

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental

Tesis

**Propuesta de una planta de tratamiento para  
mejorar la valorización de los residuos sólidos  
inorgánicos reaprovechables en el distrito de  
La Merced - Chanchamayo - Junín, 2019**

Diana Lucía Rojas Vilcahuamán

Para optar el Título Profesional de  
Ingeniera Ambiental

Huancayo, 2020

Repositorio Institucional Continental  
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

## **ASESOR**

Ing. Edwin Paucar Palomino.

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, agradezco a la Universidad Continental, por brindarme de los medios para mi formación profesional en la carrera de Ingeniería Ambiental, que ahora me valen para desempeñarme éticamente y con vocación de servicio orientado en el alcance del Desarrollo Sostenible. De igual manera agradezco a la Municipalidad Distrital de La Merced, por brindarme el espacio para desenvolverme y lograr resultados apropiados para la presente tesis.

Agradezco complementariamente a mi asesor, el Ing. Edwin Paucar Palomino, por el soporte brindado para la realización de la presente, así como a mis colegas y amigos de carrera por siempre estar pendiente de mi desenvolvimiento profesional, a todos ellos muchas gracias.

Finalmente agradezco al Ministerio del Ambiente, por ser el ente rector en materia de gestión ambiental ya que sin su apoyo en conocimientos normativos y especializados no hubiera alcanzando en conjunto cumplir la meta asociada a la gestión de los residuos sólidos en el lugar de estudio.

## **DEDICATORIA**

Dedico la presente tesis a mis padres:  
por ser siempre la fuerza y motivación  
para continuar en el largo camino  
profesional

# ÍNDICE

ASESOR.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
ÍNDICE.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
INTRODUCCIÓN.....	xiii
CAPÍTULO I.....	1
1.1. Planteamiento y formulación del problema.....	1
1.1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.1.2. Formulación del problema.....	9
1.2. Objetivos.....	9
1.2.1. Objetivo general.....	9
1.2.2. Objetivos específicos.....	9
1.3. Justificación e importancia.....	10
1.3.1. Justificación.....	10
1.3.2. Importancia.....	11
CAPÍTULO II.....	12
2.1. Antecedentes de la investigación.....	12
2.1.1. Antecedentes encontrados en artículos científicos.....	15
2.1.2. Antecedentes encontrados en tesis.....	20
2.2. Bases teóricas.....	23
2.2.1. Fundamentos teóricos de la investigación.....	23
2.2.2. Fundamentos metodológicos de la investigación.....	37

2.3. Definición de términos básicos .....	44
CAPÍTULO III.....	47
3.1. Metodología aplicada para el desarrollo de la solución.....	47
CAPÍTULO IV .....	51
4.1. Identificación de requerimientos .....	51
4.2. Análisis de la solución .....	66
4.3. Diseño .....	69
CAPÍTULO V .....	71
5.1. Construcción.....	71
5.2. Pruebas y resultados .....	104
CONCLUSIONES .....	116
TRABAJOS FUTUROS.....	118
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	119
ANEXOS.....	124

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01. Mapa nacional de ubicación de infraestructuras de disposición final de residuos sólidos a nivel nacional - 2019.....	3
Figura 02. Reporte de las deficiencias en el tratamiento de residuos sólidos a nivel de la región Junín.....	5
Figura 03. El medio ambiente y la economía.....	17
Figura 04. Gestión responsable de los residuos sólidos municipales.....	24
Figura 05. Código de colores para los residuos del ámbito municipal.....	26
Figura 06. Flujograma del proceso de almacenamiento, segregación, acondicionamiento y comercialización de residuos inorgánicos.....	32
Figura 07. Causas del problema de los residuos sólidos, asociados con la creación de metas presupuestales.....	35
Figura 08. Representación de las actividades de los productos del programa presupuestal 0036.....	36
Figura 09. Procedimiento para la participación de los predios en el estudio.....	38
Figura 10. Imagen satelital del área del proyecto.....	52
Figura 11. Mapa de suelos en el área propuesta.....	55
Figura 12. Plano topográfico del área propuesta.....	56
Figura 13. Imagen satelital de la hidrografía aledaña al área propuesto.....	57
Figura 14. Mapa hidrológico en el área propuesta.....	59
Figura 15. Mapa geológico del área propuesta.....	61
Figura 16. Mapa hidrogeológico del área propuesta.....	63
Figura 17. Mapa de cobertura vegetal del área propuesta.....	64
Figura 18. Mapa de fauna silvestre del área propuesta.....	65
Figura 19. Diagrama de flujo de la propuesta técnica de valorización de los residuos sólidos con enfoque al marco legal ambiental.....	70
Figura 20. Mapa de zonificación de la ciudad de La Merced - Zonas I y II.....	72
Figura 21. Mapa de zonificación de la ciudad de La Merced - Zonas III, IV y V.....	72
Figura 22. Mapa de zonificación de la ciudad de La Merced - Zonas VI.....	73
Figura 23. Plano de la propuesta de la infraestructura de tratamiento y disposición final de residuos sólidos municipales.....	82
Figura 24. Propuesta de planta de distribución de residuos orgánicos.....	92
Figura 25. Composición física de los residuos inorgánicos reaprovechables domiciliarios.....	95

Figura 26. Composición física de los residuos inorgánicos reaprovechables no domiciliarios.....	97
Figura 27. Cuadro de rendimientos de separación por tipo de material.....	100
Figura 28. Propuesta de la banda transportadora.....	101
Figura 29. Propuesta de una planta de tratamiento de residuos sólidos inorgánicos reaprovechables.....	103
Figura 30. Identificación de los tipos de residuos inorgánicos reaprovechables que más se recolectaron durante el año 2018.....	107
Figura 31. Propuesta del ciclo del reciclaje en el distrito de La Merced.....	113
Figura 32. Diseño operativo de una planta de tratamiento de residuos sólidos inorgánicos reaprovechables.....	115

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01. Generación de residuos sólidos en las ciudades de Latinoamérica y El Caribe.....	2
Tabla 02. Generación de residuos sólidos a nivel de los distritos de la Provincia de Chanchamayo.....	5
Tabla 03. Inventario de los botaderos a nivel de la Provincia de Chanchamayo - 2014.....	6
Tabla 04. Generación total de residuos sólidos del Distrito de la Merced - 2018.....	8
Tabla 05. Canasta de precios de los residuos inorgánicos reaprovechables.....	28
Tabla 06. Ejemplo de valorización de los residuos reaprovechables.....	30
Tabla 07. Consumo de ahorro de materias primas y emisiones de dióxido de carbono por residuos.....	31
Tabla 08. Criterios técnicos del área propuesto para la selección de sitio.....	53
Tabla 09. Capacidad de Uso Mayor de los suelos en La Merced.....	54
Tabla 10. Relación de ríos y riachuelos en la provincia de Chanchamayo.....	56
Tabla 11. Relación de las subcuencas del río Perené.....	58
Tabla 12. Relación de los tipos de taludes.....	62
Tabla 13. Criterios de selección de sitio.....	67
Tabla 14. Calificación de los criterios de selección de sitio.....	68
Tabla 15. Número de viviendas del distrito de La Merced.....	73
Tabla 16. Población urbana - ciudad de La Merced, provincia de Chanchamayo.....	74
Tabla 17. Proyección de la población urbana del distrito de La Merced.....	74
Tabla 18. Proyección del número de viviendas del distrito de La Merced.....	74
Tabla 19. Distribución de la muestra de los establecimientos comerciales del distrito de La Merced.....	75
Tabla 20. Cálculo de proyección de la generación de residuos sólidos domiciliarios para 10 años.....	77
Tabla 21. Generación de residuos sólidos no domiciliarios.....	77
Tabla 22. Caracterización de los residuos sólidos aprovechables domiciliarios y no domiciliarios del distrito de La Merced.....	78
Tabla 23. Generación total de residuos sólidos municipales.....	79
Tabla 24. Evaluación de los criterios de selección de sitio del área propuesta.....	80
Tabla 25. Proyección de la generación total de los residuos sólidos no reaprovechables.....	83
Tabla 26. Volumen de impermeabilización a un nivel 2.....	84

Tabla 27. Volumen de impermeabilización del talud.....	84
Tabla 28. Metas físicas del expediente de mejoramiento de la infraestructura de disposición final.....	86
Tabla 29. Ambientes de la edificación administrativa.....	87
Tabla 30. Proyección de la generación de los residuos sólidos orgánicos.....	90
Tabla 31. Caracterización y comparación con los parámetros del compost orgánico.....	90
Tabla 32. Volumen de residuos sólidos orgánicos.....	91
Tabla 33. Área diaria de residuos sólidos orgánicos.....	91
Tabla 34. Área de compostaje.....	92
Tabla 35. Área de compostaje total.....	92
Tabla 36. Composición general de residuos sólidos inorgánicos reaprovechables.....	93
Tabla 37. Composición general de los residuos inorgánicos reaprovechables no domiciliarios.....	95
Tabla 38. Generación total de residuos sólidos inorgánicos reaprovechables municipales.....	98
Tabla 39. Proyección de la generación de los residuos sólidos inorgánicos reaprovechables.....	98
Tabla 40. Eficiencia de la separación domiciliar de los residuos sólidos inorgánicos reaprovechables.....	100
Tabla 41. Número de personal necesario en planta y longitud de la banda transportadora.....	101
Tabla 42. Cálculos de diseño del almacén.....	102
Tabla 43. Identificación y generación de residuos inorgánicos reaprovechables en el contexto de estudio a nivel domiciliario.....	104
Tabla 44. Identificación y generación de residuos inorgánicos reaprovechables en el contexto de estudio a nivel no domiciliario.....	106
Tabla 45. Valorización de los residuos sólidos inorgánicos reaprovechables sin planta de tratamiento durante el año 2018.....	106
Tabla 46. Ingresos obtenidos por cada tipo de residuo sólido inorgánico reaprovechable durante el año 2018.....	108
Tabla 47. Ingresos totales de la valorización sin planta de tratamiento de residuos sólidos inorgánicos reaprovechables durante el año 2018 y con planta de tratamiento en el año 2019.....	109
Tabla 48. Horarios de recolección de los residuos inorgánicos reaprovechables.....	112

## RESUMEN

**Objetivo:** determinar de qué manera la propuesta de una planta de tratamiento mejoraría la valorización de los residuos sólidos inorgánicos reaprovechables en el distrito de La Merced - Chanchamayo - Junín, 2019. **Propuesta:** se detalla en marco del alcance de un aporte tecnológico la implementación de una planta de tratamiento de residuos sólidos, enfatizando al proceso de valorización de residuos sólidos inorgánicos de potencial reaprovechamiento. La puesta en valor de la propuesta recae en su viabilidad asociada al período de retorno de inversión, considerando como tal un valor de 21.56 % como Tasa Interna de Retorno (TIR) y un Valor Actual Neto (VAN) positivo y de igual manera considerando la necesidad de optar por el escenario de segregación, ya sea en la fuente, asociada con la recolección selectiva, así como reforzada en la planta mediante una selección final, de modo que la disposición final de residuos sólidos inorgánicas no represente un inconveniente, además de generar ingresos por la comercialización de residuos, así como incentivar el emprendimiento al formalizar a recicladores, aspectos incluidos en el programa de metas e incentivos del Ministerio de Economía y Finanzas (MEF), de manera que se observe sostenibilidad de la propuesta. **Conclusión:** la propuesta de una planta de tratamiento mejoraría la valorización de los residuos sólidos inorgánicos reaprovechables en el distrito de La Merced - Chanchamayo - Junín, 2019, debido a que a medida que se practique la valorización de residuos sólidos inorgánicos reaprovechables en plantas de tratamiento, se alcanzarán escenarios más eficientes en la segregación, compactación y la comercialización de dichos residuos.

**Palabras clave:** planta de tratamiento, valorización de residuos sólidos, segregación en la fuente, recolección selectiva de residuos sólidos, formalización de recicladores.

## ABSTRACT

**Objective:** determine how the proposal of a treatment plant would improve the recovery of reusable inorganic solid waste in the district of La Merced - Chanchamayo - Junín, 2019.

**Proposal:** within the scope of a technological contribution the implementation of a solid waste treatment plant is detailed, emphasizing the process of valorization of inorganic solid waste with potential reuse. The value of the proposal relies on its viability associated with the investment return period, considering as such a value of 21.56 % as Internal Rate of Return (IRR) and a positive Net Present Value (NPV) and in the same way considering the need to opt for the segregation scenario, either at the source, associated with selective collection, as well as reinforced at the plant through a final selection, so that the final disposal of inorganic solid waste does not represent an inconvenience, in addition to generating income from the commercialization of waste, as well as to encourage entrepreneurship by formalizing recyclers, aspects included in the program of goals and incentives of the Ministry of Economy and Finance (MEF), so as to observe the sustainability of the proposal. **Conclusion:** the proposal of a treatment plant would improve the recovery of reusable inorganic solid waste in the district of La Merced - Chanchamayo - Junín, 2019, due to the fact that as the recovery of reusable inorganic solid waste is practiced in treatment plants, more efficient scenarios will be achieved in the segregation, compaction and commercialization of said waste.

**Keywords:** treatment plant, recovery of solid waste, source segregation, selective collection of solid waste, formalization of recyclers.

# INTRODUCCIÓN

La generación de subproductos, normalmente conocidos como residuos, se encuentra relacionada con el propio actuar del ser humano; el incremento significativo de las tasas de generación se ve relacionado con la industrialización y el crecimiento urbano, sumado a la poca conciencia que se tiene como sociedad, generando una tendencia a acumular dichos residuos <sup>1</sup> lo cual impacta negativamente a los ecosistemas tales como terrestres y acuáticos al ser almacenados y dispuestos en espacios clandestinos tales como botaderos <sup>2</sup> al afectar cadenas tróficas se evidencia como un problema a combatir principalmente en sociedades donde se pretende alcanzar escenarios de sostenibilidad a corto y mediano plazo.

Para alcanzar dichos escenarios, a nivel sectorial y normativo se han propuesto instrumentos de gestión ambiental, que incluyen a Planes Integrales de Gestión de Residuos Sólidos, así como su contenido se enfoca en la recuperación de residuos que son considerados como “sin valor” para la sociedad, enfocando la importancia de la valorización de los residuos sólidos en sectores donde se cuentan con presupuesto y se debe plantear alternativas como la construcción de plantas de tratamiento para los residuos orgánicos e inorgánicos reaprovechables.

En un primer capítulo de la investigación se plantea el siguiente objetivo general: determinar de qué manera la propuesta de una planta de tratamiento mejoraría la valorización de los residuos sólidos inorgánicos reaprovechables en el distrito de La Merced - Chanchamayo - Junín, formulada tras el planteamiento del problema en sociedad a la problemática de la gestión (ineficiente) de los residuos sólidos, partiendo del ideal relacionado a la educación ambiental no formal o complementaria para alcanzar un cambio en la práctica de una cultura ambiental que mitigue impactos ambientales en el contexto de estudio; se plantean también problemas y objetivos específicos asociados al ideal de estudio enmarcado en un aporte tecnológico: planta de tratamiento de residuos sólidos inorgánicos reaprovechables (propuesta).

En el segundo capítulo se abarcan a los antecedentes de la investigación, así como a las bases teóricas constituidas por los fundamentos teóricos y metodológicos de la investigación, siendo complementados por la definición de términos básicos.

En el tercer capítulo se sostiene a la metodología aplicada al desarrollo de la solución, observando como ideal primordial del capítulo al método específico seleccionado.

En el cuarto capítulo se expone al análisis de la solución, abordando a la identificación de los requerimientos técnicos de la propuesta y de la solución propiamente dicha, enfatizando el alcance de un aporte sostenible y de impacto ambiental controlado, basado en la presentación de la Matriz de Identificación y Evaluación de Impactos Ambientales para la propuesta (ver anexo final), de dicho modo abarcando como aporte final del capítulo propiamente al diseño de la propuesta.

En el capítulo quinto se detalla la propuesta de construcción, como ideal de implementación y de resultados basado en el diseño de la propuesta, de modo que se establezca y evidencie el aporte de la presente investigación considerando al enfoque tecnológico; finalmente, se llega a la siguiente conclusión: la propuesta de una planta de tratamiento mejoraría la valorización de los residuos sólidos inorgánicos reaprovechables en el distrito de La Merced - Chanchamayo - Junín, 2019, debido a que a medida que se practique la valorización de residuos sólidos inorgánicos reaprovechables en plantas de tratamiento, se alcanzarán escenarios más eficientes en la segregación, compactación y la comercialización de dichos residuos.

La autora.

# **CAPÍTULO I**

## **PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO**

### 1.1. Planteamiento y formulación del problema

#### 1.1.1. Planteamiento del problema

La generación de subproductos, normalmente conocidos como residuos, se encuentra relacionada con el propio actuar del ser humano; el incremento significativo de las tasas de generación se ve relacionado con la industrialización y el crecimiento urbano, sumado a la poca conciencia que se tiene como sociedad, generando una tendencia a acumular dichos residuos <sup>1</sup>, lo cual impacta negativamente a los ecosistemas tales como terrestres y acuáticas al ser almacenadas y dispuestas inadecuadamente en espacios clandestinos tales como botaderos <sup>2</sup>.

Los mencionados residuos se suelen categorizar en dos grupos de manera general en función de sus características: los orgánicos e inorgánicos; los primeros presentan un carácter de fácil desintegración o degradación, es decir representan a un sector biodegradable debido a su descomposición natural rápida, mientras que para los inorgánicos el tiempo de dicha degradación natural es mayor ya que son de origen no biológico, es decir, propio de un origen industrial <sup>3</sup>.

La generación es la primera etapa del manejo de los residuos sólidos y está relacionada a las actividades económicas y al inicio de la industrialización, sin embargo en la cumbre de la Tierra realizada en 1992

por la Organizaciones Unidas en Río de Janeiro en la cual se plantearon cuatro programas relacionados con los residuos: a) reducción al mínimo de los residuos, b) aumento al máximo de la reutilización y reciclado ecológico de los residuos c) promoción de la eliminación y el tratamiento ecológicamente racional de los residuos d) ampliación de alcance de los servicios que se ocupan de los residuos con la finalidad de promover el desarrollo sostenible y ecológicamente racional del siglo XXI en todos los países <sup>4</sup>. Asimismo, se indica que la tasa de generación en las últimas décadas ha ido aumentando de 0.5 a 1 kg/hab/día y que el año 2005 la Organización Panamericana del Sur, reportó que la tasa media per cápita de residuos sólidos urbanos asciende a 0.91 kg/hab/día para América Latina y el Caribe. En la siguiente tabla se muestra la tasa de generación de desechos por habitante por día en algunas ciudades principales de América Latina, lo que implica que el 55 % de las ciudades es mayor a 1 kg/hab/día <sup>5</sup>.

Tabla 01. *Generación de residuos sólidos en las ciudades de Latinoamérica y El Caribe.*

<b>País</b>	<b>Ciudad/Municipio</b>	<b>Población (Hab)</b>	<b>Generación (ton/día)</b>	<b>Generación (Kg/hab-día)</b>	<b>Referencia</b>
Argentina	Buenos Aires	2768772	5000	1,81	Noguera y Oliveros (2010)
Venezuela	Caracas	2758917	4000	1,45	Noguera y Oliveros (2010)
México	México D.F	8720916	12000	1,38	Noguera y Oliveros (2010)
Chile	Santiago de Chile	5875013	7100	1,21	Noguera y Oliveros (2010)
Venezuela	Maracaibo	1428043	1700	1,19	INE (2007)
Perú	Lima	8445200	8938,5	1,06	Noguera y Oliveros (2010)
Colombia	Bogotá	6778691	5891,8	0,87	Noguera y Oliveros (2010)
Ecuador	Quito	1839853	1500	0,82	Noguera y Oliveros (2010)
Cuba	La Habana	2201600	1060	0,48	Noguera y Oliveros (2010)

Fuente: Urdaneta y Joheni <sup>6</sup>.



En la actualidad en el Perú al día se generan aproximadamente 19 000 toneladas de residuos sólidos municipales, siendo el 52 % dispuestos en los rellenos sanitarios autorizados por el Ministerio del Ambiente, mientras que el 48 % de los residuos se vierten en botaderos que ponen en riesgo la calidad del ambiente y la salud de las personas, considerándose que a nivel nacional al año 2019 solo se cuenta con 47 Infraestructuras de Tratamiento y Disposición Final de Residuos Sólidos Municipales como lo refiere el Ministerio del Ambiente <sup>7</sup>.

Se evidencia que la alternativa asociada al reaprovechamiento o valorización de los residuos tiene que ser practicada de manera intensiva por la población, en conjunto con la minimización de la generación de dichos subproductos, sin embargo el portal SPDA Actualidad Ambiental <sup>8</sup> hace referencia a que solo el 1 % de los residuos generados es reciclado, asumiendo un escenario de insignificancia frente a urbes de generación significativa de residuos, como es el caso de la capital (Lima) que produce diariamente 8 mil toneladas de residuos; dicho escenario muestra que se acopian residuos en puntos críticos al aire libre y de ese modo generando la proliferación de plagas y vectores que potencialmente transmiten enfermedades <sup>8</sup>.

En la región Junín al día se generan 586 toneladas de residuos sólidos que provienen del servicio de limpieza pública y recolección de residuos sólidos, que no establecen espacios donde disponerlos y que por lo contrario estaría afectando a la salud pública <sup>9</sup>, asimismo a nivel regional sólo existen 04 rellenos autorizados para el manejo de los residuos sólidos las cuales son Tarma, Concepción, Satipo y Yauyos, sin embargo existen mas de 80 botaderos informales; el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) menciona que del total de los residuos que se genera, el 55 % que se disponen a diario son de origen orgánico, mientras que el 45 % es inorgánico y a la fecha existen 30 municipios de los 123 que hay en la región, tales como la provincia de Chanchamayo, que inician con la selección diaria, como vidrios , plásticos, metales, papel y cartón pero no cuentan con la infraestructura adecuada y con los controles respectivos que deberían de tener los recicladores, tal como se muestra en la siguiente figura.



Figura 02. Reporte de las deficiencias en el tratamiento de residuos sólidos a nivel de la región Junín.

Fuente: Diario Correo <sup>9</sup>.

La provincia de Chanchamayo cuenta con 06 distritos de las cuales son: San Ramón, Perené, Pichanaki, San Luis de Shuaroc, La Merced y Vitoc, considerandose que Perené es el distrito con mayor densidad poblacional, mientras que Pichanaki y Vitoc son distritos con mayor extensión geográfica, por lo que influye en la generación per cápita de residuos sólidos por día como se proyecta en la Tabla N°02 que refiere el PIGARS realizado al 2014 <sup>10</sup>.

Tabla 02. Generación de residuos sólidos a nivel de los distritos de la Provincia de Chanchamayo.

DISTRITO	Población Proyectada (2012)	GPc kg/hab/día	Generación Ton/día	Densidad kg/m <sup>3</sup>
Perené (2012)	27463	0.70	19.22	-
San Luis de Shuaro	792	0.75	0.60	-
Vitoc (2010)	520	0.62	0.32	-
San Ramón (2009)	18798	0.44	8.30	280
Pichanaki (2011)	26335	0.538	14.00	569.92
Chanchamayo (2012)	22774	0.50	11.40	281
<b>Total Provincial</b>	<b>96682</b>	<b>0.59</b>	<b>54.00</b>	<b>-</b>

Fuente: Plan Integral de Residuos Sólidos de la Provincia de Chanchamayo al 2014 <sup>10</sup>.

Sin embargo, los distritos y la provincia de Chanchamayo disponen los residuos sólidos en botaderos <sup>10</sup>, los que presentan observaciones técnicas y operativas, como incompletos sistemas de manejo de gases y lixiviados que en contacto con la lluvia incrementa el riesgo de contaminación de las aguas superficiales y subterráneas. Además, se tiene que la exposición de los residuos que degradan el panorama paisajístico de la zona produce malos olores y la proliferación de vectores <sup>10</sup>. Asimismo, según la tabla N° 03, los distritos de Chanchamayo y Perené recolectaban 19 toneladas de residuos sólidos al día, lo que implica que para la actualidad dichos residuos han ido aumentando progresivamente y se han ido disponiendo en sus correspondientes botaderos.

Tabla 03. *Inventario de los botaderos a nivel de la Provincia de Chanchamayo - 2014.*

Distrito	Nombre IDF-RS	Ubicación	Área Ha	Recepción Ton/día
CHANCHAMAYO	Botadero Pampa	Margen derecha del	1	19
	Michi.	Río Perené		
PERENE	Botadero Cerro Gavilán	Cerro Gavilán	3	19
PICHANAKI	Botadero Cerro Mirador Alto Kimiri	Alto Kimiri	17.5	18
SAN LUIS DE SHUARO	Botadero Municipal	Anexo Alto San Luis	0.04	0.61
SAN RAMÓN	Botadero "San Juan De Tulumayo"	Sector de Tulumayo	5.3	8
VITOC	Botadero Vitoc	Distrito Vitoc	0.75	0.74

Fuente: Plan Integral de Residuos Sólidos de la Provincia de Chanchamayo al 2014 <sup>10</sup>.

En la actualidad el distrito de Chanchamayo a diferencia de los otros distritos ha realizado las gestiones para implementar una planta de tratamiento de residuos sólidos; según el coordinador de residuos sólidos de la Dirección Regional de Salud (DIRESA Junín), César Rojas <sup>11</sup>, las cinco plantas de tratamientos proyectadas para el 2017 son: Tiranapampa, que será ejecutada por la municipalidad de Huancayo; Portillo Alto de la

comuna de Satipo, Cochas en Tarma, Pampa Americana en Chanchamayo y CEPASC en Concepción, esta última es una ampliación de la ya existente. Estas plantas ya tienen los trámites y autorizaciones dadas, queda en manos de los municipios construirlas.

Para el 2016, el sector salud ha logrado un gran avance en cuanto a residuos sólidos municipales pues se ha dado impulso a la selección de áreas para la disposición final. En total se ha dado autorizaciones a 17 distritos para sus rellenos sanitarios, aseguró el funcionario <sup>11</sup>. Cabe resaltar que el distrito de Chanchamayo a la actualidad no realiza la disposición de sus residuos sólidos en Pampa Americana, éstos se disponen en el Botadero de Pampa Michi como lo indica el Sub Gerente de Limpieza Pública de la Municipalidad Provincial de Chanchamayo, ya que dicha infraestructura no fue ejecutada correctamente lo que implica una replanteo del expediente técnico de dicha obra; manifestó también que en estos momentos existe un expediente técnico que se encuentra en evaluación por la Gerencia de Obras y que son los encargados de la supervisión. El distrito de Chanchamayo en el año 2017 contaba con 23 653 habitantes y en la actualidad cuenta con 24 024 habitantes, es decir que al año existe una tasa de crecimiento de 0.78 %.

La Municipalidad Provincial de Chanchamayo cuenta con un estudio de caracterización de residuos sólidos domiciliarios del año 2015, donde se muestra información acerca de la generación per cápita (GPC), siendo ésta de 0.55 kg/día/persona, como también la obtención de información relevante que ha permitido formular estrategias para el mejoramiento del servicio de limpieza pública, el fortalecimiento de las campañas de sensibilización, entre otros. Asimismo, en el año 2018 el gobierno local elaboró un estudio de caracterización según la "Guía para la Caracterización de Residuos Sólidos Municipales" aprobado mediante Resolución Ministerial 457-2018-MINAM, en la cual enfatiza hacer una caracterización compuesta por residuos generados en domicilios, establecimientos comerciales, limpieza pública y de las instituciones tales como colegios, penales y otros. Dicho estudio detalla la generación de residuos sólidos municipales en la siguiente tabla.

Tabla 04. *Generación total de residuos sólidos del Distrito de la Merced - 2018.*

GPC (Kg/hab/día)	RRSS Domiciliario (Tn/día)	RRSS No Domiciliario (Tn/día)	Total de RRSS (Tn/día)
1.35 kg/hab/día	13.01	20.52	33.53

Fuente: Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos del Distrito de La Merced - 2018<sup>12</sup>.

A través de un programa piloto de segregación en la fuente y recolección selectiva de residuos sólidos en el distrito de Chanchamayo se recolectaron 29.38 Ton/mes de residuos reaprovechables con apoyo de una asociación de recicladores que lo integraban 06 de ellos haciendo uso de 02 motofurgonetas que la municipalidad les brindaba para la recolección de los residuos en los 06 sectores del distrito de lunes a viernes durante las mañanas; además se realizó el empadronamiento de 2 835 viviendas con el apoyo de 06 promotores ambientales que recorrían el distrito realizando acciones de educación ambiental y dando a conocer en qué consistía el programa de segregación en la fuente tal como se describe en el Informe del Programa de Segregación en Fuente y Recolección Selectiva de residuos sólidos inorgánicos reaprovechables - 2017<sup>13</sup>, que realizó la Sub Gerencia de Limpieza Pública.

Sin embargo, en dicho informe no se indica el área donde los recicladores realizaban las actividades de segregación, compactación y almacenamiento. Se observa por tanto la necesidad y oportunidad de generar un escenario de cambio de paradigmas asociadas a la práctica de una cultura de valorización de residuos sólidos al aplicar en potencia alternativas como el desarrollo de una Propuesta Técnica para la implementación de una planta de tratamiento de residuos sólidos reaprovechables que aporte con la gestión integral de residuos sólidos, enfocándose en la valorización de dichos residuos, de modo que se puedan obtener beneficios sociales, económicos y ambientales que conlleven a generar escenarios de desarrollo enmarcados en la sostenibilidad.

### 1.1.2. Formulación del problema

#### A. Problema general:

¿De qué manera se mejoraría la valorización de los residuos sólidos inorgánicos reaprovechables en el distrito de La Merced - Chanchamayo - Junín, 2019?

#### B. Problemas específicos:

- ¿Cuál es la capacidad de residuos sólidos inorgánicos reaprovechables que se valorizará al día en el distrito de la Merced - Chanchamayo - Junín, 2019?
- ¿Cuáles son los residuos sólidos inorgánicos reaprovechables generados en actividades domiciliarias y comerciales que reflejan un mejor potencial de valorización en el distrito de La Merced - Chanchamayo - Junín, 2019?
- ¿Cuál es el diseño operativo de una planta de tratamiento de residuos sólidos que trate la generación total de residuos sólidos inorgánicos reaprovechables en el distrito de La merced - Chanchamayo - Junín, 2019?

## 1.2. Objetivos

### 1.2.1. Objetivo general

Determinar de qué manera la propuesta de una planta de tratamiento mejoraría la valorización de los residuos sólidos inorgánicos reaprovechables en el distrito de La Merced - Chanchamayo - Junín, 2019.

### 1.2.2. Objetivos específicos

- Identificar la capacidad de residuos sólidos inorgánicos reaprovechables que se valorizará al día en el distrito de la Merced - Chanchamayo - Junín, 2019.
- Identificar los residuos sólidos inorgánicos reaprovechables generados en actividades domiciliarias y comerciales que reflejan un mejor potencial de valorización en el distrito de La Merced - Chanchamayo - Junín, 2019.
- Proponer un diseño operativo de una planta de tratamiento de residuos sólidos inorgánicos reaprovechables en el distrito de La Merced - Chanchamayo - Junín, 2019.

### 1.3. Justificación e importancia

#### 1.3.1. Justificación

La investigación se fundamenta en su por qué debido a abarcar un contexto donde se evidencia una problemática asociada a la gestión inadecuada de los residuos sólidos, de modo que se propone y aplica una alternativa que reduzca los impactos relacionados a dicho escenario de contaminación ambiental como eje principal; de igual modo, se sustenta en su para qué debido a que se pretende alcanzar resultados que sean representativos acorde al desarrollo del Programa de Segregación en la Fuente (PSF) y en función de aquello optar por una propuesta técnica de una planta de tratamiento de residuos sólidos eficiente y óptima que permita modificar las características de los residuos a fin de reducir y eliminar el potencial peligro de causar daños a la salud y al ambiente y mediante su reciclaje, reutilización y obtener ganancias a través de la comercialización para beneficiar económicamente al emprendimiento de la Asociación de Recicladores ATTA - ARSELCE y garantizar la sostenibilidad.

Metodológicamente, la investigación sustenta su aporte por el hecho de abarcar a un escenario riguroso de aplicar por encontrarse relacionado con el alcance de una Meta (03) asociada a la obtención de incentivos para el entorno municipal que indirectamente favorecerán a la mejora de la gestión

de los residuos sólidos domésticos, en especial los inorgánicos reaprovechables, en el contexto de estudio. El desarrollo del Programa de Segregación en la Fuente sostendrá su validez en el alcance de dicha meta, de modo que pueda servir como ejemplo, fundamento o antecedente y pueda ser replicado de manera directa en contextos de índole similar con la finalidad de atenuar escenarios de contaminación ambiental y se oriente a la gestión municipal hacia la sostenibilidad.

### 1.3.2. Importancia

La tesis sustenta su importancia por abarcar un contexto donde se evidencia la problemática de la inadecuada disposición de residuos sólidos, de modo que la aplicación de un buen Programa de Segregación en la Fuente refleje una alternativa sostenible de valorizar apropiadamente a los residuos sólidos generados domésticamente, de tipo inorgánico, de modo que se opte por la propuesta técnica de una planta de tratamiento de residuos sólidos inorgánicos reaprovechables lo cual va a orientado a generar ingresos económicos y a la vez se ve reflejado al adecuado manejo de residuos sólidos y de esta manera asociado a la práctica de una cultura ambiental adecuada por parte de los pobladores que, además de obtener beneficios ambientales y de salubridad, también refleja un potencial de crecimiento socioeconómico al generar puestos laborales y calidad de vida relacionados a la valorización económica (formalización de recicladores), así también obtener el reconocimiento del Ministerio del Ambiente reflejado en el programa de Metas (03) e incentivos establecido.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### 2.1. Antecedentes de la investigación

Según la Ley Orgánica de Municipalidades N° 29783, en el Artículo 80°, las municipalidades provinciales deberán de regular y controlar el proceso de disposición final de los desechos sólidos, asimismo en el inciso 2.1 aclara que se debe de administrar y reglamentar directamente o por concesión el servicio de agua potable, alcantarillado y desagüe, limpieza pública y tratamiento de residuos sólidos, cuando por economías de escala resulte eficiente centralizar provincialmente el servicio. En resumen, las municipalidades provinciales tienen la obligación de reglamentar el manejo adecuado de los residuos sólidos y elaborar estrategias que aporten con la valorización y el tratamiento de los residuos sólidos <sup>15</sup>.

