 17: reporte de toneladas de residuos sólidos orgánicos municipales valorizados en 2019 .....	51
Tabla 18: reporte de cantidad de lombrices rojas californianas cosechadas en 2019.....	52
Tabla 19: rendimiento en peso de la producción de compost y vermicompost.....	52
Tabla 20: presupuesto para el cumplimiento del plan de valorización de los residuos sólidos orgánicos municipales .....	53

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Planta de Bioabonos del Mercado de Flores “Santa Rosa” .....	6
Figura 2. Planta de compostaje industrial de Control Ambiental Perú SAC .....	7
Figura 3. Centro de producción de compost y humus del Parque de las Leyendas.....	8
Figura 4. Temperatura, oxígeno y pH en el proceso de compostaje.....	9
Figura 5. Vista panorámica de la I.E. Luis Armando Cabello Hurtado .....	17
Figura 6. Composición de residuos sólidos de origen domiciliario.....	19
Figura 7. Composición física de residuos sólidos orgánicos municipales no domiciliarios de otras fuentes provenientes de las áreas verdes públicas del Cercado de Lima.....	21
Figura 8. Ruta de recolección selectiva de residuos sólidos orgánicos municipales.....	22
Figura 9. Ruta de recolección selectiva de residuos sólidos orgánicos del mantenimiento de áreas verdes del Cercado de Lima .....	23
Figura 10. Pesaje de los contenedores vacíos.....	24
Figura 11. Traslado y dispersión de los residuos orgánicos.....	25
Figura 12. Dimensiones de una pila de compostaje para pequeño agricultor .....	25
Figura 13. Proceso de formación de pilas de compostaje .....	26
Figura 14. Medición y evaluación de la temperatura en pilas de compost .....	26
Figura 15. Aireación de pilas de compost .....	27
Figura 16. Tamizado del compost.....	27
Figura 17. Almacenamiento del compost.....	28
Figura 18. Incorporación de sustrato a camas de lombricultura.....	29
Figura 19. Incorporación de sustrato para cosecha de lombrices rojas californianas.....	29
Figura 20. Cosecha de lombrices rojas californianas.....	30
Figura 21. Pesaje de lombrices rojas californianas.....	30
Figura 22. Área de producción de compost.....	33
Figura 23. Área educativa .....	33
Figura 24. Área de lombricultura.....	34

Figura 25. Área de maduración o estabilización .....	34
Figura 26. Área de almacenamiento de contenedores .....	35
Figura 27. Área de almacenamiento de contenedores .....	35
Figura 28. Área de almacenamiento de estiércol.....	36
Figura 29. Área de almacenamiento de maleza .....	36
Figura 30. Almacenamiento del compost.....	41
Figura 31. Empacado del compost.....	41
Figura 32. Flujograma del proceso de compostaje .....	44
Figura 33. Plano de distribución del centro piloto de valorización de residuos orgánicos .....	47
Figura 34. Evolución de temperatura durante el compostaje .....	48
Figura 35. Conductividad Eléctrica (dS/m) de insumos y muestras de compost final .....	49
Figura 36. pH de insumos y muestras de compost final .....	50

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Formato de registro de residuos orgánicos valorizados en mercados de abasto.....	63
Anexo 2: Formato de registro de residuos orgánicos valorizados en mantenimiento de áreas verdes.....	63
Anexo 3: Requerimiento de bienes para la implementación de un centro piloto de valorización de residuos sólidos orgánicos en el Cercado de Lima.....	64
Anexo 4: Aprobación del Plan Anual de Valorización de Residuos Sólidos Orgánicos Municipales en el Cercado de Lima - 2019.....	65
Anexo 5: Registro fotográfico sobre la implementación de un centro de valorización de residuos orgánicos.....	67

## RESUMEN

El presente trabajo de suficiencia profesional tiene por objetivo detallar cómo se ha implementado un centro piloto de valorización de residuos sólidos orgánicos municipales generados en el Cercado de Lima, en concordancia con los lineamientos para una gestión integral de residuos sólidos, y considerando que los residuos orgánicos son los que se generan en mayor proporción en el Cercado de Lima, se ha planteado el diseño de una infraestructura que permita su valorización, de modo que disminuya la cantidad de basura dispuesta los rellenos sanitarios. Para la puesta en marcha del centro piloto de valorización de residuos sólidos orgánicos municipales, se ha realizado el diagnóstico del manejo de residuos sólidos en el distrito, así como la descripción de los procesos técnico operativo para su implementación y así se aproveche de una forma más eficiente el espacio destinado para este fin. Finalmente, se llevó a cabo la evaluación económica y financiera de la propuesta de implementación del centro piloto para determinar la viabilidad económica del mismo, los resultados obtenidos demostraron la factibilidad técnica y económica del tratamiento de residuos sólidos orgánicos municipales a través del compostaje y lombricultura. Los resultados obtenidos muestran que el centro piloto de valorización tiene una capacidad operativa de valorizar 2647m<sup>3</sup> de residuos sólidos orgánicos, durante el 2019 se logró valorizar 101.38 toneladas de residuos orgánicos de distintas fuentes generadoras; siendo 54.18 toneladas de mercados de abasto, 34.45 toneladas provenientes del mantenimiento de las áreas verdes del Cercado de Lima y 12.75 toneladas de estiércol vacuno seco, logrando una producción de 19.86 toneladas de compost y 2.05toneladas de vermicompost, los cuales fueron utilizados para el mantenimiento de las áreas verdes e implementación de biohuertos escolares.

**Palabras clave:** Compost, residuos orgánicos, centro piloto de valorización.

## ABSTRACT

The objective of this work of professional sufficiency is to detail how a pilot center for the valorization of municipal organic solid waste generated in the Cercado de Lima has been implemented, in accordance with the guidelines for integrated solid waste management, and considering that organic waste is generated in the highest proportion in the Cercado de Lima, the design of an infrastructure that allows its valorization has been proposed, so as to reduce the amount of garbage disposed in landfills. For the implementation of the pilot center for the recovery of municipal organic solid waste, a diagnosis of solid waste management in the district has been carried out, as well as a description of the technical and operational processes for its implementation, in order to make the most efficient use of the space allocated for this purpose. Finally, the economic and financial evaluation of the proposal to implement the pilot center was carried out to determine its economic viability. The results obtained demonstrated the technical and economic feasibility of the treatment of municipal organic solid waste through composting and vermiculture. The results obtained show that the pilot valorization center has an operational capacity to valorize 2647m<sup>3</sup> of organic solid waste, during 2019 it was possible to valorize 101.38tons of organic waste from different generating sources; being 54.18tons from supply markets, 34.45tons from the maintenance of green areas of Cercado de Lima and 12.75tons of dry cow manure, achieving a production of 19.86tons of compost and 2.05tons of vermicompost, which were used for the maintenance of green areas and implementation of school biogardens.

**Keywords:** Compost, organic waste, pilot recovery centre.

## I. INTRODUCCIÓN

En el Perú el manejo inadecuado de los desechos sólidos orgánicos y su disposición final se han convertido en un problema tanto para la sociedad como para el medio ambiente, todo esto debido principalmente al crecimiento poblacional, hábitos de consumo de los individuos y los procesos de transformación industrial.

Según el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA, 2014), los residuos sólidos son conocidos coloquialmente como ‘basura’, son materiales desechados que, por lo general, carecen de un valor económico para algunas personas. El mal manejo de los residuos sólidos genera un impacto negativo en la salud de las personas, en el medio ambiente y en la calidad de vida de las personas (Umaña et. al., 2003).

El tratamiento de los residuos sólidos, es un tema que, de acuerdo al D.L. 1501- Decreto Legislativo que modifica el Decreto Legislativo N°1278, que aprueba la Ley de gestión integral de residuos sólidos, corresponde a los gobiernos locales o municipales, de ahí que sea pertinente el requerimiento de herramientas que les permita el correcto manejo de estos residuos. Según el Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA), durante el 2020 en el Perú se generó 7,905,118.13 toneladas de residuos sólidos municipales, y de los cuales se ha valorizado 59,021.58 toneladas, según el Sistema de Información para la Gestión de Residuos Sólidos (SIGERSOL), y de acuerdo al estudio de caracterización de residuos sólidos municipales del año 2019, el 59.96% de los residuos sólidos generados en el Cercado de Lima corresponden a los residuos orgánicos, gran parte de estos residuos no son tratados adecuadamente por lo que van a parar a un relleno sanitario o algún botadero.

Los residuos orgánicos carecen de valor económico, sin embargo, los impactos negativos que estos generan se aprecian de manera inmediata, entre los que se encuentran la contaminación del suelo, aire y aguas subterráneas, generación de plagas, malos olores entre otros. Muchos de estos impactos suelen pasar desapercibidos, sin embargo, los beneficios que se pueden obtener de estos son enormes, a través de los subproductos provenientes de estos residuos.

Desde el 2009 el Ministerio de Economía y Finanzas creó el Programa de Incentivos a la Mejora de la Gestión Municipal (PI) que es una herramienta a cargo de este ministerio que busca promover la mejora de la calidad en los servicios públicos que brindan y están a cargo de las municipalidades provinciales y distritales a nivel nacional. Es así que, a partir del 2018, ya se establecen metas y actividades correspondientes a la valorización de residuos sólidos orgánicos municipales, de los cuales el Ministerio del Ambiente es el ente responsable de la asistencia técnica y la evaluación de su cumplimiento. Desde el año 2019 se establece la Actividad N°2 de la Meta 3 “Implementación de un sistema integrado de manejo de residuos sólidos municipales” del Programa de Incentivos a la Mejora de la Gestión Municipal (PI), esta actividad tiene por objetivo la valorización de residuos sólidos orgánicos municipales estableciendo vallas anuales de manera progresiva, con la finalidad de mejorar en la continuidad del manejo integral de los residuos sólidos orgánicos del ámbito municipal.

Un manejo apropiado de los residuos junto con un buen uso de las materias primas, la minimización de los residuos y la implementación de políticas de reciclaje tiene como beneficio principal la conservación y en algunos casos la recuperación de los recursos naturales, tal es el caso del compostaje, que recicla la fracción orgánica contenida en los diversos tipos de residuos sólidos (Rihm, 2004).

En este sentido el presente trabajo, tiene como objetivo principal la implementación de un centro piloto de valorización de residuos sólidos orgánicos del ámbito municipal generados en el Cercado de Lima; y cuyos objetivos específicos son:

- Realizar el diagnóstico de la situación actual de la valorización de residuos sólidos orgánicos municipales generados en el Cercado de Lima.
- Diseñar el centro piloto de valorización de residuos sólidos orgánicos municipales generados en el Cercado de Lima.
- Implementar un centro piloto de compostaje para la valorización de residuos sólidos orgánicos municipales generados en el Cercado de Lima
- Realizar la evaluación económica financiera de la implementación del centro piloto de valorización de residuos sólidos orgánicos municipales generados en el Cercado de Lima.



## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Residuos sólidos

Residuos sólidos es cualquier objeto, material, sustancia o elemento resultante del consumo o uso de un bien o servicio, de 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. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2019).

### 2.2 Residuos orgánicos

Son restos de origen biológico ya sea de origen vegetal o animal, el cual se descompone de forma natural, generando gases (dióxido de carbono, metano, entre otros.) lixiviados en los lugares donde se tratan y donde se disponen finalmente. Por medio de un proceso apropiado se puede aprovechar para mejorar el suelo y hacer fertilizantes como compost, humus, abono, entre otros”. (OEFA, 2014).

#### 2.2.1. Clasificación de los residuos sólidos orgánicos

Los residuos sólidos orgánicos cuentan con una clasificación variada, tenemos dos más conocidas respecto a la fuente de generación, como podemos ver en la Tabla 1 y la característica física o naturaleza. (Jaramillo y Zapata, 2008).

**Tabla 1:** Clasificación de los residuos sólidos orgánicos

	<b>Residuos sólidos orgánicos provenientes del barrido de las calles</b>	<b>Su contenido es muy variado, las posibilidades de aprovechamiento son más limitadas al momento de la separación física.</b>
<b>Por su fuente de generación</b>	Residuos sólidos orgánicos institucionales	Su contenido varía entre restos de alimentos, papel y cartón, su aprovechamiento es limitado.
	Residuos sólidos orgánicos de mercados	Es una buena fuente para aprovechar el material orgánico y elaborar compost y fertilizante orgánico.
	Residuos sólidos orgánicos domiciliarios	Su contenido es variado entre restos de verduras, frutas, alimentos, jardín y papeles, se puede aprovechar para pequeñas huertas.

Continuación ...

<b>Por su naturaleza o característica física</b>	<b>Residuos de alimentos</b>	<b>Alimentos provenientes de diversas fuentes: restaurantes, hogares, comedores.</b>
	Estiércol	Residuos fecales de animales (ganado), aprovechable para transformación de bioabono y biogás
	Restos vegetales	Residuos provenientes de podas de áreas verdes y residuos de cocinas y mercados.
	Papel y cartón	Residuos con gran potencial para el reciclaje.
	Cuero	Residuos derivados de artículos de cuero en desuso

FUENTE: Samaniego, 2018

### 2.2.2. Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos

Según la Política para la Gestión de Residuos, el aprovechamiento abarca al grupo de fases que se da en un tratamiento, cuando al principio el insumo principal es considerado residuo, dando a entender que el proceso tiene la finalidad de valorizar dicho residuo y poder obtener otro producto para darle uso. Cuando se menciona la palabra aprovechable se refiere aquellos materiales u objetos que serán transformados y reutilizados como materia orgánica para un producto nuevo, de forma tal que se integren al ciclo y otorgándoles un valor económico. Aumentar que se aprovechen los residuos sólidos y se dé como resultado la disminución de la basura, ayuda a mantener y disminuir la utilización de recursos, minimizar el consumo de energía, alargar la vida útil de los rellenos sanitarios y minimizar costos de disposición final, así como también la minimización de la contaminación del ambiente al reducir el volumen de ingreso a los rellenos o que terminan en calles contaminando el ambiente (MINAM, 2013).

## 2.3 Valorización y manejo integral de residuos orgánicos

### 2.3.1 Valorización

Cualquier operación cuyo objetivo sea que el residuo, uno o varios de los materiales que lo componen, sea reaprovechado y sirva para la finalidad útil al sustituir a otros materiales o recursos en los procesos productivos. La valorización puede ser material o energética. (MEF, 2019).

### 2.3.2 Residuos sólidos del ámbito municipal

Son aquellos residuos sólidos que se generan en los domicilios, establecimientos comerciales, industrias, y limpieza pública y otros que no presentan características de residuos sólidos peligrosos. (MINAM, 2015).

### 2.3.3 Manejo integral de los residuos sólidos

Es un conjunto de acciones normativas, financieras y de planeamiento que se aplica a todas las etapas del manejo de residuos sólidos desde su generación, basándose en criterios sanitarios ambientales y de viabilidad técnica y económica para la reducción en la fuente, el aprovechamiento, tratamiento y la disposición final de los residuos sólidos. (MINAM, 2015).

## 2.4 Experiencias en el Perú

### 2.4.1 Planta de Bioabonos del Mercado de Flores “Santa Rosa”

Es una instalación de producción de compost que surgió como una iniciativa innovadora para solucionar un problema ambiental que afectaba la operación de la vía concesionada a Lima Expresa. En el Mercado de Flores ‘Santa Rosa’, ubicado en el distrito del Rímac-Lima, diariamente se comercializan flores, semillas, plantas, fertilizantes y abonos. Este mercado también genera una gran cantidad de residuos orgánicos propio de su actividad local. Es así, que, durante mucho tiempo, estos residuos generados eran dispuestos sin control en las afueras del mercado, generando con ello un punto crítico de contaminación ambiental que afectaba a los vecinos y constituía un riesgo para el libre tránsito vehicular en la Vía de Evitamiento y de las personas que transitaban por el lugar.

Frente a esta problemática, LIMA EXPRESA, como concesionaria de la Vía de Evitamiento y la vía expresa Línea Amarilla, logró convencer a la dirigencia del Mercado, vecinos y autoridades del distrito sobre la importancia de la creación de un centro piloto de valorización de residuos orgánicos para la producción de compost y es así que se logró formar alianzas estratégicas mediante un convenio para su implementación (Ver Figura 1). Es así que, de acuerdo al convenio firmado entre las autoridades correspondientes el 50% del producto obtenido es utilizado por los comerciantes del Mercado para su venta y el otro 50% es utilizado por la Municipalidad del Rímac para el cuidado de los parques y jardines del distrito.

Es así que entre 2009 y 2021, se logró producir 196 toneladas de compost evitando que estos residuos orgánicos sean catalogados como residuos sin valor. Se logró mejorar la fluidez de la vía de Evitamiento, puesto que antes la acumulación de estos residuos orgánicos afectaba el tránsito vehicular y peatonal. Del mismo modo se logró reformar la alianza entre aliados estratégicos como la Municipalidad del Rímac y Lima Expresa, finalmente se logró reducir un riesgo de seguridad, ya que la contaminación crea inseguridad en las zonas y la planta de

valorización contribuye a que no se acumulen más residuos en las calles (Premios ProActivo, 2023).



**Figura 1.** Planta de Bioabonos del Mercado de Flores “Santa Rosa”  
**FUENTE:** Premios ProActivo, 2023

#### 2.4.2 Planta de compostaje industrial

La empresa de tratamiento y valorización de residuos orgánicos Control Ambiental Perú SAC, se encuentra ubicada en el centro poblado de Huarabi Alto, distrito de Santa Rosa de Quives, provincia de Canta, en la región de Lima. Fundada en el 2009, esta organización destaca por prestar los servicios de tratamiento y valorización de residuos orgánicos mediante el proceso de compostaje en pilas abiertas con aireación mecanizada, así como el mantenimiento de trampas de grasas y tuberías. Fundada en el 2009, es la primera planta de compostaje industrial autorizada en Lima por el Ministerio del Ambiente, lo que garantiza que llevan a cabo los procesos adecuados para la valorización de residuos orgánicos y formalizado cumpliendo con las exigencias y normativas ambientales.

La planta de compostaje como se puede observar en la Figura 2, utiliza la técnica de compostaje en pilas abiertas con aireación mecanizada, utilizando para dicha actividad una máquina volteadora de compost, la cual es jalada por un tractor, que mueve dicha máquina dentro de la pila de compostaje, optimizando el tiempo y oxigenando todo el material mientras se desplaza de manera longitudinal por toda la pila, los residuos orgánicos provienen de empresas gastronómicas y alimentarias, se aprovecha los residuos líquidos de trampas de grasas, lodos de aguas residuales industriales, subproductos y mermas orgánicas de alimentos y residuos agropecuarios, los cuales, a través del proceso de compostaje, se convierten en compost que es utilizado para la actividad agrícola. La planta de compostaje

tiene una capacidad de tratamiento de 10 000 toneladas de residuos orgánicos al año, y se produce 3 000 toneladas de biofertilizantes y compost. (AGROPERU, 2024).



**Figura 2.** Planta de compostaje industrial de Control Ambiental Perú SAC  
**FUENTE:** AGROPERU, 2024

#### 2.4.3 Centro de elaboración de abonos orgánicos del Parque de las Leyendas

El Parque de las Leyendas “Dr. Felipe Benavides Barreda”, está ubicado en el distrito de San Miguel, en la ciudad de Lima, es un zoológico administrado por la Municipalidad de Lima. Dentro del parque se puede encontrar uno de los atractivos que es su jardín botánico que cuenta con un área de 4.7 hectáreas, su ubicación estratégica dentro de la ciudad de Lima hace que brinde muchos beneficios ambientales a la ciudad, como un espacio para refugio de la fauna local.

El jardín botánico del Parque de las Leyendas, cuenta con un espacio destinado a la valorización de sus residuos orgánicos para la producción de abonos orgánicos (Ver Figura 3). El compost es elaborado en base a los materiales residuales del mantenimiento de las áreas verdes del parque y del estiércol de los animales del Patronato del Parque de las Leyendas (PATPAL), al año se produce 36 toneladas aproximadamente de compost, las cuales son utilizados como enmienda para el mantenimiento de las áreas verdes del PATPAL.

En la producción de humus de lombriz, se utiliza las lombrices rojas californianas, las cuales son alimentadas con pre-compost para que continúen con el proceso de degradación de la

materia orgánica, este proceso tarda regularmente entre 4 a 5 meses (Plan de producción de abonos orgánicos, 2019)

El humus de lombriz es un gran aporte para las plantas ya que brinda más fuerza y vigor de forma natural proporcionando excelentes resultados para el crecimiento vegetal. Al año se logra producir 42 toneladas aproximadamente de vermicompost, las cuales son utilizadas para la fertilización de las áreas verdes del PATPAL (PATRONATO DEL PARQUE DE LAS LEYENDAS, 2023).



**Figura 3.** Centro de producción de compost y humus del Parque de las Leyendas  
**FUENTE:** PATPAL, 2023

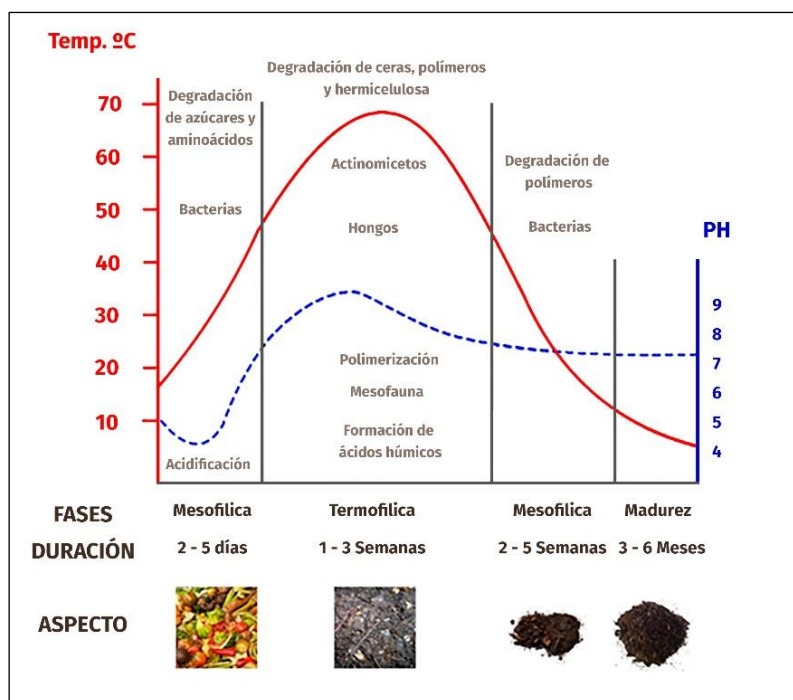
## 2.5 Compostaje

El compostaje es un proceso biológico, que ocurre en condiciones aeróbicas (presencia de oxígeno). Con la adecuada humedad y temperatura, se asegura una transformación higiénica de los restos orgánicos en un material homogéneo y asimilable por las plantas (Figura 1). En este proceso, adicionalmente, los microorganismos generan calor y un sustrato sólido, con menos C y N, pero más estable, que es llamado compost. (FAO, 2013).

### 2.5.1 Fases del compostaje

Es posible interpretar el compostaje como el sumatorio de procesos metabólicos complejos realizados por parte de diferentes microorganismos, que, en presencia de oxígeno, aprovechan el nitrógeno (N) y el carbono (C) presentes para producir su propia biomasa. En este proceso, adicionalmente, los microorganismos generan calor y un sustrato sólido, con menos C y N, pero más estable, que es llamado compost. Al descomponer el C, el N y toda la materia orgánica inicial, los microorganismos desprenden calor medible a través de las variaciones de temperatura a lo largo del tiempo.

En la Figura 4 se muestra la variación de temperatura generada durante el proceso de compostaje, donde se reconocen tres etapas principales, además de una etapa de maduración de duración variable.



**Figura 4.** Temperatura, oxígeno y pH en el proceso de compostaje  
**FUENTE:** FAO 2013

Las diferentes fases del compostaje se dividen según la temperatura (FAO, 2013).

#### a) Fase Mesófila

El material de partida comienza el proceso de compostaje a temperatura ambiente y en pocos días (e incluso en horas), la temperatura aumenta hasta los 45°C. Este aumento de temperatura es debido a actividad microbiana, ya que en esta fase los microorganismos utilizan las fuentes sencillas de carbono y nitrógeno generando calor. La descomposición de compuestos solubles, como azúcares, produce ácidos orgánicos y, por tanto, el pH puede bajar (hasta cerca de 4.0 o 4.5). Esta fase dura entre dos y ocho días. (FAO, 2013).

#### b) Fase Termófila o de Higienización

Cuando el material supera los 45°C, los microorganismos que se desarrollan a temperaturas medias (microorganismos mesófilos) son reemplazados por aquellos que crecen a mayores temperaturas, en su mayoría bacterias (bacterias termófilas), que actúan facilitando la degradación de fuentes más complejas de C, como la celulosa y la lignina.

Esta fase también recibe el nombre de fase de higienización ya que el calor generado destruye bacterias y contaminantes de origen fecal como *Escherichia coli* y *Salmonella spp.* Igualmente, esta fase es importante pues las temperaturas por encima de los 55°C eliminan los quistes y huevos de helminto, esporas de hongos fitopatógenos y semillas de malezas que pueden encontrarse en el material de partida, dando lugar a un producto higienizado. (FAO, 2013).

#### **c) Fase Enfriamiento o Mesófila II**

Agotadas las fuentes de carbono y, en especial el nitrógeno en el material en compostaje, la temperatura desciende nuevamente hasta los 40-45°C. Durante esta fase, continúa la degradación de polímeros como la celulosa, y aparecen algunos hongos visibles a simple vista. Al bajar de 40 °C, los organismos mesófilos reinician su actividad y el pH del medio desciende levemente, aunque en general el pH se mantiene ligeramente alcalino. Esta fase de enfriamiento requiere de varias semanas y puede confundirse con la fase de maduración. (FAO, 2013).

#### **d) Fase de Maduración**

Es un período que demora meses a temperatura ambiente, durante los cuales se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización de compuestos carbonados para la formación de ácidos húmicos y fúlvicos. (FAO, 2013).

### 2.5.2 Monitoreo durante el Compostaje

Todos los factores que afectan a los microorganismos afectan al proceso. Estos factores se verán influenciados por las condiciones ambientales (en función de la tecnología y del control del proceso, se tendrá un mayor o menor control sobre ellos) y por las características del residuo. Las condiciones ambientales a tener en cuenta durante el proceso son las siguientes, según Moreno (2008):

#### **a) Oxígeno y aireación**

Para el correcto desarrollo del proceso de compostaje es necesario asegurar la presencia de oxígeno, ya que los microorganismos que intervienen son aeróbicos. Las pilas de compostaje presentan porcentajes variables de oxígeno en el aire de sus espacios libres: la parte más externa contiene casi tanto oxígeno como el aire (18-20%); hacia el interior el contenido de oxígeno va disminuyendo, mientras que el de dióxido de carbono va aumentando, hasta el



punto de que a una profundidad mayor de 60 cm el contenido de oxígeno puede estar entre 0,5 y 2%. (Ekinci *et al.*, 2004).

La aireación es una variable de operación muy importante y la que más incide en los costes de operación, ya que suponen el 32-46% de los costes totales. La medida de la concentración de oxígeno requiere equipos costosos, pero puede también realizarse de una manera indirecta mediante las medidas de temperatura y humedad. (Kulcu y col *et al.*, 2004).

#### **b) Humedad**

La humedad óptima para el crecimiento microbiano está entre el 50-70%; la actividad biológica decrece mucho cuando la humedad está por debajo del 30%; por encima del 70% el agua desplaza al aire en los espacios libres existentes entre las partículas, reduciendo la transferencia de oxígeno y produciéndose una anaerobiosis. Cuando las condiciones se hacen anaerobias se originan malos olores y disminuye la velocidad del proceso. (Moreno, 2008).

La adición de material estructurante permite regular la humedad, ya que absorbe parte de la humedad o la libera según lo necesite el proceso y, a su vez, aumenta la porosidad permitiendo la circulación del aire.

#### **c) Temperatura**

La evolución de la temperatura representa muy bien el proceso de compostaje, pues se ha comprobado que pequeñas variaciones de temperatura afectan más a la actividad microbiana que pequeños cambios de la humedad, pH o C/N. (Moreno, 2008).

Por la evolución de la temperatura se puede juzgar la eficiencia y el grado de estabilización a que ha llegado el proceso, ya que existe una relación directa entre la temperatura y la magnitud de la degradación de la materia orgánica. Asimismo, existe una relación directa entre la degradación y el tiempo durante el cual la temperatura ha sido alta. A veces la temperatura puede llegar a ser tan alta que inhibe el crecimiento de los propios microorganismos, conociéndose este fenómeno como suicidio microbiano. (Moreno, 2008).

El seguimiento de la temperatura permite controlar el proceso y determina, junto con otros parámetros, los volteos, los riegos o la programación del sistema de aireación.

#### **d) Nutrientes**

Entre los elementos que componen el sustrato destacan el C, N, y P, que son macronutrientes fundamentales para el desarrollo microbiano. El carbono es necesario en la síntesis celular

para la formación del protoplasma, así como la de los lípidos, grasas y carbohidratos; durante el metabolismo se oxida para producir energía y anhídrido carbónico; es el elemento que debe estar presente en mayor cantidad puesto que constituye el 50% de las células de los microorganismos y el 25% del anhídrido carbónico que se desprende en la respiración. El nitrógeno es un elemento esencial para la reproducción celular debido a la naturaleza proteica del protoplasma; se ha demostrado que la calidad de un compost como fertilizante está directamente relacionada con su contenido de N. El fósforo desempeña un papel fundamental en la formación de compuestos celulares ricos en energía, siendo necesario para el metabolismo microbiano. (Moreno, 2008).

#### **e) pH y Conductividad Eléctrica (CE)**

Mediante el seguimiento del pH se puede obtener una medida indirecta del control de la aireación de la mezcla, ya que si en algún momento se crean condiciones anaeróbicas se liberan ácidos orgánicos que provocan el descenso del pH. (Moreno, 2008).

La conductividad eléctrica de un compost está determinada por la naturaleza y composición del material de partida, fundamentalmente por su concentración de sales y en menor grado por la presencia de iones amonio o nitrato formados durante el proceso. (Sánchez-Monedero, 2001).

La CE tiende generalmente a aumentar durante el proceso de compostaje debido a la mineralización de la materia orgánica, hecho que produce un aumento de la concentración de nutrientes. Ocurre a veces un descenso de la CE durante el proceso, lo que puede deberse a fenómenos de lixiviación en la masa, provocados por una humectación excesiva de la misma. (Moreno, 2008).

#### **f) Flora Microbiana**

Según Augusto Bonmatí, “Evaluación y Prevención de Riesgos en Centro América” (Rodríguez y Andrés, 2008). La flora microbiana responsable del proceso de compostaje es muy variada. Incluye bacterias, actinomicetes, hongos, protozoos y algas. Raramente es un factor limitante, por lo que no se suele inocular durante el proceso. Los microorganismos proceden, de manera natural, de la atmósfera, del agua, del suelo y del propio residuo. La flora bacteriana es la más variada y se encuentra localizada en toda la masa del residuo. Los hongos y los actinomicetes se encuentran en las partes superficiales de la masa de residuos (a 5-15 cm de la superficie) y son los responsables de la descomposición de sustancias complejas como la celulosa y la lignina.

### 2.5.3 Transformación en compost

El compostaje en pilas es el sistema más antiguo y más sencillo. Para asegurar la proliferación de los microorganismos que realizan el compostaje, se necesita una "masa crítica" mínima de 50 - 100 kg de residuos biodegradable. Con esa masa, ya se puede prender y mantener durante un tiempo suficiente la reacción exoterma del proceso aeróbico que asegura las temperaturas necesarias para la higienización del material (Röben, 2002).

Para conseguir un buen compost se recomienda utilizar insumos diversificados, tanto de origen vegetal (restos de cocina, rastrojos), animal (estiércol), ya que los de origen vegetal tienen más carbono y el estiércol contiene más nitrógeno (Altamirano y Cabrera, 2006).

### 2.5.4 Beneficios del compost

La adición de compost en los suelos se convierte en una técnica de manejo sostenible para la mejora de las características hidrofísicas de los mismos bajo las condiciones meteorológicas locales (Ver Tabla 2). Entre los principales beneficios físicos que se encuentran está:

- Efecto sobre la compactación del suelo: Según Ingelmo e Ibáñez (1998) y García (2000) demuestran que la enmienda del suelo mediante el acolchado orgánico de compost regula la energía de impacto de las gotas de lluvia facilitando su infiltración en el suelo, con lo cual disminuye la pérdida del suelo por erosión hídrica y aumenta las posibilidades de revegetación natural de la superficie del suelo.
- Efecto sobre la estabilidad de los agregados del suelo: Según Kay y Angers (2002), señalan los cambios en la estabilidad de los agregados del suelo debido a la adición de compost se generan a raíz de cambios en los contenidos de materia orgánica articulada, en los polisacáridos y lípidos, que son materiales lábiles y de actividad transitoria en el suelo
- Efectos sobre la retención y el almacenamiento de agua del suelo. La adición al suelo de compost provoca aumento en la capacidad de retención del agua y en la capacidad de almacenamiento a nivel de saturación. Estas afirmaciones derivan directamente de que el compost al mezclarse con el suelo, en condiciones de campo o ensayo de laboratorio, conforman una estructura con un reparto equilibrado de sus poros entre macro y micro poros (Kay y Angers, 2002).

- Gestión de residuos vegetales de manera ambientalmente correcta. Al utilizar residuos vegetales y crear un ciclo en el que estos mismo vuelvan a ser parte de las labores de mantenimiento se viene creando un sistema de reciclaje (Avendaño, 2003).

**Tabla 2:** Resumen de las principales ventajas del compost

<b>Propiedades</b>	<b>Acción</b>
<b>Físicas</b>	Mejora la estructura y estabilidad del suelo, incrementa la porosidad, la permeabilidad del aire y retención del agua.
<b>Químicas</b>	Incremento de la capacidad tampón, aumento del intercambio catiónico y del contenido de materia orgánica, incremento de los niveles de macro y micronutrientes esenciales.
<b>Biológicas</b>	Favorece la coexistencia de diferentes especies de microorganismos, incrementa la microflora y la mesofauna como protozoos, rotíferos, nemátodos y artrópodos, estimula la actividad microbiana y reduce la producción de patógenos.

**FUENTE:** Puerta, J. (2004).

## 2.6 Vermicompostaje

Es un método que corresponde a un procedimiento de estabilización de la materia orgánica parecido al compostaje, pero en este caso se adiciona lombrices que degradan la materia orgánica. Como producto final es el humus (Cueto, 2017).

Para la obtención de vermicompost, la especie de lombriz que comercialmente más se emplea es *Eisenia foetida* conocida comúnmente como la lombriz roja californiana, a pesar de ser originaria de Europa. Recibe la especie el nombre de foetida por el olor de los exudados que produce, los cuales presumiblemente son una adaptación antipredadores. (FAO, 2013)

### 2.6.1 Factores óptimos para desarrollo de *Eisenia foetida*

Según la Guía de Lombricultura (Somarriba y Guzmán, 2004) se hace referencia a estos factores:

#### **a) Ubicación**

Se deben ubicar en lugares sombreados alejados de la luz del sol directamente. La superficie debe ser casi plana, no tener una pendiente mayor de 20%, debe tener drenaje. (Somarriba y Guzmán, 2004).