Asimismo, la Ley General del Ambiente N° 28611 promueve la adecuada gestión de los residuos sólidos municipales, así como sancionar el incumplimiento de la misma, por ello es que la gestión de los residuos sólidos de origen tanto doméstico, comercial son de responsabilidad del gobierno local y que por ley se establece dicho régimen; es de responsabilidad del generador hasta la adecuada disposición final bajo condiciones de control y supervisión establecidas en la legislación vigente. Ante ello existe el marco legal que va en función a mejoras la gestión integral de los residuos sólidos <sup>16</sup>.

Según el Artículo 19° del Decreto Supremo N°014-2017-MINAM, Reglamento del Decreto Legislativo 1278, los gobiernos locales y provinciales tienen la obligación

de regular el proceso de segregación de residuos sólidos municipales en la fuente en su jurisdicción, en el marco del Programa de Segregación en la Fuente y Recolección Selectiva de Residuos Sólidos por lo que se enfatiza que el generador de residuos municipales debe realizar la segregación de sus residuos sólidos de acuerdo a sus características físicas, químicas y biológicas, con el objeto de facilitar su valorización y/o disposición final a los gobiernos locales, asimismo, las municipalidades deberán de realizar los procedimientos para elaborar sus propuestas de programas de segregación en la fuente y recolección selectiva como lo establece el marco legal <sup>17</sup>.

En el Decreto legislativo N° 1278 según su Artículo 24°, las municipalidades establecen que se debería de promover e implementar progresivamente programas de segregación en la fuente y la recolección selectiva de los residuos sólidos en todo el ámbito de su jurisdicción, facilitando la valorización de los residuos y asegurando una disposición final técnicamente adecuada, esto conlleva a que los gobiernos locales deberían de implementar estos programas institucionales para mejorar el manejo de los residuos sólidos, realizando la valorización de los residuos inorgánicos reaprovechables, cabe resaltar que el generador está obligado a entregar los residuos al servicio de limpieza pública debidamente clasificados para facilitar su aprovechamiento, como lo señala el Artículo 34°, las municipalidades que no cuenten con instrumento legal que establezcan los criterios de segregación en la fuente deberían de haberlo aprobado en un plazo de un año después de la aprobación de la ley <sup>18</sup>.

Asimismo, el Artículo 37° del Decreto Legislativo N° 1278 señala que la valorización constituye una alternativa de gestión y manejo que debe de priorizarse frente a la disposición final de los residuos, esta incluye las actividades de reutilización, reciclaje y debe ser realizada en la infraestructura adecuada y autorizada como también lo señala el Artículo 40°, sobre el tratamiento de los residuos que tiene el objetivo de modificar las características físicas, químicas o biológicas del residuo sólido, para así reducir o eliminar el potencial peligro de causar daños a la salud o al ambiente y orientados a valorizar o facilitar la disposición final. Deben ser desarrollados por las municipalidades o las Empresa Operadoras de Residuos Sólidos en las instalaciones autorizadas <sup>19</sup>.

El decreto supremo que regula la actividad de los recicladores también da a conocer la importancia que tiene la valorización de los residuos sólidos inorgánicos

reaprovechables; son las organizaciones de recicladores quienes realizan un papel clave en el manejo adecuado de los residuos sólidos como lo indica el reglamento de la ley N° 29419 <sup>20</sup>.

El Decreto Supremo N°005-2010-MINAM, Reglamento de la Ley N° 29419, que regula la actividad de los recicladores establece en el Artículo 17° el manejo selectivo de los residuos sólidos con fines de reaprovechamiento, lo cual contempla las actividades de minimización, segregación en la fuente, recolección selectiva, acondicionamiento y comercialización de residuos sólidos. En este sentido, el manejo selectivo de los residuos sólidos con fines de reaprovechamiento, puede ser efectuado por: organizaciones de recicladores con personería jurídica legalmente establecidas e inscritas en los Registros Públicos, incorporadas al Programa de Formalización de Recicladores y Recolección Selectiva de Residuos Sólidos de las municipalidades distritales y provinciales, según corresponda <sup>20</sup>. Los recicladores deben de realizar la valorización de los residuos sólidos en instalaciones donde la infraestructura es: centros de acopio de residuos sólidos municipales, plantas de valorización y las infraestructuras de disposición final. La Resolución Ministerial N°459-2018-MINAM se dispone que la Dirección General de Gestión de Residuos Sólidos elabora la guía para el diseño y construcción de Infraestructuras de disposición final de residuos sólidos municipales, la cual tiene la finalidad de brindar pautas para el desarrollo de expedientes técnicos que permiten que se tome en cuenta los diversos impactos que puede generar los residuos sólidos, considerándose estudios de suelo, hidrología, geotecnia y topografía, que es parte del expediente técnico; asimismo, dichos expedientes son aprobados por la entidad correspondiente, es decir el gobierno local tiene que presentar a la subgerencia de medio ambiente para que evalúe y se brinde la licencia ambiental para que pueda iniciar con la ejecución y posterior operación <sup>21</sup>.

El Decreto Legislativo N°1501-2020-MINAM que modifica el decreto legislativo N°1278-2020-MINAM, lo cual modifica los Artículos 9°, 13°, 16°, 19°, 23°, 24°, 28°, 32°, 34°, 37°, 52°, 60°, 65° y 70°; asimismo, según el Artículo 23° en el inciso k) Implementar programas de gestión y manejo de residuos sólidos que incluyan necesariamente obligaciones de minimización y valorización de residuos. Como el Artículo 37° La valorización constituye la alternativa de gestión y manejo que debe priorizarse frente a la disposición final de los residuos. Dicha operación consiste en la transformación química y/o biológica de los residuos sólidos, para constituirse,

de manera total o parcial, como insumos, materiales o recursos en los diversos procesos; así como en la recuperación de componentes o materiales, establecida en la normativa. En el Artículo 34° La segregación de residuos de gestión municipal y no municipal es obligatoria y debe realizarse en la fuente de generación. En el Artículo 65° del presente decreto legislativo recalca con respecto a la implementación de infraestructuras para el manejo de residuos sólidos que están autorizadas tales como Infraestructuras de valorización, Plantas de Tratamiento e Infraestructuras de disposición final lo que respalda el proyecto de investigación realizada.

#### 2.1.1. Antecedentes encontrados en artículos científicos

En el artículo científico titulado: “Programa de reciclaje de la fracción inorgánica de residuos sólidos municipales (FIRM), aplicado a una Comuna de Chile, Ñuñoa”, se planteó el objetivo de: “dar a conocer el Programa de Reciclaje de la Fracción Inorgánica de Residuos Municipales (FIRM) de Ñuñoa y su evolución en el período de funcionamiento (2003 y 2007)”. Considera que la evaluación del programa de reciclaje implementado evidencia una práctica adecuada en sentido de ser catalogado como positivo; también consideran que la estrategia de valorización material adecuada fue el establecer un entorno de comercialización de los residuos inorgánicos identificados, los cuales incluyeron: papeles, cartones, botellas PET, vidrios, envases de aluminio, tetra-pack y otros. Concluye que para obtener beneficios ambientales y socioeconómicos debería implementarse siempre sistemas de valorización de materiales (ex residuos) de modo que se genere una nueva cadena de comercio, lo cual es favorable para el entorno de desarrollo empresarial y así también para reducir la necesidad de utilizar un lugar de disposición final; a dicho enfoque de valorización deberá ir acompañado un programa de minimización <sup>22</sup>.

En el artículo científico titulado: “Minimización de Residuos Sólidos”, se planteó como objetivo: prevenir, evitando la generación de residuos sólidos, seguido de procurar la minimización y su tratamiento, la disposición final de los residuos como última opción. Se hace referencia

sobre la Agenda 21, en la cual señala los principios y estrategias relacionados al manejo de adecuado de los residuos sólidos, en la cual se consideran 08 principios; son 03 principios importantes que aportaran con la investigación, tales como el principio de reducción en la fuente que enuncia la necesidad de minimizar la generación de residuos sólidos en cantidad y en sus características que no genere contaminación al ambiente. El segundo principio es de proximidad que busca el acopio, tratamiento, disposición final de los residuos que tengan lugar tan cerca de la fuente generadora como sea posible y que sea técnica y económicamente factible. Finalmente se tiene al principio de participación pública, asociada al diseño e instrumentación de los sistemas de manejo integral de residuos que se oriente en el informe que involucre a la población <sup>23</sup>.

En el artículo científico titulado: “Valoración económica del reciclaje de desechos urbanos”, en el cual se planteó como objetivo: “estimar el monto de la disposición a pagar (DAP) de los habitantes (a nivel de hogar) de Texcoco, Estado de México, para implementar un sistema de reciclaje”. Se obtuvo que un 59 % de los responsables familiares estuvieron de acuerdo con el incremento de arbitrios relacionados con la mejora de la calidad ambiental asociado al problema de los residuos sólidos, mientras que un 99 % estuvo de acuerdo en implementar sistemas de reciclaje y un 94 % considera que dicho problema se observa como grave y muy grave. De manera complementaria se considera que un 31 % hace referencia a que la falta de cultura es la causa principal del problema; textualmente hacen referencia a que “es necesario implementar programas de educación ambiental para concientizar a la población de temas ambientales de gran relevancia como lo es el reciclaje” <sup>24</sup>.

En la investigación titulada: “Gestión de los residuos sólidos y sus impactos económicos, sociales y medioambientales”, se planteó como objetivo: “exponer las razones que justifican la gestión de los residuos sólidos, específicamente los urbanos, así como una estrategia para su realización y la valorización del beneficio que se logran a través de sus impactos económicos, sociales y ambientales para todas las regiones del planeta y especialmente para los países que se encuentran en vías de desarrollo”.

Considera que la aplicación de un proceso de reciclaje acarrearía a obtener beneficios como la disminución de la explotación de los recursos naturales, así como la reducción de los espacios denominados como botaderos y la disminución de costos por servicios médicos derivados de la proliferación de enfermedades infecto-contagiosas. Considera finalmente que más que un problema, el adecuado manejo de los residuos sólidos se evidencia como una oportunidad al utilizarlos como materia prima o insumos en entornos de valorización que, si bien se relaciona con la implementación de entornos tecnológicos, favorecen al alcance de un cambio cultural asociado al alcance de la sostenibilidad <sup>25</sup>.

En la investigación titulada: “Valoración económica del impacto ambiental del manejo de residuos sólidos municipales: estudio de caso”, se planteó con el objetivo de: “integrar la información asociada a la valoración económica del impacto ambiental del manejo adecuado de los residuos sólidos municipales y asociarlo a un proceso de toma de decisiones de tal forma que cuando se emplee se conozca y se pague el costo representativo por el entorno de contaminación”. Se presenta el siguiente esquema asociando a la interacción del medio ambiente y la economía:

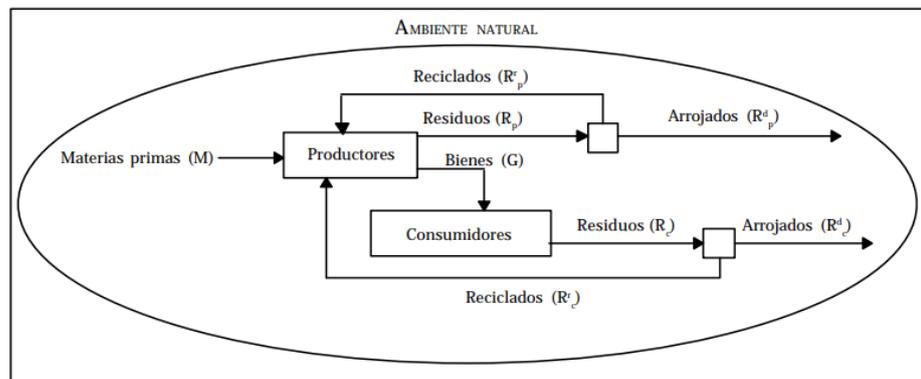


Figura 03. El medio ambiente y la economía.

Fuente: FIELD, citado por IBARRARÁN et. al. <sup>26</sup>.

De igual manera, se hace énfasis de que: “la cantidad de materias primeras es igual a la producción más los residuos de la producción, menos las cantidades que se reciclan por parte de los productores y los

consumidores”. Además, se observa que existen tres formas de reducir las materias primas: “disminuyendo la cantidad de bienes y servicios generados en la economía, reduciendo la intensidad de los residuos de producción, e incrementando el reciclaje”. Finalmente, se considera que si bien la naturaleza puede asimilar los impactos que generan los residuos, la generación en masa que supone un entorno de consumismo en las sociedades llega a sobrepasar dicho límite de asimilación, generando focos de contaminación; de igual manera, consideran que se debería priorizar la intensificación de proyectos asociados a la educación ambiental, debido a que en dichos entornos se busca el formar una conciencia ambiental sostenible <sup>26</sup>.

En el artículo científico titulado: “Segregación residencial socioeconómica y políticas habitacionales. Una aproximación a partir del Programa “Mi Casa, Mi Vida”. Estudio de caso en la ciudad de Córdoba, Argentina”, con el objetivo de: “analizar los posibles efectos del programa habitacional “Mi Casa, Mi Vida” en la segregación residencial socioeconómica de la ciudad de Córdoba (Argentina). Considera que el programa desarrollado se concentra en áreas donde prolifera la pobreza, asociando a dicho contexto directamente con el centralismo y por tanto la población se encuentra en la periferia de la ciudad, estando en contacto directo muchas veces con la naturaleza, acentuando a los procesos de segregación, reciclaje y comercialización en un entorno exclusivo donde el desconocimiento o falta de retroalimentación conlleva a observar un ambiente no concientizado; de igual manera, hacen un énfasis en el conglomerado de factores asociados a una práctica inadecuada de segregación de residuos ligados a la formación que se recibe en entornos educativos y familiares, evidenciando una necesidad de impartir conocimientos asociados a la educación ambiental <sup>27</sup>.

En la investigación titulada: “Manejo y separación de residuos sólidos urbanos. Análisis comparativo entre Madrid (España) y el distrito especial industrial y portuario de Barranquillas (Colombia)”, se planteó como objetivo: “analizar cómo se efectúa el manejo y separación de los residuos sólidos urbanos en el Distrito Especial Industrial y Portuario de Barranquilla estableciendo una comparación con la estrategia seguida en las áreas

urbanas de la ciudad de Madrid”. Se menciona que la educación ambiental mantiene una relevancia significativa y que ello influye directamente con la eficiencia del manejo y separación de los residuos sólidos urbanos mediante el desarrollo de estrategias complementarias a la formación educativa que tienen los pobladores de la zona de estudio, abarcando entornos de reconocimiento o incentivos que se relacionan a cambios en la cultura ciudadana. Identificaron también que el problema de mayor relevancia que se tiene es la presencia de botaderos a cielo abierto, las cuales tienden a incrementarse en volumen debido a la poca participación que se tiene en zonas especialmente comerciales (mercados). Finalmente, se menciona que se deberían adoptar medidas que faciliten la segregación de los residuos en la fuente de generación a través de una planificada estrategia de educación ambiental <sup>28</sup>.

En la investigación titulada: “Generación de residuos sólidos domiciliarios y potencial de reaprovechamiento para reciclaje en la ciudad de Yunguyo, Yunguyo - Puno 2017”. El problema del inadecuado manejo y disposición final de residuos sólidos, se ha incrementado en la ciudad de Yunguyo, tanto por el crecimiento poblacional como por la carente educación ambiental de los ciudadanos, al desconocer el potencial de aprovechamiento y los impactos económicos que genera tal actividad, el reciclaje es una alternativa que reducirá ampliamente los residuos eliminados indiscriminadamente, mejorando así la calidad ambiental y por ende la calidad de vida. La investigación se llevó a cabo entre los meses de agosto a octubre del año 2017, el objetivo de la investigación fue determinar la generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios, cantidad de residuos reciclables y su potencial de reaprovechamiento. El tamaño de muestra que se tomó para la investigación fue de 86 viviendas con un 15 % de contingencia, se comenzó por la capacitación al personal participante del estudio y jefes de hogar participantes, seguidamente durante 8 días consecutivos se realizó la recolección de los residuos sólidos domiciliarios generados los cuales fueron codificados para su identificación, se descartó la muestra del primer día de recolección considerado como día “0”, realizando la recolección en una moto carga. La generación per cápita (GPC) hallada fue de 0.30 kg/hab/día en la ciudad de Yunguyo, asimismo según la proyección de la población total (13 987)

se tiene una generación diaria de 4.2 toneladas de residuos sólidos; del total de los residuos sólidos se halló que la materia orgánica (que puede generar compost) y residuos reciclables tienen un porcentaje de 65.36 % siendo la fracción potencialmente recuperable. Se concluye que mensualmente se pueden recuperar 34.44 toneladas de residuos sólidos reaprovechables con una estimación de ingresos por comercialización de S/ 6 043.48, mientras que al año se pueden generar ingresos por S/ 72 521.76 <sup>29</sup>.

#### 2.1.2. Antecedentes encontrados en tesis

En la tesis titulada: “Diseño de un programa de segregación en la fuente y recolección selectiva de residuos sólidos de la provincia de Ferreñafe - 2018”, con planteó como objetivo “analizar el programa de segregación en la fuente y recolección selectiva de residuos sólidos domiciliarios en el distrito del Rímac, año 2018”. En sus conclusiones se menciona lo siguiente <sup>30</sup>:

- Existen factores de índole administrativa que incluyen a la influencia política y la gestión de los recursos a nivel municipal que limitan un correcto funcionamiento del programa de segregación en la fuente y recolección selectiva de residuos sólidos.
- De igual manera, identificaron que en el lugar de estudio se tiene una cultura ambiental deficiente a causa de la inexistencia de programas de educación ambiental no formal e informal.
- Respecto del programa, se logró teóricamente congeniar de una manera adecuada a los grupos de interés involucrados: Gerencia de Limpieza Pública, Sensibilizadores y Promotores Ambientales y la Asociación de Segregadores del Rímac.
- Se obtuvieron beneficios asociados a la sostenibilidad: “los beneficios sociales se sustentan en la satisfacción de las necesidades primarias de la población, tal como la generación de nuevos puestos de empleo; en cuanto a los beneficios económicos, se fundamenta en el desarrollo económico local, ello a través de la sustentabilidad ambiental, que permita el ahorro de los recursos y la comercialización de los mismos

en aras de una ganancia; los beneficios ambientales, partiendo del ahorro, se plasman en la preservación de los recursos naturales y la mejora de la salud de las personas”.

- La participación de la ciudadanía se logró a partir de implementar alternativas de comunicación gráfica y audiovisual, enfocándose en la prevención y concientización sobre el cuidado del ambiente, desarrollándose campañas, capacitaciones y reuniones en juntas vecinales promovidas por el ente regulador, apoyando sus esfuerzos en las metas instauradas por el Ministerio de Economía y Finanzas asociados a los Programas de Incentivos.

En la tesis titulada: “Diseño de un programa de segregación en la fuente y recolección selectiva de residuos sólidos de la provincia de Ferreñafe - 2018”, se planteó el objetivo de “diseñar un programa de segregación en la fuente y recolección selectiva de residuos sólidos en la Provincia de Ferreñafe promoviendo la inserción social y económica de los recicladores, el crecimiento productivo de la cadena del reciclaje, una cultura de consumo responsable, las buenas prácticas ambientales de minimización y segregación”. Se llegaron a las siguientes conclusiones <sup>31</sup>:

- Se logró la formalización de recicladores en la asociación “Santa Lucía de Ferreñafe”, conformando un equipo con la empresa Mundo Verde que opera en el contexto en un giro de negocio asociado al reciclaje.
- Fue oportuno ejecutar entornos de capacitaciones relacionadas a la educación ambiental, principalmente en instituciones educativas, juntas vecinales, asociación de mototaxistas y de mercados.
- La aplicación del programa trajo beneficios directos e indirectos, asociados con la cadena de reciclaje, preservando el entorno socioeconómico de los recicladores y promoviendo beneficios de sostenibilidad a la localidad.

En la tesis titulada: “Análisis y propuesta de aplicabilidad de métodos y técnicas de aprovechamiento, recuperación y eliminación de residuos sólidos urbanos en Tabacundo, Cantón Pedro Moncayo”, se planteó como objetivo general el “realizar un análisis y una propuesta de aplicabilidad de

métodos y técnicas de aprovechamiento, recuperación y eliminación de residuos sólidos urbanos para Tabacundo, Cantón Pedro Moncayo que sea sustentable social, económica y ambientalmente”. Se llegó a las siguientes conclusiones <sup>32</sup>:

- La generación per cápita de residuos fue de 0.58 kg/hab/día, del cual un 73.92 % comprende a residuos orgánicos mientras que el 26.08 % es inorgánico.
- La frecuencia de recolección de residuos orgánicos e inorgánicos fue la misma, asumiendo tres días por semana para cada uno.
- Los residuos orgánicos serán valorizados mediante compostaje, mientras que los inorgánicos serán comercializados tras separarlos.

En la investigación titulada: “Características y valorización de los residuos de origen urbano” se planteó el objetivo de “estudiar las características, producción, formas de gestión, tratamiento y destino de los residuos generados en el entorno urbano, principalmente los residuos sólidos urbanos (RSU)”. Llega a las siguientes conclusiones <sup>33</sup>:

- La opción de gestión sostenible más adecuada engloba a la transformación de los residuos en materia prima o recursos mediante su valorización, en entornos de reciclaje y reutilización, de la mayor fracción de la cual se componen.
- Se recomienda realizar estrategias que engloben a la minimización de la generación de los residuos sólidos urbanos, así como su valorización en entornos sanitariamente apropiados de modo que se reduzcan los impactos a la salud y al ambiente.

En la tesis titulada “Propuesta técnica para la implementación de una planta de tratamiento de desechos sólidos en el municipio de San José de Pinula – Guatemala”, se planteó el objetivo de proponer un análisis técnico de los desechos sólidos con el resultado de reducir o eliminar el daño potencial para la salud humana y el medio ambiente con la ayuda de los procesos de reciclaje, recuperación o reutilización de los desechos. En base a la caracterización y cuantificación de los desechos sólidos municipales, el análisis calcula el tamaño del área, sistemas de operación

y los lineamientos de la implementación y operación de la planta, tomando cada proceso del tratamiento como: proceso de separación, proceso de reciclaje, área de compostaje y relleno sanitario, lo cual permite crear una nueva estrategia para el manejo de los desechos sólidos de la región y calcular la viabilidad del negocio de reciclaje y compostaje. Se concluye que <sup>34</sup>:

- Se obtuvo que el 54 % de los desechos generados pueden pasar por un proceso de compostaje; esto se decidió por el método Takakura y el 27 % corresponde a emplear un proceso de reciclaje, mientras que el 19 % de la fracción restante llegará a un relleno sanitario.
- En la fracción inorgánica reciclable, se reconocieron seis tipos de materiales reciclables en el cual por semana se estarían separando y recuperando 11 925 kg para la venta. Para la disposición del resto de la fracción es necesario un relleno sanitario de 5.5 hectáreas, siendo un área sumamente extensa.

## 2.2. Bases teóricas

### 2.2.1. Fundamentos teóricos de la investigación

- Gestión integral de residuos sólidos municipales:

Según el Artículo 2º del Decreto Legislativo 1278, la finalidad de la Gestión Integral de residuos sólidos municipales en el país tiene como primera finalidad la prevención o minimización de la generación de residuos sólidos en origen, frente a cualquier otra alternativa. En segundo lugar, respecto de los residuos generados, se prefiere la recuperación y la valorización material y energética de los residuos, entre las cuales se cuenta la reutilización, reciclaje, compostaje, coprocesamiento, entre otras alternativas siempre que se garantice la protección de la salud y del medio ambiente. La disposición final de los residuos sólidos en la infraestructura respectiva constituye la última alternativa de manejo y deberá realizarse en condiciones ambientalmente adecuadas <sup>18</sup>.

La gestión de los residuos sólidos abarca a la selección y aplicación de actividades, tecnologías, técnicas y programas de gestión eficientes para lograr metas y objetivos específicos en la gestión de residuos, orientados en la reducción, reciclado, reutilización, transformación y vertido; también a la administración de los elementos funcionales como su “generación, recolección, separación, procesamiento y transformación”, transporte, vertido y en algunos casos la recuperación del suelo post-clausura del vertedero <sup>35</sup>. La gestión de residuos sólidos está dirigida a responder a la problemática de los residuos a través de soluciones viables y sostenibles, así también mediante tecnologías apropiadas y sostenibles, la participación de la población con respecto al adecuado manejo de residuos sólidos y el cuidado del ambiente <sup>36</sup>.



Figura 04. Gestión responsable de los residuos sólidos municipales.

Fuente: Ministerio del Ambiente <sup>37</sup>.

- Minimización de los residuos y eficiencia en uso de materiales:

Se asocia con la acción de reducir al mínimo posible el volumen y peligrosidad de los residuos, es decir cambiar los hábitos de consumo a través de cualquier estrategia preventiva, procedimiento, método o técnica utilizada en la actividad generadora. Los productores innovan en los procesos de la elaboración de bienes y servicios para generar menos residuos <sup>7</sup>.

- Segregación de los residuos sólidos municipales:

Se asocia con la acción de agrupar determinados componentes o elementos físicos de los residuos sólidos para ser manejados en forma especial y colocarlos en recipientes de diferentes colores conforme a la NTP 900.058.2019 “Gestión de residuos: código de colores para el almacenamiento de residuos sólidos” de acuerdo a su composición y características físicas. Esta segregación debería ser realizada por todos los pobladores, por lo que deben estar capacitados; así también las calles, veredas, parques, etc., deben estar implementados con recipientes para una adecuada segregación <sup>18</sup>.

- Residuos sólidos orgánicos e inorgánicos:

Los residuos son desechos, subproductos o sustancias que son resultante de la actividad del hombre o de la naturaleza en estado sólido o semisólido. Los residuos sólidos se pueden clasificar de acuerdo a su naturaleza como: residuos orgánicos e inorgánicos <sup>37</sup>.

- Residuos sólidos orgánicos:

Son residuos de origen biológico que al estar expuestos a condiciones ambientales se descomponen por acción natural de organismos vivos como “lombrices, bacterias y hongos”, los cuales facilitan su descomposición en un tiempo corto; son generalmente generados en los hogares, incluyendo a cáscaras, frutas, plantas, hojas, etc. <sup>37</sup>.

- Residuos sólidos inorgánicos:

Son residuos de origen no biológico y que expuestos a condiciones ambientales demoran mucho tiempo en descomponerse, es decir “no son biodegradables”; dentro de estos residuos encontramos al papel, plásticos, vidrios, textiles, chatarra, productos de limpieza, etc. La mayor parte de estos

residuos son de origen natural pero no biodegradables por lo que se pueden reciclar y recuperar, permitiendo el ahorro de energía y materias primas, contribuyendo así a la calidad ambiental <sup>37</sup>.

Residuos del ámbito municipal		
Tipo de residuo	Color	Ejemplos de residuos
Aprovechables	Verde	Papel y cartón Vidrio Plástico Textiles Madera Cuero Empaques compuestos (tetrabrik <sup>1</sup> ) Metales (latas, entre otros)
No aprovechables	Negro	Papel encerado, metalizado, Cerámicos Colillas de cigarro Residuos sanitarios (papel higiénico, pañales, paños húmedos, entre otros)
Orgánicos	Marrón	Restos de alimentos Restos de poda Hojasca
Peligrosos	Rojo	Pilas Lámparas y luminarias Medicinas vencidas Empaques de plaguicidas Otros

Figura 05. Código de colores para los residuos del ámbito municipal.

Fuente: NTP 900.058.2019 "Gestión de residuos: Código de colores para el almacenamiento de residuos sólidos <sup>38</sup>.

- **Recolección selectiva de los residuos sólidos:**

La recolección selectiva será ejecutada por una asociación de recicladores formales quienes recolectarán los residuos inorgánicos y orgánicos en la fuente, en la vía pública, en el sistema de limpieza pública, plantas de transferencias y botaderos. Los residuos inorgánicos serán transportados a su centro de acopio para su respectiva selección y los residuos orgánicos serán enviados a otro centro de acopio para su respectiva transformación en abono orgánico <sup>18</sup>. Asimismo, para realizar el plan de recolección selectiva se deben de priorizar las siguientes actividades <sup>39</sup>:

- Dividir la zona de intervención del programa en sectores, tomando como referencia las urbanizaciones, comités, asentamientos humanos, grupos habitacionales, etc., que conforman la zona de intervención.

- Asignar a cada sector un día, frecuencia y horario de recolección, considerando que el personal operativo, reciclador o empresa según sea el caso culmine sus labores de recolección.
  - Establecer el diseño de las rutas adicionalmente según el número de viviendas por zona.
  - Los factores fundamentales que se debe considerar para definir la frecuencia de recolección son <sup>39</sup>:
    - Tiempo para que la generación de residuos pueda almacenarse en un depósito de dimensiones convenientes.
    - Tiempo que tardan los residuos en producir olores desagradables, en condiciones medias de temperatura de la región, tanto en invierno como verano. Por ejemplo: de reaprovechar los residuos orgánicos estos necesitan una mayor frecuencia de recolección ya que tienen un alto nivel de descomposición.
    - Ciclo de desarrollo de la mosca (seis a siete días de temperatura de verano).
    - También es importante tener en cuenta la limitación de la población para contar con espacio para el almacenamiento y las expectativas de la población.
    - El mejor horario para la recolección es aquel donde exista mayor probabilidad de presencia de un miembro de la familia en su hogar, además que la recolección no interfiera en sus costumbres cotidianas, como la hora de ir al mercado o la hora del almuerzo de las amas de casa.
    - Intensidad de tráfico u horas punta, que retrasan la recolección de los residuos y el retorno a la zona de intervención y generan riesgo por accidentes de tránsito.
    - Hacer uso de vehículos no convencionales o convencionales que aporten con el recojo selectivo de los residuos municipales.
- Valorización de los residuos sólidos municipales:

El Artículo 37° del Decreto legislativo N° 1278 señala que la valorización constituye una alternativa de gestión y manejo que debe de priorizarse frente a la disposición final de los residuos; ésta incluye las actividades de reutilización y reciclaje, los cuales deberán ser realizados en la infraestructura adecuada y autorizada como también lo señala el Artículo 40° sobre el tratamiento de los residuos que tiene el objetivo de modificar las características físicas, químicas o biológicas del residuo sólido, para así reducir o eliminar su potencial peligro de causar daños a la salud o al ambiente y orientados a valorizar o facilitar la disposición final. Deben ser desarrollados por las municipalidades o las Empresa Operadoras de Residuos Sólidos en las instalaciones autorizadas.

- Valorización de los residuos inorgánicos reaprovechables:

La valoración económica en el manejo de los residuos sólidos permite la mejora de la calidad ambiental a través del reciclaje y comercialización de los residuos inorgánicos. El valor económico de algunos residuos inorgánicos aprovechables se muestra en la tabla siguiente.

Tabla 05. *Canasta de precios de los residuos inorgánicos reaprovechables.*

Tipo de Residuo	Costo x kg
Papel blanco	0.50
Papel periódico	0.20
Papel mixto	0.20
Papel film	1.00
Cartón marrón	0.20
Cartón blanco	-
Vidrio blanco	0.10
Vidrio marrón	-
Vidrio verde	-
PET (Tetrafelato de polietileno)	1.00
PEAD (HDPE)(Polietileno de alta densidad)	0.80
PVC (Polocloruro de vinilo)	0.60
PEBD o LDPE (Polietileno de baja densidad)	0.80
PP (Polipropileno)	-
Tetrapack	-
Aluminio	0.20
Hojalata	1.00
Fierro o metal	3.00

Fuente: Ministerio del Ambiente, citado por Roca <sup>40</sup>.

Según el Decreto Supremo N°004-2017-MINAM, Reglamento del Decreto legislativo N° 1278, Ley de la Gestión Integral de Residuos Sólidos, el Artículo 4° se incluyen las siguientes operaciones: segregación, almacenamiento, limpieza, trituración, compactación física, empaque o embalaje y la recuperación. Dicho artículo está enfocado en que son las organizaciones de recicladores quienes deberían de realizar dichas actividades para mejorar el manejo de los residuos sólidos municipales, considerándose también que solo los recicladores podrán hacer la recolección de los residuos sólidos de tipo inorgánico <sup>41</sup>.

En el Artículo 19° se cotejan los tipos de residuos sólidos autorizados para la recolección, enfatizando que los recicladores sólo podrán hacer recolección de los residuos sólidos de tipo inorgánico tales como <sup>39</sup>:

- a) Papel mezclado: está constituido por papeles de oficina, papel de informática, papel satinado, papel encerado, papel periódico y otros.
- b) Cartón: está constituido por medios ondulados, cajas o cartones ondulados y otros.
- c) Plástico: todos los plásticos.
- d) Metales ferrosos: acero, hojalatas, latas bimetálicas.
- e) Metales no ferrosos: latas de aluminio, papel de aluminio, cobre, bronce y otros.
- f) Vidrio: todos los vidrios de diferentes colores.
- g) Caucho: todos los cauchos.
- h) Telas: diferentes colores y calidades; residuos considerados como no peligrosos.

La valorización económica de los residuos reaprovechables identificados y con potencial de comercialización, se determina a partir de la canasta de precios del mercado local del reciclaje.

Tabla 06. *Ejemplo de valorización de los residuos reaprovechables.*

Tipo de residuos sólidos reaprovechables	Tipo de residuos sólidos reaprovechables	Generación de los residuos reaprovechables (TM/mes)	Potencial de segregación efectiva de los residuos sólidos reaprovechables (al 25%)	Canasta de precios en el mercado (soles/Ton)	Estimación de ingresos económicos por efecto de la comercialización (soles/mes)
A	B	C	D	E	F
Papel	0.0703	114.39	28.60	700	20,018.63
Cartón	0.0235	38.24	9.56	150	1,433.97
Vidrio	0.0173	28.15	7.04	100	703.76
Plástico PET	0.011	17.90	4.47	1100	4,922.28
Plástico duro	0.0119	19.36	4.84	600	2,904.55
Bolsas	0.0432	70.30	17.57	200	3,514.75
Aluminio	0.0073	11.88	2.97	850	2,524.19
<b>Total</b>	<b>0.1845</b>	<b>300.22</b>	<b>75.05</b>	-	<b>36,022.14</b>

Fuente: Guía metodológica para implementar el Programa de Segregación en Fuente y Recolección Selectiva de los residuos reaprovechables de 2018 <sup>39</sup>.