#### **b) Iluminación**

La lombriz es muy sensible a los rayos ultravioletas que le ocasionan la muerte, por ello es recomendable ubicarlas en lugares que haya sombra o en lugares cubiertos. (Somarriba y Guzmán, 2004).

#### **c) Humedad**

Constituye uno de los elementos más influyentes, los errores ya sean por falta o exceso traen consecuencias negativas en la producción de humus como en la reproducción y fecundidad de la lombriz. Se debe mantener del 75% al 80% ya que está debajo del 70% son desfavorables para la cría y debajo de 55 son niveles de muerte. (Somarriba y Guzmán, 2004).

#### **d) Temperatura**

La ideal está entre 15-24°C lo más cercano posible a lo corporal de la lombriz que es de 19°C por encima de 30°C resiste bien la temperatura, pero lo hace a costa de una menor producción y descenso en la producción de humus. (Somarriba y Guzmán, 2004).

#### **e) pH**

Es un factor determinante de una buena plantación de lombricultura es tener un pH comprendido entre 6.5 y 7.5 y siendo los valores óptimos que se encuentren entre 6.8 y 7.3. (Somarriba y Guzmán, 2004).

#### **f) Aireación**

La lombriz requiere aire para su proceso vital y por lo tanto es necesario remover los canchales o lechos con rastrillo por lo menos cada siete días. (Somarriba y Guzmán, 2004).

### 2.5.2 Requerimientos para el cultivo de lombrices

#### **a) Contenedor o cama**

Existen diferentes opciones, tamaños y calidad de contenedores para cultivar lombrices, lo importante es que sean recipientes abiertos para que se facilite la alimentación y la

visualización, normalmente estos contenedores son de madera. Las lombrices normalmente profundizan en el sustrato buscando alimento, pero no lo hacen más allá de 40 cm. (Schuldt et al., 2007), por lo que la cama debe tener una profundidad de 50-60 cm. y 1 m. de ancho, siendo el largo en función del área disponible en la finca. La cama debe estar protegida de la lluvia, la luz del sol y temperaturas extremas en tiempos de heladas o invierno. (FAO, 2013).

#### **b) Sustrato**

Normalmente se emplea una mezcla de suelo con material orgánico fresco (restos de vegetales, estiércol, etc.) en una proporción de 3:1, o material orgánico compostado con material fresco en proporción 2:1 respectivamente. (FAO, 2013).

#### **c) Pie de cría-lombriz**

El pie de cría se obtiene comercialmente. La recomendación más común es 1kg de lombriz comercial por m<sup>2</sup> de lecho. También se puede obtener el pie de cría a partir de las camas. (FAO, 2013).

### III. DESARROLLO DEL TRABAJO

#### 3.1 Ubicación del proyecto

La implementación de un centro piloto de valorización de residuos sólidos orgánicos municipales en el Cercado de Lima, se llevó a cabo durante el 2019 en la I.E. N° 103 Luis Armando Cabello Hurtado, ubicado en el Jr. García Naranjo 5030 en el Cercado de Lima, provincia de Lima, departamento de Lima (Ver Figura 5).

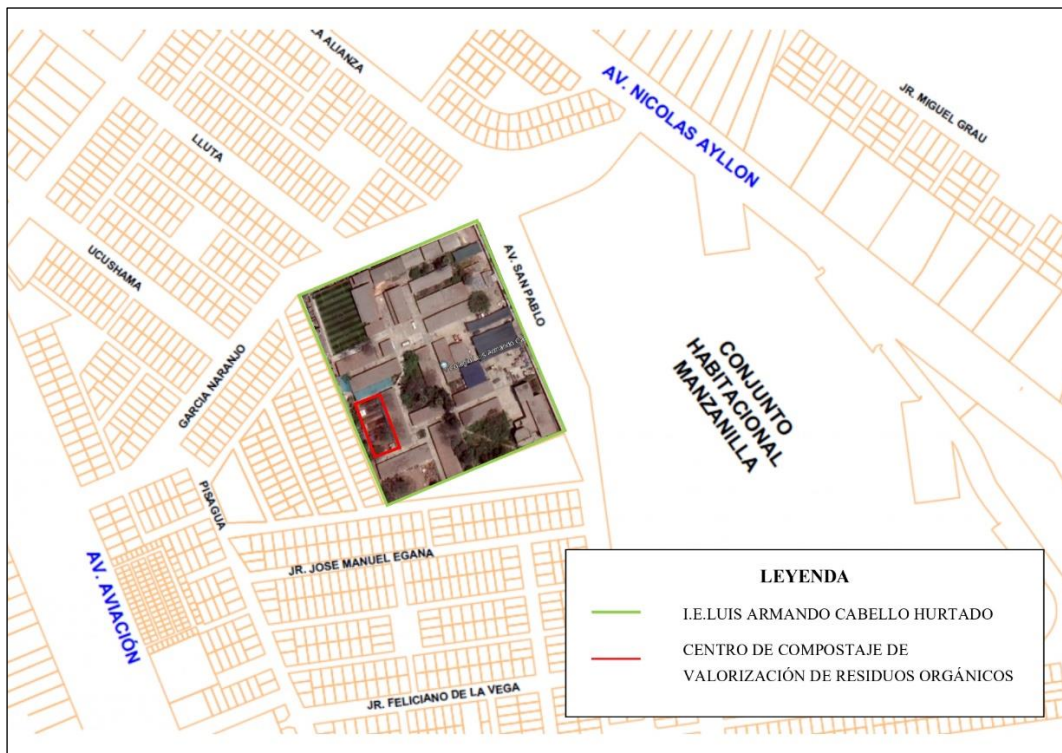


Figura 5. Vista panorámica de la I.E. Luis Armando Cabello Hurtado

En la Tabla 3 se detalla las coordenadas UTM de localización del colegio Luis Armando Cabello Hurtado, donde se implementó el centro piloto de valorización de residuos sólidos orgánicos municipales del Cercado de Lima.

**Tabla 3:** Coordenadas de la I.E. Luis Armando Cabello Hurtado

<b>I.E.LUIS ARMANDO CABELLO HURTADO</b>				
<b>PUNTOS</b>	1	2	3	4
<b>COORDENADAS</b>	12°03'28.0"S	12°03'31.9"S	12°03'33.1"S	12°03'29.3"S
<b>UTM</b>	77°00'41.2"W	77°00'39.7"W	77°00'42.9"W	77°00'44.5"W

**FUENTE:** Informe de Implementación del Plan de Valorización de Residuos Orgánicos del Cercado de Lima 2019

En la Tabla 4 se detalla las coordenadas UTM de localización del perímetro del centro piloto de valorización de residuos sólidos orgánicos municipales del Cercado de Lima.

**Tabla 4:** Coordenadas del centro piloto de valorización de residuos orgánicos

<b>CENTRO PILOTO DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS</b>				
<b>PUNTOS</b>	1	2	3	4
<b>COORDENADAS</b>	12°03'31.3"S	12°03'32.2"S	12°03'32.4"S	12°03'31.4"S
<b>UTM</b>	77°00'43.1"W	77°00'42.8"W	77°00'43.2"W	77°00'43.6"W

**FUENTE:** Informe de Implementación del Plan de Valorización de Residuos Orgánicos del Cercado de Lima 2019

### 3.2 Diagnóstico de la situación actual de la valorización de residuos sólidos

La fuente principal para analizar el comportamiento de la generación de residuos sólidos es el Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales del Cercado de Lima (ECRSM), elaborado en el año 2019, el cual señala indicadores como la generación per cápita de residuos (GPC), la generación total del municipio en función a la cantidad de habitantes; composición física porcentual que permite recomendar diversos tipos de intervención como la valorización orgánica o inorgánica, la densidad que permite dimensionar diversos sistema de almacenaje, transporte y disposición final y otros factores convenientes que sirve de base para la realización de instrumentos de gestión ambiental de residuos sólidos, así como proyectos de inversión pública referida a gestión de residuos sólidos.

#### 3.2.1 Determinar la cantidad al día de residuos sólidos generados

La GPC domiciliaria durante el año 2019 fue de 0.69 kg/hab/día, es decir que cada habitante del Cercado de Lima a nivel domiciliario, generó 0.69kg de residuos al día, con una generación domiciliaria de 190.68tn/día, residuos no domiciliarios de 441.97 t/día.

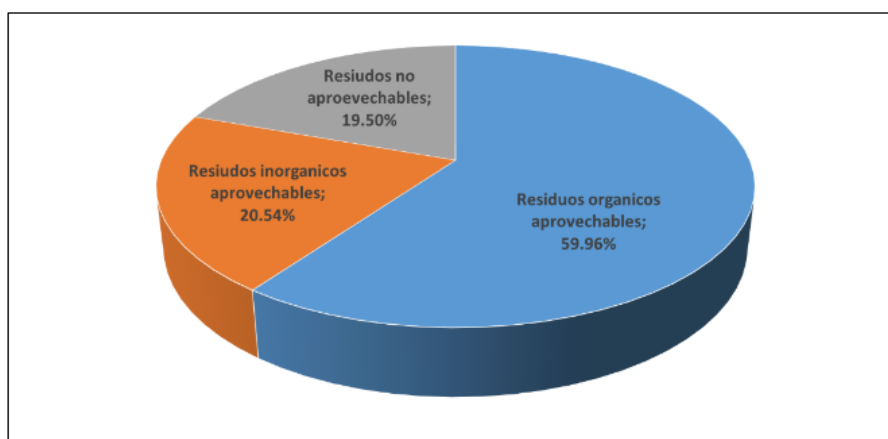


### 3.2.2 Determinar la composición física de los residuos

#### a) Residuos sólidos domiciliarios

La composición física de los residuos domiciliarios está representada principalmente por residuos aprovechables (80.50 %): residuos orgánicos e inorgánicos. Los residuos orgánicos, como residuos de alimentos, residuos de maleza, poda y madera, representan el 59.96 % del total. Los residuos inorgánicos, tales como papel, cartón, vidrio, plástico y metales, representan el 20.54 %.

Por otro lado, los residuos no aprovechables, como bolsas plásticas, residuos sanitarios, pilas y otros, representan el 19.50 % del total de residuos generados en el Cercado de Lima a nivel domiciliario. La Figura 6 detalla la composición física de los residuos.



**Figura 6.** Composición de residuos sólidos de origen domiciliario  
**FUENTE:** ECRSM, 2019

#### b) Residuos sólidos no domiciliarios

Los residuos no domiciliarios provienen del barrido de calles y de los establecimientos comerciales, restaurantes, hoteles, instituciones educativas, instituciones públicas y privadas y mercados.

Los residuos sólidos no domiciliarios tienen una composición física de residuos sólidos orgánicos de 38.98%, residuos sólidos inorgánicos reciclables de 40.64% y 20.38% de residuos no aprovechables.

### c) Residuos sólidos de mercados de abastos

En la Tabla 5 se puede observar la composición física de los residuos sólidos de los mercados de abastos del Cercado de Lima, ello presenta según su composición porcentual, en mayor porcentaje a la materia orgánica con 88.87%, en segundo lugar tetra pack 2.13%, seguido de papel con 1.88%, seguido de bolsas con 1.28%, seguido de plástico PET con 1.05%, con un porcentaje menor del 1%: cartón, lata, plástico duro, tecnopor y similares, telas y textiles, residuos inertes y envoltura, representan el 4.80%.

**Tabla 5:** Promedio de Composición física de residuos sólidos municipales no domiciliarios de otras fuentes provenientes de los mercados de abastos del Cercado de Lima

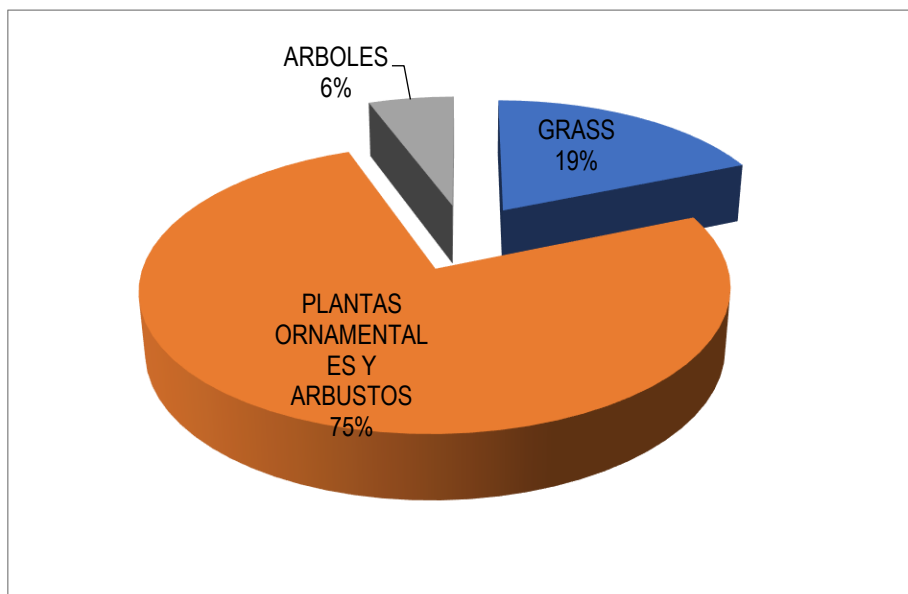
N°	TIPO DE RESIDUOS SÓLIDOS	COMPOSICIÓN PORCENTUAL (%)			PROMEDIO DE COMPOSICIÓN PORCENTUAL (%) MERCADOS
		Mercado “Ramón Castilla”	Mercado “Señor de la Justicia”	Mercado “Ilo”	
1	Materia Orgánica	84.48	92.07	90.06	88.87
2	Papel	2.73	0.23	2.67	1.88
3	Cartón	1.86	0.16	0.83	0.95
4	Lata	0.42	1.53	0.81	0.92
5	Plástico PET	2.31	0.19	0.65	1.05
6	Plástico Duro	0.87	0.09	0.72	0.56
7	Bolsas	2.23	0.79	0.82	1.28
8	Tetrapack	1.20	4.05	1.13	2.13
9	Tecnopor y similares	0.29	0.31	0.53	0.38
10	Telas, textiles	0.33	0.58	0.91	0.61
11	Residuos inertes	1.90	0.00	0.87	0.92
12	Envolturas	1.38	0.00	0.00	0.46
<b>TOTAL</b>					<b>100.00</b>

FUENTE: Estudio de caracterización de mercados de abastos en el Cercado de Lima, 2018.

### d) Residuos sólidos de áreas verdes

El Cercado de Lima tiene aproximadamente 68 hectáreas de extensión de áreas verdes de uso público ubicadas en plazas, parques, plazuelas, bermas centrales y laterales y otras. Entre las acciones más importantes realizadas para su conservación y renovación se realiza continuamente acciones de jardinería, corte de césped, lavado y fumigación de árboles para prevenir problemas fitosanitarios, poda de árboles por estructura inadecuada, seguridad o problemas fitosanitarios y recojo de maleza.

En la Figura 7 se puede observar que la composición física de los residuos sólidos municipales no domiciliarios provenientes de las áreas verdes públicas es orgánica razón por la cual fueron caracterizadas como plantas ornamentales y arbustos con (75%), se encuentra presenta con mayor proporción, seguido del grass (19%) y arbóreo con (6%).



**Figura 7.** Composición física de residuos sólidos orgánicos municipales no domiciliarios de otras fuentes provenientes de las áreas verdes públicas del Cercado de Lima

**FUENTE:** Estudio de la generación y densidad de los residuos sólidos de áreas verdes del cercado de lima 2018

### 3.2.3 Calcular la cantidad de residuos a valorizar

Según el reporte de la División de Limpieza Pública de la MML en el año 2018 (Ver Tabla 6), el mercado genera aproximadamente 20 Ton/día de residuos orgánicos, cuenta con aproximadamente 1 502 puestos de venta de verduras, de los cuales solo 150 participan del Proyecto de Valorización de residuos orgánicos.

**Tabla 6:** Generación de residuos orgánicos del Mercado 28 de Julio

Generacion de Residuos Orgánicos ton/día	Generacion de Residuos Orgánicos ton/mes
20	600

**FUENTE:** Reporte división de Limpieza Pública de la MML, 2018

## 3.3 Diseño del centro piloto de valorización de residuos sólidos orgánicos

### 3.3.1 Realizar el estudio técnico

Para la Implementación del Centro Piloto de Valorización de Residuos Orgánicos Municipales, se propuso un trabajo en conjunto entre la Municipalidad de Lima y la Institución Educativa N°103 “Luis Armando Cabello Hurtado” quien dispuso un área de 450 m<sup>2</sup> aproximadamente para fines de proyectos ambientales como el aprovechamiento de los residuos orgánicos para la producción de compost.

El tratamiento y valorización de residuos orgánicos en el Cercado de Lima es factible, por representar el mayor porcentaje del total de residuos sólidos generados, por lo que la proximidad y la disponibilidad del recurso no suponen un problema (Ver Figura 8), estos residuos generados provienen de los Mercados de Abastos “Nicolás Ayllón” y “28 de Julio”.



**Figura 8.** Ruta de recolección selectiva de residuos sólidos orgánicos municipales  
**FUENTE:** Recicla Lima, 2019

En la Figura 9 se muestra la ruta establecida para la recolección de maleza proveniente del mantenimiento de las áreas verdes del Cercado de Lima.