La implementación del programa de segregación proporcionará una serie de beneficios, por ejemplo, el municipio contará con <sup>39</sup>:

- Una reducción de los costos de disposición final de residuos sólidos (relleno sanitario, transporte y/o transferencia) según sea el caso.
- Aumento de la vida útil del relleno sanitario.
- Disminución de los gastos como remediación de áreas degradadas por el arrojo de residuos sólidos (botaderos).
- Educación y conciencia ambiental en la población.
- Disminución de gastos generales por limpieza pública, considerando que el comportamiento de comunidades educadas y concientizadas ambientalmente se traduce en menos intervención, ciudades más limpias.
- Mejora de las condiciones ambientales y salud pública.
- Generación de puestos de trabajo directo e indirecto asociados a la cadena de valor del reciclaje.
- Mejoras en las condiciones laborales de recicladores, promoviendo la constitución de asociaciones formales.
- Además de estos beneficios ambientales, sociales y económicos descritos se tiene que por cada tonelada de residuos reciclados se cuenta con una serie de ahorros en consumo de materias primas.

- Reciclaje y comercialización de residuos sólidos:

La Ley N° 29419, Ley que regula la actividad de los recicladores <sup>20</sup> menciona que el reciclaje es un proceso donde se incorporan residuos o productos finales a métodos de transformación y producción diseñados especialmente para eliminar o minimizar sus efectos contaminantes y su volumen, asimismo de generar ingresos económicos. El reciclado es un proceso que tiene como fin la recuperación de componentes que contienen algunos residuos sólidos urbanos de forma directa o indirecta <sup>42</sup>; este tratamiento debe tender a lograr los siguientes objetivos:

- Ahorro de energía.
- Conservación y protección de recursos naturales y del ambiente.
- Disminución o minimización del volumen de residuos.

Tabla 07. Consumo de ahorro de materias primas y emisiones de dióxido de carbono por residuos.

Reciclar 1 tonelada de papel	Se evita talar 17 árboles aprox.
	Se evita consumir 26 m <sup>3</sup> de agua
	Se evita consumir 6 kW/h de energía
	Se evita emitir 820 kg.CO <sub>2</sub>
Reciclar 1 tonelada de plástico	Se evita extraer 500 L de petróleo
	Se evita emitir 410 kg.CO <sub>2</sub>
Reciclar 1 tonelada de vidrio	Se evita extraer 1.2 Ton de arena sílice
	Se evita consumir 2,061.84 kW/h de energía
	Se evita emitir 180 kg.CO <sub>2</sub>
Reciclar 1 tonelada de Chatarra	Se evita extraer 1.5 Ton de hierro
	Se evita consumir 0.5 t de carbón coque
	Se evita emitir 2000 kg.CO <sub>2</sub>

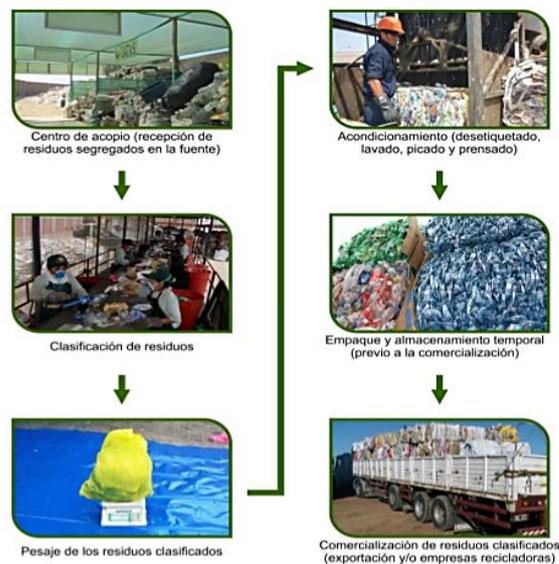
Fuente: Guía metodológica para implementar el Programa de Segregación en Fuente y Recolección Selectiva de los residuos reaprovechables de 2018 <sup>39</sup>.

- Plantas de valorización de residuos sólidos municipales:

Según el Artículo 103° del D.S. 004-2017-MINAM, las plantas de valorización de los residuos sólidos son infraestructuras donde se realizan las siguientes operaciones:

- a) Segregación.
- b) Almacenamiento.
- c) Limpieza.
- d) Trituración o molido.
- e) Compactación física.
- f) Empaque o embalaje.
- g) Procesos, métodos o técnicas de tratamiento.
- h) Otras que establezca el Ministerio del Ambiente (MINAM) en coordinación con las autoridades competentes.

El material recolectado de los hogares se transporta y almacena a un centro de acopio para que los residuos inorgánicos en donde se realiza un acondicionamiento y posterior comercialización; en el caso de los residuos orgánicos se transporta y almacena a un centro de aprovechamiento donde a través del compostaje, empleo de lombrices, vivero, invernadero y bio-huerto se realiza un aprovechamiento de residuos orgánicos (de generación en mercados, poda de áreas verdes, entre otros) según fuera el tipo del servicio.



*Figura 06.* Flujograma del proceso de almacenamiento, segregación, acondicionamiento y comercialización de residuos inorgánicos.

Fuente: Guía metodológica para implementar el Programa de Segregación en Fuente y Recolección Selectiva de los residuos reaprovechables de 2018 <sup>39</sup>.

Asimismo, los residuos inorgánicos reaprovechables deben ser transferidos a una planta de tratamiento de residuos inorgánicos reaprovechables que deben cumplir estas operaciones tales como el almacenamiento, acondicionamiento y comercialización de residuos inorgánicos <sup>39</sup>.

- Infraestructuras de disposición final de residuos sólidos municipales:

El diseño del relleno sanitario para los residuos que no se pueden reaprovechar comprende las siguientes instalaciones:

1. Mejoramiento de la vía de acceso.
2. Área de la infraestructura.
3. Cerco perimétrico.
4. Franja de amortiguamiento.
5. Drenaje de aguas pluviales.
6. Impermeabilización de la base de las plataformas.
7. Taludes.
8. Plataforma.
9. Drenaje de lixiviados.
10. Pozas de lixiviación.
11. Chimeneas.
12. Cobertura de plataformas y pozas de lixiviación.
13. Dispositivos para el monitoreo ambiental.
14. Instalaciones auxiliares como control.
15. Uso futuro.

La selección del área del relleno sanitario está sujeta a normas a fin de que la operación durante su vida útil no cause riesgos a la salud, ambiente y bienestar de la población en general. También se tiene a métodos a emplear para la disposición final de los residuos sólidos.

- Método de área:

El método es similar al de trinchera y consiste en depositar los residuos sobre el talud inclinado, se compactan en capas inclinadas de 60 cm. Para formar la celda que después se cubre con tierra. Las celdas se construyen inicialmente en un extremo del área a rellenar y se avanza hasta terminar en el otro extremo. Este método se puede usar en cualquier terreno disponible como canteras abandonadas, inicio de cañadas, terrenos planos, depresiones y ciénegas contaminadas; un punto importante en este método, para que el relleno sea económico, es que el material de cubierta debe transportarse de lugares cercanos a éste. Para que se cumpla la condición de ser relleno sanitario, al finalizar el trabajo diario se deben cubrir las celdas para evitar la proliferación de fauna nociva, malos olores que invadan a todo el sector y que los residuos sean llevados por el viento fuera del relleno.

- Método de trinchera:

Consiste en depositar los residuos sólidos sobre el talud inclinado de la trinchera (talud de relación 1:3), donde son esparcidos y compactados con el equipo adecuado, en capas, hasta formar una celda que después será cubierta con el material excavado de la trinchera, con una frecuencia mínima de una vez al día esparciéndolo y compactándolo sobre el residuo. Este método es usado normalmente donde el nivel de aguas freáticas es profundo, las pendientes del terreno son suaves y las trincheras pueden ser excavadas utilizando equipos normales de movimiento de tierras.

- Método mixto o combinado:

Los métodos mixtos o combinados son considerados los más eficientes ya que permiten ahorrar el transporte del material de cubierta (siempre y cuando exista éste en el sitio) y aumentan la vida útil del sitio. En algunos casos cuando las condiciones geohidrológicas, topográficas y físicas del sitio elegido para llevar a

cabo el relleno sanitario son apropiadas, se pueden combinar los dos métodos anteriores, por ejemplo, se inicia con el método de trinchera y posteriormente se continúa con el método de área en la parte superior. Otra variación del método combinado, consiste en iniciar con un método de área, excavado el material de cubierta de la base de la rampa, formándose una trinchera, la cual servirá también para ser rellena<sup>34</sup>.

- Programa presupuestal de metas:

El Ministerio de Economía y Finanzas<sup>43</sup>, ha detectado problemas debido al incremento no controlado de la generación y peligrosidad de los residuos sólidos de ámbito municipal, por lo cual ha desarrollado un programa presupuestal asociado a metas; dicho entorno se fundamenta por los problemas expuestos en la siguiente figura.



Figura 07. Causas del problema de los residuos sólidos, asociados con la creación de metas presupuestales.

Fuente: Ministerio de Economía y Finanzas<sup>43</sup>.

Dicho ministerio propone ciertas actividades para lograr el alcance de lo propuesto a nivel de metas presupuestales:

- Promover el desarrollo de instrumentos económicos, financieros orientados en la ecoeficiencia de la gestión de los residuos sólidos.
- Sensibilizar a los productores en sentido del ciclo de vida de los productos, así como en la degradación ambiental por el uso intensivo de los recursos naturales.
- Capacitar en el manejo de residuos sólidos.
- Difusión de la educación ambiental y la promoción de la participación ciudadana.



Figura 08. Representación de las actividades de los productos del programa presupuestal 0036.

Fuente: Ministerio de Economía y Finanzas <sup>43</sup>.

## 2.2.2. Fundamentos metodológicos de la investigación

- Caracterización de residuos sólidos municipales:

La caracterización de residuos sólidos es una herramienta que permite obtener información relacionada a las características de los residuos sólidos como: la cantidad, composición, densidad y humedad de los residuos sólidos en un determinado ámbito geográfico, realizado mediante un estudio, así también estos datos permiten la planificación técnica y operativa del manejo de los residuos sólidos. La caracterización de los residuos sólidos se realiza con la guía publicada y validada mediante la Resolución Ministerial N° 403-2018-MINAM <sup>44</sup>; a través de las etapas de: planificación, trabajo de campo y operaciones y análisis de información.

- a) Etapa de planificación: en esta etapa es la conformación de equipos para el desarrollo del estudio, el equipo debe tener información como el plano catastral del distrito, base de datos de predios que incluya el número de establecimientos comerciales, generadores de residuos especiales y viviendas de acuerdo al nivel socioeconómico. Así también en esta etapa se realiza la programación de fechas para el plan de trabajo por lo que se considera:
  - Una semana para realizar el empadronamiento.
  - La cantidad de los días de trabajo es de 8 días.
  - Se recomienda realizar la caracterización en un día lunes.
- b) Etapa de trabajo de campo y operaciones: en esta etapa se debe llevar el registro de los participantes del estudio, procedimiento como se muestra en la figura siguiente, materiales, recolección de muestras, traslado de los residuos hacía el centro de acopio para el análisis de humedad, densidad y su respectiva composición:



Figura 09. Procedimiento para la participación de los predios en el estudio.

Fuente: Ministerio del Ambiente <sup>44</sup>.

El manejo de las muestras se realiza mediante la elaboración de materiales para el estudio como la codificación de las bolsas por viviendas para su fácil identificación al realizar el traslado al centro de acopio; así mismo se realiza una visita a las viviendas y establecimientos para la invitación respectiva para la participación de los habitantes en este estudio.

c) Etapa de análisis de información:

- Determinación del tamaño de muestra:

Para el cálculo del número de la muestra domiciliario y no domiciliar se utilizará la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z_{1-\alpha/2}^2 N \sigma^2}{(N-1)e^2 + Z_{1-\alpha/2}^2 \sigma^2}$$

Donde:

- N: población total del área.
- Z: valor estándar para intervalo de confianza de 95%.
- $\sigma$ : desviación estándar.
- e: error permisible.

- Determinación de la generación per cápita de residuos:

Para determinar la cantidad de residuos que generan los habitantes se pesarán las bolsas recolectadas por día y se registrarán los resultados, este procedimiento se realizará durante 8 días. Los pesos totales obtenidos (kg) generados en los 7 días serán divididos entre el número total de personas generadoras de residuos.

$$Gpc = \frac{Wt}{Nt}$$

Donde:

- Gpc: Generación per cápita (kg/persona/día).
- Wt: peso total de los residuos.
- Nt: número total de personas.

- Determinación de la densidad de los residuos sólidos:

Para la medición de la densidad se deberá contar con un recipiente cilíndrico del que debemos tomar sus medidas de diámetro y altura, las bolsas recolectadas serán llenadas en el recipiente dejando libre 10 cm aproximadamente para su fácil manipulación, el recipiente se levantará y se dejará caer, repetir esta acción por tres veces, seguidamente se medirá la altura libre del cilindro; repetir este procedimiento con todas las bolsas restantes.

$$S = \frac{W}{\pi \left(\frac{D}{2}\right)^2 (Hf - Ho)}$$

Donde:

- S: densidad de los residuos sólidos (Kg/m<sup>3</sup>).
- W: peso de los residuos sólidos.
- Vr: volumen del residuo sólido.

- D: diámetro del cilindro.
- Hf: altura total del cilindro.
- Ho: Altura libre del cilindro.
- $\pi$ : constante 3.1416.

- Determinación de composición de residuos sólidos:

Los residuos recolectados en las bolsas serán vertidos en un plástico grande para evitar la combinación de los residuos con la tierra; donde se separarán los residuos clasificándolos en: restos orgánicos, plásticos, botellas papel y cartón, vidrio y otros. Los residuos clasificados serán llenados en un recipiente para pesarlas con la ayuda de una balanza electrónica, los pesos obtenidos serán registrados en una lista por día.

- Análisis para el diseño de las áreas de la planta de tratamiento de residuos sólidos inorgánicos reaprovechables:

a) Análisis de la caracterización:

Con la información de la caracterización se determinaron datos por medio de fórmulas para la toma de decisiones sobre los procesos de tratamiento. Los datos calculados fueron <sup>23</sup>:

$$GPC = \frac{P}{H}$$

Donde:

- GPC = generación de la producción per cápita del sector en kg/persona/día.
- P = kg recolectados diariamente kg/día
- H = número de personas.

b) Generación total:

Es la suma de los desechos por fuente generados en el sector.

$$GT = (A + B + C + \dots)$$

Donde:

- GT= Generación total
- A = Fuente 1
- B = Fuente 2
- C = Fuente 3

c) Porcentaje por fracción:

En este paso se sacó el porcentaje por fracción de orgánico, inorgánico reciclable y resto, por separado.

$$\% F = [A (A + B + C)] * 100$$

Donde:

- A= fracción orgánica.
- B= fracción inorgánica.
- C= fracción resto.

d) Porcentaje en peso por categoría:

Se calcula el porcentaje por cada categoría dentro de la caracterización.

$$\% P = [P P_{tot}] * 100$$

Donde:

- %p= porcentaje en peso
- P= peso
- Ptot= peso total

e) Proyección de la población:

Se calculó la población proyectada para estimar las necesidades de los próximos 10 años. Con una tasa de crecimiento del 1 % <sup>45</sup>.

$$Pf = P1(1 + r)n$$

Donde:

- Pf = Población final.
- P1 = Población inicial.
- r = tasa de crecimiento.
- n = número de años.

f) Estimación de GPC en 10 años:

Se estima que la producción per cápita aumentará en 1 % anual. Entonces para cada año será:

$$Gpc2 = gpc1 + (1 \%)$$

g) Cantidad de desechos sólidos:

Se calcula la producción diaria y anual por fracción.

$$DSd = Pob \times gpc$$

$$DSa = DSd * 365 \text{ días}$$

$$DSf = DS * \% \text{ fracción}$$

Donde:

- DSd = desechos sólidos diarios.
- DSA = desechos sólidos anuales.
- DSf = desechos sólidos por fracción.
- Pob = número de habitantes.
- Gpc = generación per cápita.

h) Dimensionamiento de la separación de materiales:

De la caracterización realizada se toman solo los materiales reciclables que llegarán a la planta de separación para realizar un dimensionamiento e indicar el procedimiento, longitud y velocidad de la banda de separación más viable para el sistema. De los valores descritos, tomando en cuenta la dependencia al grado de colaboración de la población, se tendrá un porcentaje de eficiencia en la separación. Se asumirá que tendrá una eficiencia del 70 %<sup>23</sup>. Según la cantidad de material que se introduzca a la planta, se dimensiona la longitud de la banda de separación para optimizar el proceso, esto con base de los rendimientos establecidos que se implantaron en la planta de Ciudad de Loja en Ecuador. Para calcular el personal requerido en la fase de selección se calculó de acuerdo con la cantidad de residuos generados, los porcentajes de material apto para ser reciclado y el rendimiento de separación. Junto a esto se estimó la longitud total de la banda de separación.

$$n = (d)(1000kg) / (r)(8hrs)$$

Donde:

- n = número de personal por categoría.
- d = desechos en tonelada/día.
- r = rendimiento en kilogramo/hora.

$$L = (n \div 2) + 2$$

Donde:

- L = longitud mínima de la banda separadora.
- n = número total de personal.

### 2.3. Definición de términos básicos

- Acondicionamiento: “todo método que permita dar cierta condición o calidad a los residuos, para un manejo seguro, según su destino final” <sup>43</sup>.
- Almacenamiento: “grupos de personas que, individual u organizadamente, están relacionados, directa o indirectamente, en el sistema de gestión de residuos sólidos” <sup>43</sup>.
- Ambiente: “es el medio físico, biótico y humano que rodea a una determinada forma de vida; dado que es un concepto dinámico, engloba también las relaciones entre los seres con aquello que lo rodea, incluyendo su relación con otros seres similares” <sup>46</sup>.
- Aprovechamiento: “proceso mediante el cual, a través de un manejo integral de los residuos sólidos, los materiales recuperados se reincorporan al ciclo económico y productivo por medio del reúso, el reciclaje, el compostaje o cualquier otra modalidad que conlleve beneficios sanitarios, ambientales o económicos” <sup>46</sup>.
- Botadero: “lugar donde se depositan los residuos a cielo abierto sin ningún tipo de control ambiental; sinónimo de vertedero, vaciadero o basurero” <sup>46</sup>.
- Compostaje: “el compostaje es el proceso natural de la descomposición del material orgánico (residuos verdes y agroalimenticios) transformándolo en acondicionador de tierra, rico en nutrientes; su producto es el compost” <sup>46</sup>.
- Conservación: “la protección y/o uso sustentable de recursos naturales, como los bosques, ríos y combustibles, aseguran su uso continuado” <sup>46</sup>.
- Contenedor: “recipiente de capacidad variable empleado para el almacenamiento de residuos sólidos” <sup>46</sup>.
- Descomposición: “proceso de degradación de la materia orgánica por acción biológica” <sup>46</sup>.

- Disposición final: “proceso final de manipulación y eliminación de residuos sólidos” <sup>46</sup>.
- Ecoeficiencia: “ciencia que combina los principios de la ecología con la economía para generar alternativas de uso eficiente de las materias primas e insumos, así como para optimizar los procesos productivos y la provisión de servicios” <sup>43</sup>.
- Lixiviados: “líquido generado por la descomposición de los residuos e inducido por fuentes de humedad externa; este líquido puede contaminar el subsuelo o las aguas superficiales” <sup>46</sup>.
- Manejo: “conjunto de operaciones dirigidas a dar a los residuos el destino más adecuado de acuerdo con sus características, con la finalidad de prevenir daños o riesgos para la salud humana o el ambiente; incluye el almacenamiento, el barrido de calles y áreas públicas, la recolección, la transferencia, el transporte, el tratamiento, la disposición final y cualquier otra operación necesaria” <sup>46</sup>.
- Materia prima: “sustancias naturales no procesadas, como la madera y metales, para uso en la fabricación de productos” <sup>46</sup>.
- Material reciclable: “aquellos materiales procesables y reutilizables como materia prima para la elaboración de otros productos” <sup>46</sup>.
- Minimizar: “reducir al máximo la basura” <sup>46</sup>.
- Reciclaje: “proceso mediante el cual los residuos son utilizados como insumos de un nuevo proceso productivo” <sup>46</sup>.
- Recolección: “toda operación consistente en recoger, clasificar, agrupar o preparar residuos para su transporte” <sup>46</sup>.
- Recolectores callejeros: “personas que recorren las calles en triciclos, y que generalmente se dedican a la recolección de botellas de vidrios y cartones para venderlos a intermediarios” <sup>46</sup>.
- Relleno sanitario: “es el lugar destinado a la disposición final de residuos sólidos, manejados con criterios técnicos” <sup>46</sup>.
- Residuo: “cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización y control o tratamiento, cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó” <sup>46</sup>.
- Residuo biodegradable: “todos los residuos que pueden descomponerse por acción de los microorganismos, tales como los residuos de alimentos y de jardín” <sup>46</sup>.

- Residuo doméstico: “es el producto en casas de familiar, en general, está constituido por sobras de alimentos, empaques, papeles, plásticos, vidrios, trapos, etc.”<sup>46</sup>.
- Residuo de comercios: “residuo generado en establecimientos comerciales, tales como almacenes, tiendas, hoteles, restaurantes, cafeterías, etc.”<sup>46</sup>.
- Residuo no biodegradable: “es todo aquel residuo producido por el ser humano a partir de procesos químicos, el cual no puede ser incorporado a la naturaleza o tarde mucho tiempo para hacerlo, tales como el plástico derivado del petróleo, el aluminio, el vidrio”<sup>46</sup>.
- Residuo no reciclable: “es el material no recuperable a través del reciclaje como materiales de fácil descomposición, los biodegradables (desperdicios de comida, cáscara de frutas, hojas, etc.) se pueden considerar como reciclables si se produce compost con ellos”<sup>46</sup>.
- Residuo reciclable: “es todo material que puede ser recuperado a través del reciclaje, tales como papel, plástico, vidrio, metal, etc.”<sup>46</sup>.
- Residuos sólidos: “son todos aquellos materiales generados por la actividad humana y que pudieran ser desechados, comúnmente, se le llama basura”<sup>46</sup>.
- Reutilización: “toda actividad que permita reaprovechar directamente el bien, artículo o elemento que constituye el residuo sólido, con el objeto de que cumpla el mismo fin para el que fue elaborado originalmente”<sup>43</sup>.
- Segregación: “actividad que consiste en recuperar materiales reusables o reciclables del flujo de los residuos”<sup>46</sup>.
- Separación en la fuente: “clasificación de los residuos sólidos en el lugar donde se originan los mismos”<sup>46</sup>.
- Sitio de disposición final: “sitio destinado para el proceso final de manejo y eliminación de residuos sólidos”<sup>46</sup>.
- Tratamiento: “proceso de transformación física, química o biológica de los residuos sólidos para modificar sus características o aprovechar su potencial, a partir del cual se puede generar un nuevo residuo sólido con características diferentes”<sup>46</sup>.
- Vector: “ser vivo que puede transmitir enfermedades infecciosas a los seres humanos o a los animales directa o indirectamente; comprende a las moscas, mosquitos, roedores y otros animales”<sup>46</sup>.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### 3.1. Metodología aplicada para el desarrollo de la solución

La terminología aplicativa y metodológica de la solución propuesta se expone en el acápite fundamentos metodológicos de la investigación, siendo complementada por la siguiente estructura de abordaje del conocimiento:

a) Método general:

Se aplicó el método científico según Hernández-Sampieri et. al. <sup>47</sup>, puesto que se pretendió alcanzar resultados significativos tras analizar la relación entre las dos variables de estudio. Se complementó por lo propuesto por Arroyo <sup>48</sup> respecto del empleo de un método general analítico - deductivo, debido a que se analizó al conocimiento desde un enfoque general para llegar a situaciones específicas, como es propiamente dicho el contexto de la valorización de los residuos sólidos a través de la aplicación de un Programa de Segregación en la Fuente (PSF).

b) Método específico:

Según Arroyo <sup>48</sup> el método específico que se relaciona con la presente investigación, así como con las líneas de investigación asociadas con los fenómenos naturales, es la observación, sustentando también lo propuesto por

Hernández-Sampieri et. al. <sup>47</sup> en el sentido de que la observación es el hito inicial del empleo del método científico; se complementa dicho entorno por la aplicación metodológica que supone realizar un Programa de Segregación en la Fuente (PSF) asociada al alcance de los incentivos propios de una meta (03) propuesta sectorialmente para la optimización de la Gestión de Residuos Sólidos a nivel nacional; el proceso metodológico seguido en la presente fue el siguiente:

- Se identificó la oportunidad de desarrollar un programa que favorezca a la segregación de residuos sólidos, enfocándose en los residuos inorgánicos reaprovechables, en pertinencia a que los pobladores entregaban todos sus residuos al camión recolector generando así mezclas y una potencial contaminación en el área destinada a la disposición final.
- El programa se orientó al cumplimiento de la meta 03, acorde a lo exigidos por el Ministerio de Economía y Finanzas en su entorno de incentivos (Programa Presupuestal 0036).
- Inicialmente se orientó al programa, mediante sensibilizaciones, charlas (talleres) y difusión de la información a los grupos de interés identificados y sectorizados.
- Adicionalmente se procuró abarcar al entorno de la formalización de los recicladores como un eje estratégico para desarrollar la recolección selectiva de los residuos adecuadamente, acorde a la ordenanza emitida por la municipalidad distrital, la cual es la 017-2012-MPCH.
- Se realizaron charlas de sensibilización y capacitación a los grupos de interés identificados, logrando sumar a 04 recicladores, alcanzando la suma total de 10 recicladores, contando además que se tiene dos furgonetas a disposición con la visión de obtener una más para alcanzar cubrir un área mayor a posterior.
- Se estableció en marco del convenio de recolección selectiva algunos parámetros que son necesarios para la práctica ideal de la valorización de residuos enfocada en su recolección adecuada: se estableció un horario de recolección, la utilización adecuada de los equipos de protección personal, la cantidad y tipología de los residuos a recolectar en función del conocimiento impartido, la sectorización del área total a intervenir conjuntamente con su empadronamiento y se consideró una

caracterización posterior de residuos con la finalidad de observar la disminución del volumen de residuos ya sea en la fuente de generación (al separarlos correctamente) y en el lugar de disposición final.

- Se programó la iniciativa de entregar incentivos que favorezcan a la iniciativa por realizar la segregación de residuos sólidos.
- Se cumplió la meta propuesta al cumplir con la participación de 04 promotores ambientales.

c) Tipo de la investigación:

Se empleó el tipo tecnológico según Hernández-Sampieri et. al. <sup>47</sup>, puesto que se empleó información ya existente en sentido del objeto de estudio, así como se buscó de manera complementaria proponer un aporte tecnológico según lo propuesto por Arroyo <sup>48</sup>, es decir, alcanzar una alternativa de aporte tecnológicamente en la valorización de los residuos inorgánicos reaprovechables, como una planta de tratamiento de residuos sólidos reaprovechables que permita desarrollar escenarios de sostenibilidad.

d) Nivel de la investigación:

Se empleó el nivel correlacional según lo propuesto por Hernández-Sampieri et. al. <sup>47</sup>, al establecer propiamente una relación entre las variables de estudio; el desarrollo del programa de segregación en la fuente evidenció un escenario de adecuada valorización de los residuos sólidos inorgánicos reaprovechables asumiendo dos enfoques como alternativas asociadas al aporte científico propio de la presente: optar por la valorización económica y favorecer una relación directa con la formalización de recicladores y generar puestos de trabajo, y formular una propuesta de una planta de tratamiento de residuo sólidos reaprovechables que permita que se valore las 33 toneladas de residuos sólidos que se genera al día en el marco geográfico de estudio.

e) Técnicas de recolección de datos:

Las técnicas de recolección de datos, según Arroyo <sup>48</sup>, que se emplearon con la finalidad de recolectar datos de manera eficiente fueron:

- La observación: relacionada también con el método específico de la investigación; se evidencia como instrumento de recolección lo tangible de la aplicación del método científico.
- La encuesta: asociada con la recolección de datos para formular un Programa de Segregación eficiente, así también corroborar un escenario de evaluación tras la difusión de información que permita valorizar a los residuos de manera eficiente.
- Instrumentos de Gestión Ambiental: asociada al estudio de caracterización de residuos sólidos municipales del distrito de La Merced, además del cotejo del Plan Integral de Gestión de Residuos Sólidos Municipales y el Programa de Segregación en Fuente y Recolección Selectiva (PSF-RS) de residuos sólidos municipales.

f) Instrumentos de recolección de datos:

En correspondencia a las técnicas de recolección de datos, se emplearon los siguientes instrumentos de recolección de datos según Arroyo <sup>48</sup>:

- Cuestionario: en correspondencia a la encuesta, se optó por mantener en formato y registro el cuestionario titulado: "Cuestionario de Educación Ambiental asociada al Programa de Segregación en la Fuente y Recolección Selectiva - La Merced 2018 (Diagnóstico y Evaluación)".

g) Técnicas de análisis y procesamiento de datos:

Para el análisis y procesamiento de datos se emplearon técnicas relacionadas a la estadística descriptiva e inferencial: medidas de tendencia central para sostener la generación per cápita de generación, así como la prueba de normalidad estadística como modo de validar los datos respecto de su distribución normal y de tal modo optar por una prueba paramétrica o no paramétrica de entorno correlacional, el cual fue: t de student para muestras relacionadas. Asimismo, se utilizó el Software ArcGis que permitió la elaboración de los mapas para identificar los criterios técnicos del área propuesto y el AutoCAD para realizar la elaboración de planos de diseño de la planta de tratamiento y topográfico.

## **CAPÍTULO IV**

### **ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA SOLUCIÓN**

#### 4.1. Identificación de requerimientos

El proyecto “MEJORAMIENTO Y AMPLIACION EN LA GESTION INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SOLIDOS DE LA CIUDAD DE LA MERCED Y AREA PRE URBANAS DEL DISTRITO DE LA PROVINCIA DE CHANCHAMAYO - JUNIN - I ETAPA” (CONSTRUCCION DE INFRAESTRUCTURA DE DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS) ha seleccionado el área de estudio que está conformada por un relieve variado desde zonas planas hasta pendientes altas y con cobertura vegetal variable ya que están conformados por zona de sierra y selva, en donde el agua es uno de los principales recursos del departamento de Junín y constituye uno de sus principales potenciales, las cumbres nevadas, las numerosas lagunas y sobre todo la densa red hidrográfica que conforma dicho territorio, hacen que la región posea una gran disponibilidad de agua. sin embargo, gran parte de este potencial no es aprovechable, debido a los altos costos económicos que implica implementar proyectos de aprovechamiento del recurso hídrico o porque simplemente las condiciones naturales hacen que sea simplemente inaprovechable<sup>49</sup>.

#### a) Ubicación política:

- Departamento : Junín.
- Provincia : Chanchamayo.
- Localidad : La Merced.

b) Ubicación geográfica:

La provincia de Chanchamayo, del departamento de Junín, se encuentra ubicada entre las coordenadas geográficas de 10°56'11" latitud sur y 75°19'13" de longitud oeste <sup>49</sup>.



Figura 10. Imagen satelital del área del proyecto.

Fuente: Google Earth.

c) Creación y extensión:

La capital de la provincia, Chanchamayo, fue creado mediante Ley s/n con fecha 31 de diciembre de 1855; anteriormente perteneciente a la provincia de Tarma. Posteriormente el distrito de Chanchamayo fue elevado a nivel de provincia mediante D.L. 21941 del 24 de septiembre de 1977 con su capital de provincia la ciudad de La Merced y sus distritos de: Vitoc, San Luís de Shuaro, Perené, San Ramón y Pichanaki.

La provincia de Chanchamayo tiene una extensión territorial de 4,723.40 km<sup>2</sup>, la misma que equivale al 10.69 % del total de la superficie del departamento de Junín. Está localizada entre los paralelos 75° 40' y 74° 35' S y 11° 21' y 11° 21' O. La altitud de la provincia varía desde los 700 a 1,930 msnm. La capital distrital se encuentra a 751 msnm, la misma que presenta una densidad poblacional de 27.8 hab/km<sup>2</sup>.

d) Criterios técnicos del área propuesta:

Tabla 08. *Criterios técnicos del área propuesto para la selección de sitio.*

ITEMS	SITIO SELECCIONADO
<i>Vida útil</i>	Mayor a 10 años
<i>Distancia del generador</i>	10.4 km
<i>Distancia de núcleo habitacional</i>	Mayor a 800 m
<i>Densidad poblacional</i>	Baja
<i>Zonificación ambiental</i>	Áreas si restricción en la zonificación ambiental
<i>Uso y ocupación de la tierra</i>	Áreas baldías o poco utilizadas
<i>Valor de la tierra</i>	Bajo
<i>Aceptación popular y de sus entidades</i>	Buena
<i>Distancia de los cursos de agua</i>	Mayor a 1 km
<i>Declive</i>	1 – 10 %

Fuente: Municipalidad Distrital de La Merced <sup>49</sup>.

e) Características climáticas:

El área del proyecto, así como la provincia de Chanchamayo por ser parte de la amazonia tiene un clima tropical, es decir; cálido, húmedo y lluvioso. La temperatura media anual a nivel de toda la provincia es de 18°C llegando a 30°C. El invierno es de enero a marzo, época que la temperatura desciende a 15°C y se producen mayores precipitaciones, llegando a 2 000 mm <sup>49</sup>.

f) Precipitación pluvial:

Las precipitaciones pluviales empiezan en los meses de septiembre - mayo y se acentúan en los meses de enero, febrero y marzo, siendo en estos meses más intensa y fuerte, acompañadas con descargas eléctricas <sup>49</sup>.

g) Evaporación:

La evaporación mensual es de 73 mm, mientras la anual alcanza a los 918 mm, con una máxima en octubre de 5 mm y una mínima en enero 57 mm <sup>49</sup>.

h) Altitud:

El territorio de la provincia de Chanchamayo fluctúa entre 400 msnm en el distrito de San Ramón y 4 000 msnm en la parte más alta del distrito de Vitoc. Se caracteriza por tener un panorama plano ondulado y pendientes pronunciadas. El área del proyecto se ubica a una altura de 751 msnm <sup>49</sup>.

i) Suelo:

Los suelos de la provincia de Chanchamayo se caracterizan por ser fértiles, en las llanuras con capas arables y con contenido de materia orgánica, en algunas zonas de la llanura son ligeramente alcalino, la calidad del suelo mejora en las partes altas (a partir de los 1 200 a los 1 800 msnm), sin embargo según la memoria descriptiva del estudio de suelo y capacidad de uso del departamento de Junín señala que el distrito de Chanchamayo exactamente en el área de propuesta, considera a la unidad de suelo Colina que se presenta con pendientes de 15 a 25 %, con características profundas y de textura franco-arcillosa de permeabilidad permanentemente lenta; que pertenecen a la orden Inceptisols con desarrollo genético escaso a incipiente; la zona pertenece a la región edáfica inceptisólica y régimen de temperatura y humedad isohipertérmico <sup>49</sup>.

Tabla 09. *Capacidad de Uso Mayor de los suelos en La Merced.*

Descripción	Cantidad (Ha)	%
Tierras agrícolas (A, C, P)	55,878.00	11.8 %
Tierras no agrícolas (F, X)	416,462.00	88.2 %
Superficie total	472,340.00	100 %

Fuente: Municipalidad Distrital de La Merced <sup>49</sup>.

Los suelos son muy superficiales a profundos, de fertilidad química baja, con altos a bajos niveles de materia orgánica y potasio, medios a bajos de nitrógeno y bajos de fósforo; presentan una reacción extremadamente ácida a muy neutra y un grado de desarrollo escaso a incipiente. Según la Capacidad de Uso Mayor (CUM), los suelos son aptos para cultivos permanentes (1.3 %), tierras aptas

para producción forestal (23.9 %) y tierras de protección (74.8 %). Según su uso actual de la tierra, la zona de estudio se reconocieron las siguientes clases: terrenos con bosques (29.97 %), terrenos con cultivos (24.39 %) y terrenos sin uso y/o improductivos o de barbecho (45.64 %) <sup>49</sup>.

El área de influencia se distribuye en la parte inicial del área de estudio, ocupando aproximadamente el 40 % del área de influencia ambiental. Comprende las laderas suaves de los valles inter montanos y altiplanicies por encima de los 3 200 metros hasta los 3 900 msnm. Está conformada por tierras con vocación de cultivos en limpio, reuniendo suelos considerados de calidad baja por deficiencias climáticas principalmente <sup>49</sup>. Las tierras en limpio permiten cultivos criofílicos a base de tubérculos principalmente y se distribuyen, fisiográficamente, ocupando las formas de tierras de pendientes suaves (menos de 15 %) <sup>49</sup>.

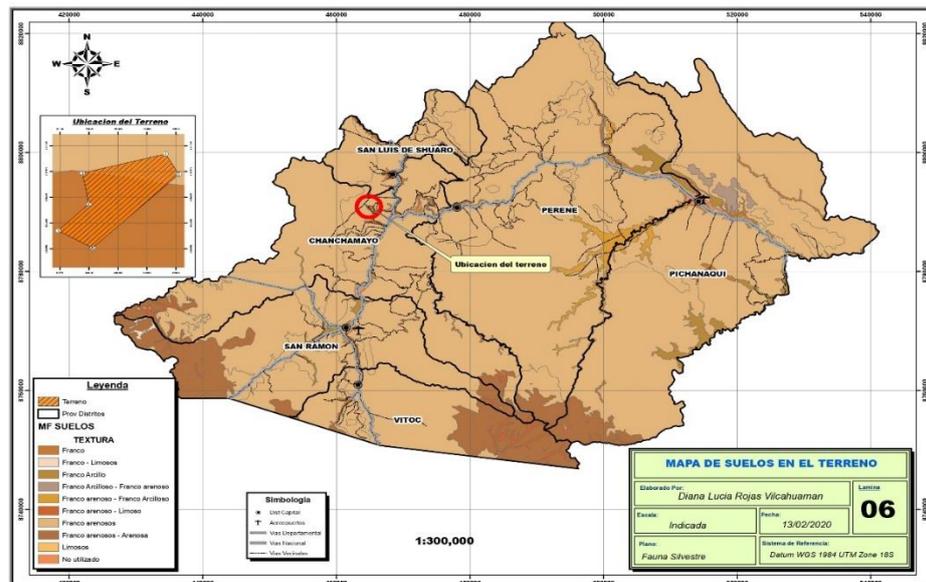


Figura 11. Mapa de suelos en el área propuesta.

Fuente: elaboración propia.

j) Topografía:

Presenta 02 tipos de relieve:

Terrenos accidentales o de pendientes pronunciadas, constituidas fundamentalmente por la formación de relieve predominantemente ondulado con capas arables y con contenido de materia orgánica. Ligeramente plana, en algunas partes se tiene terrenos bajos con características de suelos fértiles, la estructura del suelo contiene cierto porcentaje de grava, esta composición física lo determina la existencia del río <sup>49</sup>. El área del proyecto se ubica en una lomada donde constituido por un área plana para la construcción del proyecto.

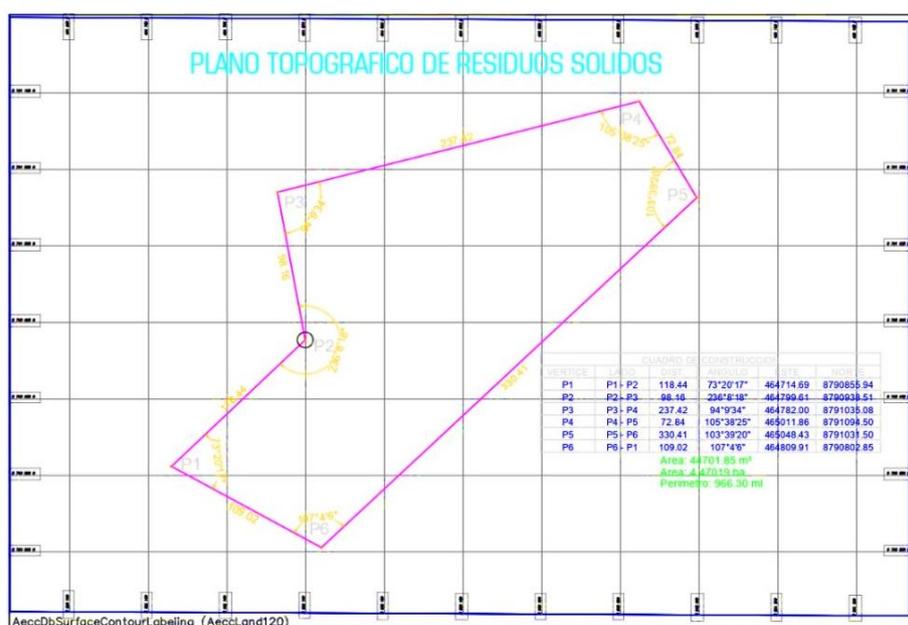


Figura 12. Plano topográfico del área propuesta.

Fuente: Municipalidad Distrital de La Merced <sup>49</sup>.

k) Hidrografía:

Está constituida por redes, pequeñas quebradas, riachuelos y ríos caudalosos. Respecto a estos recursos podemos mencionar principalmente a los ríos y riachuelos, entre los que se tienen a los presentados en la siguiente tabla.

Tabla 10. *Relación de ríos y riachuelos en la provincia de Chanchamayo.*

Nº	Nombres	Ubicación
01	Río Chanchamayo	Cruza por el centro del distrito.
02	Río Paucartambo	Puente Perené – Puente Reyter.

03	Río Perené	Pampa Michi.
04	Río Huatziroki	Villa dorada – U. Pampa Hermosa.
05	Río Ulcumayo	Nueva Italia – San Juan – Promisora.
06	Río Colorado	La Alianza.
07	Río Vaquería	Vaquería.
08	Río Limonpata	Limonpata.
09	Río Blanco	Santa Blanca.
10	Río Reyter	Sector de Bellavista.
11	Río Toro	La Merced.
12	Río Garou	La Merced.
13	Río Seco	Río seco – San Luis de Shuaro.
14	Río Penedo	La Alianza.

Fuente: Gobierno Regional de Junín <sup>50</sup>.

Entre los ríos y riachuelos que se tienen son alrededor de 14 en toda la jurisdicción, donde el de mayor caudal y recorrido a lo largo del límite territorial de la provincia es el río Chanchamayo, en la que todos los pequeños ríos desembocan en él y éste a su vez es afluente del río Perené considerado el más caudaloso y navegable <sup>50</sup>.

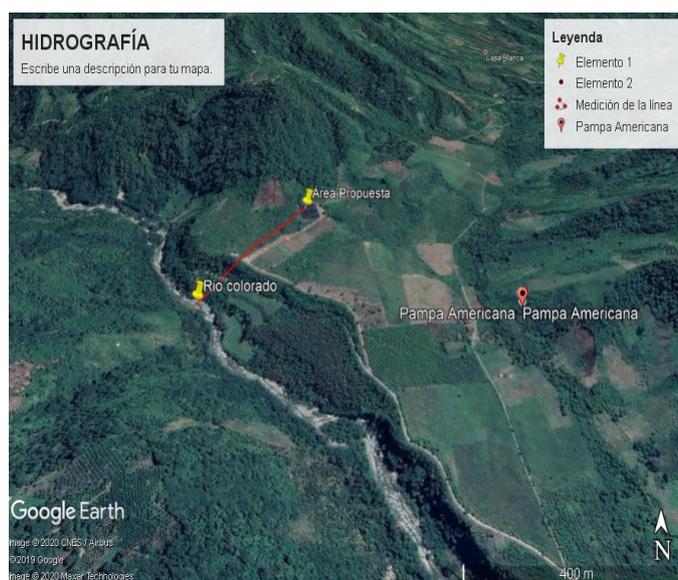


Figura 13. Imagen satelital de la hidrografía aledaña al área propuesto.

Fuente: Google Earth.

Asimismo, el área propuesta se encuentra a 500 m del río Colorado, se ubica en el sector la Alianza, asimismo es un efluente del Río Perené, se forma de la confluencia de los ríos Chanchamayo y Paucartambo en Junín. La naciente del río Chanchamayo se encuentra en los deshielos de la Cordillera de Huaytapallana, al este de Huancayo, con el nombre de río Tulumayo. A las orillas de este río se encuentra situada la ciudad de La Merced. El río Paucartambo tiene su origen en el flanco oriental del Nudo de Pasco, debido a los deshielos de la Cordillera de Huachón, en Pasco. El principal afluente del río Perené es el Pangoa llamado aguas arriba, río Satipo, que forma también un amplio valle de selva alta. El río Perené es un río de corto recorrido en la cuenca alta del río Ucayali. Discurre por la parte central del país, en la vertiente oriental de los Andes. Nace en la región de Junín, al norte del pueblo de San Antonio de Ocopa. En su curso superior toma el nombre del río Chanchamayo, llamándose recién Perené a partir de la confluencia con el río Paucartambo. El principal efluente del río Perené es el río Pangoa (Satipo), que forma también un amplio valle de selva alta. El río Perené confluye con el río Ene, en el centro poblado de Puerto Prado para formar el río Tambo, parte del curso principal del río Amazonas. La cuenca del río Perené en su composición hidrográfica se encuentra conformada por las siguientes subcuencas <sup>49</sup>.

Tabla 11. *Relación de las subcuencas del río Perené.*

	SUBCUENCAS	MARGEN	CODIFICACIÓN
1.	Río Mullucro	Nace aquí	4995489
2.	Río Seco	D	4995488
3.	Río Palcamayo	I	4995486
4.	Río Ricran	D	4995484
5.	Río Huasahuasi	I	4995483
6.	Río Palca	D, I	499548
7.	Río Oxabamba	I	4995482
8.	Río Tulumayo	D	499549
9.	Río Ubiriqui	I	4995472
10.	Río Pichanaki	D	4995459
11.	Río Ipoki	D	4995439
12.	Río Autiki	I	499544
13.	Río Pangoa	D	499542

Fuente: Municipalidad Distrital de La Merced <sup>49</sup>.

Entre dichas subcuencas las que tienen una mayor área son las subcuencas de Pangoa, Tulumayo y Oxabamba, ello significa que tendrá un mayor volumen de agua disponible para su uso. La que tiene una mayor longitud de corriente son las subcuencas de Pangoa, Tulumayo y Oxabamba, ello significa que a lo largo de dichos ríos receptionan mayor cantidad de agua de sus afluentes el cual también debe ser almacenado en vasos artificiales para su posterior uso. Según la forma, todas las subcuencas tienen los coeficientes de compacidad altos por lo que están sujetas a crecidas inesperadas, los cuales tienen que ser evaluadas los tramos de mayor vulnerabilidad a lo largo del río principal, en cuanto al factor de forma (Ff) dichos valores nos indican que la forma que adquieren dichas subcuencas son entre ovalada y alargadas, respecto a la densidad de drenaje las subcuencas de Pichanaki, Ricran, Ipoki y Palca tienen una mayor longitud de río por unidad de área por lo que son subcuencas bien desarrolladas y la que tiene menor cantidad de longitud de río por unidad de área es la subcuenca de Ubiriqui, en cuanto a la pendiente (S) del curso principal de los ríos las Subcuencas de Ricrán, Palca y río Seco tienen las pendientes más pronunciados ello indica que sus ríos son muy torrenciales, en cambio la subcuenca con pendiente ligera es la de Autiqui, ello demuestra que sus ríos tienen un flujo de agua laminar con poca turbulencia <sup>49</sup>.

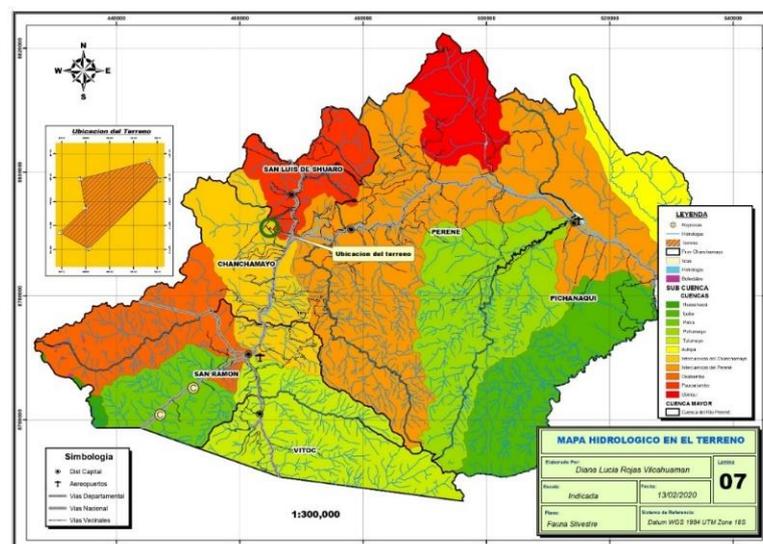


Figura 14. Mapa hidrológico en el área propuesta.

Fuente: elaboración propia.

l) Morfología:

El área del proyecto, así como la provincia presenta un paisaje montañoso, sus tierras se ubican en las márgenes de los ríos Chanchamayo, Perené, Colorado, etc. En cuanto a su territorio posee una morfología plana y ondulada, con superficies de erosión pobremente desarrolladas y es el área de influencia del proyecto que corresponde a una cubierta baja, con presencia de vegetación dentro de un paisaje montañoso propio de la provincia de Chanchamayo <sup>49</sup>.

m) Piso ecológico:

La provincia de Chanchamayo de acuerdo a su altitud está considerada dentro de lo que se denomina "Selva Alta", por estar dentro de los 500 y 2 000 msnm; el territorio es apropiado para los cultivos alimenticios: como la yuca, los frutales; y cultivos industriales como el café <sup>49</sup>.

n) Vientos:

La dirección predominante es de sur a norte y penetra por la quebrada o cañón de Escuchada, sin embargo, se notan cambios marcados durante los meses del año, entre noviembre y enero la dirección es de este en febrero sureste y en junio el noreste. La velocidad promedio anual es de 1.2 m/s en algunos meses es menor a 1 m/s (de marzo a junio, denominada ventolina) mientras que el resto de los meses predominan brisas muy débiles <sup>49</sup>.

o) Geología:

Según el mapa geológico del Sistema de Información Ambiental de la Región Junín, el área de estudio comprende de la era Cenozoica, en el período paleogeno, en las épocas del Eoceno y la estratigrafía zona subandina pertenece a la familia Yahuarango, que litológicamente está conformado por lodolitas y arcillitas compactas a friables, de tonalidad rojo a marrón rojizo, en ocasiones abigarrados. También se encuentran intercalados con limolita blanco-verdosas glauconíticas, material tufáceo, niveles calcáreos y areniscas rosadas con estratificación sesgada <sup>49</sup>.

Dentro de estas secuencias se presentan capas delgadas de yeso y anhidrita. Estudios científicos realizados por geólogos de INGEMMET concluyeron que por sus características litoestratigráficas y palinológicas, la formación Yahuarango se depositó en un ambiente netamente continental semiárido, la cual estuvo ligada a una sedimentación con flujos aluvionales y fluviales dentro de una zona depresionada. Esta característica nos permite asumir, que estuvo asociado a depósitos lagunares y palustres, originando la sedimentación de materiales finos pelíticos en un ambiente oxidante <sup>50</sup>.

Se ha identificado una columna estratigráfica típica de unidad geológica, que consta de secuencias de lodolitas de 10 m de espesor que se intercalan con niveles esporádicos de limoarcillitas gris verdoso, seguido de niveles de areniscas de grano fino de tonalidad grisácea azulada con estructuras de drusas (relleno de calcita). La secuencia prosigue con niveles de lodolitas y limoarcillitas de tonalidad gris verdoso, areniscas rojizas de 6 m de espesor. Sobreyace areniscas rojizas bandeadas de 3 m de espesor, seguido de 1,5 m de lodolitas y areniscas grises en estratos muy delgados de 10 cm y 2 cm de espesor respectivamente.

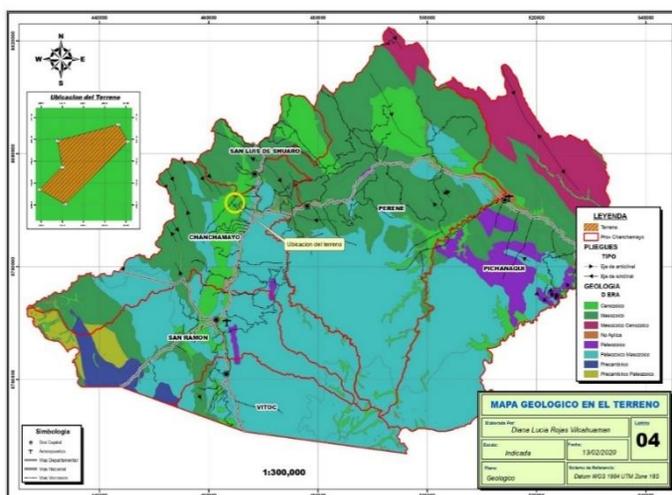


Figura 15. Mapa geológico del área propuesta.

Fuente: elaboración propia.

Prosigue estratos delgados y medianos de areniscas de grano fino de tonalidad grisácea con estratificación sesgada con relleno de calcita en las fracturas (venillas) con un promedio de espesor de 4 m. Hacia la parte superior se

encuentras niveles de limoarcillitas gris verdosa, laminares intercalados esporádicamente con niveles de areniscas de 5m de espesor y de tonalidad gris amarillenta. La columna estratigráfica prosigue con areniscas de grano fino gris azul en estratos delgados con estructuras bandeadas, presentando fractura irregular, el espesor de este nivel es de 4 m <sup>50</sup>.

p) Geotecnia:

Se ha encontrado laderas, producto de la formación natural y taludes de corte, producto de la intervención del hombre. Los taludes de corte dependerán de la naturaleza del terreno y de su estabilidad, pudiendo utilizarse (a modo referencial) las relaciones de corte en talud siguientes los que son apropiados para los tipos de materiales (rocas y suelos) indicados en la siguiente tabla.

Tabla 12. *Relación de los tipos de taludes.*

CLASE DE TERRENO	TALUD (V:H)		
	H<5	5<H<10	H>10
Conglomerados Cementados	4:1	(*)	(**)
Suelos consolidados compactos	4:1	(*)	(**)
Conglomerados comunes	3:1	(*)	(**)
Tierra compacta	2:1 - 1:1	(*)	(**)
Tierra suelta	1:1	(*)	(**)
Arenas sueltas	1:2	(*)	(**)
Zonas blandas con abundante arcilla o zonas humedecidas por filtraciones	1:2 Hasta 1:3	(*)	(**)

Fuente: Municipalidad Distrital de La Merced <sup>49</sup>.

Taludes inestables, con valoración de riesgo alto (muy crítico), en el tramo vecinal entre río Colorado - Marginal, no se han identificados taludes inestables con valoración de riesgo alto (muy crítico). Taludes inestables, con valoración de riesgo bajo (moderado), en el tramo vecinal entre río Colorado y la Marginal a mejorar, no se han identificados taludes inestables con valoración de riesgo bajo <sup>49</sup>.

q) Hidrogeología:



del acuífero en el área de recarga; a este nivel se le conoce con el nombre de nivel piezométrico. Si unimos todos los niveles piezométricos, obtendremos la superficie piezométrica (superficie virtual formada por los puntos que alcanzaría el agua si se hicieran infinitas perforaciones en el acuífero) <sup>50</sup>.

r) Calidad de aire:

Por las características de la zona en el área de influencia no se perciben emisiones gaseosas que perturben el medio ambiente. Asimismo, por las características de la zona en el área de influencia no se perciben ruidos que perturben el medio ambiente. Las radiaciones electromagnéticas medidas *in situ* en las redes de las localidades son bajas encontrándose en valores aceptables <sup>49</sup>.

s) Flora:

Cuenta con diferentes especies maderables que tienen usos diversos. Árboles: tornillo, mohena, pino chuncho, nogal, bolaina, lagarto, quino quino, cedro:

- Ornamentales: camona, chonta, ongorabe, oreja de elefante, palmera, orquídea.
- Medicinales: uña de gato, sangre de grado, chuchuhuasi, ajos, matico, cáscara de nogal, cascarilla, huambo blanco.

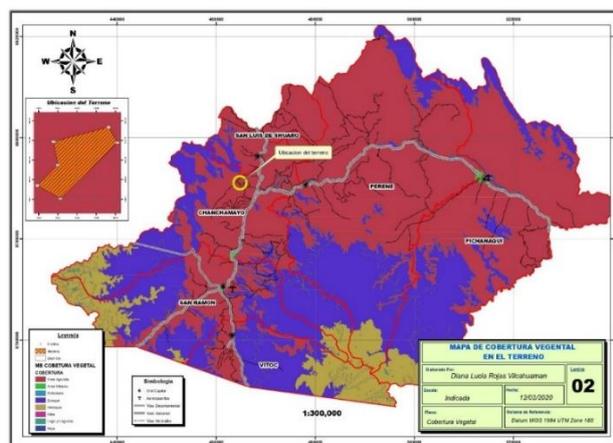


Figura 17. Mapa de cobertura vegetal del área propuesta.

Fuente: elaboración propia.

En zonas cercanas al margen derecho de la vía, prácticamente el área está cubierta por bosques húmedos pre-montañoso-tropical y áreas convertidas a actividades agropecuarias con algunos cultivos permanentes como cítricos, piña, plátanos y pastos para ganadería vacuna <sup>49</sup>.

t) Fauna <sup>49</sup>:

- Aves: picaflores, tucanes, loros, gavilanes, jilgueros, gallinazos, pavas, lechuzas, palomas, perdices, tarrillas, águilas, atrapamoscas, relojeros, golondrinas, colibríes, tucán, pavo del monte, perdiz, pájaro carpintero, chihuaco, guacamayo, kirquincho.
- Mamíferos: monos, tigrillos, jabalí, ratas, armadillos, zarigüeyas, murciélagos, pumas, tigrillos, venados, ardillas, mishashos, macheteros, oso perezoso, zamaño, carachupa, puerco espín.
- Reptiles: lagartijas, víboras, culebras.
- Anfibios: zamaño, sapos, ranas.
- Peces: Truchas, lisas, sardinas, barbones, carachamas, boca chicos, anguilas, bagres, cangrejo, anchoveta, camarón.

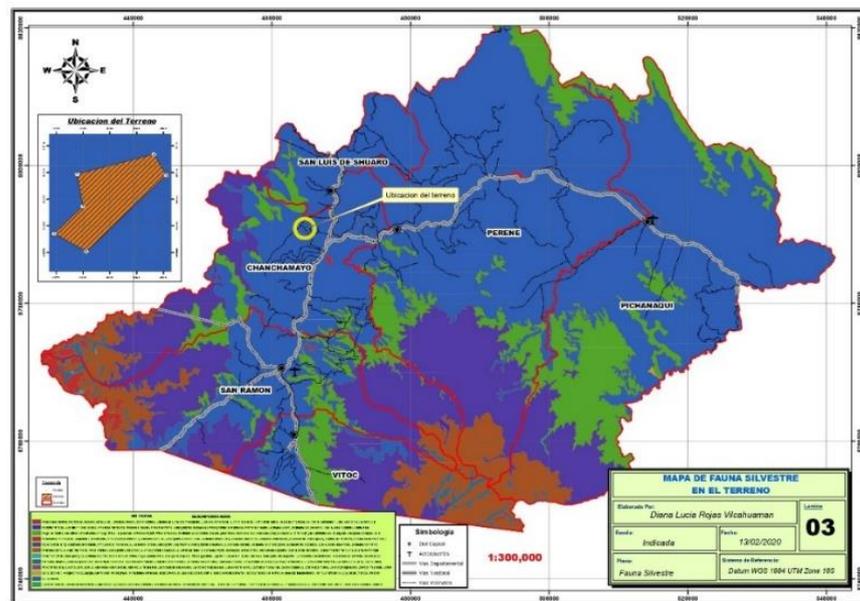


Figura 18. Mapa de fauna silvestre del área propuesta.

Fuente: elaboración propia.

#### 4.2. Análisis de la solución

El sistema de Información Ambiental de la Región Junín cuenta con un repositorio de mapas ambientales tales como el mapa geológico, mapa hidrogeológico, mapa de capacidad de uso de suelos, mapa de suelos y el mapa hidrológico que aportaran para definir los criterios técnicos de la selección de sitio y tomar en cuenta si el área de estudio del proyecto: “MEJORAMIENTO Y AMPLIACION EN LA GESTION INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SOLIDOS DE LA CIUDAD DE LA MERCED Y AREAS PRE URBANAS DEL DISTRITO DE LA PROVINCIA DE CHANCHAMAYO - JUNIN - I ETAPA” :(CONSTRUCCION DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS SOLIDOS) es el indicado <sup>37</sup>.

##### a) Análisis de la selección de sitio del área propuesta:

Para realizar el análisis de selección de sitio se han considerado 26 criterios técnicos para identificar si la zona propuesta es apta para la ejecución del proyecto: “MEJORAMIENTO Y AMPLIACION EN LA GESTION INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SOLIDOS DE LA CIUDAD DE LA MERCED Y AREAS PRE URBANAS DEL DISTRITO, PROVINCIA DE CHANCHAMAYO - JUNIN” - I ETAPA: (CONSTRUCCION DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS SOLIDOS), asimismo se han considerado los siguientes pasos:

- Paso 1: Definición de parámetros de evaluación; se definieron los parámetros se van a utilizar para el proceso de evaluación, el parámetro debe ser cuantificable a fin poder comparar el valor en diferentes alternativas <sup>51</sup>.
- Paso 2: Definición de los valores límite o de referencia y las opciones de calificación por cada parámetro que se empleó en la selección, estos valores guardan absoluta concordancia con lo establecido en las normas, reglamentos o normas técnicas específicas y en el caso de no encontrarse regulados en función de referencias nacionales o internacionales especializadas en la gestión de residuos <sup>51</sup>.
- Paso 3: Definición de la importancia del parámetro: consiste en establecer un peso o importancia para cada parámetro en función de la evaluación preliminar del conjunto de las áreas preseleccionadas o alternativas, se

recomienda partir del peso que se les asignará a los parámetros sociales y luego al resto de la parte técnica, según la realidad propia de la zona, en la imagen siguiente se muestra un ejemplo de importancia de parámetros <sup>51</sup>.

- Paso 4: Definición del sistema de calificación: para facilitar el proceso de selección del área más adecuada para la instalación de una futura planta de tratamiento se puede definir una escala múltiple de calificación: que puede considerar la evaluación de la calidad del resultado respecto al parámetro como positivo (+) cuando cumple o sobrepasa valores límite o de referencia, negativo (-) cuando ocurre lo contrario, también se evalúa la magnitud del resultado respecto a su alejamiento y/o acercamiento a los valores límites de referencia según la siguiente sub escala (1: para los menos alejados, 2: para los valores moderadamente alejados y 3: para los valores muy alejados <sup>51</sup>.

La obtención del puntaje máximo ponderado del componente, se asocia con el resultado de la multiplicación del puntaje por el valor de importancia. Todo lo antes expresado se puede apreciar en la tabla que se muestra a continuación.

Tabla 13. *Criterios de selección de sitio.*

Ítem	Parámetro	Valores límite o de referencia y Puntaje
1	Distancia a la población más cercana (m)	> 1000 (1) < 1000 (-1)
2	Distancia a granjas crianza de animales (m)	> 1000 (1) , < 1000 (-1)
3	Distancia a aeropuertos o pista de aterrizaje (m)	> 3.0 (1), < 3.0 (-1)
4	Distancia a fuentes de aguas superficiales (m)	> 300 m quebrada seca una parte del año ( 2 ) , >300 m de río principal (1) , < 300 m de río principal (-2) <de 300 m de quebrada seca una parte del año (-1)
5	Distancia con respecto a la ciudad (km)	> 16 km (1), entre 1 y 16 km (2)
6	Accesibilidad al área (distancia a vía de acceso principal km)	Acceso en buen estado (2) Acceso en Mal estado (1) , sin acceso (-2)
7	Uso actual del suelo y del área de influencia	Cultivo en Limpio (1), cultivo seco (2), pastos cultivados (3), pastos naturales (4), forestal de sierra (5), erizado (6)
8	Compatibilidad con la capacidad de uso mayor del suelo y planes de desarrollo Urbano	Uso compatible (1) uso no compatible (-1)
9	Propiedad del terreno	saneado (1) no saneado (-1)
10	Vida útil del proyecto en función del área del terreno	> 5 años (2) < 5 años (-2)

11	Topografía pendiente promedio del terreno (%)	Plano a ligeramente inclinado 0 – 7% (4), Inclinado 7-12% (3), empinado 12-25% (2), muy empinado >25% (1)
12	Cuenta con barrera sanitaria natural	Presenta Barrera sanitaria natural (2) Presencia de barrera sanitaria parcial (1) sin barrera sanitaria natural (-2)
13	Posibilidad del material de cobertura	material de cobertura adecuado para operación total del proyecto (2), material de cobertura parcialmente adecuado (1), sin material de cobertura (-2)
14	Profundidad de la napa freática (m)	profundidad < 10 metros (-1), profundidad > 10 m (1)
15	Permeabilidad de suelo	impermeabilidad es < a 1x10-6 (arcilla) (1), impermeabilidad > a 10-6 (-1)
16	Dirección predominante del viento	Contrario a la población más cercana (1), a favor de la población más cercana (-1)
17	Pasivos ambientales	No existe pasivo ambiental (1) existe pasivo (-1)
18	Área natural protegida por el estado	Fuera de área natural (1), dentro del área natural (-1)
19	Área con restos arqueológicos	Inexistencia de restos (1) Existencia de restos (-1)
20	Vulnerabilidad por peligro geológico	Baja vulnerabilidad (3), Mediana Vulnerabilidad (2) Alta Vulnerabilidad (1)
21	Opinión	Desfavorable (-1) poco Favorable(1) Regular (2) Altamente favorable (3)
22	Interés en el proyecto	Sin interés (-1), Bajo interés (1) Mediano Interés (2) Alto interés (3)
23	Creencias	Negativas (-1) positivas (1)
24	Actitud	Favorable (1) Desfavorable (-1) Incierta (0)
25	Participación	Participación de rechazo (-2) No haría nada (0) Participación favorable (2)
26	Total	

Fuente: Ministerio del Ambiente <sup>51</sup>.

En base a la suma de los valores obtenidos en cada criterio se obtiene el valor final para cada una de las alternativas; la alternativa seleccionada es la de mayor puntaje; además debe estar dentro del rango aceptable o de primera opción según la siguiente tabla.

Tabla 14. *Calificación de los criterios de selección de sitio.*

Puntaje Ponderado Total	Calificación
0-195	Terreno no aceptable – Malo (*)
195-355	Terreno aceptable – Bueno

355 a más	Terreno aceptable de primera opción – Muy bueno
(*)	La alternativa ganadora debe superar los 195 puntos

Fuente: Ministerio del Ambiente <sup>51</sup>.

Según la Guía para el diseño y construcción de relleno sanitario considera ciertos criterios técnicos para la selección de sitio, asimismo permite que las instituciones encargadas brinden la aprobación de la licencia ambiental para la ejecución del relleno sanitario y las diferentes plantas de tratamiento, por ello es importante que se tome en cuenta las características del terreno y de esta manera concluir con la evaluación.

#### 4.3. Diseño

La siguiente figura presenta la propuesta técnica de valorización de los residuos sólidos inorgánicos, considerando la implementación de un Programa de Segregación en la Fuente y Recolección Selectiva (PSF-RS) y la propuesta de una planta de tratamiento de residuos sólidos, así como las diferentes áreas tales como la planta de compostaje, planta de residuos sólidos reaprovechables y el relleno sanitario. Considerando el ingreso de 16.12 Ton/día de residuos orgánicos, 11.05 Ton/día residuos sólidos Inorgánicos y 5.86 Ton/día de residuos inorgánicos no reaprovechables como parte del cumplimiento de la meta 03; asimismo, este diseño aporta en la investigación de cómo desarrollarla desde el punto de vista del diagnóstico, documentación, diseño, desarrollo de la propuesta de valorización, su desarrollo y el modelamiento de la planta de tratamiento de residuos sólidos inorgánicos reaprovechables que permitirá que se realice una óptima valorización de dichos residuos y que sea sostenible en el tiempo.