Por otro lado, la producción de compost es una alternativa de tratamiento de residuos a través de la degradación y la estabilidad de su contenido de manera ambientalmente segura. Esta estrategia minimiza el impacto ocasionado por la ineficiente gestión de residuos municipales.



**Figura 9.** Ruta de recolección selectiva de residuos sólidos orgánicos del mantenimiento de áreas verdes del Cercado de Lima

**FUENTE:** Recicla Lima, 2019

Por último, el terreno no tiene impedimento legal ni técnico que comprometa la continuidad operativa del centro piloto de valorización, ya que es administrado directamente por la institución educativa en conjunto con la municipalidad.

### 3.3.2 Detallar el proceso de valorización del centro piloto

Para el proceso de valorización de residuos sólidos orgánicos municipales se utilizará la tecnología de compostaje a través de sistemas abiertos de pilas estáticas, que resultan de acumular restos orgánicos.

El proceso de valorización de residuos sólidos orgánicos municipales inicia segregación en las fuentes generadoras, y se complementa con actividades como pesado de residuos que ingresan al centro piloto, la recolección y el transporte de los residuos al centro piloto de valorización de residuos orgánicos. Por otro lado, el proceso de producción de abono orgánico, está comprendido por:

### a) Recepción de residuos orgánicos

El proceso de producción de compost inicia con el ingreso del material proveniente de la recolección de los residuos orgánicos de los mercados de abasto y del mantenimiento de las áreas verdes. La recepción se realiza al ingresar al área de compostaje, donde el personal pesa los residuos y los registra de acuerdo a su origen, incluyendo la fecha y hora de ingreso, según el formato del Anexo 1.

Asimismo, se dispone de material en el área de almacenamiento de maleza y estiércol para la formación de pilas de compost, por último, se realiza la limpieza y desinfección de los contenedores recolectores.

### b) Pesaje de residuos orgánicos

Luego de la recolección selectiva de los residuos orgánicos generados en el Mercado “28 de Julio” y “Nicolás Ayllón”, fueron trasladados al centro piloto de valorización, donde previamente se tenía el peso de los contenedores (Ver Figura 10), luego de ello se pesaron a través de una balanza de capacidad de 150kg los residuos orgánicos en los mismos contenedores, descontando el peso del contenedor, el pesaje se realiza de la misma forma con maleza, para el caso del estiércol, son sacos de 25kg, no era necesario el pesaje, finalmente el personal registra el peso de estos residuos de acuerdo a su origen, fecha y hora según el formato del Anexo 2.



**Figura 10.** Pesaje de los contenedores vacíos  
**FUENTE:** Recicla Lima, 2019

### c) Traslado de residuos orgánicos al lugar de formación de pilas

En el centro piloto de valorización de residuos orgánicos se encuentran distribuidos adecuadamente espacios delimitados, cuya función es recepcionar los residuos orgánicos de los mercados de abastos para su formación en pilas de compostaje. Para reducir el porcentaje de humedad, los residuos son dispersados y cubiertos con maleza seca (Ver Figura 11); de esta forma, evitamos malos olores por la putrefacción y la proliferación de moscas.

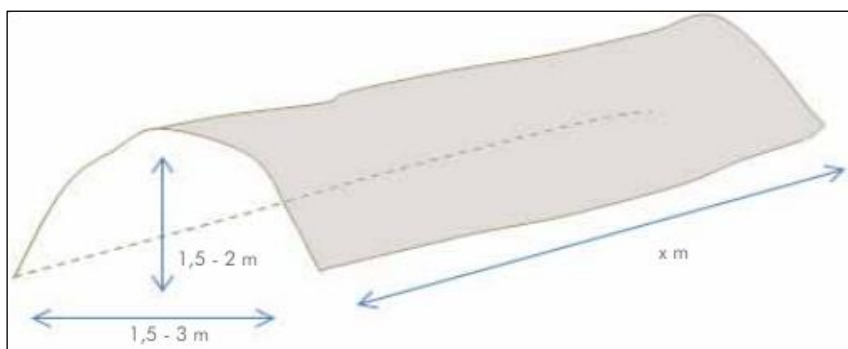
En el caso de los residuos de la poda de las áreas verdes, estos son trasladados al área de maleza con la finalidad de que puedan secarse perdiendo humedad.



**Figura 11.** Traslado y dispersión de los residuos orgánicos  
**FUENTE:** Recicla Lima, 2019

### d) Armado de pila de compost

Las pilas formadas tienen formas triangulares, con dimensiones de 1.5m -2.0 m de altura, una base de 2 m a 3 m de ancho y el largo de la pila depende de la cantidad de material recepcionado. (Ver Figura 12). Estas formas triangulares son esenciales ya que estamos realizando compost por un proceso aeróbico y esto facilita el ingreso de aire.



**Figura 12.** Dimensiones de una pila de compostaje para pequeño agricultor  
**FUENTE:** FAO, 2013

Como se muestra en la Figura 13, para la formación de pilas de compost se insertó primero una capa de 20cm de maleza seca y luego el material orgánico de mercados adicionalmente se agrega estiércol vacuno en una proporción de 3 a 2 con respecto al total de material orgánico. Una vez formadas estas 3 capas de insumos, se mezclan con agua, con el objetivo de activar los microorganismos presentes y aceleren la degradación del material orgánico.



**Figura 13.** Proceso de formación de pilas de compostaje  
**FUENTE:** Recicla Lima, 2019

#### e) **Medición de Temperatura**

Se midió y evaluó a diario la temperatura (ver Figura 14) para determinar según los grados Celsius y el tiempo de formación de cada pila, con la finalidad de determinar en qué fase de proceso se encuentra y verificar si la temperatura es la adecuada o si se necesita hacer un volteo o un riego adicional.



**Figura 14.** Medición y evaluación de la temperatura en pilas de compost  
**FUENTE:** Recicla Lima, 2019



#### f) Volteo y riego de pila

No existen frecuencias preestablecidas de aireación y riego que resulten aplicables para todos los casos posibles. Uno de los parámetros de fácil determinación es la temperatura. Se realiza el primer volteo cuando la máxima temperatura ( $75^{\circ}\text{C}$ ) comienza a descender, esto sucede aproximadamente a los 15 días de haber conformado la pila. Después del primer volteo, se realiza tan continuo como fuera posible, normalmente se realiza uno cada 12 días. En lo que respecta al riego, como se muestra en la Figura 15, este se realiza cada vez que el proceso lo requiere o sea cada vez que la humedad baja.



**Figura 15.** Aireación de pilas de compost  
**FUENTE:** Recicla Lima, 2019

#### g) Tamizado

Una vez que se ha comprobado que el compost está maduro, se realiza un tamizado de manera manual con ayuda de una pala y un tamiz de 5.0mm (ver Figura 16) con el fin de eliminar los elementos gruesos y otros contaminantes (metales, vidrios, cerámicas, piedras).



**Figura 16.** Tamizado del compost  
**FUENTE:** Recicla Lima, 2019

El material grueso que no pasa a través de la malla del tamiz en su mayoría es material lignocelulosico (maderas) y volverá a una nueva pila de compost para cumplir una doble función, seguir descomponiéndose y servir como inoculante de bacterias compostadoras.

Para esta acción, se elaboraron 04 tamizadores, a través de malla metálica y listones de maderas, para realizar de una manera fácil y rápida el tamizado de las pilas de compost.

#### **h) Almacenamiento y empacado**

El producto obtenido de la valorización de residuos orgánicos municipales (compost) se almacena en el área de maduración (Ver Figura 17) para su posterior empacado en sacos de polipropileno con un peso de 25kg.



**Figura 17.** Almacenamiento del compost  
**FUENTE:** Recicla Lima, 2019

#### **i) Incorporación del Sustrato (Pre-compost) a camas de lombricultura**

Antes de ser colocadas las lombrices, se ingresó el pre compost (alimento), generado de las pilas de compost, a las dos primeras camas de lombricultura, después de incorporar el alimento se ingresaron los 5 kg de lombrices en cada cama de lombricultura, luego se procedió a realizar el riego hasta humedecer bien la mezcla aproximadamente en un (80 %), finalmente es cubierto la cama con tapas elaboradas con parihuelas usadas, con el fin de no permitir el ingreso de la luz.

Luego de instalar las camas, como se puede observar en la Figura 18, se llenó las camas de pre compost cada 20 días con una altura de 8 a 10 cm, posterior se realizó el riego hasta

humedecer bien la mezcla aproximadamente en un (80 %), finalmente fue cubierto con una tapa de madera hecha de parihuela usada.



**Figura 18.** Incorporación de sustrato a camas de lombricultura  
**FUENTE:** Recicla Lima, 2019

**j) Incorporación de sustrato para la cosecha de lombrices rojas californianas**



**Figura 19.** Incorporación de sustrato para cosecha de lombrices rojas californianas  
**FUENTE:** Recicla Lima, 2019

En la Figura 19, se puede observar que para cosechar las lombrices de la cama de

lombricultura, se procedió a colocar en la parte superior de las camas con residuos picados en trozos pequeños de verduras (hojas de rabanito y beterraga), residuos de frutas (plátano, piña, sandía, mandarina) ya que estos residuos son de fácil digestión para las lombrices, se procedió a cubrir los residuos con pre-compost a fin de evitar la proliferación de moscas y la presencia de roedores. Luego se procedió a esperar 3 días para que todas las lombrices ubicadas en diferentes espacios de la cama suban a digerir estos.

#### **k) Cosecha de humus y lombrices rojas californianas**

Una vez transcurrido los 3 días después de haber ingresado el sustrato que sirve como alimento para las lombrices, se verificó que las lombrices hayan subido, y se procedió a retirar las lombrices de forma manual, éstas fueron trasladadas a otra cama previamente habilitada (Ver Figura 20) con alimento para iniciar el proceso de degradación nuevamente.



**Figura 20.** Cosecha de lombrices rojas californianas  
**FUENTE:** Recicla Lima, 2019



**Figura 21.** Pesaje de lombrices rojas californianas  
**FUENTE:** Recicla Lima, 2019

Mientras que el humus cosechado pasa a un proceso de secado para posteriormente ser, tamizado y pesado (Ver Figura 21) para ser utilizado en la implementación de biohuertos escolares ya que este abono orgánico presenta características particulares que ayudan en la germinación de semillas.

### 3.3.3 Seleccionar máquinas, equipos e insumos del centro piloto

Para la implementación del Centro Piloto de valorización de residuos orgánicos municipales, fueron necesarios recursos humanos, equipos, y herramientas, las cuales fueron usadas con suma responsabilidad y cuidado.

En la Tabla 7 se detalla las herramientas y equipos para dichas actividades.

**Tabla 7.** Herramientas para el proceso de compostaje

N°	Descripción del recurso necesario	Cantidad	Unidad
1	Pala Punta Redonda Con Mango	6	Unid
2	Pala Recta	6	Unid
3	Trinche	12	Unid
4	Carretilla	8	Unid
5	Barreta	4	Unid
6	Pico	7	Unid
7	Rastrillo de 14 dientes	10	Unid
8	Rastrillo de 15 dientes	10	Unid
9	Manguera	3	Roll. De 50m
10	Cinta Métrica 50m	1	Unid
11	Malla Metálica	20	Roll. De 25m
12	Botas De Caña Alta	10	Par
13	EPP's	10	par
14	Machete	1	Unid
15	Pata de cabra	3	Unid
16	Alicate	4	Unid
17	SERRUCHO	2	Unid
18	Comba	2	Unid
19	Martillo	6	Unid
20	Pala pequeña Jardinera	10	Unid
21	Rastrillo de mano	1	Unid
22	Escoba de paja	3	Unid
23	Escoba tipo escobilla	1	Unid
24	Recogedor metálico	4	Unid
25	Escoba pulidora	5	Unid
26	Botiquín de primeros auxilios	2	Unid

FUENTE: Recicla Lima, 2019

Para identificar los parámetros (pH, Ce, y T) es necesario equipos de medición, los cuales se requirieron de acuerdo a la Tabla 8:

**Tabla 8:** Equipos para la mediación del Compost

N°	Descripción del recurso necesario	Cantidad	Unidad
1	Termómetro Termopar Tipo K, Impermeable	1	Unid
2	Sonda Termopar Tipo-K	1	Unid
3	Medidor De Ph / Ce /	1	Unid

**FUENTE:** Recicla Lima, 2019

Para elaborar el compost ha sido necesario adquirir el guano de chacra, que a pesar de querer conseguirlo de otra fuente de generación de este residuo, se llegó a adquirir mediante compra (Ver Tabla 9), ya que en el Cercado de Lima no se cuentan con establos, crianza de animales vacunos que generen estiércol, este es el fertilizante orgánico por excelencia debido a su alto contenido en nitrógeno y en materia orgánica. Se ha utilizado desde la antigüedad para aprovechar los residuos del ganado y también, restaurar los niveles de nutrientes de los suelos agrícolas. Como es lógico, sus características nutricionales dependerán fundamentalmente del tipo de ganado en cuestión, en este caso de vacuno.

**Tabla 9:** Insumos necesarios para la elaboración de compost

N°	Descripción del recurso necesario	Cantidad	Unidad
1	Adquisición de sacos de Estiércol vacuno de 30 Kilos para el proceso de Descomposición de los residuos orgánicos.	1000	Sacos

**FUENTE:** Recicla Lima, 2019

### 3.3.4 Establecer las características físicas del centro piloto

El Centro Piloto de valorización de residuos orgánicos cuenta con las siguientes áreas de distribución, las cuales permite una mejor organización:

#### a) Área de Producción de Compost

Cuenta con 14 espacios con dimensiones de 6.75m x 3.50 m cada una, aquí se disponen los residuos orgánicos generados de mercados de abasto y la maleza generada del mantenimiento de las áreas verdes del Cercado de Lima y estiércol vacuno (ver Figura 22), para llevar a cabo la formación de pilas de compost; aquí se procesan 3 fases del compostaje las cuales son mesófila, termófila y enfriamiento, por un tiempo aproximado de 03 meses para luego ser trasladadas al área de maduración.



**Figura 22.** Área de producción de compost  
**FUENTE:** Recicla Lima, 2019

### **b) Área Educativa**

Cuenta con un área aproximada de 20m<sup>2</sup>, como se muestra en la Figura 23, aquí se realizan las charlas educativas sobre valorización de residuos orgánicos cuando se recibe visitas al centro de compostaje, además se realiza reuniones.



**Figura 23.** Área educativa  
**FUENTE:** Recicla Lima, 2019

### **c) Área de Lombricultura**

La Figura 24 muestra el área de lombricultura, que cuenta con un área de 30 m<sup>2</sup> donde se ubican 5 camas de lombricultura con dimensiones de 1.0m x 2.5 m.



**Figura 24.** Área de lombricultura  
**FUENTE:** Recicla Lima, 2019

**d) Área de maduración o estabilización**

La Figura 25 muestra el área de maduración o estabilización del compost, cuenta con un área aproximada de 10 m<sup>2</sup>; esta área tiene como objetivo llevar a cabo el último proceso de compost conocido como maduración.



**Figura 25.** Área de maduración o estabilización  
**FUENTE:** Recicla Lima, 2019

**e) Área de almacenamiento de contenedores**

La Figura 26 muestra el área de almacenamiento de contenedores, se dispuso esta área con la finalidad de ubicar 07 contenedores de 400 L y 02 contenedor de 250 L con el fin de transportar los residuos sólidos orgánicos generados de mercados de abasto y la maleza generada del mantenimiento de las áreas verdes del Cercado de Lima; además se cuenta con



dos contenedores para disposición de residuos sólidos generados por las actividades del equipo técnico.



**Figura 26.** Área de almacenamiento de contenedores  
**FUENTE:** Recicla Lima, 2019

#### f) Área de almacenamiento de herramientas

Cuenta con un área de 10m<sup>2</sup> donde se guardan las herramientas utilizadas en las jornadas del proceso de compostaje, implementación de biohuerto u otras actividades (Ver Figura 27). Cabe mencionar que el área de almacenamiento de herramientas se encuentra de manera conjunta con el área educativa donde se dictan las charlas.



**Figura 27.** Área de almacenamiento de contenedores  
**FUENTE:** Recicla Lima, 2019

#### g) Área de almacenamiento de estiércol

Se cuenta con un área de 15m<sup>2</sup> aproximadamente, para el almacenamiento de sacos de estiércol (Ver Figura 28) que es un insumo indispensable para la producción de compost y a su vez para la implementación de biohuertos, con capacidad de recibir 300 sacos de 25 kg.



**Figura 28.** Área de almacenamiento de estiércol  
**FUENTE:** Recicla Lima, 2019

#### **h) Área de almacenamiento de maleza**

Se cuenta con un área de 6.75m x 3.50m para recepcionar maleza proveniente del mantenimiento de áreas verdes del distrito (Ver Figura 29), con la finalidad de ser utilizado para la formación de pila. Esta área es necesaria ya que en ocasiones la maleza recepcionada es húmeda, es por ello que se deja secar para ser utilizado en la elaboración de compost.



**Figura 29.** Área de almacenamiento de maleza  
**FUENTE:** Recicla Lima, 2019

### **3.4 Implementación del centro piloto de compostaje para la valorización de residuos sólidos**

El Centro Piloto de Valorización de Residuos Orgánicos Municipales fue acondicionado con residuos inorgánicos reciclables, de acuerdo a la distribución del Centro.

Áreas de distribución del Centro de Compostaje:

- Área de Compostaje aeróbico

- Área de Lombricultura
- Área de Maduración
- Áreas de Almacenamiento

Para cada una de las áreas de distribución del Centro Piloto de Valorización de Residuos Orgánicos, se reaprovecharon parihuelas de fábricas e industrias que se encuentren desechadas para ser usadas como cercos, armado del tamizador, y camas de las lombrices.