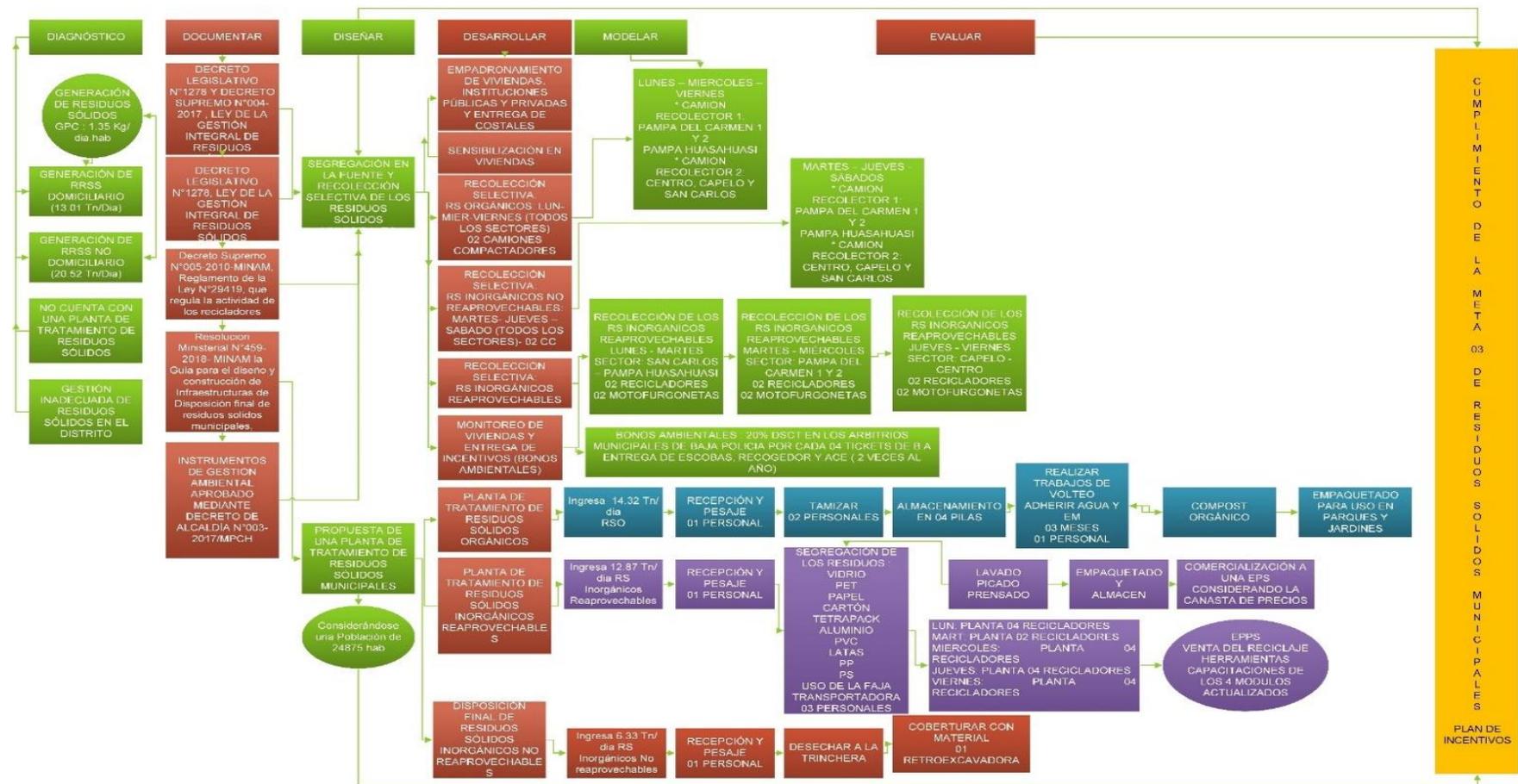


Figura 19. Diagrama de flujo de la propuesta técnica de valorización de los residuos sólidos con enfoque al marco legal ambiental.

Fuente: elaboración propia.

## **CAPÍTULO V**

### **CONSTRUCCIÓN**

#### 5.1. Construcción

Como parte del alcance del objetivo general de la investigación es necesario tener en cuenta la caracterización de los residuos sólidos inorgánicos reaprovechables y realizar la comparación con la cantidad de residuos recolectados con el programa de segregación en la fuente y recolección selectiva que se implementó en el año 2018, de esta manera determinar como la propuesta de una planta de tratamiento beneficiaría en la valorización de dichos residuos, teniendo en cuenta que el PSF-RS se realizó cuando no se contaba con un centro de acopio ni con una planta de tratamiento de residuos sólidos para realizar la valorización de éstos por lo que se precisa contar con un área donde se realizar una óptima valorización y que se pueda reaprovechar al máximo cada residuo sólido aprovechable que se recolecta en los diferentes sectores y habiéndose recolectado la información necesaria para elaborar una propuesta se consideró lo siguiente:

- Zonificación del distrito:

El distrito de La Merced cuenta con 7 107 viviendas en la zona urbana, cabe resaltar que para la zonificación del distrito se determinaron 05 zonas que se caracterizan por ser homogéneas en características socioeconómicas, no siendo posible determinar por estratos socioeconómicos alto, medio y bajo; a continuación, se detallan las 06 zonas.

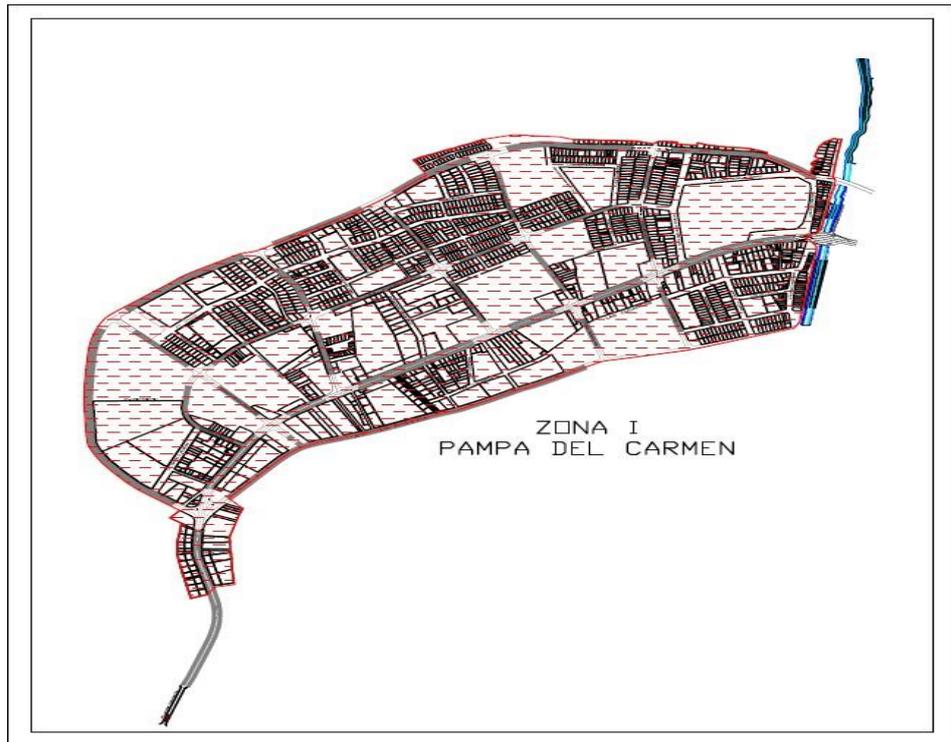


Figura 20. Mapa de zonificación de la ciudad de La Merced - Zonas I y II.

Fuente: Estudio de caracterización de residuos sólidos municipales - distrito de La Merced <sup>12</sup>



Figura 21. Mapa de zonificación de la ciudad de La Merced - Zonas III, IV y V.

Fuente: Estudio de caracterización de residuos sólidos municipales - distrito de La Merced <sup>12</sup>.

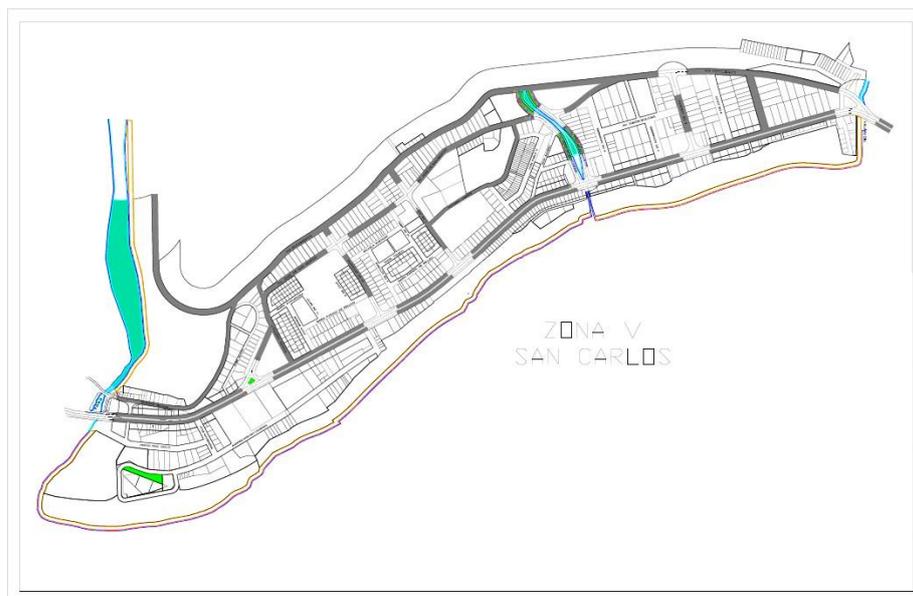


Figura 22. Mapa de zonificación de la ciudad de La Merced - Zonas VI.

Fuente: Estudio de caracterización de residuos sólidos municipales - distrito de La Merced <sup>12</sup>.

Para la propuesta de una planta de tratamiento de residuos sólidos reaprovechables fue necesario: realizar la zonificación de los 06 sectores considerando en cada uno de ellos la cantidad de viviendas de cada sector como se muestra en la siguiente tabla y que esta información aporta en la valorización de los residuos sólidos de manera diaria que llega a la planta de tratamiento.

Tabla 15. Número de viviendas del distrito de La Merced.

Estratos		Cantidad de Viviendas
Zona	Código	
Pampa del Carmen I	I	1118
Pampa del Carmen II	II	1047
Pampa Huasahuasi	III	1557
Capelo	IV	997
Centro	V	1480
San Carlos	VI	979
Total		7107

Fuente: Estudio de caracterización de residuos sólidos municipales - distrito de La Merced <sup>12</sup>.

- Determinación y proyección de la población actual:

La Merced, capital del distrito y provincia de Chanchamayo, es el área de influencia del presente estudio, y la población de su área urbana, según los censos nacionales del INEI del 2007 y 2017, se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 16. *Población urbana - ciudad de La Merced, provincia de Chanchamayo.*

DISTRITO	2007	2017	2018
Chanchamayo (Población Urbana)	21885	24629	24875
Tasa de Crecimiento Poblacional		1 %	

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática <sup>45</sup>.

De acuerdo al cálculo obtenido de la tasa de crecimiento poblacional se proyecta que la población del distrito de Chanchamayo alcanzará cifras mostradas en la tabla siguiente.

Tabla 17. *Proyección de la población urbana del distrito de La Merced.*

Año	Población Urbana
2017	24629
2018	24875
2019	25124

Fuente: elaboración propia.

Se ha estimado que para el 2019, que el número de habitantes correspondiente al área de influencia del estudio de caracterización, es decir, la ciudad de La Merced, es de 25 124 habitantes. Considerando el promedio de habitantes por vivienda en 4 (3.5), el total de viviendas corresponde a 7 178.

Tabla 18. *Proyección del número de viviendas del distrito de La Merced.*

Año	Viviendas Urbanas
2017	7018
2018	7107
2019	7178

Fuente: elaboración propia.

- Proyección de establecimientos comerciales del distrito de La Merced:

Se consideró la cantidad de giros comerciales que son parte del desarrollo del programa de segregación en fuente y recolección selectiva, considerando que los residuos que se generan son comerciales y son característicos del sector “centro” por lo que es necesario tener en cuenta la caracterización de estos de residuos no domiciliarios reaprovechables en la cual se realizará su tratamiento de manera diaria.

Tabla 19. *Distribución de la muestra de los establecimientos comerciales del distrito de La Merced.*

N°	ACTIVIDAD- GIRO COMERCIAL	TOTAL
1	Abarrotes - Bodega	795
2	Agencia Bancaria – Financiera	56
3	Agencia De Viaje	62
4	Almacén- Distribuidoras	20
5	Bingo- Tragamonedas	19
6	Botica – Farmacia	56
7	Cabinas De Internet – Locutorio	146
8	Carnicería- Avícola	71
9	Centros Educativos	52
10	Cerrajería	3
11	Coliseo	2
12	Consultorio Medico	68
13	Depósito De Reciclaje	4
14	Discoteca – Bar	55
15	Distribuidora De Cerveza y Gaseosa	47
16	Distribuidora De Gas	12
17	Distribuidora De Helados	4
18	Estación De Servicios	35
19	Estudio Fotográfico	17
20	Ferretería	75
21	Fotocopias E Impresiones	20
22	Funeraria	3
23	Gimnasio	5
24	Granja	3
25	Hotel- Hostal	147
26	Imprentas	19
27	Industria – Café	68
28	Industria- Procesadora	7

29	Institutos	10
30	Joyería	2
31	Ladrillera	2
32	Lavandería	4
33	Librería – Bazar	293
34	Mueblería	91
35	Mecánica	76
36	Mercado De Abastos	3
37	Minimarket	10
38	Oficinas Administrativas	293
39	Panadería- Pastelería	35
40	Peluquería- Salón De Belleza	62
41	Piscinas	4
42	Playa De Estacionamiento	6
43	Radio- Televisión	15
44	Restaurant – Fuente De Soda	725
45	Salón De Billar	4
46	Sastrería	16
47	Spa	3
48	Taller De Soldadura	19
49	Terminal- Venta De Pasaje	48
50	Universidades	3
51	Venta De Artefactos	35
52	Venta De Frutas	14
53	Venta De Productos Medicinales	12
54	Venta De Vehículos Y Autopartes	154
55	Veterinaria	20
56	Video – Cine	2
57	Vidriería	7
58	Vulcanizadora- Llantería	19
59	Zapatería- Venta De Calzados	66
60	Zoológico	2
Total		3924

Fuente: Estudio de caracterización de residuos sólidos municipales - distrito de La Merced <sup>12</sup>.

- Proyección de la generación total de residuos sólidos domiciliarios:

En la siguiente tabla se muestra la proyección de la población respecto de la generación per cápita (GPC) y generación total de los residuos sólidos domiciliarios que aporta en el diseño de la planta de tratamiento.

Tabla 20. *Cálculo de proyección de la generación de residuos sólidos domiciliarios para 10 años.*

Año	Población urbana	Nº Viviendas	GPC kg/hab/día	Generación kg/día	Generación Ton/día	Generación Ton/mes	Generación Ton/año
2018	24875	7107	0.52	13009.63	13.01	390.29	4748.51
2019	25124	7178	0.53	13271.12	13.27	398.13	4843.96
2020	25375	7250	0.53	13537.87	13.54	406.14	4941.32
2021	25629	7322	0.54	13809.98	13.81	414.30	5040.64
2022	25885	7396	0.54	14087.56	14.09	422.63	5141.96
2023	26144	7470	0.55	14370.72	14.37	431.12	5245.31
2024	26405	7544	0.56	14659.57	14.66	439.79	5350.74
2025	26669	7620	0.56	14954.23	14.95	448.63	5458.29
2026	26936	7696	0.57	15254.81	15.25	457.64	5568.01
2027	27205	7773	0.57	15561.43	15.56	466.84	5679.92
2028	27477	7851	0.58	15874.21	15.87	476.23	5794

Fuente: elaboración propia.

- Proyección y caracterización total de generación de los residuos sólidos no domiciliarios y domiciliarios.

La generación promedio de los residuos sólidos no domiciliarios, está comprendida por las siguientes fuentes: establecimientos comerciales con 2.78 kg/día, restaurantes es 8.36 kg/día, mercados es 255.63 kg/mercado/día, entre otras, para mayor detalle se muestra la siguiente tabla.

Tabla 21. *Generación de residuos sólidos no domiciliarios.*

Nº	Tipo de residuos sólidos	Generación promedio por fuente de generación (kg/día)	Generación distrital total por fuente de generación (Ton/día)
01	Establecimientos comerciales	2.78	7.33
02	Restaurantes	8.36	6.06
03	Hoteles	2.92	0.43
04	Instituciones públicas y privadas	11.02	3.84
05	Mercados	255.63	0.77
06	Instituciones educativas	0.08	0.77
07	Limpieza de espacios públicos		0.70
08	Instituciones especiales	Ejército	0.84
		INPE	0.49
Total			20.52

Fuente: Estudio de caracterización de residuos sólidos municipales - distrito de La Merced <sup>12</sup>.

Tabla 22. Caracterización de los residuos sólidos aprovechables domiciliarios y no domiciliarios del distrito de La Merced.

TIPO DE RESIDUO SÓLIDO	Residuos Sólidos Domiciliarios (Ton/día)	Residuos Sólidos E. Comerciales (Ton/día)	Residuos Sólidos de Hoteles (Ton/día)	Residuos Sólidos de Restaurantes (Ton/día)	Residuos Sólidos IPP (Ton/día)	Residuos Sólidos de IE (Ton/día)	Residuos Sólidos INPE (Ton/día)	Residuos Sólidos Ejército (Ton/día)	Residuos Sólidos de Mercados (Ton/día)	TOTAL Ton
	13.2	7.33	0.43	6.06	3.84	0.77	0.33	0.29	0.77	
<b>1. Residuos aprovechables</b>	<b>11.17</b>	<b>5.78</b>	<b>0.21</b>	<b>5.20</b>	<b>3.04</b>	<b>0.59</b>	<b>0.28</b>	<b>0.25</b>	<b>0.65</b>	<b>27.64</b>
Residuos Orgánicos	8.63	2.08	0.82	3.79	0.43	0.22	0.22	0.19	0.22	16.59
Residuos de alimentos	6.73	1.99	0.04	3.48	0.33	0.16	0.17	0.15	0.16	13.23
Residuos de maleza y poda	1.06	0.07	0.00	0.05	0.04	0.05	0.02	0.02	0.05	1.37
Otros orgánicos	0.84	0.01	0.00	0.25	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	1.21
Residuos inorgánicos	2.54	3.71	0.16	1.41	2.61	0.37	0.06	0.06	0.13	11.05
Papel	0.38	0.54	0.04	0.17	0.94	0.14	0.0095	0.0083	0.02	2.25
Cartón	0.48	1.35	0.03	0.20	0.60	0.07	0.0119	0.0104	0.03	2.77
Vidrio	0.24	0.49	0.03	0.41	0.28	0.00	0.0060	0.0053	0.01	1.48
Plástico	0.66	0.67	0.04	0.37	0.57	0.09	0.0165	0.0145	0.04	2.47
Tetra brik (envases multicapa)	0.05	0.03	0.01	0.09	0.05	0.03	0.0013	0.0012	0.01	0.27
Metales	0.37	0.49	0.01	0.17	0.09	0.03	0.0094	0.0082	0.01	1.19
Textiles (telas)	0.19	0.07	0.01	0.00	0.07	0.00	0.0048	0.0042	0.01	0.36
Caucho, cuero, jébe	0.17	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0042	0.0037	0.00	0.25
Residuos no reaprovechables	2.03	1.55	0.22	3.14	0.80	0.17	0.05	0.04	0.17	8.18
Bolsas plásticas de un solo uso	0.63	0.33	0.01	0.18	0.18	0.03	0.0157	0.0138	0.03	1.41
Residuos sanitarios	0.91	0.63	0.17	2.39	0.19	0.04	0.0227	0.0000	0.0000	4.36
Pilas	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0006	0.0000	0.0000	0.03
Tecnopor	0.07	0.08	0.01	0.18	0.09	0.02	0.0017	0.0015	0.02	0.47
Residuos inertes	0.01	0.31	0.02	0.23	0.15	0.03	0.0042	0.0037	0.03	0.78
Restos de medicamentos	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0001	0.0001	0.00	0.01
Envolturas de snacks, galletas, caramelos, entre otros	0.23	0.19	0.01	0.16	0.20	0.05	0.0056	0.0050	0.05	0.90
Otros residuos no categorizados	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>TOTAL</b>	<b>13.20</b>	<b>7.33</b>	<b>0.43</b>	<b>8.34</b>	<b>3.84</b>	<b>0.76</b>	<b>0.33</b>	<b>0.29</b>	<b>0.82</b>	<b>35.34</b>

Fuente: elaboración propia.

Como se muestra en la tabla anterior, al día se generan 16.5 Ton/día de residuos orgánicos, lo que implica que si es necesario implementar un planta de tratamiento o valorización de residuos orgánicos para generar compost a partir de esta premisa, cabe resaltar que también al día se generan 11.05 Ton/día de residuos sólidos inorgánicos reaprovechables lo que implica que también es necesario implementar una planta de tratamiento de residuos sólidos inorgánicos reaprovechables, debido a que existe un poco diferencia de la cantidad entre estos residuos que se deberían de valorizar para mejorar el manejo de los residuos sólidos.

- Generación total y generación per cápita (GPC).

La generación total de residuos sólidos en el distrito de La Merced es de 33.53 Ton/día, donde se ve un aumento considerado en la generación con respecto a los valores calculados en el estudio de caracterización del 2015, donde cabe resaltar también que la generación de residuos sólidos comerciales ha superado la generación domiciliaria.

Tabla 23. *Generación total de residuos sólidos municipales.*

Residuos sólidos domiciliarios (Ton/día)	Residuos sólidos no domiciliarios (Ton/día)	Total de residuos sólidos (Ton/día)
13	20	33

Fuente: Estudio de caracterización de residuos sólidos municipales - distrito de La Merced <sup>12</sup>.

Para el cálculo de la generación per cápita (GPC) total de los residuos sólidos municipales (generación total de residuos domiciliarios y no domiciliarios) se dividió 33,530.00 kg/día sobre la población total del distrito de La merced (24875 hab), para lo cual se obtuvo un GPC total de residuo municipal de 1.35 kg/hab/día.

- Criterios de selección de sitio para la implementación de una infraestructura de tratamiento y disposición final de residuos sólidos.

Habiéndose realizada la caracterización de los residuos sólidos del distrito, se procede a realizar la evaluación de los criterios técnicos para la selección de sitio, asimismo ya habiéndose descrito el área propuesto del

proyecto en la metodología por lo que es importante resaltar que se consideró la zona que se propuso en el Expediente Técnico de “MEJORAMIENTO Y AMPLIACION EN LA GESTION INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SOLIDOS DE LA CIUDAD DE LA MERCED Y AREAS PRE URBANAS DEL DISTRITO DE LA PROVINCIA DE CHANCHAMAYO - JUNIN - I ETAPA”, considerando que esta zona cuenta con saneamiento físico legal y es propiedad de la Municipalidad Distrital de La Merced; cabe resaltar que en dicho expediente no se muestra la evaluación de los 23 criterios técnicos para su posterior construcción.

Tabla 24. *Evaluación de los criterios de selección de sitio del área propuesta.*

Ítem	Parámetro	Valores límite o de referencia y Puntaje	Puntaje máximo de la alternativa propuesta	Importancia del indicador	Puntaje máximo ponderado
1	Distancia a la población más cercana (m)	> 1000 (1) < 1000 (-1)	1	5	5
2	Distancia a granjas crianza de animales (m)	> 1000 (1), < 1000 (-1)	1	2	2
3	Distancia a aeropuertos o pista de aterrizaje (m)	> 3.0 (1), < 3.0 (-1)	1	2	2
4	Distancia a fuentes de aguas superficiales (m)	> 300 m quebrada seca una parte del año (2), >300 m de río principal (1), < 300 m de río principal (-2) <de 300 m de quebrada seca una parte del año (-1)	2	2	4
5	Distancia con respecto a la Ciudad (km)	> 16 km (1), entre 1 y 16 km (2)	2	2	4
6	Accesibilidad al área	Acceso en buen estado (2) Acceso en Mal estado (1), sin acceso (-2)	2	5	10
7	Uso actual del suelo y del área de influencia	Cultivo en Limpio (1) Cultivo seco (2), pastos cultivados (3) Pastos naturales (4), forestal de sierra (5) Eriazo (6)	3	5	15
8	Compatibilidad con la capacidad de uso mayor del suelo	Uso compatible (1) uso no compatible (-1)	1	5	5
9	Propiedad del terreno	Saneado (1) no saneado (-1)	1	10	10

10	Vida útil del proyecto en función del área del terreno	> 5 años (2) < 5 años (-2)	2	5	10
11	Topografía Pendiente promedio del terreno (%)	Plano a ligeramente inclinado 0 – 7% (4), Inclinado 7-12% (3), empinado 12-25% (2), muy empinado >25% (1)	4	2	8
12	Cuenta con barrera sanitaria natural	Presenta Barrera sanitaria natural (2) Presencia de barrera sanitaria parcial (1) sin barrera sanitaria natural (-2)	1	2	2
13	Posibilidad del material de cobertura	Material de cobertura adecuado para operación total del proyecto (2), material de cobertura parcialmente adecuado (1), sin material de cobertura (-2)	2	5	10
14	Profundidad de la napa freática (m)	Profundidad < 10 metros (-1), profundidad > 10 m (1)	1	5	5
15	Permeabilidad suelo	Impermeabilidad es < a $1 \times 10^{-6}$ (arcilla) (1), impermeabilidad > a $10^{-6}$ (-1)	1	5	5
16	Dirección predominante del viento	Contrario a la población más cercana (1), a favor de la población más cercana (-1)	1	5	5
17	Pasivos ambientales	No existe pasivo ambiental (1) existe pasivo (-1)	1	5	5
18	Área natural protegida por el estado	Fuera de área natural (1), dentro del área natural (-1)	1	5	5
19	Área con restos arqueológicos	Inexistencia de restos (1) Existencia de restos (-1)	1	5	5
20	Vulnerabilidad por peligro geológico	Baja vulnerabilidad (3), Mediana Vulnerabilidad (2) Alta Vulnerabilidad (1)	2	5	10
21	Opinión	Desfavorable (-1) poco Favorable(1) Regular (2) Altamente favorable (3)	2	10	20
22	Interés en el proyecto	Sin interés (-1), Bajo interés (1) Mediano Interés (2) Alto interés (3)	2	15	30



- Infraestructura de disposición final de residuos sólidos no reaprovechables:

El área de infraestructura de tratamiento y disposición final de residuos sólidos municipales de la provincia de Chanchamayo estará constituido de 116 árboles maderables instalados cada 8 m. La instalación de la infraestructura de disposición final tendrá un área de 3,996 m<sup>2</sup> para destinar todos los residuos que no se han podido reciclar y aquellos que no han sido destinados al tratamiento de residuos orgánicos para la producción de compost. Como parte del diseño se realizó la proyección diaria, mensual y anual, con una tasa de crecimiento de 1 % considerando que para el año 2019 se tuvo que disponer 5.86 Ton/día de residuos sólidos no reaprovechables, asimismo se realizó la proyección para 11 años <sup>49</sup>.

Tabla 25. *Proyección de la generación total de los residuos sólidos no reaprovechables.*

Año	Generación Kg/día	Generación Ton/día	Generación Ton/mes	Generación Ton/año
2019	5853.493	5.86	175.8	2109.6
2020	5912.028	5.91	177.4	2128.3
2021	5971.148	5.97	179.1	2149.6
2022	6091.168	6.09	182.7	2192.8
2023	6213.601	6.21	186.4	2236.9
2024	6401.879	6.40	192.1	2304.7
2025	6595.862	6.60	197.9	2374.5
2026	6863.681	6.86	205.9	2470.9
2027	7142.374	7.14	214.3	2571.3
2028	7506.707	7.51	225.2	2702.4
2029	7889.624	7.89	236.7	2840.3
2030	8374.995	8.37	251.2	3015.0

Fuente: elaboración propia.

Teniendo en cuenta la proyección diaria, mensual y anual de la cantidad de residuos sólidos que se tendrá que disponer en el relleno sanitario, que determina la vida útil de la zona del proyecto, asimismo, se proyectó el realizar la excavación de 2 m en el área del relleno, en la cual se colocarán 0.40 m. de material arcilloso, homogéneo, sin contenido orgánico, con no menos de 40 %

de su peso seco que pase la malla ASTN N° 200. Este material se colocará en capas de 0.40 m. con una humedad algo mayor a la óptima compactándose cada capa con maquinaria hasta obtener una densidad seca no inferior a 90% de la densidad seca máxima establecidas por el ensayo citado. El coeficiente de permeabilidad en el laboratorio para el material arcilloso no será superior a  $k = 1 \cdot 10^{-6}$  (cm/s). El volumen a impermeabilizarse de arcilla será 166 m<sup>3</sup> y volumen de tierra será de 250 m<sup>3</sup> en una plataforma <sup>49</sup>. El volumen necesario para la impermeabilización de la base la mostrada en la siguiente tabla.

Tabla 26. *Volumen de impermeabilización a un nivel 2.*

Datos	Plataforma
Área (m <sup>2</sup> )	1920.05
Altura (m)	0.15
Volumen total (m <sup>3</sup> )	288.01

Fuente: Municipalidad Distrital de La Merced <sup>49</sup>.

Después de la capa de impermeabilización se colocará un manto de geo membrana de 0.5 mm, de HDPE para prevenir la filtración de los lixiviados hacia los suelos, se utilizará un área total de 3799.10 m<sup>2</sup> de geo membrana y para el sellado se hará por termo fusión <sup>49</sup>. Asimismo, la infraestructura de disposición final cuenta con los siguientes componentes que se desarrollaron a nivel de gabinete, tales como:

- Taludes: los taludes de corte y relleno deben ser tales que aseguren la estabilidad del relleno. Para el proyecto se plantean cuatro taludes que estarán colocados perimetralmente al relleno y se impermeabilizarán con material arcilloso homogéneo, sin contenido orgánico, con no menos de 40 % de su peso seco que pase la malla ASTM N° 200 con la finalidad de cumplir con lo establecido en el Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos ( $k \leq 1 \cdot 10^{-6}$ ). El talud será de un espesor de 30 cm <sup>49</sup>.

Tabla 27. *Volumen de impermeabilización del talud.*

Ítem	Plataforma
Volumen total (m <sup>3</sup> )	166.92

Fuente: Municipalidad Distrital de La Merced <sup>49</sup>.

- Celdas: los residuos sólidos que serán recepcionados en las celdas deberán ser cubiertos a la finalización de cada semana de trabajo. Las dimensiones de la celda diaria deben compatibilizarse con el frente de trabajo y se deberá considerar que, para una eficiente operación, el personal encargado no deberá arrastrar los residuos recepcionados en el frente de trabajo más de 5 metros. Para una mejor compactación es preferible descargar los residuos al nivel de la celda, comenzando su compactación en capas de una altura de 1.35 m. Lo ideal es trabajar en pendiente a efectos de lograr una compactación adecuada, esparcir los residuos sólidos en capas de espesor indicando y compactar entre 2 a 4 pasadas con el compactador. El talud de compactación deberá ser de 30 cm y con este valor deberá efectuarse la operación de compactación. La plataforma deberá tener 4.50 m. de altura, la cual tendrá 5 celdas de 0.60 m de residuos sólidos. La pendiente de la plataforma será de 10 %, por dicha razón se está considerando una altura promedio de 4.50 m <sup>49</sup>.
  
- Cobertura de celdas: La cobertura diaria de los residuos sólidos evitará la existencia de olores provenientes de la descomposición anaeróbica de los residuos, la proliferación de vectores y roedores, la dispersión por efecto del viento de los elementos livianos y el desagradable efecto visual que produce la basura descubierta <sup>49</sup>. La cobertura de las celdas formadas se realizará diariamente con capas de 0.40 m de espesor y la cobertura final de la plataforma con una capa de 0.50 m de material. La compactación de los residuos sólidos se realizará empleando el tractor sobre orugas y la extracción del material de cobertura se realizará utilizando el cargador frontal y volquetes, para lo cual se requiere 5501.04 m<sup>3</sup> de material de cobertura <sup>49</sup>.
  
- Drenaje de lixiviados: de acuerdo con el estudio geotécnico, las características sistemáticas del área revelan la presencia de precipitaciones pluviales significativas en los meses de verano que implican que la generación de lixiviados se originara por los líquidos provenientes de la fracción orgánica de los residuos sólidos dispuestos y las precipitaciones propias de la zona. En tal sentido, los controles del drenaje de lixiviados tendrán como objetivo controlar el afloramiento que

podría presentarse en las partes más bajas del relleno conduciéndolos mediante los drenes perimetrales construidos sobre la superficie del terreno natural sobre el cual se construyó las plataformas <sup>49</sup>.

- Drenes principales: el canal será de tubos perforados de 6”.
- Drenes auxiliares: el canal será de tubos perforados de 4”.

Los drenes principal y secundario de la plataforma de confinamiento serán rellenas con un material de drenaje (arena o grava) con una conductividad hidráulica de por lo menos 0.01 cm/s (recomendación USEPA) de tal manera que prevenga la acumulación de lixiviados en la celda de confinamiento y la conformación de bolsones de líquido en el interior de las celdas de confinamiento. Los lixiviados recolectados serán transportados hacia tanques de almacenamiento para su posterior recirculación <sup>49</sup>.

- Chimeneas: los gases producidos por la degradación de la materia orgánica contenida en los residuos sólidos, deberán ser evacuados de manera permanente y controlada, utilizando chimeneas de 60 centímetros de ancho por 60 centímetros de largo; construidas por piedras (máximo de 8” de diámetro) y soporte de madera, cada una tendrá un área de influencia de 40 m. y se van levantando en forma vertical, conforme la celda va ascendiendo. Las chimeneas se culminan colocando un cilindro metálico (tipo de 55 galones de capacidad) cortado por la mitad debiéndose mantener en buen estado y protegidas a 0.40 m. sobre el nivel del perfil terminado se proyecta la construcción de acorde a la elevación de las plataformas <sup>49</sup>.

Tabla 28. *Metas físicas del expediente de mejoramiento de la infraestructura de disposición final.*

Metas físicas		Unidad	Cantidad
Metas físicas del expediente			
	Obras preliminares	m <sup>2</sup>	1,932.60

		Cerco vivo	m lineal	966.30
		Instalación de operaciones		
		Disposición final	m <sup>2</sup>	3,996.00
		Impermeabilización de relleno sanitario	m <sup>2</sup>	3,996.00
		Drenaje de lixiviados	m <sup>3</sup>	22.28

Fuente: Municipalidad Distrital de La Merced <sup>49</sup>.

Posteriormente la infraestructura de tratamiento y disposición final de residuos sólidos cuenta con lo siguiente:

- Edificación administrativa: está destinada para la administración del relleno sanitario; es aquí donde se registrarán las unidades que transporten los residuos sólidos y por lo tanto se debe emplazar esta edificación lo más cerca posible al acceso principal al relleno sanitario <sup>49</sup>. Esta edificación cuenta con los ambientes mostrados en la siguiente tabla:

Tabla 29. *Ambientes de la edificación administrativa.*

Caseta de vigilancia y control	9.25
Caseta de registro y pesaje	5.29
Caja para balanza (plataforma de ingreso y salida)	40.80
Oficina administrativa	55.50
Caseta de grupo electrógeno	3.1250
Almacén para materiales y herramientas	40.56
Comedor y cocina	40.28
Servicios higiénicos y vestuario	48.05

Fuente: Municipalidad Distrital de La Merced <sup>49</sup>.

- Caseta de vigilancia y control: este ambiente de 9.25 m<sup>2</sup> construido de material noble, estará ubicado al ingreso del complejo cerca al cerco perimétrico <sup>49</sup>.
- Caseta de registro y pesaje: este módulo de 5.29 m<sup>2</sup> será el punto de control para realizar el registro y pesaje de los vehículos de recolección, así como el registro de ingreso y salida del personal asignado a la infraestructura. La estructura de apoyo para la balanza

electrónica, estará ubicada en el borde de la vía de acceso, la misma que estará provista de las transiciones para el normal ingreso y salida de las unidades de recolección <sup>49</sup>.

- Caja para balanza: que incluye plataforma de ingreso y salida, la caja de concreto armado sobre la que se apoyará la estructura metalmecánica de la balanza, deberá ser habilitada de acuerdo a las especificaciones indicadas en el plano correspondiente, el cual deberá tener una horizontalidad precisa en toda su superficie de 40.80 m<sup>2</sup>. Tanto al ingreso como salida de la plataforma de la balanza, se habilitarán plataformas horizontales de concreto armado de 20.4 m<sup>2</sup> cada uno, para facilitar el ingreso y salida de los vehículos <sup>49</sup>.
- Oficina administrativa: este módulo ocupa un área de 55.50 m<sup>2</sup>, donde funcionará un área de administración de infraestructura, un área de oficina técnica y sala de reuniones <sup>49</sup>.
- Instalaciones eléctricas: que contemplan el suministro e instalación de las tuberías, cables, tableros, interruptores, luminarias, etc., destinados a los servicios de electricidad para los ambientes de registro y pesaje, oficina administrativa, sala-comedor y servicios higiénicos, así como a la iluminación externa del complejo <sup>49</sup>.
- Caseta de abastecimiento de electricidad: en este ambiente se ubicará el generador de media tensión <sup>49</sup>.
- Almacén para materiales y herramientas, se prevé un ambiente de 40.56 m<sup>2</sup> que estará destinado a los materiales, herramientas, útiles y todo material que rutinariamente se prevé serán utilizados en la operación de la infraestructura <sup>49</sup>.
- Comedor y cocina: considerando la distancia de la infraestructura, está previsto la habilitación de un ambiente adecuado para ser utilizado como comedor, el mismo que tendrá una pequeña cocina equipada con mesa y sillas, para ello se considera un ambiente de 40.28 m<sup>2</sup> <sup>49</sup>.

- Servicios higiénicos y vestuario: para atender la demanda de ambientes adecuados para el personal que serán asignados a la operación de la infraestructura, el proyecto considera la construcción de un ambiente adecuado para ser utilizado como servicios higiénicos y vestuarios (para hombre y mujer) el cual tendrá un área de 48.05 m<sup>2</sup> <sup>49</sup>.
- Instalaciones sanitarias: infraestructura sanitaria, para el abastecimiento de agua se considera la instalación de una red de agua fría con tuberías de PVC (clase A-10 roscada), para lo cual se prevé 2 tanques prefabricados de 1,100 L. cada uno, que serán abastecidos por camiones cisternas. Estos tanques estarán a una altura de 5 m para ello se prevé una estructura de base y columnas de concreto donde el agua será impulsada por una bomba de 1 HP <sup>49</sup>.
- El sistema para el tratamiento de las aguas residuales, estará constituido por: el tanque séptico de 4.49 m<sup>2</sup> a base de cemento tipo V especial para estructuras enterradas (loza y muro), además del ingreso y salida de las aguas grises se produce por una tubería de PVC de 4", en el plano la ventilación está diseñada con una tubería de 4" siendo la altura sobresaliente de 2 m. Además, se prevé en el diseño 2 tapas de 0.36 m<sup>2</sup> que serán usadas para realizar labores de inspección y mantenimiento <sup>49</sup>.

A partir de ello es oportuno plantear la propuesta de la planta de valorización de residuos sólidos orgánicos.

- Planta de Valorización de Residuos Sólidos Orgánicos:

Lo que más se genera en el distrito de La merced son los residuos orgánicos un total de 16.12 Ton/día y como se muestra en la siguiente tabla la propia evidencia de la proyección de 11 años de la cantidad de residuos que se trataran por un proceso biológico.

Tabla 30. *Proyección de la generación de los residuos sólidos orgánicos.*

Año	Generación kg/día	Generación Ton/día	Generación Ton/mes	Generación Ton/año
2019	16121.718	16.12	483.7	5803.8
2020	16282.935	16.28	488.5	5861.9
2021	16445.765	16.45	493.4	5920.5
2022	16610.222	16.61	498.3	5979.7
2023	16776.324	16.78	503.3	6039.5
2024	16944.088	16.94	508.3	6099.9
2025	17113.529	17.11	513.4	6160.9
2026	17284.664	17.28	518.5	6222.5
2027	17457.510	17.46	523.7	6284.7
2028	17632.086	17.63	529.0	6347.6
2029	17808.406	17.81	534.3	6411.0
2030	17986.490	17.99	539.6	6475.1

Fuente: Municipalidad Distrital de La Merced <sup>49</sup>.

Entre los residuos de alimentos, maleza, madera y otros orgánicos, producto de los establecimientos comerciales, domiciliarios y otros que aportaron en la generación de sus residuos de este tipo, cabe resaltar que el compostaje es un tratamiento que permite a las autoridades municipales la reducción de un 50 % de estos residuos, para que un material sea compostable se debe cumplir ciertos parámetro, así como se muestra en la tabla siguiente para realizar la comparación entre los componentes de la fracción orgánica según la caracterización y los parámetros para un compost.

Tabla 31. *Caracterización y comparación con los parámetros del compost orgánico.*

Parámetro	Unidad	Valor (E.C La Merced)	Valor de Referencia (OPS)	Valor de referencia (Tchobanoglous – Theisen – Vigil)
pH	-	5.60	-	5-7
Contenido de Humedad	-	71.19	-	50-60
Fósforo	%	0.44	0.2 – 1.5	-
Potasio	%	4.99	0.4 – 1.3	-

Manganeso	Ppm	40	430-600	-
NT	%	1.76	0.6 – 1.7	-
C:N	-	25.9 : 1	-	20-50:1

Fuente: Estudio de caracterización de residuos sólidos municipales - distrito de La Merced <sup>12</sup>.

Asimismo, la planta de tratamiento de residuos orgánicos según su capacidad debe contar con los siguientes componentes:

- Área de acopio: se habilitará un área de acopio de 50 m<sup>2</sup>, donde serán descargados los residuos sólidos orgánicos segregados en fuente, dicha área se calculó tomando en cuenta: la densidad promedio de residuos sólidos orgánicos suelto, el cual es de 0.28 Ton/m<sup>3</sup>, y la generación es de 16.12 Ton/día; se tendrá un volumen de 58 m<sup>3</sup>, determinándose una altura de 1.50 m, el área a requerir es de 39 m<sup>2</sup> adicionando espacios libre se tendría 50 m<sup>2</sup> para realizar el tamizado y la segregación ya que a veces se suelen encontrar residuos sólidos inorgánicos mezclados con lo recepcionado.
- Área de compostaje: se contará con una base de concreto donde se recibirán los residuos sólidos orgánicos que serán convertidos a compost. El área de compost se calculó de la siguiente manera:

Tabla 32. *Volumen de residuos sólidos orgánicos.*

Residuos sólidos orgánicos a compostar	Densidad de residuos sólidos orgánicos compactado	Volumen de residuos sólidos orgánicos
16.12 Ton/día	0.33 Ton/m <sup>3</sup>	49 m <sup>3</sup>

Fuente: elaboración propia.

Tabla 33. *Área diaria de residuos sólidos orgánicos.*

Altura de la ruma	Volumen de residuo sólidos orgánicos	Área diaria de residuos sólidos orgánicos
1.8 m	49 m <sup>3</sup>	27.2 m <sup>2</sup>

Fuente: elaboración propia.

Tabla 34. Área de compostaje.

Área diaria de residuos sólidos orgánicos	Tiempo de procesamiento de compost	Área de compostaje
27.2 m <sup>2</sup>	60 días	1633.3 m <sup>2</sup>

Fuente: elaboración propia.

- Área complementaria: para contar con una buena operatividad se considera un incremento del 20 % del área de compostaje, considerada como área complementaria, la cual incluye las canaletas de drenaje de lixiviados producto del compost, distancias entre ruma y ruma que permita el tránsito normal del equipamiento y el volteo de las rumas de compost de manera secuencial y continua para aprovechar al máximo las áreas disponibles. Se estima al considerar el producto del área de compostaje x 0.20, requiriendo de un área de complemento de 326.6 m<sup>2</sup>, la cual se sumará al área considerada para así tener el área de compostaje total.

Tabla 35. Área de compostaje total.

Área de compostaje	% eficiencia	Área de Compostaje Total
1633.3	20 %	1959.6 m <sup>2</sup>

Fuente: elaboración propia.

A partir de ello, en la siguiente figura se denota el área de compostaje y la distribución propuesta.

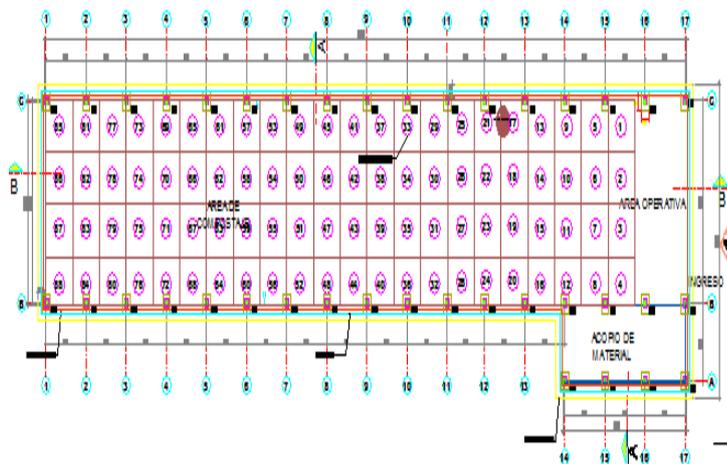


Figura 24. Propuesta de planta de distribución de residuos orgánicos.

Fuente: Expediente Técnico de la propuesta <sup>52</sup>.

- Almacén de orgánicos: la zona del almacén tendrá un área de 100 m<sup>2</sup>.
- Sistema de seguridad y salud ocupacional: se contará con un tópico como medida de auxilio rápido, así mismo un sistema de prevención y control de incendios.
- Obras complementarias y equipamiento de planta: se contará con:
  - 1 base de concreto de 2000 m<sup>2</sup>.
  - Cobertura de techo soportado con estructuras metálicas.
  - Balanza manual.
  - pHmetro.
  - Termómetro.
  - Sistema de abastecimiento agua.
- Planta de Tratamiento de residuos sólidos inorgánicos reaprovechables:

Para realizar el diseño de la planta de tratamiento es necesario determinar la cantidad de residuos inorgánicos reaprovechables que se generan en las viviendas, establecimientos comerciales, instituciones públicas, privadas y otros. Sin embargo, según el estudio de caracterización de residuos sólidos <sup>12</sup> existe un porcentaje de residuos inorgánicos reaprovechables (plásticos, papel, cartón, vidrio, metales, tetrabick y entre otros) el cual corresponde a un 19.25 % de origen domiciliario, en caso de establecimientos comerciales se genera un 50.55 % del total de residuos sólidos generados en el día. En la tabla siguiente se muestra la composición general de los residuos inorgánicos reaprovechables domiciliarios, con ello realizar los cálculos para determinar las áreas de cada uno de los componentes de la planta.

Tabla 36. *Composición general de residuos sólidos inorgánicos reaprovechables.*

TIPO DE RESIDUO SÓLIDO	TOTAL	COMPOSICIÓN PORCENTUAL
	13.2 Ton/día	%

1.2. Residuos Inorgánicos		
1.2.1. Papel	0.38	2.87%
Blanco	0.15	1.13%
Periódico	0.08	0.58%
Mixto (páginas de cuadernos, revistas, otros similares)	0.15	1.16%
1.2.2. Cartón	0.48	3.60%
Blanco (liso y cartulina)	0.13	0.95%
Marrón (Corrugado)	0.14	1.02%
Mixto (tapas de cuaderno, revistas, otros similares)	0.22	1.64%
1.2.3. Vidrio	0.24	1.82%
Transparente	0.22	1.67%
Otros colores (marrón, verde, azul, entre otros)	0.02	0.15%
Otros (vidrio de ventana)	0.00	0.00%
1.2.4. Plástico	0.66	4.99%
PET (1) (aceite, botellas de bebidas, entre otros)	0.19	1.46%
PEAD (2) (botellas de lácteos, shampoo, detergente)	0.24	1.78%
PEBD (4) (empaques de alimentos, empaques de plástico de papel higiénico, empaques de detergente, empaque film)	0.08	0.62%
PP (5) (baldes, tinas, rafia, estuches negros de CD, tapas de bebidas, tapers)	0.01	0.07%
PS (6) (tapas cristalinas de CD, micas, vasos de yogurt, cubetas de helado, envases de lavavajilla)	0.12	0.87%
PVC (3) (Tuberías de agua, desagüe y eléctricas)	0.02	0.18%
1.2.5. Tetrabrik (envases multicapa)	0.05	0.40%
1.2.6. Metales	0.38	2.84%
Latas (latas de leche, atún, entre otros)	0.13	0.98%
Metales Ferrosos	0.11	0.80%
Aluminio	0.10	0.76%
Otros Metales	0.04	0.29%
1.2.7. Textiles (telas)	0.19	1.46%
1.2.8. Caucho, cuero, jebe	0.17	1.27%
TOTAL	2.55	19.25%

Fuente: elaboración propia.

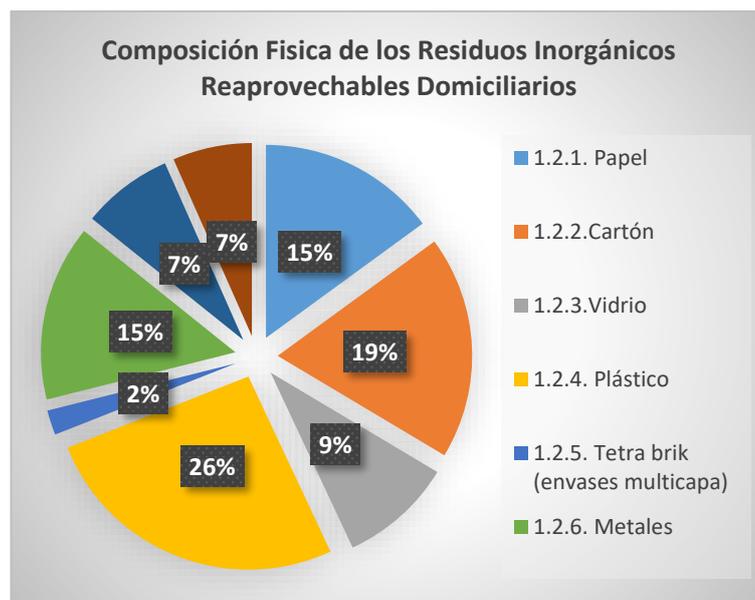


Figura 25. Composición física de los residuos inorgánicos reaprovechables domiciliarios.

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar la figura anterior, los residuos inorgánicos reaprovechables que más se generan en las viviendas son los plásticos en un 26 %, seguido por el cartón un 19 %, 15 % tanto de papel como de metales, lo que implica que la valorización de estos residuos debe ser óptimo; asimismo es importante resaltar que cada uno de los residuos mostrados muestra un potencial para su valorización por la cantidad que se genera a diario.

Tabla 37. Composición general de los residuos inorgánicos reaprovechables no domiciliarios.

TIPO DE RESIDUO SÓLIDO	TOTAL DE RRSS - Establecimiento Comercial Ton/día	TOTAL DE RRSS - Mercados Ton/día	TOTAL DE RRSS - Restaurantes Ton/día	TOTAL DE RRSS - Hoteles Ton/día	TOTAL DE RRSS - IPP Ton/día	TOTAL DE RRSS - IE Ton/día	TOTAL DE RRSS - INPE Ton/día	TOTAL DE RRSS - EJERCITO Ton/día
Totales	7.33	0.77	6.06	0.43	3.84	0.77	0.33	0.29
1.2. Residuos Inorgánicos								
1.2.1. Papel	0.54	0.02	0.17	0.04	0.94	0.14	0.01	0.01
Blanco	0.27	0.01	0.00	0.01	0.76	0.07	0.00	0.00
Periódico	0.14	0.01	0.10	0.01	0.09	0.03	0.00	0.00
Mixto (páginas de cuadernos, revistas, otros similares)	0.12	0.00	0.07	0.02	0.09	0.04	0.00	0.00

1.2.2. Cartón	1.35	0.03	0.20	0.03	0.60	0.07	0.01	0.01
Blanco (liso y cartulina)	0.07	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00
Marrón (Corrugado)	1.04	0.02	0.05	0.01	0.56	0.03	0.00	0.00
Mixto (tapas de cuaderno, revistas, otros similares)	0.23	0.01	0.15	0.01	0.00	0.04	0.01	0.00
1.2.3. Vidrio	0.49	0.01	0.41	0.03	0.28	0.00	0.01	0.01
Transparente	0.12	0.01	0.34	0.02	0.20	0.00	0.01	0.00
Otros colores (marrón – ámbar, verde, azul, entre otros)	0.28	0.01	0.07	0.01	0.09	0.00	0.00	0.00
Otros (vidrio de ventana)	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.2.4. Plástico	0.67	0.04	0.37	0.04	0.57	0.09	0.02	0.01
PET (1) (aceite y botellas de bebidas, entre otros)	0.12	0.01	0.14	0.01	0.20	0.01	0.00	0.00
PEAD (2) (botellas de lácteos, shampoo, detergente)	0.16	0.01	0.14	0.01	0.21	0.00	0.01	0.01
PEBD (4) (empaques de alimentos, empaques de plástico de papel higiénico, empaques de detergente, empaque film)	0.14	0.01	0.05	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
PP (5) (balde, tinas, rafia, estuches negros de CD, tapas de bebidas, tapers)	0.11	0.00	0.04	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00
PS (6) (tapas cristalinas de CD, micas, vasos de yogurt, cubetas de helado)	0.08	0.00	0.00	0.01	0.12	0.00	0.00	0.00
PVC (3) (Tuberías de agua, desagüe y eléctricas)	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.2.5. Tetra-brik (envases multicapa)	0.03	0.01	0.09	0.01	0.05	0.03	0.00	0.00
1.2.6. Metales	0.49	0.01	0.17	0.01	0.09	0.03	0.01	0.01
Latas (latas de leche, atún, entre otros)	0.23	0.01	0.09	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00
Metales Ferrosos	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Aluminio	0.18	0.01	0.07	0.01	0.04	0.00	0.00	0.00
Otros Metales	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.2.7. Textiles (telas)	0.07	0.01	0.00	0.01	0.07	0.01	0.00	0.00
1.2.8. Caucho, cuero, jebe	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL	3.71	0.13	1.41	0.16	2.61	0.37	0.06	0.05

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla anterior, el 27 % del total de residuos inorgánicos reaprovechables no domiciliarios es el cartón, el 22 % es el papel, el 21 % es el plástico y el 15 % es el vidrio, residuos que se generan en el entorno comercial, hoteles, restaurantes, instituciones públicas y privadas como también en el entorno del INPE y del Ejército del Perú.

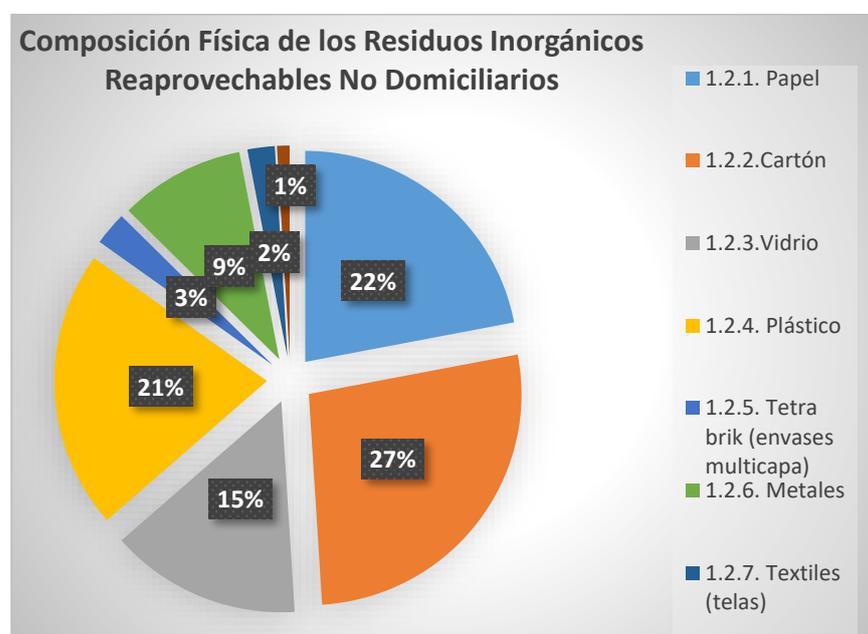


Figura 26. Composición física de los residuos inorgánicos reaprovechables no domiciliarios.

Fuente: elaboración propia.

El total de residuos inorgánicos reaprovechables que se genera diario es de 11.05 Ton/día lo que viene a ser la tercera parte de lo que se genera a diario en el distrito por lo que a partir de este dato se pretende generar una propuesta del diseño de una planta de tratamiento para realizar la valorización de los residuos inorgánicos reaprovechables y que esta alternativa permita lograr beneficios económicos para la asociación de recicladores y efectuarse un manejo adecuado de los residuos sólidos municipales.

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

Tipo de residuos sólidos inorgánicos reaprovechables	Ton/día
Residuos sólidos domiciliarios	2.55
Residuos sólidos no domiciliarios	8.49
Total	11.05

Fuente: elaboración propia.

Habiéndose realizado la caracterización de los residuos se pudo identificar la generación de residuos sólidos inorgánicos reaprovechables al día que es 11.05 Ton de origen domiciliario y no domiciliario, por lo que al año se generan 3978 Ton/año y para la elaboración del diseño de una planta es necesario realizar la proyección de 10 años, así como se muestra en la siguiente tabla, considerando que la tasa de crecimiento es de 1 %.

Tabla 39. *Proyección de la generación de los residuos sólidos inorgánicos reaprovechables.*

Año	Generación kg/día	Generación Ton/día	Generación Ton/mes	Generación Ton/año
2019	11050	11.05	331.5	3978
2020	11160.500	11.16	334.8	4017.8
2021	11272.105	11.27	338.2	4058.0
2022	11384.826	11.38	341.5	4098.5
2023	11498.674	11.50	345.0	4139.5
2024	11613.661	11.61	348.4	4180.9
2025	11729.798	11.73	351.9	4222.7
2026	11847.096	11.85	355.4	4265.0
2027	11965.567	11.97	359.0	4307.6
2028	12085.222	12.09	362.6	4350.7
2029	12206.074	12.21	366.2	4394.2
2030	12328.135	12.33	369.8	4438.1

Fuente: elaboración propia.

- Cálculos y diseño de las áreas de la planta de planta de tratamiento de residuos sólidos inorgánicos reaprovechables:

La capacidad de la planta sería de 11.05 Ton/día, para ello se hace necesario contar con las siguientes áreas:

- Área de recepción: se habilitará un área de recepción de 30 m<sup>2</sup> de área, donde serán descargados los residuos sólidos segregados en fuente, dicha área se calculó tomando en cuenta: la densidad promedio de residuos sólidos suelto, el cual es de 0.28 Ton/m<sup>3</sup>, y la generación es de 11.05 Ton/día, se tendrá un volumen de 39 m<sup>3</sup>, determinándose una altura de 1.50 m, el área a requerir es de 26 m<sup>2</sup> adicionando espacios libre se tendría 30 m<sup>2</sup>, en la cual también se procederá a realizarse el control de ingreso y salida de los residuos sólidos inorgánicos reaprovechables.
- Área de estacionamiento: se habilitará un área de estacionamiento de 35 m<sup>2</sup>, donde se guardarán las moto furgonetas después de culminar sus actividades de recolección; asimismo, el programa de segregación en la fuente y recolección selectiva contará con 04 moto furgonetas que serán de uso exclusivo para la recolección diaria, las cuales tienen las siguientes medidas: largo: 3.54 m, ancho: 1.34 m y de alto: 1.50 m, por lo que si se estacionaran 04 moviidades es necesario contar con un área de 30 m<sup>2</sup> adicionando espacios libres se tendrá 35 m<sup>2</sup>.
- Área de pesaje: se habilitará un área de pesaje para ello se contará con una báscula sobresuelo de ancho 1.20 m y largo 1.20 m, que automáticamente notificará el peso de inicio con el que ingresa a la planta; asimismo, también servirá para realizar el pesaje de control por cada paca del tipo de residuo inorgánico reaprovechables que después serán almacenados hasta su comercialización. Se contará con un espacio de 30 m<sup>2</sup> que servirá para almacenar los contenedores y realizar el pesaje.
- Área de segregación: de la caracterización realizada se tomarán solo los materiales reciclables que llegarán a la planta de separación para realizar un dimensionamiento e indicar el procedimiento, longitud y velocidad de la banda de separación más viable para el sistema. De

los valores descritos, tomando en cuenta la dependencia al grado de colaboración de la población, se tendrá un porcentaje de eficiencia en la separación. Se asumirá que tendrá una eficiencia del 70 % <sup>23</sup>.

Tabla 40. *Eficiencia de la separación domiciliar de los residuos sólidos inorgánicos reaprovechables.*

Categorías	Ton/día	%Eficiencia separación domiciliar	Cantidad (Ton)	% del total	Rendimiento (kg/h)	total de Residuos en kg/h	Jornada de trabajo en horas	Número de personal	Personal asumido
Papel	2.25	0.7	1.57	20.38	15.4	460.4	8	3.73701	4
Cartón	2.77	0.7	1.94	25.09	22	460.4	8	2.61591	3
Vidrio	1.48	0.7	1.04	13.41	120	460.4	8	0.47958	
Plástico	2.47	0.7	1.73	22.37	50	460.4	8	1.151	1
Tetrabrik (envases multicapa)	0.27	0.7	0.19	2.45	50	460.4	8	1.151	2
Metales	1.19	0.7	0.83	10.78	45	460.4	8	1.27889	1
Textiles (telas)	0.36	0.7	0.25	3.26	120	460.4	8	0.47958	1
Caucho, cuero, jebe	0.25	0.7	0.18	2.26	120	460.4	8	0.47958	
Total	11.04	-	7.73	1					12

Fuente: elaboración propia.

Según la cantidad de material que se introduzca a la planta, se dimensiona la longitud de la banda de separación para optimizar el proceso, esto con base de los rendimientos establecidos que se implantaron en la planta de Ciudad de Loja en Ecuador.

MATERIAL	RENDIMIENTO 1 (KG/HORA)	RENDIMIENTO 2 (KG/HORA)
Papel tipo archivo	11,0	7,5
Papel kraft	21,0	75,0
Papel periódico	19,0	37,5
Papel bond	10,5	7,5
Cartulina dúplex (envase de productos alimenticios, medicamentos, etc.)	16,5	37,5
Cartón	22,0	75,0
Bolsas plásticas	12,0	28,0
PET	30,0	150,0
Plástico alta densidad (botellas, envases, etc.)	4,5	-
Vidrio	120,0	300,0
Lata de aluminio	-	45,0
Lata de hierro	-	45,0

Figura 27. Cuadro de rendimientos de separación por tipo de material.

Fuente: Planta de Tratamiento, Loja, Ecuador.

Para calcular el personal requerido en la fase de selección se calculó de acuerdo con la cantidad de residuos generados, los porcentajes de material apto para ser reciclado y el rendimiento de separación, junto a esto se estimó la longitud total de la banda de separación, según la metodología de Castillo y Hardter señalada en el capítulo II.

Tabla 41. *Número de personal necesario en planta y longitud de la banda transportadora.*

Total de residuos inorgánicos en Ton/día	Número de personal por categoría	Longitud de la banda transportadora
11.04	12	8.00

Fuente: elaboración propia.

Se determinó así que el personal asumido para este proceso es de 12 personas, tomando en cuenta una jornada de 8 horas y 11 Ton/día. La longitud de la banda es de 8 metros, esta puede ser una sola o dos bandas de 4 metros cada una, en el cual se considera que habrá un trabajador a cada lado de la banda y aproximadamente un metro entre trabajadores para que se tenga un espacio de maniobra. Asimismo, se contará con contenedores y se ubicarán en la parte horizontal de la transportadora recipientes de forma cuadrada donde se depositarán los residuos sólidos segregados.

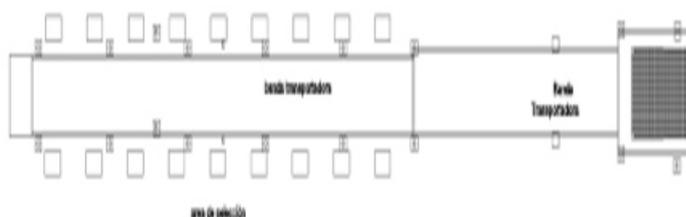


Figura 28. Propuesta de la banda transportadora.

Fuente: Expediente Técnico de la propuesta <sup>52</sup>.

Las dimensiones de la faja ya estando definidas, representa el manejo de un criterio de facilidad de maniobrar los materiales a segregar y fácil trabajo de almacenamiento; la variable es aumentar el número de segregadores y conductos según la demanda de los residuos sólidos inorgánicos, pero se determinó según el rendimiento del personal.

- Área de compactación: Para el área de compactación se hará uso del equipo compactador y densificador que se utilizará para la compactación de plásticos, latas, hojalatas, cartón y fierros. Dicho equipo compactará en pacas para realizar el reciclaje más adecuado. La capacidad máxima de producción es de 200 kg por hora, la comprensión 50:1, es un equipo automático, el monitor de la planta de tratamiento debe recibir una capacitación del uso y así mismo enseñar al operario encargado.
- Área de descarga: para esta área se contará con un equipo de carga y descarga que realizará el traslado de las pacas de 200 kg al almacén por hora, por lo que se tiene que considerar el apoyo de un operario y el combustible para el equipo.
- Almacén: está diseñado según los cálculos de diseño de los residuos sólidos inorgánicos segregados, compactados y sin compactar, lo cual se detalla en las siguientes dimensiones según los cálculos.

Tabla 42. Cálculos de diseño del almacén.

Material	Composición	Composición en planta	Cantidad en planta (kg/día)	Densidad Compactada (kg/m <sup>3</sup> )	Volumen por día (m <sup>3</sup> )	Altura de la paca	Ancho paca	Largo paca	Altura mínima del almacén (m)	Espacio de separación maniobra (3 m)
Papel	6.8%	20.4%	2294	327.6	6.87	1	1	1	2	3
Cartón	8.4%	25.1%	2771	327.6	8.46	1	1	1	2	3
Vidrio	4.5%	13.4%	1476	327.6	4.51	1	1	1	2	3
Plástico	7.5%	22.4%	2474	327.6	7.55	1	1	1	2	3
Tetrabrik	0.8%	2.4%	269	327.6	0.82	1	1	1	2	3
Metales	3.6%	10.7%	1185	327.6	3.62	1	1	1	2	3
Textiles	1.1%	3.3%	362	327.6	1.11	1	1	1	2	3
Caucho, cuero, jebe	0.8%	2.2%	248	327.6	0.76	1	1	1	2	3
Total	34%	100.00%	11045.3	-	16.97	-	-	-	-	-

Fuente: elaboración propia.

El área de Almacén tendrá un área de 81 m<sup>2</sup>, requiriéndose para almacenar diariamente 10 m<sup>2</sup>.

- Área de control de operaciones: el área de control de operaciones tendrá zona de recepción de proveedores, administrativo de personal y lavadero, siendo su área equivalente a 72 m<sup>2</sup>. El sistema de red de energía eléctrica contará con:
  - Alimentadores de energía eléctrica trifásico para el funcionamiento de las máquinas.
  - Sistema de descargas atmosféricas (pararrayos).
  - Sistema de puesta a tierra.
  - Equipos de iluminación.
  
- Sistema de seguridad y salud ocupacional: se contará con un tópico como medida de auxilio rápido; asimismo un sistema de prevención y control de incendios.
  
- Obras complementarias y equipamiento de planta: se contará con:
  - 1 base de concreto de 652 m<sup>2</sup>.
  - Cobertura de techo soportado con estructuras metálicas.
  - Prensa.
  - Balanza manual.

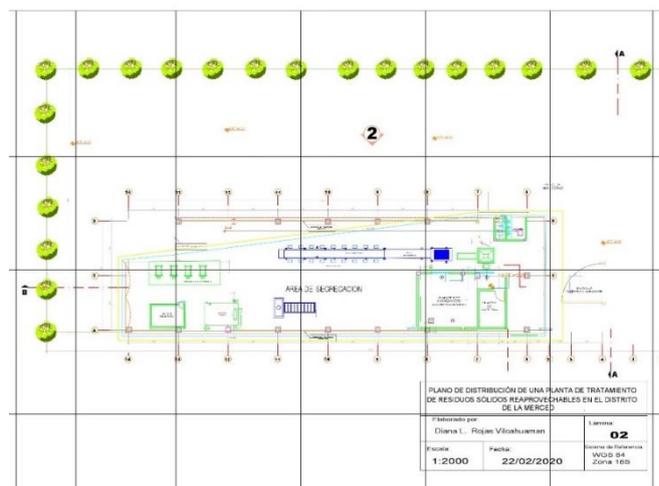


Figura 29. Propuesta de una planta de tratamiento de residuos sólidos inorgánicos reaprovechables.