### 3.4.1 Detallar el proceso de construcción y mantenimiento de las pilas de compostaje

La cuantificación de los volúmenes que dispondremos para compostar, es un dato de gran importancia, es por ello que se tomará como referencia los datos obtenidos en el Estudio de Caracterización de mercados de abasto en el Cercado de Lima 2018 ya que nos permitió calcular la necesidad de área de compostaje para trabajar de manera continua.

Para trabajar con todos los residuos orgánicos de los mercados de forma semicontinua, de acuerdo a la disponibilidad de área que se tiene y teniendo en cuenta la duración del proceso, aproximadamente entre 03 y 04 meses, incluyendo la etapa de maduración del compost, se implementó 14 pilas de compost en un área aproximada de 450m<sup>2</sup>.

El material a compostar se colocará en pilas triangulares con las siguientes dimensiones detalladas en la Tabla 10:

**Tabla 10.** Dimensiones pilas de compost

N°	ÁREA	DIMENSIONES		
		Alto	Ancho	Largo
1	ÁREA 1	1.5 m.	3.0 m.	6.0 m
2	ÁREA 2	1.5 m.	3.0 m.	6.0 m.
3	ÁREA 3	1.5 m.	3.0 m.	6.0 m.
4	ÁREA 4	1.5 m.	3.0 m.	6.0 m.
5	ÁREA 5	1.5 m.	3.0 m.	6.0 m.
6	ÁREA 6	1.5 m.	3.0 m.	6.0 m
7	ÁREA 7	1.5 m.	3.0 m.	6.0 m.
8	ÁREA 8	1.5 m.	3.0 m.	6.0 m.
9	ÁREA 9	1.5 m.	3.0 m.	6.0 m.
10	ÁREA 10	1.5 m.	3.0 m.	6.0 m.
11	ÁREA 11	1.5 m.	3.0 m.	6.0 m
12	ÁREA 12	1.5 m.	3.0 m.	6.0 m.
13	ÁREA 13	1.5 m.	3.0 m.	6.0 m.
14	ÁREA 14	1.5 m.	3.0 m.	6.0 m.

FUENTE: Recicla Lima, 2019

El largo de las pilas es indiferente más la altura, se recomienda que no supere los 1.5 metros de altura, ya que permite la descomposición de la materia orgánica y facilita la salida del

dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

Así mismo para la construcción de las pilas de compostaje se utilizaron llantas usadas del área de talleres de la flota vehiculares de la MML, las cuales fueron usadas para la decoración de las pilas de compost, así mismo para la división de las pilas de compost se usaron ladrillos usados, recuperados de las construcciones de obras menores, finalmente para la implementación de las demás áreas del centro piloto de valorización de utilizó materiales detallados en el Anexo 3.

Se inició la zona de compostaje con el acopio de materia orgánica a procesar, constituido principalmente por residuos orgánicos frescos como frutas y verduras, los cuales fueron recolectados de los mercados de abastos “28 de Julio” y “Nicolás Ayllón”, residuos orgánicos secos como restos de maleza y hojarasca provenientes del mantenimiento de las áreas verdes del Cercado de Lima. También se incorporó estiércol vacuno seco como activador del proceso de compostaje, de acuerdo a la siguiente proporción:

Cantidad de material necesaria por pila:

- Materia orgánica de mercado (4.5 Ton)
  - Residuos de áreas verdes (2.5 Ton)
  - Estiércol (1.0 Ton)
- } 8 Ton/pila

Se inició el procesamiento de la materia orgánica mediante volteos manuales con palas y trinchas, seguido de riego con manguera cada 15 días programados, repitiendo el proceso de volteo y de riego hasta 4 veces en total por pila de compostaje.

#### 3.4.2 Detallar el proceso de control y recolección de datos de las pilas de compostaje

Algunos parámetros como la temperatura, el pH, la humedad y el oxígeno, condicionan la preservación de la población de microorganismos que intervienen en el proceso de compostaje. Por ello, es necesario realizar monitoreos continuos que incluyen actividades como la medición de la temperatura, el volteo de las pilas para su aireación y la regulación de la humedad.

##### **a) Temperatura**

El aumento de la temperatura está relacionado a la oxidación biológica exotérmica originada por la alta actividad microbiana. Este parámetro permite conocer la fase en que se encuentra el proceso, así como el momento en el que se debe realizar volteos. Por otro lado, alcanzar

temperaturas de 65°C a 70°C asegura la eliminación de agentes patógenos contenidos en los restos vegetales y animales, así como la eliminación de semillas de las malas hierbas y otros componentes que podrían perjudicar el producto.

Se realizó la medición interdiaria de la temperatura con un termómetro digital con sonda marca HANNA modelo H1935005N, para lo cual, se introduce la sonda del termómetro infrarojo en 3 puntos distintos de la pila, se calcula y se registra el promedio de dichas lecturas.

#### **b) Humedad**

El rango óptimo de humedad durante el proceso de compostaje está comprendido entre 45% y el 60% de agua en peso. Un mayor o menor valor significa la interrupción de la actividad microbiana, el retraso de la degradación de la materia orgánica, y por ende la inestabilidad del producto.

Se realizó la medición de este parámetro siguiendo los pasos de método del puño, la cual consiste en agarrar una cantidad del sustrato con el puño de la mano, posteriormente se le aplica fuerza, y si el sustrato se encuentra consistente tomando forma del puño indica que la humedad es la adecuada.

#### **c) Aireación**

La falta de aireación tiende a generar humedad por la concentración de vapor de agua en la materia orgánica. Ante esto, los microorganismos aeróbicos son reemplazados por microorganismos anaeróbicos generando malos olores y acidez por el exceso de metano (CH<sub>4</sub>), ácido acético y ácido sulfhídrico (H<sub>2</sub>S).

El exceso de oxígeno provoca el descenso de la temperatura del material, por lo cual el enfriamiento también afecta la actividad de los microorganismos.

Se realizó la aireación del compost cada 15 días programados, repitiendo el proceso de volteo y de riego hasta 4 veces en total por pila de compostaje.

#### **d) Olores**

La generación de olores se minimizó cubriendo el material con material seco como hojarasca a fin que absorba los restos líquidos generados por la descomposición, así como remover el material para evitar que los riegos lo compacten. A su vez, esto minimiza la presencia de vectores indeseados como moscas, aves y otros.

### e) Lixiviados

Para controlar la generación de lixiviados generados por residuos orgánicos frescos, se dispuso de suficiente fracción material orgánico seco como restos de poda, para suministrar a las pilas durante su formación.

### f) Análisis de calidad del compost

Al finalizar el tamizado se llevaron muestras de compost al Laboratorio de la Universidad Nacional Agraria La Molina con el objetivo de analizar los parámetros detallados en la Tabla 11; con el objetivo de comparar y clasificar con el Manual del Compostaje del Agricultor. Experiencias en América Latina – FAO, 2013 (Ver Tabla 12) y ser utilizado no solo para áreas verdes del distrito sino también para el uso de agricultura tradicional.

**Tabla 11.** Parámetros de medición para la determinar la calidad del compost

ANÁLISIS	PARÁMETROS	LUGAR	FRECUENCIA
Físicos	Temperatura, humedad	Campo	Interdiario
Fisicoquímicos	pH, conductividad eléctrica	Laboratorio	Final del Proceso

FUENTE: Recicla Lima, 2019

**Tabla 12.** Parámetros de compostaje

Parámetro	Rango ideal al comienzo (2-5 días)	Rango ideal para compost en fase termofílica II (2 a 5 semanas)	Rango ideal de compost maduro (3 -6 meses)
C:N	25:1 – 35:1	15/20	10:1-15:1
Humedad	50% - 60%	45% - 55%	30% - 40%
Concentración de oxígeno	~10%	~10%	~10%
Tamaño de partícula	< 25 cm	~15cm	~1.6 cm
pH	6.5 – 8.0	6.0 – 8.5	6.5 – 8.5
Temperatura	45 – 60°C	45°C – Temperatura ambiente	Temperatura ambiente
Densidad	250 – 400 Kg/m <sup>3</sup>	<700 kg/m <sup>3</sup>	<700 kg/m <sup>3</sup>
Materia Orgánica (Base Seca)	50%-70	>20%	>20%
Nitrógeno Total (Base Seca)	2,5-3%	1-2%	~1%

FUENTE: Manual del Compostaje del Agricultor. Experiencias en América Latina – FAO, 2013

### 3.4.3 Establecer el modo de almacenamiento del compost

El producto de la transformación de los residuos orgánicos bajo condiciones controladas se denomina compost o abono orgánico, el cual, estable e higienizado, puede ser aplicado como abono, sustrato o recuperador de suelos, al poseer un importante contenido en materia orgánica y nutrientes. Asimismo, su utilización como enmienda orgánica o producto reconstituidor promueve la fertilidad del suelo y evita su desertificación.

La Figura 30 muestra que una vez que el tratamiento se haya realizado completamente, el compost es tamizado para separar las partículas finas de las gruesas que no se hayan degradado lo suficiente.



**Figura 30.** Almacenamiento del compost  
**FUENTE:** Recicla Lima, 2019

En la Figura 31 se observa que el material tamizado es envasado en sacos de polipropileno de 25kg.



**Figura 31.** Empacado del compost  
**FUENTE:** Recicla Lima, 2019

### 3.4.4 Detallar la producción real de compost

Para el cálculo del rendimiento del proceso de compostaje, se llevó a cabo un registro (Ver Tabla 13) de la cantidad, según su origen, de material orgánico que ingresa al centro piloto de valorización de residuos orgánicos, además se cuenta con un registro mensual de la cantidad de producto obtenido.

**Tabla 13:** Registro de cantidad de material orgánico valorizado

N°	Fuente de generación de residuos	Proceso	Cantidad de residuos (t/mes)												Peso Total
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1	Mercados	Recolectado													
		Tratado													
2	Áreas Verdes	Recolectado													
		Tratado													
3	Estiércol Vacuno	Recolectado													
		Tratado													
4	Producto Obtenido														
Peso total recolectado (t)															
Peso total tratado (t)															
Peso total del producto obtenido (t)															

FUENTE: Recicla Lima, 2019

## 3.5 Evaluación económica financiera de la implementación del centro piloto de valorización de residuos sólidos

### 3.5.1 Detallar las inversiones

La inversión para la implementación de un centro piloto de valorización de residuos sólidos orgánicos municipales fue financiada con el Plan de Incentivos a la Mejora de la Gestión Municipal, como parte del cumplimiento de la actividad 2: “Valorización de residuos sólidos orgánicos municipales”.

### 3.5.2 Establecer el financiamiento

La construcción e implementación del centro piloto de valorización de residuos orgánicos fue financiado con los Incentivos Presupuestarios por el cumplimiento de las metas establecidas por el Ministerio de Economía y Finanzas durante el año previo.

Para el financiamiento de la propuesta de implementación del centro piloto de valorización de residuos sólidos orgánicos municipales se elaboró un plan de valorización de residuos sólidos municipales correspondiente al año 2019, asignando el presupuesto necesario para la ejecución de las actividades planteadas. (Anexo 4).



### 3.5.3 Detallar los ingresos y egresos

La Municipalidad de Lima recibió un financiamiento económico como parte del cumplimiento de la Meta 3 “Implementación de un sistema integrado de manejo de residuos sólidos municipales” del Programa de Incentivos a la Mejora de la Gestión Municipal (PI).

Para la implementación del centro piloto de valorización de residuos orgánicos municipales, fueron necesarios recursos humanos y materiales para delimitar las áreas del centro piloto, y los costos operativos tales como: mano de obra directa y materiales directos e indirectos, propios del proceso de compostaje.

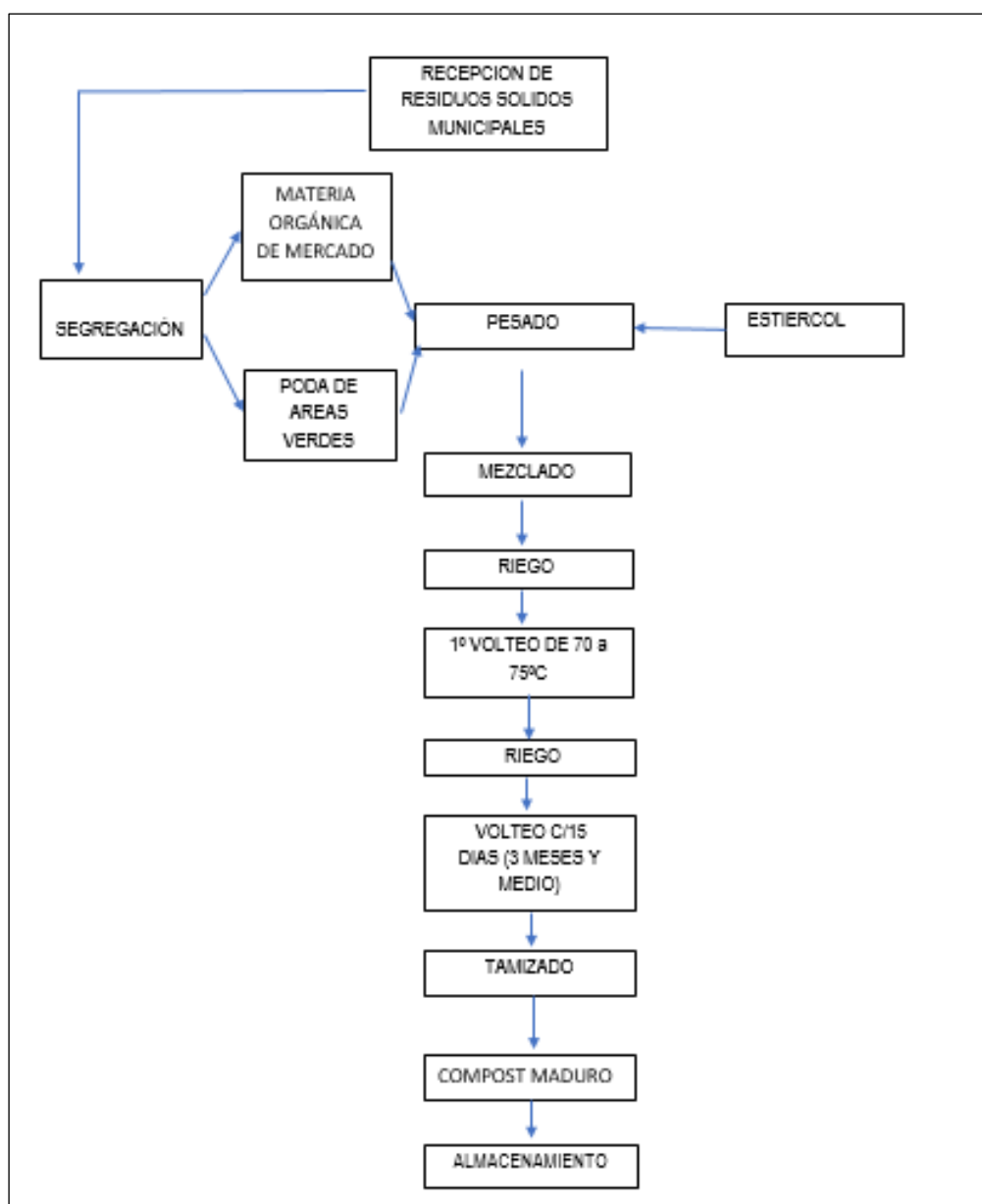
### 3.5.4 Realizar la evaluación económica y financiera

Se debe tener en cuenta que estos recursos de financiamiento por parte del Ministerio de Economía y Finanzas, no pueden ser destinados, bajo responsabilidad, a fines distintos para los cuales fueron transferidos, es decir, que deben ser necesariamente invertidos para el sostenimiento del sistema integrado de manejo de residuos sólidos municipales. Sin embargo, el impacto final es positivo ya que se incluye la valorización de residuos sólidos orgánicos desde la parte social y ambiental al implementarse este centro piloto de valorización. Por ejemplo: mantenimiento de áreas verdes del distrito, implementación de biohuertos escolares, tratamiento adecuado de los residuos sólidos municipales, entre otros.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Diseño del centro piloto de valorización de residuos orgánicos municipales

De acuerdo al proceso productivo del compost, se consideró en la presente propuesta, el flujograma del proceso productivo del compost dentro de la Institución Educativa N°103 Luis Armando Cabello Hurtado tal como se muestra en la Figura 32.



**Figura 32.** Flujograma del proceso de compostaje  
**FUENTE:** Recicla Lima, 2019

Del mismo modo, los factores contemplados para el diseño del centro piloto de valorización de residuos orgánicos municipales fueron los siguientes:

#### 4.1.1 Suministro de material orgánico

El Mercado de Abasto “28 de Julio” genera aproximadamente 20t/d de residuos orgánicos, cuenta con aproximadamente 1502 puestos de venta de verduras, de los cuales solo 150 participan del proyecto de valorización de residuos orgánicos. El Cercado de Lima genera 5t/d de maleza procedente del cuidado de áreas verdes de los parques.

#### 4.1.2 Superficie del terreno

Para lograr un mayor ahorro de espacio en el dimensionamiento del centro piloto de valorización de residuos orgánicos municipales, la implementación contempló que los residuos orgánicos sean depositados directamente en el suelo delimitado donde se formarán las pilas de compostaje.

De acuerdo al área disponible de 450m<sup>2</sup>, se calculó 14 pilas de compostaje para el procesamiento del material vegetal de 6.75m x 3.50m cada una y 05 camas de lombricultura de 1.0m x 2.5m x 0.4m. Para la distribución de las pilas de compost dentro del centro piloto, se consideró su delimitación entre ellas de 20cm de ancho. Para el ingreso de contenedores se consideró las veredas ya construidas.