Fuente: elaboración propia.

El área total de la planta de tratamiento de residuos inorgánicos reaprovechables es de 652 m<sup>2</sup> que contará con las áreas que corresponde y que fueron descritas en el párrafo anterior. En el anexo de planos se indican los detalles de la Planta de valorización de residuos sólidos inorgánicos reaprovechables.

## 5.2. Pruebas y resultados

Los objetivos específicos de la investigación están relacionados primero con identificar los residuos sólidos inorgánicos reaprovechables generados en actividades domiciliarias y comerciales que reflejan mejor potencial de valorización:

Tabla 43. *Identificación y generación de residuos inorgánicos reaprovechables en el contexto de estudio a nivel domiciliario.*

TIPO DE RESIDUO SÓLIDO	COMPOSICIÓN							TOTAL Kg	COMPOSICIÓN PORCENTUAL %
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7		
	Kg								
<b>1. Residuos aprovechables</b>	<b>17.15</b>	<b>17.50</b>	<b>14.45</b>	<b>17.30</b>	<b>19.75</b>	<b>12.25</b>	<b>17.90</b>	<b>116.30</b>	<b>84.64%</b>
<b>Residuos Orgánicos</b>	<b>13.60</b>	<b>12.15</b>	<b>11.30</b>	<b>13.70</b>	<b>17.85</b>	<b>9.20</b>	<b>12.05</b>	<b>89.85</b>	<b>65.39%</b>
Residuos de alimentos	12.60	7.00	8.00	12.70	14.75	5.65	9.40	70.10	51.02%
Residuos de maleza y paja	0.70	0.85	2.85	0.50	1.60	2.60	1.90	11.00	8.01%
Otros orgánicos	0.30	4.30	0.45	0.50	1.50	0.95	0.75	8.75	6.37%
<b>Residuos Inorgánicos</b>	<b>3.55</b>	<b>5.35</b>	<b>3.15</b>	<b>3.60</b>	<b>1.90</b>	<b>3.05</b>	<b>5.85</b>	<b>26.45</b>	<b>19.25%</b>
Papel	0.30	0.25	0.85	0.50	0.25	0.65	1.15	3.95	2.87%
Cartón	0.15	1.10	0.80	0.45	0.15	0.70	1.60	4.95	3.60%
Vidrio	0.20	1.10	0.00	0.00	0.30	0.20	0.70	2.50	1.82%
Plástico	1.00	1.45	0.95	0.80	0.55	0.85	1.25	6.85	4.99%
Tetra brik (envases multicapa)	0.30	0.00	0.05	0.10	0.05	0.05	0.00	0.55	0.40%
Metales	0.85	0.70	0.20	0.35	0.45	0.25	1.10	3.90	2.84%
Textiles (telas)	0.40	0.35	0.25	0.95	0.05	0.00	0.00	2.00	1.46%
Caucho, cuero, jebe	0.35	0.40	0.05	0.45	0.10	0.35	0.05	1.75	1.27%
<b>2. Residuos no reaprovechables</b>	<b>6.75</b>	<b>2.40</b>	<b>1.50</b>	<b>2.75</b>	<b>3.61</b>	<b>2.40</b>	<b>1.70</b>	<b>21.11</b>	<b>15.36%</b>
Bolsas plásticas de un solo uso	1.85	0.90	0.60	0.80	0.80	0.95	0.65	6.55	4.77%
Residuos sanitarios	3.15	1.10	0.55	0.90	2.20	0.95	0.60	9.45	6.88%
Pilas	0.25				0.01			0.26	0.19%
Tecnopor	0.15	0.10	0.05	0.10	0.15	0.05	0.10	0.70	0.51%
Residuos inertes	0.85	0.10	0.10	0.20	0.10	0.25	0.15	1.75	1.27%
Restos de medicamentos	0.05							0.05	0.04%
Envolturas de snacks, galletas, caramelos, entre otros	0.45	0.20	0.20	0.75	0.35	0.20	0.20	2.35	1.71%
Otros residuos no categorizados								0.00	0.00%
<b>TOTAL</b>	<b>23.90</b>	<b>19.90</b>	<b>15.95</b>	<b>20.05</b>	<b>23.36</b>	<b>14.65</b>	<b>19.60</b>	<b>137.41</b>	<b>0.00%</b>

Fuente: elaboración propia.

Según el estudio de caracterización de residuos sólidos elaborado el año 2018, se clasificaron los residuos en reaprovechables y no reaprovechables de origen domiciliarios y establecimientos comerciales, instituciones públicas, privadas y otros; se identificó que existe un 84.64 % de residuos aprovechables y un 15.36 % de residuos no aprovechables, es decir que a nivel domiciliario se identificó 11

Ton/día de aprovechables, en cuanto a los residuos orgánicos se identificó un 8.5 Ton/día y residuos inorgánicos reaprovechables un 2.5 Ton/día, lo que implica que para determinar el potencial de estos residuos es necesario comparar los ingresos del programa de segregación en fuente realizada el año 2018, según este reporte fue posible determinar que los residuos que reflejen un potencial de valorización son: papel, cartón, vidrio, plástico, tetrabrik, metales, textiles, caucho, cuero y jebe.

Respecto del sector comercial, se tiene que el porcentaje total de residuos sólidos aprovechables alcanza un 78.89 %, valor menor a comparación del domiciliario, mientras que el valor de los residuos inorgánicos reaprovechables constituye a un 50.55 % del total de residuos, es decir se genera 5.82 Ton/día de residuos orgánicos, 8.5 Ton/día de residuos inorgánicos reaprovechables y 4.33 Ton/día de residuos no reaprovechables lo que implica existen residuos inorgánicos reaprovechables que reflejen un mejor potencial en su valorización; cabe resaltar que se observa dicha tendencia debido a que productos asociados al comercio tienden por preservarse con un extra de papel, plástico y cartón, a diferencia de lo empleado en términos domiciliarios, evidenciando la necesidad de optar por su valorización para el entorno comercial de manera relevante y forma complementaria.

Tabla 44. *Identificación y generación de residuos inorgánicos reaprovechables en el contexto de estudio a nivel no domiciliario.*

TIPO DE RESIDUO SÓLIDO	COMPOSICIÓN							TOTAL Kg	COMPOSICIÓN PORCENTUAL %
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7		
	Kg								
<b>1. Residuos aprovechables</b>	<b>17.15</b>	<b>17.50</b>	<b>14.45</b>	<b>17.30</b>	<b>19.75</b>	<b>12.25</b>	<b>17.90</b>	<b>116.30</b>	<b>84.64%</b>
<i>Residuos Orgánicos</i>	<i>13.60</i>	<i>12.15</i>	<i>11.30</i>	<i>13.70</i>	<i>17.85</i>	<i>9.20</i>	<i>12.05</i>	<i>89.85</i>	<i>65.39%</i>
<i>Residuos de alimentos</i>	12.60	7.00	8.00	12.70	14.75	5.65	9.40	70.10	51.02%
<i>Residuos de maleza y poda</i>	0.70	0.85	2.85	0.50	1.60	2.60	1.90	11.00	8.01%
<i>Otros orgánicos</i>	0.30	4.30	0.45	0.50	1.50	0.95	0.75	8.75	6.37%
<i>Residuos Inorgánicos</i>	<i>3.55</i>	<i>5.35</i>	<i>3.15</i>	<i>3.60</i>	<i>1.90</i>	<i>3.05</i>	<i>5.85</i>	<i>26.45</i>	<i>19.25%</i>
<i>Papel</i>	0.30	0.25	0.85	0.50	0.25	0.65	1.15	3.95	2.87%
<i>Cartón</i>	0.15	1.10	0.80	0.45	0.15	0.70	1.60	4.95	3.60%
<i>Vidrio</i>	0.20	1.10	0.00	0.00	0.30	0.20	0.70	2.50	1.82%
<i>Plástico</i>	1.00	1.45	0.95	0.80	0.55	0.85	1.25	6.85	4.99%
<i>Tetra brik (envases multicapa)</i>	0.30	0.00	0.05	0.10	0.05	0.05	0.00	0.55	0.40%
<i>Metales</i>	0.85	0.70	0.20	0.35	0.45	0.25	1.10	3.90	2.84%
<i>Textiles (telas)</i>	0.40	0.35	0.25	0.95	0.05	0.00	0.00	2.00	1.46%
<i>Caucho, cuero, jebe</i>	0.35	0.40	0.05	0.45	0.10	0.35	0.05	1.75	1.27%
<b>2. Residuos no reaprovechables</b>	<b>6.75</b>	<b>2.40</b>	<b>1.50</b>	<b>2.75</b>	<b>3.61</b>	<b>2.40</b>	<b>1.70</b>	<b>21.11</b>	<b>15.36%</b>
<i>Bolsas plásticas de un solo uso</i>	1.85	0.90	0.60	0.80	0.80	0.95	0.65	6.55	4.77%
<i>Residuos sanitarios</i>	3.15	1.10	0.55	0.90	2.20	0.95	0.60	9.45	6.88%
<i>Pilas</i>	0.25				0.01			0.26	0.19%
<i>Tecnopor</i>	0.15	0.10	0.05	0.10	0.15	0.05	0.10	0.70	0.51%
<i>Residuos inertes</i>	0.85	0.10	0.10	0.20	0.10	0.25	0.15	1.75	1.27%
<i>Restos de medicamentos</i>	0.05							0.05	0.04%
<i>Envolturas de snacks, galletas, caramelos, entre otros</i>	0.45	0.20	0.20	0.75	0.35	0.20	0.20	2.35	1.71%
<i>Otros residuos no categorizados</i>								0.00	0.00%
<b>TOTAL</b>	<b>23.90</b>	<b>19.90</b>	<b>15.95</b>	<b>20.05</b>	<b>23.36</b>	<b>14.65</b>	<b>19.60</b>	<b>137.41</b>	<b>0.00%</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla 45. Valorización de los residuos sólidos inorgánicos reaprovechables sin planta de tratamiento durante el año 2018.

Nº	Tipo de Residuo	Mes												TOTAL
		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sep.	Octubre	Nov.	Dic.	
1	Papel blanco	462.20	400.80	469.50	437.60	610.30	700.00	626.50	465.60	458.30	884.40	527.00	367.10	6409.30
2	Papel periódico	534.40	316.20	493.40	429.10	462.60	381.50	399.50	485.70	313.90	463.00	405.50	368.00	5052.80
3	Papel mixto	648.50	347.00	486.10	597.70	380.60	265.50	298.50	648.70	214.30	350.00	287.50	531.70	5056.10
4	Papel film	170.70	171.70	186.40	52.60	238.90	298.00	237.50	59.40	220.20	431.00	261.00	143.60	2471.00
5	Cartón marrón	28.70	96.00	92.00	31.70	125.50	22.00	0.00	117.50	224.00	84.00	0.00	61.00	882.40
6	Cartón blanco	0.00	58.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	58.90
7	Cartón mixto	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	Vidrio blanco	251.50	280.30	261.90	211.40	269.20	335.30	150.00	223.10	40.90	455.00	129.50	0.00	2608.10
9	Vidrio marrón	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	75.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	75.00
10	Vidrio verde	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	PET	2925.30	2121.00	1859.30	2110.10	2415.80	2034.00	2288.50	2481.70	2378.20	1878.00	1981.50	1566.30	26039.70
12	PEAD	0.00	0.00	30.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	30.50
13	PVC	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	79.00	0.00	0.00	0.00	70.00	0.00	149.00
14	PEBD	0.00	0.00	35.50	0.00	0.00	246.50	386.00	0.00	0.00	0.00	303.00	0.00	971.00
15	PP	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16	PS	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17	ABS	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18	Tetrapack	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19	Aluminio	212.48	229.20	233.20	196.10	419.40	339.50	244.00	383.10	403.40	207.50	390.50	328.10	3586.48
20	Hojalata	558.00	707.90	660.60	363.20	871.00	672.00	756.50	343.00	657.70	447.00	606.00	386.79	7029.69
21	Fierro o metal	1022.70	764.20	778.80	935.10	442.60	429.50	482.50	793.10	454.50	436.00	460.00	552.10	7551.10
TOTAL		6814.48	5493.20	5587.20	5364.60	6235.90	5798.80	5948.50	6000.90	5365.40	5635.90	5421.50	4304.69	67971.07

Fuente: elaboración propia.

Considerando ello según el estudio de caracterización de residuos sólidos municipales se recolectarían al día 11.05 Ton/día de residuos sólidos inorgánicos reaprovechables y al año 3,960 Ton por lo que al comparar con el PSF-RS se pudo identificar una gran diferencia, por lo que para determinar dicho objetivo es necesario tener en cuenta la valorización que se realizó durante la implementación del programa de segregación el fuente y recolección selectiva de los residuos sólidos inorgánicos reaprovechables que consistía en realizar al recolección de dichos residuos en 06 sectores del distrito, asimismo como se muestra en la siguiente tabla se recolectaron aproximadamente 67,971 Ton durante todo el año 2018, valorizándose con un ingreso de S/.41,382.00 nuevos soles con una población de 1,294 viviendas monitoreadas y activas.

Asimismo, durante la valorización se pudo identificar que se recolectaron 26 Ton/año de “pet” (botellas plásticas), 7 Ton/año de fierro, 7 Ton de hojalata y 6 Ton de papel blanco como lo muestra la figura siguiente, sin embargo, la información obtenida del estudio de caracterización refleja que debería de recolectarse 3,960 Ton de residuos de este tipo inorgánico reaprovechable de origen domiciliario, establecimientos comerciales, IPP, IE y otros, por lo que se deduce que lo recolectado en el PSFRS no es ni la mitad de lo establecido en el estudio de caracterización, lo que implica hacer una comparación de los ingresos y de esta premisa deducir.

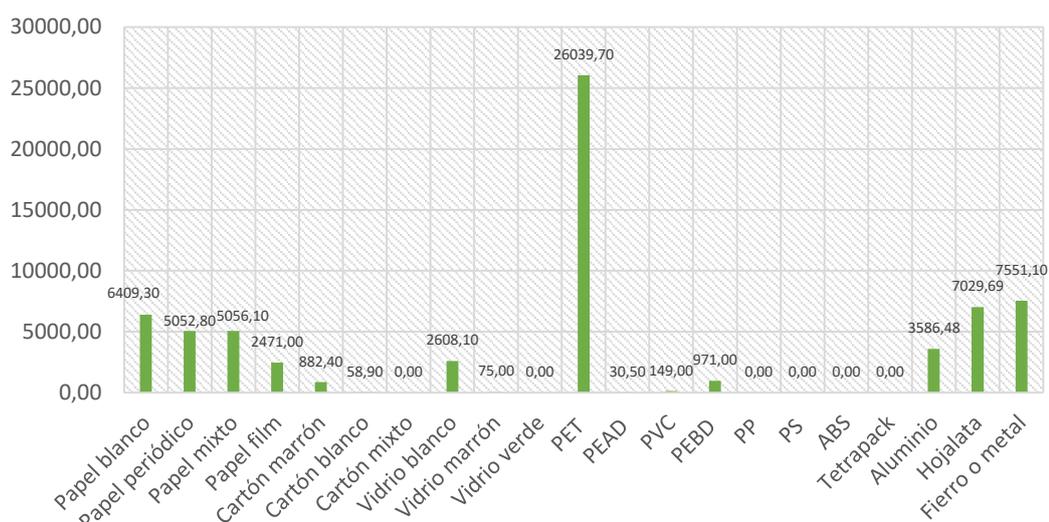


Figura 30. Identificación de los tipos de residuos inorgánicos reaprovechables que más se recolectaron durante el año 2018.

Fuente: elaboración propia.

Asimismo, durante el año 2018 se realizó la venta de dichos residuos a través de la asociación de recicladores quien se encargaba de administrar sus boletas de ingresos y egresos, y el coordinador del PSF-RS realizaba la obtención de datos a través de las boletas que ellos emitían; asimismo, se hizo la venta de 26 Ton de PET, donde se obtuvo un ingreso de S/.19,769.86 anual, siendo dicho residuo que más ingreso genera debido a que según la canasta de precios - Perú el kg de PET está valorizado en S/ 1.00, la venta de estos residuos generó un ingreso S/. 41,382 anual, por lo que se deduce que los residuos que muestran un potencial en la valorización son los que se muestran en la siguiente tabla, sin embargo, es necesario tener en cuenta que si se llegara a valorizar el 100 % de estos residuos los ingresos serían mayores como lo muestra la tabla subsiguiente.

Tabla 46. *Ingresos obtenidos por cada tipo de residuo sólido inorgánico reaprovechable durante el año 2018.*

Tipo de Residuo	Costo x Kg	Ingreso 2018
Papel blanco	0.50	2,890.85
Papel periódico	0.20	812.95
Papel mixto	0.20	717.61
Papel film	1.00	1,624.88
Cartón marrón	0.20	144.31
Cartón blanco	-	0
Cartón mixto	-	0
Vidrio blanco	0.10	176.17
Vidrio marrón	-	0
Vidrio verde	-	0
PET (Tereftalato de polietileno)	1.00	19,769.86
PEAD (HDPE)(Polietileno de alta densidad)	0.80	0
PVC (Policloruro de vinilo)	0.60	47.4
PEBD o LDPE (Polietileno de baja densidad)	0.80	506
PP (Polipropileno)	-	0
PS (Poliestireno)	-	0
ABS (acrilonitrilo, el butadieno y el estireno.)	-	0
Tetrapak	-	0
Aluminio	0.20	8,079.19
Hojalata	1.00	5,299.34
Fierro o metal	3.00	1,314.11
TOTAL		41,382.67

Fuente: elaboración propia.

Tabla 47. *Ingresos totales de la valorización sin planta de tratamiento de residuos sólidos inorgánicos reaprovechables durante el año 2018 y con planta de tratamiento en el año 2019.*

	Total de Residuos Recolectados al año	Ingresos al año S/.	Número de viviendas
Valorización sin planta de tratamiento (2018)	67 Ton/añual	41,382	1,294
Valorización con planta de tratamiento (2019)	3960 Ton/añual	1`000,535	7,107

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la tabla anterior se deduce que el ingreso de la venta de 3,960 Ton es de S/ 1`000,535 al año considerando a 7,107 viviendas inscritas en el programa considerando que deben ser monitoreadas, con ello se concluye que los residuos que reflejan potencial en su valorización son los plásticos tales como el PET (aceite y botellas de bebidas), PEAD (botellas de lácteos, shampoo, detergente líquido, suavizante), PEBD-4 (empaques de alimentos, empaques de plástico de papel higiénico, empaques de detergente, empaque film), PP-5 (baldes, tinas, rafia, estuches negros de CD, tapas de bebidas, tapers), PS-6 (tapas cristalinas de CD, micas, vasos de yogurt, cubetas de helado, envases de lavavajilla), PVC-3 (tuberías de agua), papel blanco, periódico, mixto (páginas de cuadernos, revistas, otros similares), cartón blanco (liso y cartulina), marrón (corrugado), mixto (tapas de cuaderno, revistas), vidrio transparente, otros colores (marrón - ámbar, verde, azul, entre otros), tetrabrik (envases multicapa), latas (de leche y atún), metales ferrosos y aluminio. Sin embargo, para lograr recolectar la cantidad de residuos como se proyecta es necesario que se realice el empadronamiento de las 7,107 viviendas en los 06 sectores, asimismo realizar sensibilización casa por casa y la elaboración una ordenanza municipal que exija al generador entregar sus residuos de manera obligatoria y todo ello influirá positivamente en la valorización de estos residuos, asimismo teniendo en cuenta que se tiene que implementar la planta de tratamiento de residuos sólidos inorgánicos reaprovechables para que lo proyectado sea realidad y que el PSF-RS se encamine por ser sostenible al tiempo.

Finalmente, el tercer objetivo es proponer un diseño operativo de una planta de tratamiento de residuos sólidos inorgánicos reaprovechables que está compuesta

por los siguientes procesos, no sin antes considerar que para que la propuesta pueda funcionar eficientemente es necesario tener en cuenta en que consiste el Programa de Segregación en la Fuente y Recolección Selectiva de Residuos (PSF-RS) de inorgánicos reaprovechables.

- **Ámbito de intervención:**

Se intervendrá los 06 sectores que fueron previamente hayan sido intervenidos durante el PSF-RS del año 2018, los cuales son incluyen a viviendas urbanas y rurales, comercios, instituciones públicas y privadas, considerándose como actores principales en el programa de segregación en la fuente y recolección selectiva de residuos sólidos a los siguientes:

- **Viviendas y comercios:**

Para el año 2019 y 2020 se tiene que intervenir como meta que el 100 % (3,600 viviendas) de las 7,107 viviendas urbanas (INEI al 2017) en los 06 sectores identificados a fin de que puedan participar efectivamente en el programa, sin embargo para ello se realizará campañas de sensibilización ambiental, donde se utilizará diversos medios publicitarios, televisivos y radiales para la promoción del programa Ciudad Limpia, también se trabajará a través de incentivos para los que participen activamente en el programa de segregación en la fuente, los cuales pueden constar de kits de limpieza, bolsas ecológicas, bonos ambientales, entre otros. La recolección selectiva se realizará a través de la asociación de recicladores ATTA-ARSELCE el cual realizará las coordinaciones previas para el incremento de viviendas y rutas de recolección, y puedan brindar el servicio al 100 % de los participantes empadronados y recuperar la mayor cantidad posible de residuos inorgánicos reaprovechables y sean insertados en el ciclo productivo. Asimismo, formular la ordenanza municipal que obligue al generador realizar la segregación en la fuente y entregar sus residuos conforme a los horarios y los días que corresponde, por ello es necesario que la población se encuentre predispuestos a cada una de las alternativas de solución al manejo de los residuos sólidos.

- Sectores:

Para el desarrollo y cumplimiento de actividades programadas en el plan anual de segregación en la fuente y recolección selectiva se tiene sectorizado la ciudad de la Merced en 06 zonas de recolección tales como Pampa del Carmen I y II, Capelo, Pampa Huasa Huasi, Centro y San Carlos, para lo cual se tiene asignado una pareja de recicladores los cuales cada semana realizan la recolección selectiva, de las viviendas empadronadas.

- Diseño de rutas:

Dentro del plan del diseño de rutas se ha considerado los límites de cada área de recolección y la cantidad de viviendas existentes por cada calle identificada a fin de establecer el punto inicial y final, así como el recorrido exacto que deberán seguir los recicladores formalizados, a fin de llegar al 100 % de viviendas empadronadas mediante un recorrido eficiente, cumpliendo con los días y horarios de recolección de manera ordenada y puntual.

- Estrategia de sensibilización:

El programa de educación ambiental dirigido a viviendas será a través de la sensibilización de casa por casa con el tema principal segregación selectiva de los residuos sólidos inorgánicos re aprovechables utilizándose materiales (trípticos, afiches, etc.) con la finalidad de que la población conozca del programa, se concienticen y sean portavoces de las actividades que se realizan; cabe resaltar que también se hará uso del toldo temático mensualmente en puntos estratégicos para brindar información a las viviendas sobre el programa Ciudad Limpia. Otra estrategia de sensibilización es la conformación de juntas vecinales ambientales que aportaran al programa en la vigilancia de la disposición de los residuos sólidos municipales.

- Frecuencia y horario de recolección:

Los residuos segregados serán entregados a los recicladores formalizados para realizar actividades de recolección selectiva y/o comercialización en el horario de 7:30 am a 5:00 pm, exhortando a los propietarios de las viviendas disponer sus residuos orgánicos en el horario de rutas de los camiones compactadores en el paso de estos.

Tabla 48. *Horarios de recolección de los residuos inorgánicos reaprovechables.*

Zonas de Recolección Selectiva	Días de trabajo	Horarios	Recicladores encargados
San Carlos	Lunes	7.30 am a 5.00 pm	Sr. Pablo Tuncar Huamaní
Pampa Huasahuasi	Martes	7.30 am a 5.00 pm	Sra. Geovanna G. Palacios Luna Sra. Elizabeth Quinchoquer
Pampa del Carmen 1	Martes	7.30 am a 5.00 pm	Sr. Pablo Pipa Peña
Pampa del Carmen 2	Miércoles	7.30 am a 5.00 pm	Sr. Milton Pipa Peña
Capelo	Jueves	7.30 am a 5.00 pm	Sra. Guillermina Ortega
Centro	Viernes	7.30 am a 5.00 pm	Sr. Oswaldo Escobar Ortega

Fuente: elaboración propia.

Para facilitar el trabajo de la segregación en la fuente, se ha previsto entregar 01 costal a cada vivienda, para almacenar adecuadamente sus residuos sólidos inorgánicos reaprovechables, para ser recolectados por un reciclador a cargo de la zona quien verterá el material a la motofurgoneta y devolverá nuevamente el costal, repitiendo el mismo proceso 1 vez por semana.

○ Monitoreo y evaluación:

Se realizarán monitoreos continuos para determinar cómo se están desarrollando las actividades de sensibilización ambiental que estarán a cargo los promotores ambientales, segregación en la fuente y de la recolección de residuos sólidos reaprovechables por parte de los recicladores. Lo cual desarrollaremos fichas de control que ayudará a evaluar las actividades e identificar si fueron efectivas o no efectivas el cumplimiento de éstas, y en base a las fichas de control formularemos estrategias para que se haga un cumplimiento efectivo de las actividades dadas:

- Los promotores ambientales en compañía con los Policías Municipales de la Municipalidad Provincial de Chanchamayo realizaran monitoreos para verificar la adecuada disposición de los residuos sólidos (orgánicos, inorgánicos reprovecharles e inorgánicos no re aprovechables).
- Las viviendas monitoreadas que cumplen con el programa de segregación en fuente y recolección selectiva se les entregará el bono ambiental para el descuento del 20% de sus arbitrios de baja policía de manera mensual y la entrega de incentivos 02 veces al año.
- También al finalizar las labores mensuales se realizará reuniones con el personal de promotores ambientales y los recicladores para formular una matriz FODA e identificar cuáles fueron las fortalezas, oportunidades, dificultades y las amenazas que se dan a diario a medida que se van cumpliendo las actividades dadas del programa Ciudad Limpia.

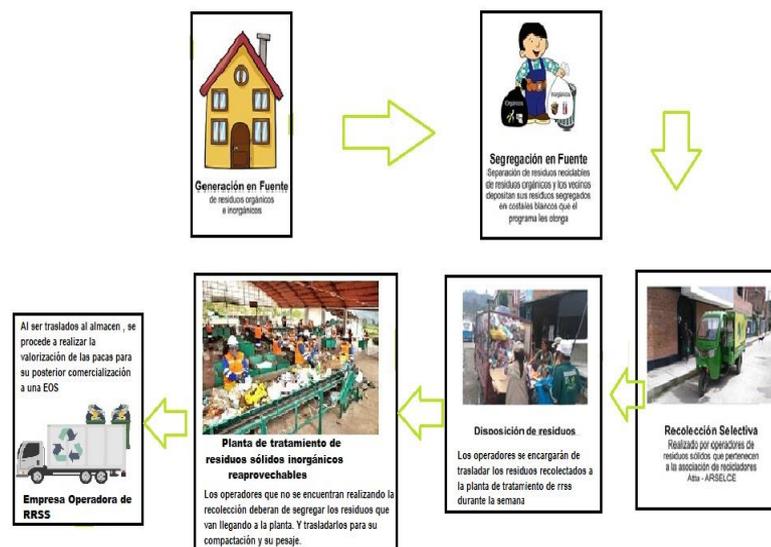


Figura 31. Propuesta del ciclo del reciclaje en el distrito de La Merced.

Fuente: elaboración propia.

Posteriormente al culminar cada uno de las actividades del programa de segregación en la fuente y recolección selectiva se procede al traslado de la planta de tratamiento de residuos sólidos inorgánicos reprovechables que se inicia por:

- Llegada de materiales: se contará con 04 motofurgonetas que serán de uso exclusivo para la recolección de los residuos inorgánicos reaprovechables, que por la inclinación se depositará el ingreso de los residuos hacia la siguiente área. En este proceso se puede aprovechar para realizar una separación previa de los residuos sólidos inorgánicos. Asimismo, cada reciclador tendrá que registrarse al ingresar a la planta en el área de recepción, como también dar a conocer el área que ingreso a realizar el recojo.
- Selección: los residuos son seleccionados conforme van llegando a la banda transportadora. Se recomienda que en el primer paso de selección se tenga una criba para separar los materiales por tamaño para facilitar el siguiente proceso. Luego los residuos pasarán por medio de las bandas transportadoras mecánicas, este es el paso más importante ya que se realiza la separación de aquellos materiales recuperables. Se puede utilizar electroimanes para realizar la separación de materiales ferrosos.
- Almacenamiento temporal en contenedores: en recipientes para almacenamiento se van dejando todos los reciclados separados según el tipo de residuo, por ejemplo, se tendrá un contenedor de 1000 litros y aquellos no reciclables para posteriormente transportarlos al área que se les designe. Por ello se debe asegurar una buena segregación en la fuente. Asimismo, es importante destacar que se contará con 12 recicladores en planta demostrar eficiencia en la segregación.
- Compactación y enfardado: en esta fase los materiales separados se transportan a la compactadora y densificadora para la formación de pacas para la venta. Es importante para reducir el volumen y así tener más optimización del espacio de almacenamiento previamente a la venta. Asimismo, dicho equipo compactará 200 kg/h, entre botellas plásticas, fierros, latas y fierros. Asimismo, luego serán descargadas las pacas para su pesaje y su registro.
- Almacenamiento: las pacas de materiales reciclados serán trasladadas al almacén para evitar que se dañen y serán cubiertos para mantener la calidad del producto. Posteriormente se comercializará a las Empresas Operadoras teniendo en la canasta de precios de los residuos que reflejan un potencial en su valorización.



## CONCLUSIONES

- a) La propuesta de una planta de tratamiento mejoraría la valorización de los residuos sólidos inorgánicos reaprovechables en el distrito de La Merced - Chanchamayo - Junín, 2019, debido a que a medida que se practique la valorización de residuos sólidos inorgánicos reaprovechables en plantas de tratamiento, se alcanzarán escenarios más eficientes en la segregación, compactación y la comercialización de dichos residuos.
- b) La generación per cápita (GPC) de los residuos sólidos en el distrito de La Merced es de 1.35 kg/hab/día y de acuerdo a este valor se estimó que la generación total es de 33.01 Ton/día de residuos sólidos en la cual 11.05 Ton/día son residuos sólidos inorgánicos reaprovechables, 16.12 Ton/día son residuos orgánicos y 5.86 Ton/día son residuos sólidos inorgánicos no reaprovechables.
- c) La aplicación de una propuesta de planta de tratamiento si mejoraría la valorización de los residuos inorgánicos reaprovechable debido a que aportará con el reaprovechamiento adecuado de 3,960 toneladas de residuos al año creando escenarios de eficiencia en la segregación con 12 recicladores formalizados, considerando procesos de compactación y almacenamiento óptimos.
- d) La eficiencia de la propuesta de la planta de tratamiento generará S/. 1'000,535.00 de ingresos anuales por el aprovechamiento del 100 % y la comercialización de los residuos inorgánicos reaprovechables generados por 7,107 viviendas.
- e) La aplicación del Programa de Segregación en Fuente y Recolección Selectiva (PSF-RS) solo valorizaron 67 toneladas de residuos en el año 2018 y generó S/. 41,382 soles, debido a la ausencia de una Planta de Tratamiento de residuos sólidos inorgánicos reaprovechables.
- f) Los residuos sólidos inorgánicos reaprovechables generados en actividades domiciliarias y comerciales que reflejan un mejor potencial de valorización en el distrito de La Merced – Chanchamayo – Junín, 2019 engloban al papel, cartón, vidrio, plástico, tetra pack y metal, que para el sector domiciliario representan un 19.25 % y para el sector comercial un 50.55 % de 11.05 Ton/día de residuos sólidos inorgánicos reaprovechables.
- g) Se realizó la evaluación de criterios de selección de sitio del área del proyecto obteniendo 247 puntos considerándose como zona aceptable apta para proceder con el diseño de la planta de tratamiento de residuos sólidos inorgánico reaprovechables.

- h) La planta de tratamiento de residuos sólidos inorgánicos reaprovechables cuenta con 08 áreas de 652 m<sup>2</sup> tales como; el área de recepción que cuenta 30 m<sup>2</sup>, área de estacionamiento de 35 m<sup>2</sup>, área de segregación cuenta con una banda transportadora de 8 m, área de compactación, área de descarga y almacén cuenta con 81 m<sup>2</sup> y el área de control de operación de 72 m<sup>2</sup>.
- i) Mediante la propuesta del diseño operativo de la planta de tratamiento de residuos sólidos inorgánicos reaprovechables se controlarán las etapas del programa de segregación en la fuente y recolección selectiva, lo cual aportará en la valorización del 100 % de los residuos sólidos inorgánicos reaprovechables generados en fuente, evitando las deficiencias que durante su ejecución se genere.
- j) Con el programa de segregación en fuente y recolección selectiva se empadronará 7,107 viviendas participantes con el apoyo de 10 promotores ambientales, una asociación de recicladores ATTA-ARSELCE - Selva Central, encargándose de la llegada de los residuos sólidos, selección con una eficiencia del 70 %, en la cual se procesará 200 kg/hora de residuos sólidos inorgánicos reaprovechables y el almacenamiento para posteriormente comercializarlas a una Empresa Operadora de residuos sólidos que cuente con la licencia del Ministerio del Ambiente.
- k) La infraestructura de Tratamiento en el distrito de La Merced mejorará la calidad de vida de los recicladores, asimismo mitigará potenciales impactos ambientales generados por el inadecuado manejo de dichos residuos sólidos municipales.
- l) Se concluye que la propuesta del diseño de una planta de tratamiento de residuos sólidos inorgánicos reaprovechables alcanza un Valor Actual Neto (VAN) positivo, por lo que la propuesta de investigación es factible; asimismo, el 21.56 % (TIR) supero el valor de 0 lo que indica que el proyecto es rentable.