#### 4.1.3 Capacidad de procesamiento del material vegetal

El tamaño de una pila de compost viene definido por la cantidad de material orgánico a compostar y el área disponible para realizar el proceso. Se formaron pilas de 2.5m de ancho, 1.4m de altura para que permita su volteo y de 5.3m de largo de acuerdo a la disponibilidad de área. En este caso se cuenta con suficiente material orgánico a valorizar mediante el compostaje, es por ello que el recojo y transporte de residuos orgánicos municipales se realizó de acuerdo a la disponibilidad de pila de compost libre para formar.

Se estimó la capacidad operativa del centro piloto de valorización de acuerdo a las dimensiones de las pilas de compost y camas de lombricultura (Ver Tabla 14), obteniendo como resultado 264.7m<sup>3</sup> de residuos orgánicos municipales a valorizar por ciclo. Con una densidad promedio de 400kg/m<sup>3</sup>, se calculó el armado de todas las pilas de compost y lombricultura, se obtuvo que el centro piloto de valorización cuenta con una capacidad operativa de valorizar 105.88t de residuos orgánicos municipales.

**Tabla 14:** Capacidad operativa del centro piloto de valorización

N° de pilas (ordinal)	Dimensiones			Volumen de cada pila (m <sup>3</sup> )
	Ancho de la pila (m)	Largo de la pila (m)	Alto de la pila (m)	
1	2.5	5.3	1.4	18.55
2	2.5	5.3	1.4	18.55
3	2.5	5.3	1.4	18.55
4	2.5	5.3	1.4	18.55
5	2.5	5.3	1.4	18.55
6	2.5	5.3	1.4	18.55
7	2.5	5.3	1.4	18.55
8	2.5	5.3	1.4	18.55
9	2.5	5.3	1.4	18.55
10	2.5	5.3	1.4	18.55
11	2.5	5.3	1.4	18.55
12	2.5	5.3	1.4	18.55
13	2.5	5.3	1.4	18.55
14	2.5	5.3	1.4	18.55
15	1	2.5	0.4	1
16	1	2.5	0.4	1
17	1	2.5	0.4	1
18	1	2.5	0.4	1
19	1	2.5	0.4	1
<b>Capacidad operativa estimada del centro de valorización</b>				<b>264.7</b>

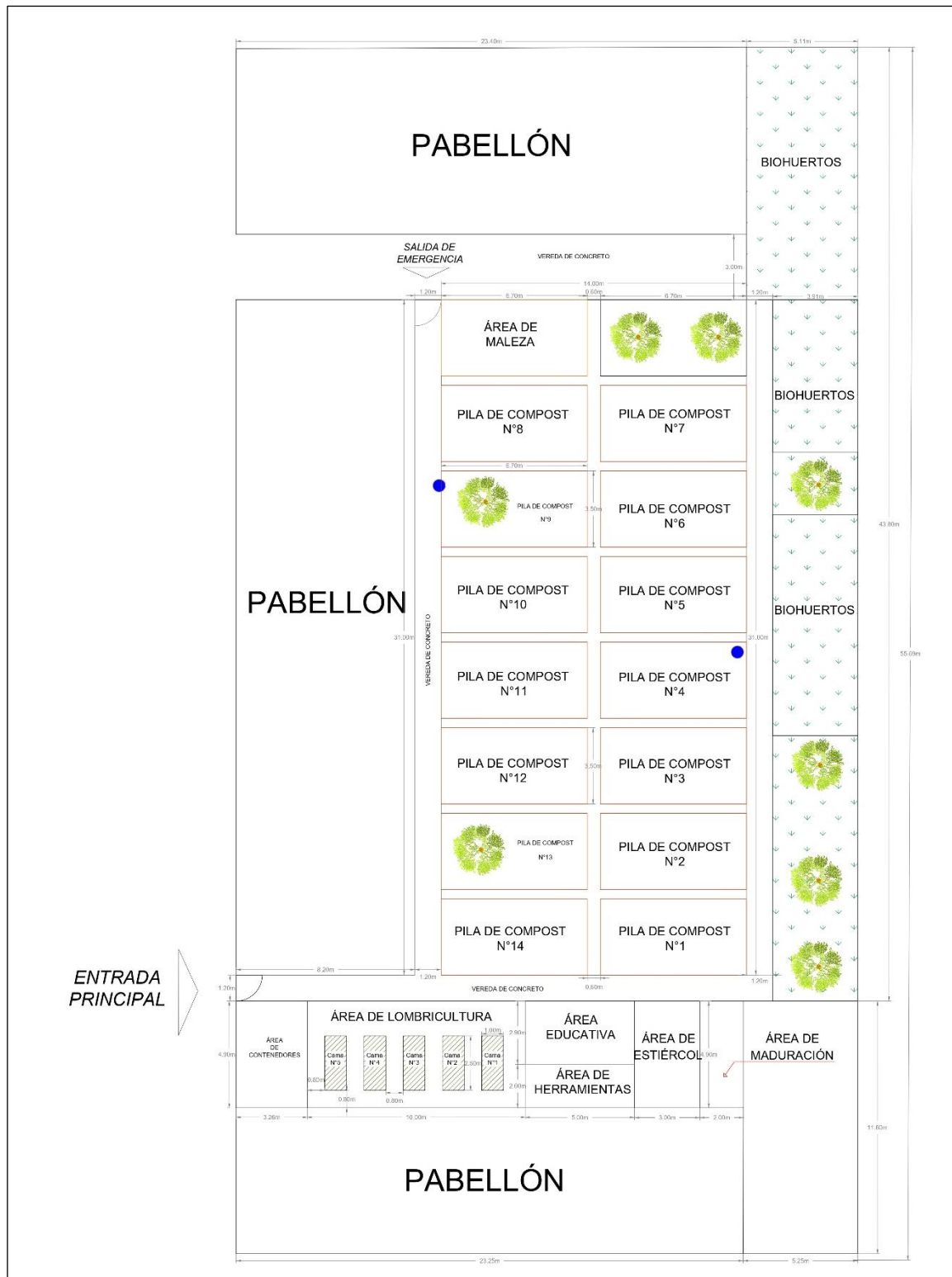
FUENTE: Recicla Lima, 2019

#### 4.1.4 Dimensión y distribución del centro piloto de valorización

El centro piloto de valorización, cuenta con áreas de distribución (Ver Figura 33), las cuales han sido implementadas con materiales reciclables, a través de parihuelas usadas de empresas que las desechaban al fin de su ciclo, así mismo llantas en desuso para la decoración y división de las pilas de compostaje.

Áreas de distribución del Centro de Compostaje:

- Área de Producción de Compost
- Área de Lombricultura
- Área de Estabilización o maduración
- Área de Almacenamiento de contenedores
- Área de Herramientas y sacos de estiércol
- Área de almacenamiento de Malez



**Figura 33.** Plano de distribución del centro piloto de valorización de residuos orgánicos  
**FUENTE:** Recicla Lima, 2019

## 4.2 Parámetros de monitoreo durante el compostaje

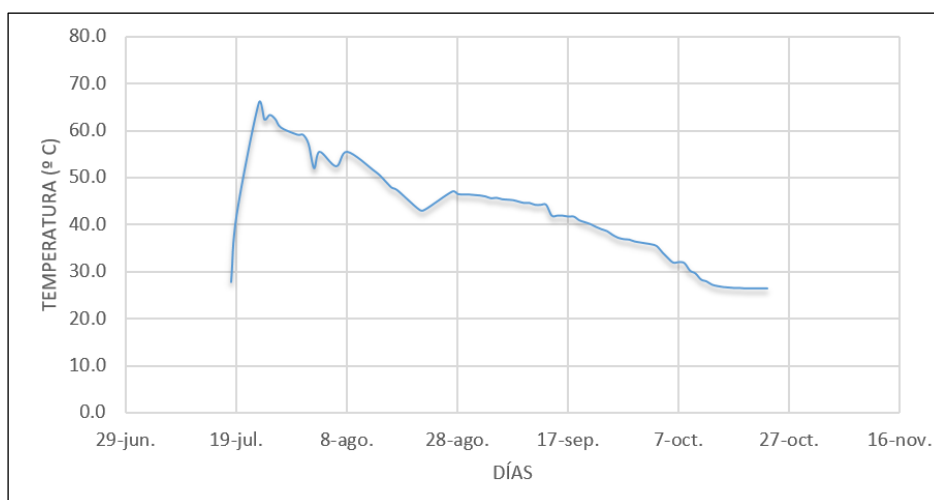
### 4.2.1 Temperatura y humedad

En la tabla 14 se muestran las mediciones promedio de los parámetros de monitoreo medidos durante el proceso de compostaje obtenido de todas las 14 pilas de compost, medidos a lo largo de un ciclo de valorización durante los meses de julio a octubre del 2019.

**Tabla 15.** Resultados mensuales promedio de los parámetros evaluados

Meses	Parámetros	
	Temperatura (C°)	Humedad (%)
<b>Julio</b>	67	60
<b>Agosto</b>	48	60
<b>Setiembre</b>	41	50
<b>Octubre</b>	29	50

La Figura 34 muestra la evolución de la temperatura de la producción de compost, se observa que la etapa termófila llegó a 67°C de temperatura en el mes de julio. Así mismo el porcentaje de humedad va disminuyendo conforme va madurando el compost.

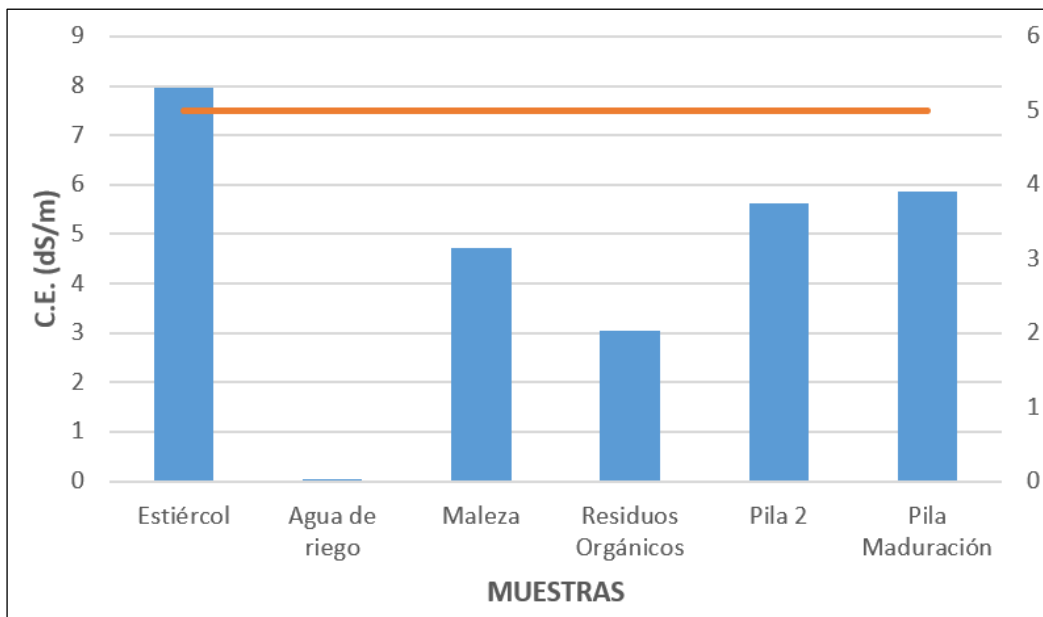


**Figura 34.** Evolución de temperatura durante el compostaje  
**FUENTE:** Recicla Lima, 2019

### 4.2.2 Conductividad Eléctrica

El análisis de insumos para la elaboración de compost así como de muestras de compost de la Pila N°2 y de la pila en maduración, fueron determinadas bajo la metodología de relación 1:5 tanto para la medición de la conductividad eléctrica (dS/m) como para la medición del pH que son parámetros importantes para el desarrollo de hortalizas en la implementación de biohuertos escolares y para la fertilización del suelo, estos parámetros fueron comparados con los rangos permisibles en la norma chilena (NCh2880.of 2004).

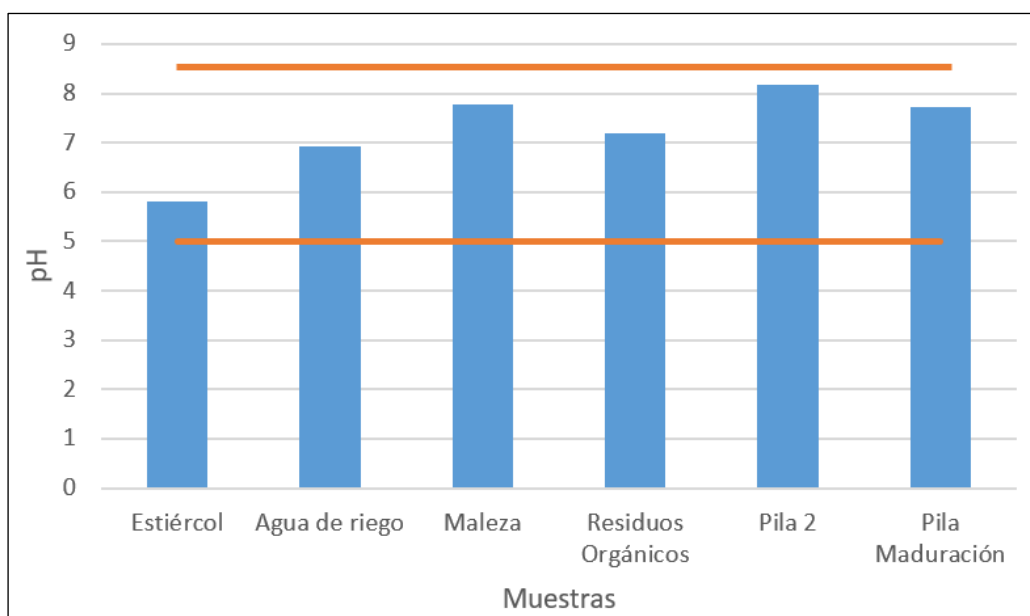
En la Figura 35 se puede observar los resultados para conductividad eléctrica (dS/m), donde el estiércol presenta una C.E. de 7.95 dS/m superando así el rango de la normativa chilena (<5mmho/cm) para un compost de clase A, esto quiere decir que el estiércol se encuentra limitado por el contenido salino, el cual contribuye a una mayor concentración de sales al momento de formar una pila de compost, sin embargo las demás muestras se encuentran dentro del rango para la normativa chilena para un compost de clase A, lo cual resulta en la obtención de un producto donde la conductividad eléctrica se encuentra dentro del rango aceptable para un compost de clase A.



**Figura 35.** Conductividad Eléctrica (dS/m) de insumos y muestras de compost final  
**FUENTE:** Recicla Lima, 2019

#### 4.2.3 pH

La normativa chilena indica que el pH normal del compost debe estar comprendido entre 5.0 y 8.5. En la Figura 36 se puede observar los resultados para el pH donde Pila N°2 presenta un pH de 8.16 y la pila madura tiene un pH de 7.72, estando dentro del rango de la normativa, estos valores favorecen a la disponibilidad de un amplio rango de nutrientes.



**Figura 36.** pH de insumos y muestras de compost final  
**FUENTE:** Recicla Lima, 2019

Se realizó el comparativo con la Norma Técnica Chilena (NCh2880.2005) y los resultados de los parámetros obtenidos de las evaluaciones realizadas a las 2 muestras de compost en el “Laboratorio de Ingeniería Ambiental” en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

En la Tabla 16 se puede observar que el compost obtenido presenta una conductividad eléctrica (dS/m) mayor a 5, el cual es el límite que establece la NCH 2880 para obtener un compost de tipo A. Por otro lado, lo que respecta al pH se puede observar que el producto obtenido se encuentra dentro de los límites establecidos por la NCH2880 para obtener un compost de tipo A.

**Tabla 16.** Análisis comparativo de los resultados de las muestras bajo la Norma Chilena NCH2880.Of2004

Parámetro	Muestras						Cumplimiento		Límites según NCh2880	
	Estiércol	Agua de Riego	Maleza	Residuos Orgánicos	Pila N°2	Pila Maduración	Clase A	Clase B	Clase A	Clase B
C.E (dS/m)	7.95	0.02	4.73	3.04	5.62	5.87	-	x	<5	5 - 12
pH	5.96	6.94	7.77	7.18	8.16	7.72	x	-	5 – 8.5	5 – 8.5

**FUENTE:** Recicla Lima, 2019



### 4.3 Cantidad de residuos orgánicos valorizados

Durante el 2019 se realizó las formaciones de pilas de compostaje en la cuales se han venido reportando los pesos de los residuos sólidos orgánicos recolectados de mercados de abasto, maleza proveniente del mantenimiento de las áreas verdes del Cercado de Lima y estiércol vacuno

En la Tabla 17 se puede observar el reporte mensual de pesos registrados para la formación de pilas de compost, donde se puede apreciar que estos insumos son esenciales para la elaboración de compost y es necesario conocer la proporción adecuada para obtener un abono de calidad para la implementación de biohuertos escolares y mantenimiento de las áreas verdes del Cercado de Lima.

Por otro lado, se puede observar que durante el mes de noviembre es cuando se obtuvo el mayor rendimiento, debido a que se tenía mayor cantidad de maleza disponible y áreas para la formación de pilas de compost.

Como resultado final se puede observar que durante el 2019 se ha valorizado 54.18t de residuos orgánicos provenientes de mercados de abasto, 34.45t de maleza provenientes del mantenimiento de las áreas verdes del Cercado de Lima y 12.75t de estiércol vacuno, obteniendo como resultado a la fecha 19.86t de compost el cual se ha usado como abono orgánico para el mantenimiento de las áreas verdes y para la implementación de biohuertos escolares en instituciones educativas del Cercado de Lima.

**Tabla 17:** Reporte de toneladas de residuos sólidos orgánicos municipales valorizados en 2019

N°	FUENTE de generación de residuos	Proceso	Cantidad de residuos (t/mes)												Peso Total (Toneladas)
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1	Mercados	Recolectado	2.32	3.11	5.72	4.83	3.58	4.01	2.33	5.46	0.00	5.48	17.34	0	54.18
		Tratado	2.32	3.11	5.72	4.83	3.58	4.01	2.33	5.46	0.00	5.48	17.34	0	54.18
		Producto Obtenido	0	0	0	1.2	3.64	3.65	1.24	0.85	0.53	2.28	2.12	4.35	19.86
2	Áreas Verdes	Recolectado	0.75	0.98	1.66	1.49	1.52	1.20	1.00	2.78	0.00	7.09	15.99	0	34.45
		Tratado	0.75	0.98	1.66	1.49	1.52	1.20	1.00	2.78	0.00	7.09	15.99	0	34.45
		Producto Obtenido	0	0	0	1.2	3.64	3.65	1.24	0.85	0.53	2.28	2.12	4.35	19.86
3	Estiércol Vacuno	Recolectado	0.78	1.10	1.38	1.08	0.68	0.85	0.47	1.35	0.00	1.00	4.08	0	12.75
		Tratado	0.78	1.10	1.38	1.08	0.68	0.85	0.47	1.35	0.00	1.00	4.08	0	12.75
		Producto Obtenido	0	0	0	1.2	3.64	3.65	1.24	0.85	0.53	2.28	2.12	4.35	19.86
<b>Peso total recolectado (t)</b>															<b>101.38</b>
<b>Peso total tratado (t)</b>															<b>101.38</b>
<b>Peso total del producto obtenido (t)</b>															<b>19.86</b>

FUENTE: Recicla Lima, 2019

En la Tabla 18 se muestra los resultados de la cosecha de lombrices rojas californianas, donde se obtuvo 41.29kg de lombrices, éstas fueron trasladadas a otra cama previamente habilitada con alimento para iniciar el proceso de degradación nuevamente. Mientras que el humus cosechado pasa a un proceso de secado para posteriormente ser tamizado y pesado, durante el 2019 se ha cosechado un total de 2.05t de humus el cual es utilizado en la implementación de biohuertos escolares ya que este abono orgánico presenta características particulares que ayudan en la germinación de semillas.

**Tabla 18:** Reporte de cantidad de lombrices rojas californianas cosechadas en 2019

<b>LOMBRICULTURA</b>					
	<b>CAMA 1</b>	<b>CAMA 2</b>	<b>CAMA 3</b>	<b>CAMA4</b>	<b>TOTAL</b>
<b>Lombrices (kg)</b>	11.81	7.8	10.8	10.88	<b>41.29</b>

**FUENTE:** Recicla Lima, 2019

#### **4.4 Rendimiento en peso de la producción de compost y vermicompost obtenido**

Los residuos orgánicos municipales valorizados presentó una degradación total, de manera que el producto obtenido en compost y vermicompost presentaron una textura, color y olor similar al suelo, estas características son propias de indicación que el proceso de compostaje se desarrolló bajo condiciones de temperatura, pH, aireación y humedad adecuados.

En la Tabla 19 se muestra el rendimiento promedio en peso de la producción de compost y vermicompost, donde se puede observar que de acuerdo a la cantidad de residuos orgánicos municipales valorizados de 101.38t se pudo obtener 19.86t de compost, el rendimiento promedio de la producción compost fue de 19.59% con respecto al peso inicial del proceso de compostaje, lo que no concuerda con el rendimiento promedio recomendados (40% – 60%), ya que se debe considerar diversos factores como la pérdida de Carbono en forma de CO<sub>2</sub> al ambiente y vapor de agua.

Además, se puede observar que el rendimiento promedio de la producción de vermicompost fue de 37.96% con respecto al peso inicial del proceso de vermicompostaje.

**Tabla 19:** Rendimiento en peso de la producción de compost y vermicompost

<b>Sistema</b>	<b>Peso de residuos orgánicos (t)</b>	<b>Peso de producto obtenido (t)</b>	<b>Rendimiento (%)</b>
<b>Compostaje</b>	101.38	19.86	19.59
<b>Vermicompostaje</b>	5.4	2.05	37.96

## 4.5 Presupuesto para la implementación del Centro Piloto de Valorización

En la Tabla 20 se muestra los costos de implementación de la propuesta: tales como mano de obra, materiales para delimitar las áreas del centro piloto de valorización de residuos orgánicos y materiales directos e indirectos, propios del proceso de compostaje.

**Tabla 20:** Presupuesto para el cumplimiento del Plan de Valorización de los Residuos Sólidos Orgánicos Municipales

Actividades (obligatorias y adicionales señalados en el Instructivo de cada meta)	Tareas asociadas a cada Actividad/meta	Recursos necesarios para cada tarea	Cantidad de recursos necesarios	Unidad de Medida	Costo Unitario	Costo total
		(Técnicos, materiales, servicios etc.)				
Actividad N°2 Valorización de Residuos Sólidos Orgánicos.	Centro Piloto de Valorización de Residuos Sólidos Orgánicos Municipales	Contratación de 04 Técnicos Operativos afines para la implementación de la segregación y reaprovechamiento de los residuos orgánicos en mercado.	4	Unid	2,000.00	8000
		Estiércol de vacuno x 25 kg	80	Unidad	8.5	680
		Bota de jebe caña alta unisex talla 38	4	Par	15	60
		Wincha de metal 5 m	3	Unidad	19.5	58.5
		Machete con hoja de acero inoxidable de 350 mm	3	Unidad	34	102
		Rastrillo de 16 dientes con mango de madera	6	Unidad	48.5	291
		Trinche para jardinero de 4 puntas de acero de 1.10 m	6	Unidad	78.5	471
		Zapapico con un extremo en punta y otro en corte angosto con mango de madera	2	Unidad	75	150
		Carretilla bugui con llanta y cámara	5	Unidad	200	1000
		Pala punta redonda con mango	6	Unidad	40	240
		Pala recta	6	Unidad	40	240
		Pala de mano mango madera	6	Unidad	40	240
		Rastrillo de mano mango madera	6	Unidad	30	180
		Trinche 71 cm	6	Unidad	35	210
		Barreta 1.52 cm	3	Unidad	130	390
		Pico punta y pala con mango	6	Unidad	60	360
		Rastrillo 14 dientes 120 cm	8	Unidad	30	240
		Manguera (200m) reforzada 1" x 50	2	Unidad	230	460
		Malla alambre galvanizado de 2 mm	20	Metro	15	300
		Martillo de madera 20 oz	6	Unidad	20	120
		Comba octavada forjada 1000grs	2	Unidad	40	80
		Clavos madera (1 ½')	5	Kilogramo	15	75
		Clavo madera (2')	5	Kilogramo	15	75
		Clavo madera (3')	5	Kilogramo	15	75
		Alambre galvanizado (1/2)	5	Kilogramo	15	75
		Alicate corte diagonal 6 1/4"	2	Unidad	60	120
		Serrucho costilla profesional 14"	2	Unidad	50	100
		Pizarras acrílicas (297x420mm)	10	Unidad	85	850
		Pizarras acrílica (120x 100cm)	2	Unidad	2	4
		Lija madera (n°80)	10	Unidad	10	100
		Lija madera (n° 100)	10	Unidad	10	100
		Pata de cabra 3/4"x30p	2	Unidad	30	60
Inflador manual 48 cm	1	Unidad	18	18		
Zapato de seguridad	10	Par	30	300		
Mascarilla rp1500 pack x 50 unidades	2	Pack	25	50		
<b>TOTAL</b>						15874.5

FUENTE: Recicla Lima, 2019

La valorización de residuos sólidos orgánicos municipales requiere un presupuesto estimado de s/ 15 874.50, correspondientes a los costos operativos: mano de obra y materiales directos e indirectos, la implementación del centro piloto de valorización de residuos orgánicos se financia con los recursos provenientes del Programa de Incentivos a la Mejora de la Gestión Municipal promovido por el Ministerio de Economía y Finanzas.

#### **4.6 Aspecto socioambiental**

Desde el punto de vista social, la implementación del centro piloto de valorización de residuos orgánicos, permite un significativo impacto social ya que, a través de la elaboración de compost y humus, las personas aprenden de manera práctica y teórica sobre el ciclo de vida de la materia orgánica; de esta manera los conocimientos adquiridos, son transmitidos entre amigos y familiares, logrando así una educación ambiental y realizando actividades para el cuidado del medio ambiente.

La actividad de la valorización de residuos orgánicos, promueve la generación de empleo ya que para realizar las distintas actividades es necesario contar con la presencia de como mínimo tres personas que en forma conjunta se puedan encargar de darle el manejo adecuado a parte de los residuos orgánicos generados en el Cercado de Lima. De este modo se crea un mayor grado de consciencia ambiental hacia las personas que no valoran la gran importancia sobre el cuidado y conservación del medio ambiente.

Desde el punto de vista ambiental, la implementación del centro piloto de valorización de residuos orgánicos, permite minimizar la cantidad de residuos orgánicos que se generan en la comunidad. Así, que con su implementación se está sumando esfuerzos en la reducción de la cantidad de gases de efecto invernadero que se emiten en el distrito del Cercado de Lima.

## **V. CONCLUSIONES**

1. La implementación del centro piloto de valorización de residuos sólidos orgánicos municipales en el Cercado de Lima, permitió la obtención de los abonos orgánicos compost y vermicompost, lográndose dar un valor agregado a los residuos orgánicos y obtener una fuente de nutrición para su uso en el mantenimiento de las áreas verdes.
2. Mediante la recolección selectiva de residuos orgánicos municipales en el Cercado de Lima es posible aprovechar hasta 105.88 toneladas de residuos orgánicos en el centro piloto de valorización de residuos orgánicos municipales.
3. El tratamiento y valorización de residuos orgánicos en el Cercado de Lima es factible, por representar el mayor porcentaje del total de residuos sólidos generados, por lo que la proximidad y la disponibilidad del recurso no suponen un problema.
4. La implementación del centro piloto de valorización de residuos sólidos orgánicos municipales, permitió aprovechar 101.38 toneladas de residuos orgánicos de distintas fuentes generadoras; siendo 54.18 toneladas del Mercado de Abastos, 34.45 toneladas del mantenimiento de áreas verdes de Cercado de Lima, y 12.75 toneladas de estiércol, de donde se obtuvo 19.86 toneladas de compost y 2.05 toneladas de vermicompost.
5. Se demostró la viabilidad económica y técnica de la implementación de un centro piloto de valorización de residuos sólidos orgánicos en el Cercado de Lima.

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Seguir realizando los análisis de los parámetros de manera minuciosa, realizar las actividades del proceso de compostaje de manera controlada, realizar un test de germinación de semillas.
2. Implementar nuevos procesos que contribuyan a mejorar el manejo de residuos sólidos orgánicos municipales, para maximizar así no solo el uso del área, sino también del tiempo para lograr valorizar mayor cantidad de residuos orgánicos.
3. Realizar alianzas estratégicas o convenios interinstituciones para que puedan llevar a cabo la implementación de más centros pilotos de valorización de residuos orgánicos municipales para la elaboración de abonos orgánicos.
4. Realizar un picado más fino de los insumos (restos vegetales) para obtener un menor diámetro de partículas a fin de facilitar el proceso de descomposición en el compostaje. Además, se recomienda el control en el riego de las pilas de compost a fin de evitar la infiltración de los lixiviados generados durante el proceso de compostaje.
5. Continuar realizando acciones de sensibilización a las fuentes generadoras acerca de la segregación y almacenamiento correcto de sus residuos, para no tener inconvenientes durante la valorización de los mismos.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGROPERU. (2024, marzo). *Control Ambiental Perú lidera la revolución del compostaje*. AGROPERÚ Informa. Obtenido de <https://www.agroperu.pe/control-ambiental-peru-lidera-la-revolucion-del-compostaje/>
- Altamirano, M. & Cabrera, C. (2006). *Estudio comparativo para la elaboración de compost por técnica manual* (en línea). Revista del Instituto de Investigaciones FIGMMG, UNMSM. v. 9. N° 17. Obtenido de <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/697/550>
- Avendaño, R. (2003). *El Proceso de Compostaje*. Tesis Ingeniero Agrónomo. Santiago, Chile. Pontificia Universidad Católica, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. 38p.
- Caracterización de los residuos sólidos y compostaje. (2016). En L. Mendez y E. Binner, *Gestión Ambiental y Agro-Ecología. Parte 1: Gestión Ambiental* (pp. 26 – 36). Universidad Seminario Evangélico de Lima.
- Cueto, A. N. (2017). *Evaluación de tecnologías para la reutilización, valorización y disposición de residuos orgánicos. Chile*. Obtenido de <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/145901/Evaluaci%c3%b3n-de-Tecnologias-para-la-Reutilizaci%c3%b3n%2c-Valorizaci%c3%b3n-yDisposici%c3%b3n-de-Residuos-Organicos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Decreto Legislativo N° 1501. Decreto Legislativo que modifica el Decreto Legislativo N° 1278, que aprueba la Ley de gestión integral de residuos sólidos. Recuperado de: <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-legislativo-que-modifica-el-decreto-legislativo-n-1-decreto-legislativo-n-1501-1866220-2/>
- Ekinci, K., Keener, H.M. & Elwell, D.L. 2004. *Effects of aeration strategies on the composting process: Part I. Experimental studies*. *Trans. ASAE*, , 47 (5): 1697-1708. Recuperado de:

<https://digital.csic.es/bitstream/10261/20837/3/Factores%20que%20afectan%20al%20proceso%20de%20compostaje.pdf>

*Guía de Compostaje*. (2022, 01 de junio). Punto Compost. Recuperado de: <https://puntocompost.wordpress.com/productos/>

Grupo de Investigación Sistemas Integrados de Producción Agrícola y Forestal. (2014). *Guía Técnica para el aprovechamiento de residuos orgánicos a través de metodologías de compostaje y lombricultura*. Recuperado de: [https://www.uaesp.gov.co/images/Guia-UAESP\\_SR.pdf](https://www.uaesp.gov.co/images/Guia-UAESP_SR.pdf)

Ingelmo, F., Martínez, F. & Roger, S. (2007). *Utilización de lodos compostados como técnica sostenible para la mejora de las características hídricas de un suelo agrícola degradado*. Revista Residuos. no. 95, p. 78 - 82.

Jaramillo, G. & Zapata, L:M. (2008). *Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia*. ANTIOQUIA. Recuperado de: <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/45/1/AprovechamientoRSOUenColombia.pdf>

Kaza, S., Yao, L. C., Bhada-Tata, P., & Van Woerden, F. (2018). *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050* (World Bank (ed.)). <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30317>

Kay, B. & Angers, A. (2002). *Soil structure*. Florida. Warrick CRC Press. 295 p.

Kulcu, R. & Yaldiz, O. (2004). *Determination of aeration rate and kinetics of composting some agricultural wastes*. Biores. Technol., 93 (1): 49-57. Recuperado de: <https://digital.csic.es/bitstream/10261/20837/3/Factores%20que%20afectan%20al%20proceso%20de%20compostaje.pdf>

Ministerio del Ambiente (2015). *Guía metodológica para elaborar e implementar un Programa de Segregación en la Fuente y Recolección Selectiva de Residuos Sólidos Municipales*. Recuperado de: <https://redrrss.minam.gob.pe/material/20150302175316.pdf>

Ministerio de Economía y Finanzas. (2019). *Programa de incentivos a la mejora de la gestión municipal del año 2019. Guía para el cumplimiento de la meta 3*. [www.mef.gob.pe](http://www.mef.gob.pe). Recuperado de:



[https://www.mef.gob.pe/contenidos/presu\\_publ/migl/municipalidades\\_pmm\\_pi/guia\\_meta\\_3\\_A\\_B\\_C\\_D\\_E.pdf](https://www.mef.gob.pe/contenidos/presu_publ/migl/municipalidades_pmm_pi/guia_meta_3_A_B_C_D_E.pdf)

Moreno, J. (2008). *Compostaje*. Madrid. Mundi – Prensa Libros. 570 p.

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. (2014). *La Fiscalización Ambiental en Residuos Sólidos*. Recuperado de:

<https://sinia.minam.gob.pe/documentos/fiscalizacion-ambiental-residuos-solidos>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación. (2013). *Manual de compostaje del agricultor experiencias en América Latina*. Recuperado de:

<http://www.fao.org/3/i3388s/i3388s.pdf>

PATRONATO DEL PARQUE DE LAS LEYENDAS. *SUBGERENCIA DE BOTÁNICA*. (2016, julio). Parque de las leyendas. Recuperado de:

<https://leyendas.gob.pe/botanica/subgerencia-de-botanica/>

PATRONATO DEL PARQUE DE LAS LEYENDAS. (2019). *Plan de Producción de abonos orgánicos año 2019*. Recuperado de:

[https://leyendas.gob.pe/portal\\_transparencia/PLAN\\_DE\\_PRODUCCION\\_DE\\_ABONOS\\_ORGANICOS\\_2019.pdf](https://leyendas.gob.pe/portal_transparencia/PLAN_DE_PRODUCCION_DE_ABONOS_ORGANICOS_2019.pdf)

Premios ProActivo 2023. (2022, septiembre). *Planta de tratamiento de residuos orgánicos y generación de compost*. Premios ProActivo. Recuperado de:

<https://premiosproactivo.org/planta-de-tratamiento-de-residuos-organicos-y-generacion-de-compost-2/>

Puerta Echeverri, S.M. (2004). *Los residuos sólidos municipales como acondicionadores de suelos*. Revista Lasallista de Investigación, 1(1), 56-65.

Resolución de Alcaldía N° 358. (2019). *Aprueban el Plan Anual de Valorización de Residuos Sólidos Orgánicos Municipales y el Plan Anual de Erradicación de Puntos Críticos de Residuos Sólidos en el Cercado de Lima*. Recuperado de:

<https://smia.munlima.gob.pe/normas/detalle/146>

Somarriba, R. & Guzmán, F. (2004). *Guía de Lombricultura*. Nicaragua. Recuperado de:

<https://repositorio.una.edu.ni/2409/1/nf04s693.pdf>

Rihm Silva, A. (2004). *Manejo de Residuos Sólidos, Apuntes de curso de residuos sólidos, USACH*. Santiago, CH. 125p.

- Röben, E. (2002). *Manual de compostaje para municipios*. Loja, Ecuador: DED, Ilustre. Municipalidad de Loja, 68 p.
- Rodríguez Perez, R., & Andrés Pastor, P. (2008). *Evaluación y Prevención de Riesgos en Centro América* (p. 227). Girona: Documenta Universitaria. Girona: Documenta Universitaria. Recuperado de:  
[http://www.creaf.uab.es/propies/pilar/libroriesgos/09\\_Cap%C3%ADtulo8.pdf](http://www.creaf.uab.es/propies/pilar/libroriesgos/09_Cap%C3%ADtulo8.pdf)
- Samaniego, V. E. (2019). *Diseño de un sistema de compostaje a partir de los residuos sólidos orgánicos del mercado central municipal del cantón montalvo, provincia de los ríos. Guayaquil*. Recuperado de:  
[http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/39717/1/TesisEmilio\\_Samaniego.pdf](http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/39717/1/TesisEmilio_Samaniego.pdf)
- Sánchez-Monedero, M.A., Roig A., Paredes, C. & Bernal, M.P. 2001. *Nitrogen transformation during organic waste composting by the Rutgers system and its effects on pH, EC and maturity of the composting mixtures*. Biores. Technol., 78 (3): 301-308. Recuperado de:  
<https://digital.csic.es/bitstream/10261/20837/3/Factores%20que%20afectan%20al%20proceso%20de%20compostaje.pdf>
- Sancllemente, O.; García, M. & Valencia, F. (2011). *Efecto del uso de melaza y microorganismos eficientes sobre la tasa de descomposición de la hoja de caña (Saccharum officinarum)*. Revista de Investigación Agraria y Ambiental. v. 2. no 2, p. 13 – 19.
- Schuldt, M., Christiansen, R., Scatturice, L.A., & Mayo, J.P. (2007). *Lombricultura. Desarrollo y adaptación a diferentes condiciones de temperie*. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria, VIII (8), 1-10.
- Sistema de Información para la Gestión de Residuos Sólidos. (s/f). *Informe Anual 2020*. Recuperado de:  
<https://sistemas.minam.gob.pe/SigersolMunicipal/#/accesoLibre/generacion>
- Sistema Metropolitano de Información Ambiental. (s/f). *Informe Anual de Gestión Ambiental 2019*. Subgerencia de Estrategia Ambiental y Cambio Climático – Gerencia de Servicios a la Ciudad y Gestión Ambiental – Municipalidad de Lima. Recuperado de:  
<https://smia.munlima.gob.pe/uploads/documento/b5f0f25937a89b42.pdf>

- Sistema Nacional de Información Ambiental. (s/f). *Generación de residuos sólidos en Lima Metropolitana (2020)*. Recuperado el 30 de junio de 2022 de:  
<https://sinia.minam.gob.pe/informacion/tematicas?tematica=08>
- Sztern, D. & Prava, M. (1999). *Manual para la elaboración de compost. Bases conceptuales y procedimientos Organización panamericana de la salud*. Recuperado de:  
<http://www.ingenieroambiental.com/newinformes/compost.pdf>
- Umaña, G., Gil, J., Salazar, C., Stanley, M. & Bessalel, M. (2003). *Guía Para la Gestión del Manejo de Residuos Sólidos Municipales. Programa Ambiental Regional para Centroamérica. PROA*. Recuperado de: <https://cidoc.marn.gob.sv/documentos/guia-para-la-gestion-del-manejo-de-residuos-solidos-municipales/>
- Wang, Z., Dong, X. & Yin, J. (2018). *Antecedents of urban residents' separate collection intentions for household solid waste and their willingness to pay: Evidence from China*. *J. Clean. Prod* 173, 256-264.

## **VIII. ANEXOS**

**Anexo 1:** Formato de registro de residuos orgánicos valorizados en mercados de abasto

Nº	Código	Fecha	Hora	Nombre del Establecimiento Comercial	Dirección	Zona	Nombre y Apellido del Representante/ Reciclador	Firma	Encargado del registro	Cantidad (ton)
01										
02										
03										
04										

**Anexo 2:** Formato de registro de residuos orgánicos valorizados en mantenimiento de áreas verdes

Nº	Código	Fecha	Hora	Encargado de Áreas verdes	Firma	Ubicación de recojo (Coordenadas UTM)		Zona	Encargado del registro	Cantidad (ton)
						Norte	Este			
01										
02										
03										
04										

**Anexo 3:** Requerimiento de bienes para la implementación de un centro piloto de valorización de residuos sólidos orgánicos en el Cercado de Lima.

<b>REQUERIMIENTO DE BIENES – ADQUISICIÓN HERRAMIENTAS Y OTROS BIENES PARA IMPLEMENTACIÓN DE LA VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MUNICIPALES EN EL CERCADO DE LIMA</b>			
<b>Ítem</b>	<b>CONCEPTOS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANT.</b>
<b>HERRAMIENTAS</b>			
01	PALA PUNTA REDONDA CON MANGO	UNIDAD	04
02	PALA RECTA	UNIDAD	04
03	PALA DE MANO MANGO MADERA	UNIDAD	10
04	RASTRILLO DE MANO MANGO MADERA	UNIDAD	10
05	TRINCHE	UNIDAD	06
06	BARRETA	UNIDAD	03
07	PICO PUNTA Y PALA CON MANGO	UNIDAD	04
08	RASTRILLO 14 DIENTES	UNIDAD	08
09	MARTILLO DE MADERA	UNIDAD	06
10	COMBA OCTAVADA FORJADA	UNIDAD	02
11	ALICATE CORTE DIAGONAL	UNIDAD	04
12	SERRUCHO COSTILLA PROFESIONA	UNIDAD	02
13	PATA DE CABRA	UNIDAD	02
14	INFLADOR MANUAL	UNIDAD	01
<b>OTROS BIENES</b>			
01	CARRETILLA	UNIDAD	03
02	MANGUERA	UNIDAD	02
<b>PARA EDIFICIOS Y ESTRUCTURAS</b>			
01	MALLA ALAMBRE GALVANIZADO	METRO	50
02	CLAVOS MADERA	KILOGRAMO	30
03	ALAMBRE GALVANIZADO	KILOGRAMO	05
04	LIJA MADERA N° 80	UNIDAD	10
05	LIJA MADERA N° 100	UNIDAD	10
<b>PAPELERIA EN GENERAL, UTILES Y MATERIALES DE OFICINA</b>			
01	PIZARRAS ACRÍLICAS	UNIDAD	42

**Anexo 4:** Aprobación del Plan Anual de Valorización de Residuos Sólidos Orgánicos Municipales en el Cercado de Lima - 2019



Municipalidad Metropolitana de Lima

RESOLUCIÓN DE ALCALDÍA N° 358

Lima, 30 MAYO 2019

**EL ALCALDE METROPOLITANO DE LIMA:**

VISTO, el Memorando N° 310-2019-MML/GSCGA de la Gerencia de Servicios a la Ciudad y Gestión Ambiental, el Informe N° 148-2019-MML/GSCGA-SO-DSLP de la División de Supervisión de Limpieza Pública de la Subgerencia de Operaciones, el Informe N° 109-2019-MML/GSCGA-SO-PSFRSFR del Programa "Segrega por Lima" de la Subgerencia de Operaciones, y el Informe N° 415-2019-MML-GAJ de la Gerencia de Asuntos Jurídicos, y;

**CONSIDERANDO:**

Que, de conformidad a lo establecido en el artículo 194 de la Constitución Política del Perú, en concordancia con el Artículo II del Título Preliminar de la Ley N° 27972, Ley Orgánica de Municipalidades, los gobiernos locales gozan de autonomía política, económica y administrativa en los asuntos de su competencia; la misma que radica en la facultad de ejercer actos de gobierno, administrativos y de administración con sujeción al ordenamiento jurídico;



Que, acorde con la Cuarta Disposición Complementaria Final del Decreto Legislativo N° 1440, Decreto Legislativo del Sistema Nacional de Presupuesto Público, se ha establecido que el Programa de Incentivos a la Mejora de la Gestión Municipal (PI), creado mediante la Ley N° 29332, es una herramienta de incentivos presupuestarios a cargo del Ministerio de Economía y Finanzas que promueve la mejora de la calidad de los servicios públicos provistos por las municipalidades a nivel nacional; asimismo, tiene como objetivo general contribuir a la mejora de la efectividad y eficiencia del gasto público de las municipalidades, vinculando el financiamiento a la consecución de resultados asociados a los objetivos nacionales. En tal sentido, los objetivos específicos del PI son: i) Mejorar la calidad de los servicios públicos locales y la ejecución de inversiones, que están vinculados a resultados, en el marco de las competencias municipales, de acuerdo a lo establecido en la Ley N° 27972; y, ii) Mejorar los niveles de recaudación y la gestión de los tributos municipales. Así también, se precisa que los criterios, lineamientos y procedimientos para la distribución del incentivo, así como los requisitos y metas que deben cumplir para que los Gobiernos Locales accedan al PI, serán establecidos mediante Decreto Supremo refrendado por el Ministro de Economía y Finanzas;



Que, mediante el Decreto Supremo N° 296-2018-EF, se aprobó los Procedimientos para el cumplimiento de metas y la asignación de los recursos del Programa de Incentivos a la Mejora de la Gestión Municipal del año 2018; asimismo, a través del Artículo 1 de las Disposiciones Generales del precitado decreto se establece las metas y los procedimientos para el cumplimiento de metas y la asignación de los recursos del programa en mención, en cumplimiento de lo dispuesto en el literal d) del numeral 18.1 del artículo 18 de la Ley N° 30879, Ley de Presupuesto del Sector Público para el Año Fiscal 2019;



Que, según el Artículo 1 del Decreto Legislativo N° 1278, Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, se dispone acerca de los derechos, obligaciones, atribuciones y responsabilidades de la sociedad en su conjunto, con la finalidad de propender hacia la maximización constante de la eficiencia en el uso de los materiales y asegurar una gestión y manejo de los residuos sólidos económica, sanitaria y ambientalmente adecuada, con sujeción a las obligaciones, principios y lineamientos del acotado instrumento legal. Asimismo, el literal g) del artículo 15 del decreto en mención señala que, sin perjuicio de las disposiciones que regulan las funciones y atribuciones del Ministerio del Ambiente (MINAM), en su calidad de ente rector a nivel nacional para la gestión y manejo de los residuos, es competente para normar sobre el manejo de los residuos sólidos, incluyendo los correspondientes a la infraestructura de manejo de residuos sólidos, actividades de reutilización, recuperación, valorización material y energética; gestión de áreas degradadas por la acumulación de residuos sólidos de gestión municipal, entre otros aspectos;





**Municipalidad Metropolitana de Lima**

Que, con el Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM, Decreto Supremo que aprueba el Reglamento del Decreto Legislativo N° 1278, se busca asegurar la maximización constante de la eficiencia en el uso de materiales, y regular la gestión y manejo de residuos sólidos, que comprende la minimización de la generación de residuos sólidos en la fuente, la valorización material y energética de los residuos sólidos, la adecuada disposición final de los mismos y la sostenibilidad de los servicios de limpieza pública. De igual modo, el literal b) de la Primera Disposición Complementaria Final del Reglamento precitado, precisa que el MINAM debe elaborar, entre otras, la guía de caracterización de residuos sólidos municipales;

Que, mediante Resolución Ministerial N° 457-2018-MINAM, de fecha 31 de diciembre de 2018, se aprobó la "Guía para la Caracterización de Residuos Sólidos Municipales", la misma que tiene por objetivo orientar la elaboración de Estudios de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales mediante pautas metodológicas que describen en forma clara y sencilla los pasos para la obtención de cifras locales relacionadas a estos residuos;

Que, en el contexto expuesto, a través del Memorando N° 310-2019-MML/GSCGA, de fecha 21 de mayo de 2019, la Gerencia de Servicios a la Ciudad y Gestión Ambiental traslada el Memorando N° 622-2019-MML/GSCGA-SO, de fecha 20 de mayo de 2019, de la Subgerencia de Operaciones, que a la vez remite el Informe N° 145-2019-MML/GSCGA-SO-DSLP de la División de Supervisión de Limpieza Pública, el mismo que adjunta el "Plan Anual de Erradicación de Puntos Críticos de Residuos Sólidos en el Cercado de Lima-2019"; así como, el Informe N° 109-2019-MML/GSCGA-SO-PSFRSFR del Programa "Segrega por Lima", que contiene el "Plan Anual de Valorización de Residuos Sólidos Orgánicos Municipales en el Cercado de Lima". Cabe resaltar, que dichos planes anuales se han formulado sobre la base de la Guía aprobada por el MINAM, en el marco del Programa de Incentivos a la Mejora de la Gestión Municipal del año Fiscal 2019, y en cumplimiento de la "Meta N° 3: Implementación de un sistema integrado de manejo de residuos sólidos municipales", concretamente en la Actividad 2: "Valorización de residuos sólidos orgánicos municipales" y la Actividad 4: "Erradicación y prevención de puntos críticos", los cuales precisan que los planes anuales que se formulen deben ser aprobados por resolución de alcaldía;



Que, la Gerencia de Asuntos Jurídicos a través del Informe N° 415 -2019-MML-GAJ de fecha 24 de mayo de 2019, concluye que es legalmente viable aprobar, mediante resolución de alcaldía, los referidos planes para el cumplimiento de metas y la asignación de los recursos del Programa de Incentivos a la Mejora de la Gestión Municipal para el año Fiscal 2019, propuestos por las unidades orgánicas competentes con relación a la resolución antes citada;

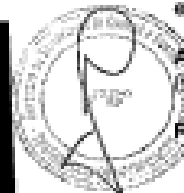
Estando a lo expuesto y en uso de las facultades conferidas por el numeral 6 del artículo 20 de la Ley N° 27972, Ley Orgánica de Municipalidades;

**SE RESUELVE:**



**Artículo Primero.-** Aprobar el "Plan Anual de Valorización de Residuos Sólidos Orgánicos Municipales en el Cercado de Lima -2019" y el "Plan Anual de Erradicación de Puntos Críticos de Residuos Sólidos en el Cercado de Lima-2019", para el cumplimiento de la "Meta N° 3: Implementación de un sistema integrado de manejo de residuos sólidos municipales" del Programa de Incentivos a la Mejora de la Gestión Municipal para el año Fiscal 2019, de conformidad con las consideraciones expuestas en la presente resolución.

**Artículo Segundo.-** Encargar a la Gerencia de Servicios a la Ciudad y Gestión Ambiental, el cumplimiento de la presente resolución, informando al Ministerio del Ambiente, conforme a lo establecido en la normativa vigente.



**Artículo Tercero.-** Disponer la publicación de la presente resolución en el portal institucional ([www.munilima.gob.pe](http://www.munilima.gob.pe)).

Regístrese, comuníquese y cúmplase.



MUNICIPALIDAD METROPOLITANA DE LIMA

*Wendy Calderón*  
WENDY CALDERÓN CHAVEZ  
Secretaria General del Concejo



MUNICIPALIDAD METROPOLITANA DE LIMA

*Jorge Muñoz Wells*  
JORGE MUÑOZ WELLS  
ALCALDE



**Anexo 5:** Registro fotográfico sobre la implementación de un centro de valorización de residuos orgánicos



**Figura a.** Supervisión manejo de residuos orgánicos en mercados de abasto “28 de Julio” y “Nicolás Ayllón”



**Figura b.** Sensibilización a comerciantes sobre valorización de residuos orgánicos



**Figura c.** Sensibilización a recicladores formalizados sobre la valorización de residuos orgánicos



**Figura d.** Identificación de área a implementar centro piloto de valorización



**Figura e.** Jornada de limpieza y acondicionamiento del área a implementar centro piloto de valorización



**Figura f:** Implementación de lombricultura



**Figura g.** Recojo de residuos orgánicos de mercados de abasto



**Figura h.** Recojo de maleza del mantenimiento de áreas verdes del Cercado de Lima



**Figura i.** Recepción de estiércol vacuno seco



**Figura j.** Pesaje de los residuos orgánicos



**Figura k.** Traslado de los residuos orgánicos a la pila de compost



**Figura l.** Dispersión de los residuos orgánicos a la pila de compost



**Figura m.** Adición de estiércol vacuno seco a pila de compost



**Figura n.** Formación de pila de compost



**Figura o.** Aireación de pila de compost



**Figura p.** Monitoreo de temperatura y humedad de la pila de compost





**Figura q.** Siembra de lombrices rojas californianas



**Figura q.** Control de humedad en camas de lombricultura



**Figura r.** Alimentación de lombrices rojas californianas



**Figura s.** Cosecha de lombrices rojas californianas



**Figura t.** Pesaje de lombrices rojas californianas



**Figura t.** Tamizado



**Figura t.** Almacenamiento



**Figura u.** Empacado