## TRABAJOS FUTUROS

- a) Replicar los lineamientos propuestos y asociados a la educación ambiental no formal en contextos de similar generación per cápita, así como considerar el crecimiento poblacional y comercial para aproximar escenarios de incremento de ingresos extras.
- b) Generar información asociada a aspectos sostenibles que favorezcan a la generación de instrumentos de gestión ambiental sectoriales y adecuados de aplicación a realidades con bajo presupuesto asignado a nivel público.
- c) La Municipalidad Distrital de La Merced debe realizar un replanteo del expediente técnico del proyecto debido a que no cuenta con los diseños de una planta de tratamiento de residuos sólidos inorgánicos reaprovechables y de orgánicos.
- d) Las autoridades municipales deberían considerar al aprovechamiento de los residuos sólidos como un tema importante y urgente para generar ingresos económicos en beneficio de la Asociación de Recicladores de la Selva Central.
- e) Considerar a la provincia como ente gestor primordial para alcanzar escenarios de formalidad asociada al reaprovechamiento y comercialización de residuos sólidos aprovechables.
- f) Es importante implementar la propuesta de la investigación y su diseño operativo que permitirá manejar el adecuado manejo de residuos sólidos.
- g) La Municipalidad Distrital de La Merced debe implementar un equipo técnico ambiental que se encargue del programa de segregación en fuente y recolección selectiva de residuos sólidos inorgánicos reaprovechables y del monitoreo de la planta de tratamiento.
- h) La sub gerencia de Limpieza Pública debe considerar formalizar a los recicladores informales y que se integren a la Asociación de Recicladores y con ello fomentar el emprendimiento.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA. *Anuario de Estadísticas Ambientales: Residuos sólidos*. Lima: INEI, 2014.
2. RODRÍGUEZ, S. *Residuos sólidos en Colombia: su manejo es un compromiso de todos*. Colombia: Universidad Santo Tomás, 2009.
3. GLOBAL IDEAS. *Residuos plásticos y su impacto ambiental*. Berlín: Deutsche Welle (DW), 2017.
4. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS. *Conferencia Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*. Río de Janeiro: Agenda 21, 1992.
5. RIPOLI, J. La basura no tiene que ser un problema. [En línea] 21 de Setiembre de 2012. [Citado el: 22 de enero de 2020.] [http://www.fsa.ulaval.ca/rdip/cal/lectures/societe\\_ecolo/basura\\_no\\_tiene\\_porque\\_ser.htm](http://www.fsa.ulaval.ca/rdip/cal/lectures/societe_ecolo/basura_no_tiene_porque_ser.htm).
6. SÁEZ, A. y URDANETA, J. *Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe*. 3, Maracaibo: Omnia, 2014, 20.
7. DIRECCIÓN GENERAL DE GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS. *Implementación de un sistema integrado de manejo de residuos sólidos municipales*. Lima: Programa de Incentivos, 2019.
8. SPDA ACTUALIDAD AMBIENTAL. *Lima produce 8 mil toneladas de basura al día y solo el 1 % es reciclada*. [SPDA] Lima: Sociedad Peruana de Derecho Ambiental, 2018.
9. DIARIO CORREO. *Al día Junín genera 586 toneladas de basura*. Correo, 2018.
10. FRANCISCO, J. y otros. *Plan Integral de Gestión de Residuos Sólidos 2014*. Chanchamayo: s.n., 2014.
11. DIARIO CORREO. *Dan luz verde a cinco plantas de tratamiento de residuos sólidos para el 2017*. Correo, 2016.
12. MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHANCHAMAYO. *Estudio de Caracterización de los Residuos Sólidos Municipales - 2018*. La Merced: MPCH, 2018.

13. PÉREZ, M. *Implementación del programa de segregación en la fuente y recolección selectiva de los residuos sólidos reaprovechables* - 2017. La Merced: s.n., 2017.
14. BOLAÑOS, K. *Implementar un programa de segregación en la fuente y recolección selectiva de residuos sólidos domiciliarios en viviendas urbanas del distrito, según los porcentajes categorizados por cada gobierno local de las ciudades Tipo A y B*. Lima: Ministerio del Ambiente, 2015.
15. ESTADO PERUANO. *Ley Orgánica de Municipalidades N° 27972 - Perú*. Lima: El Peruano, 2003.
16. ESTADO PERUANO. *Ley General del Ambiente N° 28611*. Lima: El Peruano, 2008.
17. MINISTERIO DEL AMBIENTE. *Decreto Supremo N°014-2017-MINAM, Reglamento del Decreto Legislativo N°1278*. Lima: Diario El Peruano, 2017.
18. MINISTERIO DEL AMBIENTE. *Decreto Legislativo N°1278 - Ley de la Gestión Integral de Residuo Sólidos*. Lima: El peruano, 2017.
19. MINISTERIO DEL AMBIENTE. *Gestión Integral de Residuos Sólidos*. Lima: Diario El Peruano, 2017.
20. MINISTERIO DEL AMBIENTE. *Ley que regula la actividad de los recicladores. Ley N° 29419 - Ley que regula la Actividad de los Recicladores*. Lima: El Peruano, 2010.
21. MINISTERIO DEL AMBIENTE. *Resolución Ministerial N°459-2018. Diseño y Construcción de Rellenos Sanitarios*. Lima: Diario El Peruano, 2018.
22. ALLAMAND, A. *Programa de reciclaje de la fracción inorgánica de residuos sólidos municipales (FIRM), aplicado a una Comuna de Chile, Ñuñoa*. 4, Santiago de Chile: AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales: Investigación, Desarrollo y Práctica, 2008, **1**. 0718-378X.
23. CASTILLO M. y HARDTER. *Gestión integral de residuos sólidos en regiones insulares*. Galápagos: s.n., 2014.
24. VALDIVIA-ALCALÁ, R. y otros. *Valoración económica del reciclaje de desechos urbanos*. 3, México D.F.: R. Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente, 2012, **18**. 2007-3828.

25. FERNANDO, J. y otros. *Gestión de los residuos sólidos y sus impactos económicos, sociales y medioambientales*. Cuba: Feijóo, 2014. 2223-4861.
26. IBARRARÁN, M., ISLAS, I. y MAYETT, E. *Valoración económica del impacto ambiental del manejo de residuos sólidos municipales: Estudio de caso*. 67, México D.F.: Gaceta Ecológica, 2003.
27. MOLINATTI, F., ROJAS, E. y PELDEZ, E. *Segregación residencial socioeconómica y políticas habitacionales. Una aproximación a partir del Programa "Mi Casa, Mi Vida". Estudio de caso en la ciudad de Córdoba, Argentina*. 23, Córdoba: Novedades en Población, 2016, **12**. 1817-4078.
28. FREILES, N. *Manejo y separación de residuos sólidos urbanos. Análisis comparativo entre Madrid (España) y el distrito especial industrial y portuario de Barranquillas (Colombia)*. Madrid: Observatorio Medioambiental, 2016, **19**. 1139-1987.
29. CAHUAYA, S. *Generación de residuos sólidos domiciliarios y potencial de reaprovechamiento para reciclaje en la ciudad de Yunguyo, Yunguyo - Puno 2017*. Puno: s.n., 2017.
30. AGAMA, N. *Análisis del programa de segregación en la fuente de los residuos sólidos en el distrito del Rímac, Lima, año 2018*. Perú: Universidad César Vallejo, 2018.
31. URRUTIA, I. *Diseño de un programa de segregación en la fuente y recolección selectiva de residuos sólidos de la provincia de Ferreñafe - 2018*. Chiclayo: Universidad de Lambayeque, 2018.
32. MEZA, M. *Análisis y propuesta de aplicabilidad de métodos y técnicas de aprovechamiento, recuperación y eliminación de residuos sólidos urbanos en Tabacundo, Cantón Pedro Moncayo*. Quito: Universidad Central de Ecuador, 2012.
33. RICO, J. *Características y valorización de los residuos de origen urbano*. Alicante: Escuela Politécnica Superior de Orihuela, 2015.
34. DUARTE, N. *Propuesta técnica para la implementación de una planta de tratamiento de desechos sólidos en el municipio de San José Pinula*. Guatemala de la Asunción: s.n., 2018.
35. FRANCISKOVIC, M. *La gestión integral de los residuos sólidos en los gobiernos locales y su regulación jurídica*. Lima: Universidad de San Martín de Porres, 2015.

36. CARE. *Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS)*. Ecuador: AVINA, 2012.
37. SISTEMA NACIONAL DE INFORMACIÓN AMBIENTAL. <https://sinia.minam.gob.pe/indicadores/generacion-capita-residuos-solidos-domiciliarios-departamento>. <https://sinia.minam.gob.pe/indicadores/generacion-capita-residuos-solidos-domiciliarios-departamento>. [En línea] SINIA, 10 de mayo de 2018. [Citado el: 03 de abril de 2019.]
38. INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD. *NTP 900.058.2019- "Gestión de residuos. Código de colores para el almacenamiento de residuos sólidos"*. Lima: INACAL, 2019.
39. MINISTERIO DEL AMBIENTE. Guía metodológica para elaborar e implementar un programa de segregación en la fuente y Recolección selectiva de Residuos Sólidos Municipales. Lima: El peruano, 2017.
40. ROCA, M. *Implementación de manejo de residuos sólidos para la adecuada disposición en la empresa Ediciones Lexicom SAC*. Lima: Universidad César Vallejo, 2018.
41. DIRECCIÓN GENERAL DE GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS. Reglamento del Decreto Legislativo N°1278, Gestión Integral de Residuos Sólidos. Lima: El Peruano, 2017.
42. FUENTES, M. y SILVA, J. *Diseño de un sistema de residuos sólidos inorgánicos (plástico y vidrio) para el gobierno municipal del Cantón Palora, provincia de Morona Santiago*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimboraza, 2009.
43. MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS. *Guía formativa del Programa Presupuestal 0036 "Gestión Integral de residuos sólidos"*. Lima: Neva Studio SAC, 2015. 2015-06577.
44. MINISTERIO DEL AMBIENTE. *Guía para la caracterización de residuos sólidos municipales*. Lima: MINAM, 2018.
45. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA. *Tasa de crecimiento poblacional a nivel nacional*. Junín: s.n., 2017.
46. AYUNTAMIENTO DEL DISTRITO NACIONAL. *Guía de Educación Ambiental sobre los Residuos Sólidos*. Argentina: Centro de Información Ambiental, 2007.
47. HERNÁNDEZ-SAMPIERI, R., FERNÁNDEZ-COLLADO, C. y BAPTISTA, P. *Metodología de la Investigación*. México D.F.: McGraw-Hill, 2014. 978-1-4562-2396-0.

48. ARROYO, J. *¿Cómo ejecutar un plan de investigación?* Huancayo: Fundación para el Desarrollo y Aplicación de las Ciencias, 2012.
49. MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LA MERCED. Expediente Técnico de Mejoramiento de la Infraestructura de Disposición Final de RRSS - La Merced. La Merced: s.n., 2019.
50. GOBIERNO REGIONAL DE JUNÍN. *Sistemas de Información Ambiental Regional*. [En línea] junio de 2018. [Citado el: 09 de marzo de 2020.]
51. SANDOVAL, L. *Guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario mecanizado*. [En línea] 23 de Julio de 2013. [Citado el: 09 de marzo de 2020.] <https://redrrss.minam.gob.pe/material/20130703130018.pdf>. 29-36.
52. MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SATIPO. Expediente Técnico: Mejoramiento y ampliación de los servicios de limpieza pública de los distritos de Coviriali, Ilaylla, Río Negro y Satipo, provincia de Satipo - Junín. Satipo: s.n., 2017.
53. MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LA MERCED. *Meta 25: Implementación de un Sistema Integrado de Manejo de Residuos Sólidos Municipales*. La Merced: Gerencia de Servicios Públicos, 2018.

## **ANEXOS**

**Anexo 01.** Extracto y síntesis del Programa de Segregación de Residuos Sólidos aplicado.

## **PROGRAMA DE SEGREGACIÓN EN LA FUENTE DE RESIDUOS SÓLIDOS (PSF-RS)**

a. Marco legal:

- Constitución Política del Perú, 1993.
- Ley N° 28611, Ley General del Ambiente.
- D.L. 1278, Ley de la Gestión Integral de Residuos Sólidos.
- D.S. 014-2017-MINAM, Reglamento del D.L. 1278.
- Ley N° 29419, Ley que regula la actividad de los Recicladores.
- Ley N° 29332, Ley que crea el Plan de Incentivos a la Mejora de la Gestión Municipal.
- Ley N° 27972, Ley Orgánica de Municipalidades.
- D.S. N° 012-2009-MINAM, Política Nacional del Ambiente.
- D.S. N° 014-2011-MINAM, Plan Nacional de Acción Ambiental – PLANAA PERÚ: 2011-2021.

b. Etapas del programa de segregación en la fuente:

✓ Etapa de organización y planificación:

○ Etapa de organización y planificación:

▪ Coordinación entre los grupos de interés:

El principal grupo de interés de parte del entorno gubernamental encargado de tomar decisiones es la Gerencia de Desarrollo Económico, en específico la Subgerencia de Medio Ambiente del Municipio Provincial de Chanchamayo; los demás grupos de interés fueron englobados por las zonas propiamente que fueron identificadas para aplicar el PSF-RS, enfatizando en el barrio de Pampa del Carmen, asumiendo como tal a un equipo técnico para tal sector.

- Designación de roles:

Las funciones principales del actor citado en relación al PSF-RS constituye los siguientes acápite:

Actor	Funciones
Gerencia de Servicios Públicos Locales - Sub Gerencia de Limpieza Pública	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Planificar, verificar y mejorar en el proceso de las actividades del PSF-RS.</li> <li>- Designar las funciones de los grupos de interés secundarios como es el equipo técnico que ejecutará las actividades del PSF-RS.</li> <li>- Elaboración del plan operativo, estableciendo metas físicas y presupuestales.</li> <li>- Elaboración del cuadro de recursos y necesidades inmediatas.</li> <li>- Coordinación entre los grupos de interés secundarios.</li> <li>- Elaboración de las solicitudes de requerimientos para el desarrollo eficiente del PSF-RS.</li> </ul>
Equipo Técnico Local Programa Ciudad Limpia (Pampa del Carmen) de Residuos Sólidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Soporte técnico para la planificación, diseño, ejecución, seguimiento y evaluación del PSF-RS.</li> <li>- Validar y difundir socioambientalmente el PSF-RS.</li> <li>- Realizar jornadas de educación ambiental no formal y difusión de información (educación ambiental informal) con el objeto de crear vías de comunicación eficientes.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

- Cronograma de trabajo del PSF-RS (cotejo de objetivos asociados al cronograma de manera complementaria según lo propuesto normativamente):

Actividad	B1	B2	B3
Planificación y coordinación general	X		
Recopilación de información – línea base del PSF-RS	X		
Análisis de información: construcción del PSF-RS	X		
Diseño y pre-implementación del PSF-RS	X	X	
Coordinación con los grupos de interés secundarios	X		
Implementación del PSF-RS (presentación y aprobación por el actor principal)	X		
Primera convocatoria de formalización de recicladores	X		
Capacitación al grupo técnico y al personal de apoyo	X	X	
Empadronamiento de viviendas del sector Pampa del Carmen		X	
Diseño de materiales, adquisición de incentivos, puesta en práctica del PSF-RS		X	X
Seguimiento y/o monitoreo de las tareas realizadas		X	X
Retroalimentación con base a la valorización de residuos inorgánicos reaprovechables.			X
Comercialización de los residuos sólidos inorgánicos reaprovechables			X
Evaluación del alcance de metas y objetivos propuestos			X

Fuente: elaboración propia.

Objetivo general	<p>"Contribuir en mejorar la calidad de vida de la población bajo la implementación de un servicio de recolección selectiva de residuos sólidos, fortaleciendo las relaciones entre los actores involucrados."</p>
Objetivos específicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Incorporar al servicio de recolección selectiva a asociaciones de recicladores formalizados, propiciando mejoras en sus condiciones de trabajo, económicas, y de vida en general.</li> <li>- Desarrollar un programa activo de sensibilización y educación ambiental dirigido a las familias.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

- Caracterización de residuos sólidos:

Objetivo general:

Generar información cualitativa y cuantitativa de los residuos sólidos municipales generados en el distrito de La Merced.

Objetivos específicos:

- a) Originar una fuente de información actualizada que sirva de base para la elaboración de un plan de manejo de los residuos sólidos.
- b) Calcular la generación per cápita de los residuos sólidos municipales.
- c) Determinar la composición física de los residuos sólidos municipales.

Justificación:

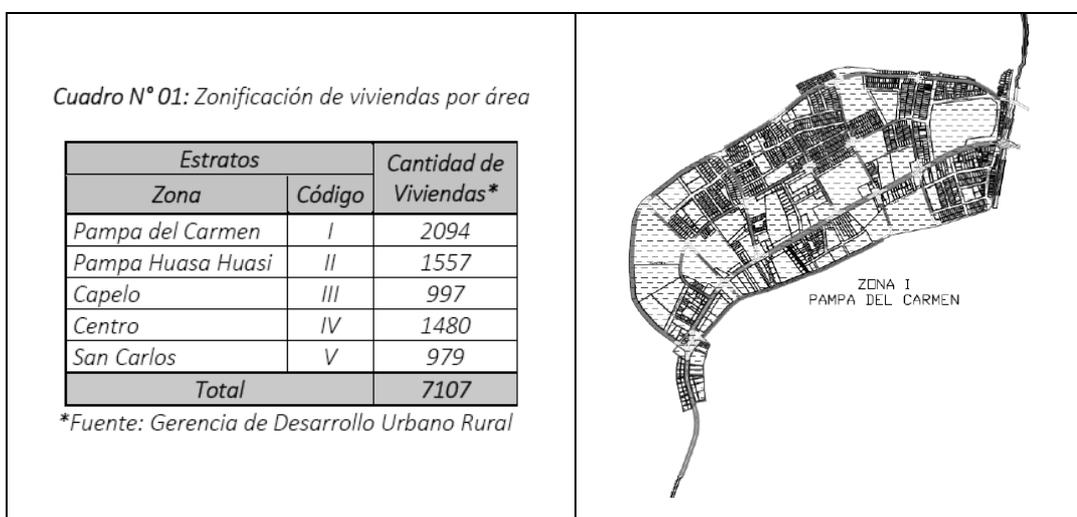
En la actualidad nuestro país presenta un alto crecimiento poblacional, la industrialización de productos de consumo, menor tiempo de vida de los bienes y productos, un acelerado crecimiento de sistemas comunicación y a la ausencia institucionalizada de educación en hábitos de consumo y malas prácticas de higiene, esto ha originado un inadecuado manejo de los residuos sólidos de ámbito municipal, cuyo responsable de su gestión son las municipalidades en su jurisdicción. Para superar estas dificultades mencionadas, las actividades del manejo integral de los residuos sólidos en los gobiernos locales se deben iniciar con información técnica, a partir del desarrollo y elaboración del Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales y el Programa de Segregación en la Fuente, puesto que dicha herramienta nos brindará resultados de la generación per cápita de los residuos domiciliarios y generación per cápita total, la composición física de los residuos, densidad y otros indicadores en la gestión de los residuos sólidos. Esta cuantificación nos permite tener un panorama integral para brindar un servicio de limpieza pública de calidad y proponer alternativas de solución en cualquiera de las etapas del manejo de residuos sólidos con fines de reaprovechamiento y/o minimización, Como tal el estudio representa un insumo fundamental para elaborar una serie de

instrumentos de gestión ambiental en materia de residuos sólidos, así como proyectos de inversión referidos a la gestión de residuos sólidos y otros que permiten tomar decisiones en la gestión integral de residuos sólidos a corto, mediano y largo plazo.

En ese sentido, la Municipalidad Distrital de La merced a fin actualizar y contar con información relevante para la planificación de la gestión municipal de sus residuos sólidos, con perspectiva de dimensionar la prestación del servicio de residuos sólidos que comprende: el sistemas de almacenaje en espacios públicos, recolección, transporte y disposición final de los mismos; brindar un adecuado servicio de aseo urbano, así como la implementación progresiva del programa de segregación en la fuente de residuos sólidos inorgánicos en las viviendas urbanas del distrito, además de la priorización de público objetivo en la sensibilización y concientización ambiental para la implementación de alternativas de reaprovechamiento en el distrito de La Merced.

c. Etapa de diseño técnico:

Para iniciar con estudio de caracterización, iniciaremos con la distribución de la zonificación de viviendas para el distrito de La Merced. Para la zonificación del distrito se determinó 06 zonas ya que son homogéneas en características socioeconómicas, no siendo posible determinar por estratos socioeconómicos alto, medio y bajo, a continuación, se detalla las 05 zonas.



Se consolidó al número de viviendas empadronadas en correspondencia a su inclusión en el PSF-RS, teniendo consiguientemente para la zona de Pampa del Carmen II a un total de 465 viviendas, tal como se observa en el cuadro siguiente:

**Cuadro n° 01: VIVIENDAS NUEVAS INSCRITAS EN EL PROGRAMA**

ZONA	ZONAS DE EMPADRONAMIENTO	N° DE EMPADRONADOS 2017	N° DE VIVIENDAS EMPADRONADAS A SETIEMBRE 2018	TOTAL
I	San Carlos	434	47	481
II	Pampa Huasahuasi	589	81	670
III	Pampa del Carmen I	489	20	509
IV	Pampa del Carmen II	434	31	465
V	Capelo	397	82	479
VI	Centro	419	26	445
<b>Total</b>		2762		3049

A posterior de aquello se consolidaron al sector o grupo de viviendas que formaron parte del entorno de verificación y/o monitoreo para así tener datos representativos para la investigación:

ZONAS DE MONITOREO Y VERIFICACIÓN	CANTIDAD TOTAL DE VIVIENDAS	CANTIDAD DE LAS VIVIENDAS MONITOREADAS	CANTIDAD DE VIVIENDAS NO IDENTIFICADAS	PORCENTAJE DE LAS VIVIENDAS VERIFICADAS Y MONITOREADAS	VIVIENDAS PARTICIPES Y NO PARTICIPES	
					SI	NO
San Carlos	481	334	147	69.4%	249	85
Pampa Huasahuasi	670	531	139	79.2%	314	217
Pampa del Carmen I	509	354	155	69.5%	193	161
Pampa del Carmen II	465	312	153	67 %	133	175
Capelo	479	379	100	79.1%	257	122
Centro	445	218	227	48.5 %	148	70
<b>Total</b>	3049	2128	921		1294	830

Se logró identificar para el sector de Pampa del Carmen II a las viviendas participantes. Asimismo, se ha tenido en cuenta para la caracterización de residuos a las fuentes de generación domiciliarias y comerciales, ya que por antecedentes estas dos son las que generan mayor cantidad de residuos aprovechables que podrían ser valorizadas mediante la práctica del programa.

**Anexo 02.** Panel fotográfico.



*Fotografía 01. Verificación en la caracterización de residuos sólidos.*



*Fotografía 02. Caracterización de los residuos sólidos.*



*Fotografía 03. Fracción de plásticos recuperados.*



*Fotografía 04. Fracción de papeles recuperados.*



*Fotografía 05. Cotejo de los residuos inorgánicos reaprovechables con fines de comercialización.*



*Fotografía 06. Sensibilización sobre el programa de segregación en fuente y recolección selectiva en el Sector de Pampa del Carmen II.*



*Fotografía 07. Monitoreo del recojo de residuos inorgánicos reprovechables por parte de la ATTA-ARSELCE en el Sector de Capelo.*



*Fotografía 08. Sensibilización a los integrantes de la ATTA-ARSELCE con respecto al avance del programa de segregación en fuente y recolección selectiva.*



*Fotografía 09. Entrega de equipos de protección personal a los integrantes de la ATTA-ARSELCE.*



*Fotografía 10. Empadronamiento de viviendas del sector de Capelo Alto en el Programa de Segregación en fuente y recolección selectiva de los residuos inorgánicos reaprovechables.*



*Fotografía 11. Monitoreo del recojo de los residuos sólidos inorgánicos reaprovechables en el Sector de Pampa Huasahuasi.*



*Fotografía 12. Entrega de bonos ambientales por parte de la ATTA-ARSELCE cumpliéndose la entrega de los residuos sólidos inorgánicos reaprovechables en el sector de Capelo.*



*Fotografía 13. Sensibilización y recojo de los residuos sólidos inorgánicos reaprovechables del Sector de San Carlos.*



*Fotografía 14. Sensibilización y recojo de los residuos sólidos Inorgánicos reaprovechables en el sector del Centro.*



*Fotografía 15. Sensibilización sobre el programa de segregación en fuente y recolección selectiva dirigida a los alumnos de la Institución Educativa Nuestra Señora de Las Mercedes.*



*Fotografía 16. Sensibilización sobre el programa de segregación en fuente y Recolección selectiva dirigida a los alumnos de la Institución Educativa Capelito.*



*Fotografía 17. Sensibilización sobre el programa de Segregación en la Fuente y Recolección Selectiva (PSF-RS) dirigida a los alumnos de la Institución Educativa Jerónimo Jiménez.*

**Anexo 03.** Cálculo de VAN y TIR.

Para determinar dicho cálculo se tomaron como referencia la inversión que se requiere para la elaboración de un expediente técnico para la construcción de la Planta de Tratamiento y Disposición Final de Residuos Sólidos Municipales, así como para la construcción, operación y mantenimiento. De esta manera determinar si la propuesta es una alternativa viable y sostenible, teniendo en cuenta que los datos que se consideran, son referenciales del EXPEDIENTE TECNICO MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LOS SERVICIOS DE LIMPIEZA PÚBLICA DE LOS DISTRITOS DE COVIRIALI, LLAYLLA, RÍO NEGRO Y SATIPO, PROVINCIA DE SATIPO – JUNÍN.

ITEM	DESCRIPCIÓN	CATEGORIA	Presupuesto de ET a ejecutar
<b>0</b>	<b>COSTO DIRECTO</b>		<b>SI. 14,746,899.75</b>
1	ADECUADO ALMACENAMIENTO Y BARRIDO	<b>Sub total</b>	<b>SI. 496,432.96</b>
		<i>Equipamiento</i>	SI. 456,932.96
		<i>Consultoría</i>	SI. 39,500.00
2	ADECUADA RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE	<b>Sub total</b>	<b>SI. 3,376,958.96</b>
		<i>Equipamiento</i>	SI. 3,301,958.96
		<i>Consultoría</i>	SI. 75,000.00
3	ADECUADO REAPROVECHAMIENTO	<b>Sub total</b>	<b>SI. 2,283,709.33</b>
		<i>Obras</i>	SI. 1,709,283.59
		<i>Equipamiento</i>	SI. 554,425.74
4	ADECUADA DISPOSICION FINAL	<i>Consultoría</i>	SI. 20,000.00
		<b>Sub total</b>	<b>SI. 6,638,538.50</b>
		<i>Obras</i>	SI. 4,431,228.51
5	ADECUADA GESTION ADMINISTRATIVA, FINANCIERA Y TECNICA	<i>Equipamiento</i>	SI. 2,203,809.99
		<i>Consultoría</i>	SI. 3,500.00
		<b>Sub total</b>	<b>SI. 1,208,952.00</b>
6	ADECUADAS PRÁCTICAS DE LA POBLACIÓN	<i>Consultoría</i>	SI. 1,208,952.00
		<b>Sub total</b>	<b>SI. 742,308.00</b>
7	RESUMEN	<i>Consultoría</i>	SI. 742,308.00
		<b>Sub total</b>	<b>SI. 14,746,899.75</b>
		<i>Obras</i>	SI. 6,140,512.10
		<i>Equipamiento</i>	SI. 6,517,127.65
8	<b>Gastos generales</b>	<i>Consultoría</i>	SI. 2,089,260.00
		<b>14 %</b>	SI. 736,861.45
9	<b>Utilidad</b>	<b>12 %</b>	SI. 614,051.21
<b>TOTAL DE INVERSIÓN OBRA</b>			<b>SI. 16,097,812.41</b>
<b>EXPEDIENTE TÉCNICO</b>			<b>SI. 399,500.00</b>
<b>SUPERVISIÓN</b>			<b>SI. 378,842.00</b>
<b>EVALUACIÓN INTERMEDIA Y EXPOST</b>			<b>SI. 91,964.00</b>
<b>MONTO TOTAL DEL PROYECTO</b>			<b>SI. 16,968,118.41</b>

La propuesta de la planta de tratamiento de residuos sólidos inorgánicos reaprovechables requerirá una inversión de S/. 1,912,523.03, que consiste en la construcción, equipamiento, mantenimiento y operación. Asimismo, para determinar la viabilidad del proyecto es necesario realizar el cálculo de VAN y TIR que permitirán definir si la tasa de rentabilidad de la inversión y el valor del VAN debe ser siempre mayor que cero. Esto indicará que en un plazo estimado (por ejemplo, 5 años) podremos recuperar la inversión que ha puesto en marcha y tendremos más beneficio que si dicha inversión se hubiese puesto a renta fija.

<b>COSTOS DE CONSTRUCCIÓN DE PLANTA DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS INORGÁNICOS</b>				
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO (S/)</b>	<b>PRECIO PARCIAL (S/)</b>
Infraestructura de valorización	Global	1	S/. 1`709,283.59	S/. 1`709,283.59
Balanza de plataforma	Unidad	1	S/. 2,687.44	S/. 2,687.44
Contenedores de Residuos Sólidos	Unidad	12	S/. 500.00	S/. 6000.00
Equipamiento de infraestructura inorgánica (faja, prensa)	Unidad	1	S/. 191,552.00	S/. 191,552.00
Mantenimiento y Operación	Unidad		S/. 3000.00	S/. 3000.00
<b>TOTAL</b>				<b>S/. 1`912,523.03</b>

Para determinar el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) se tuvo que considerar el costo total ya antes mencionado, dándose a conocer que siendo el importe S/ 1,912,523.03, a partir de ello se debe considerar el flujo de caja durante 05 años e identificar los ingresos anuales que generará la venta de los residuos sólidos inorgánicos reaprovechables, sin embargo el marco legal enfatiza que los gobiernos locales no pueden realizar la comercialización, no obstante la asociación de recicladores si lo pueden realizar; asimismo, dicha propuesta de investigación pretende generar ingresos anuales de S/. 1,535,000 lo que implica que el gobierno local deberá de realizar un convenio anticipando que los ingresos obtenidos el 50 % del mes estará destinado para el pago de la operación y mantenimiento de la planta. De igual manera, el 50 % restante del mes será destinado

para el pago del personal de planta entre ellos los 11 recicladores quienes tendrán que laborar en el área de segregación y compactación, como también el gobierno local se encargará de entregar los EPPS y las motofurgonetas, así como también el mantenimiento de las movilidades estarán bajo responsabilidades de la asociación de recicladores.

Lográndose obtener el valor Actual Neto como valor positivo, por lo que la propuesta de investigación es factible suponiendo que se invertirá lo referenciado de proyecto similar al de la Provincia de Satipo, asimismo el 21.56 % de la TIR superó el valor de 0 lo que indica que el proyecto es rentable.

### CÁLCULO del VAN y la TIR

**Esta hoja te permite calcular fácilmente el Valor Actual Neto (V.A.N.) y la Tasa Interna de Retorno (T.I.R.)** de un negocio o proyecto de inversión. Pon tus datos en las celdas con fondo blanco. Tienes todas las explicaciones a la derecha.

1 Datos para el análisis						
<b>Inversión</b>	importe	AÑOS				
	1,912,523					
<b>Flujo de caja</b> (neto anual)	inversión	1	2	3	4	5
	-1,912,523	500,000	600,000	700,000	800,000	900,000

2 Cálculo del V.A.N. y la T.I.R.		
<b>Tasa de descuento</b>	15.20%	◀ Pon la tasa de descuento aquí
<b>V.A.N a cinco años</b>	329,308.13	Valor positivo, inversión (en principio) factible
<b>T.I.R a cinco años</b>	21.56%	Valor superior a la tasa, inversión (en principio) factible

**información**

[¿Qué poner aquí?](#)

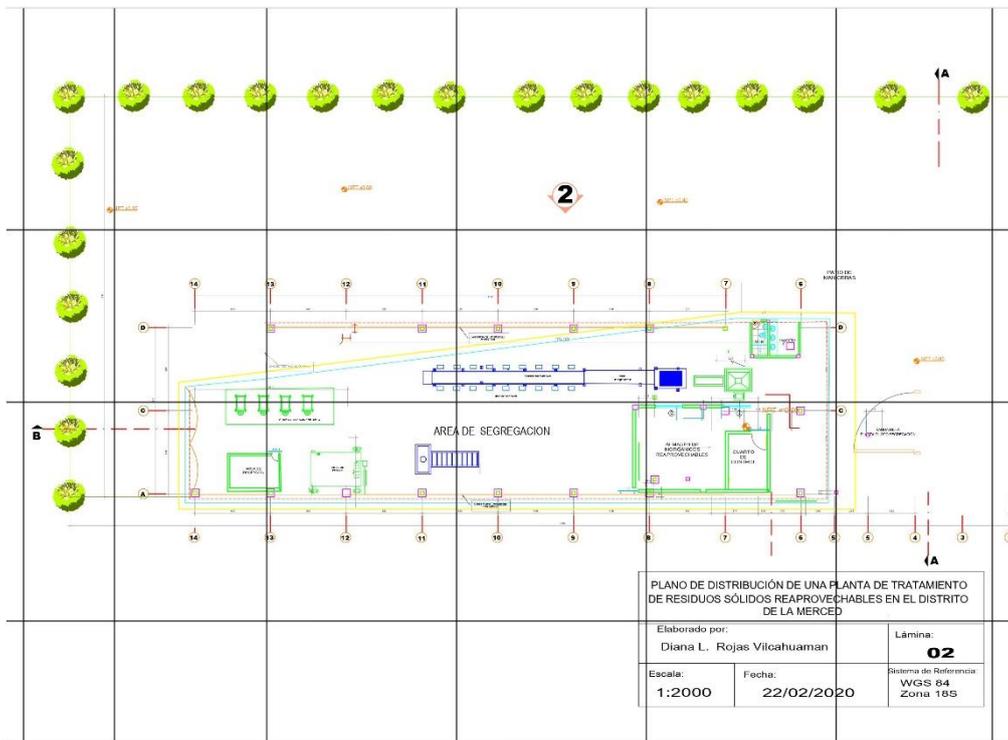
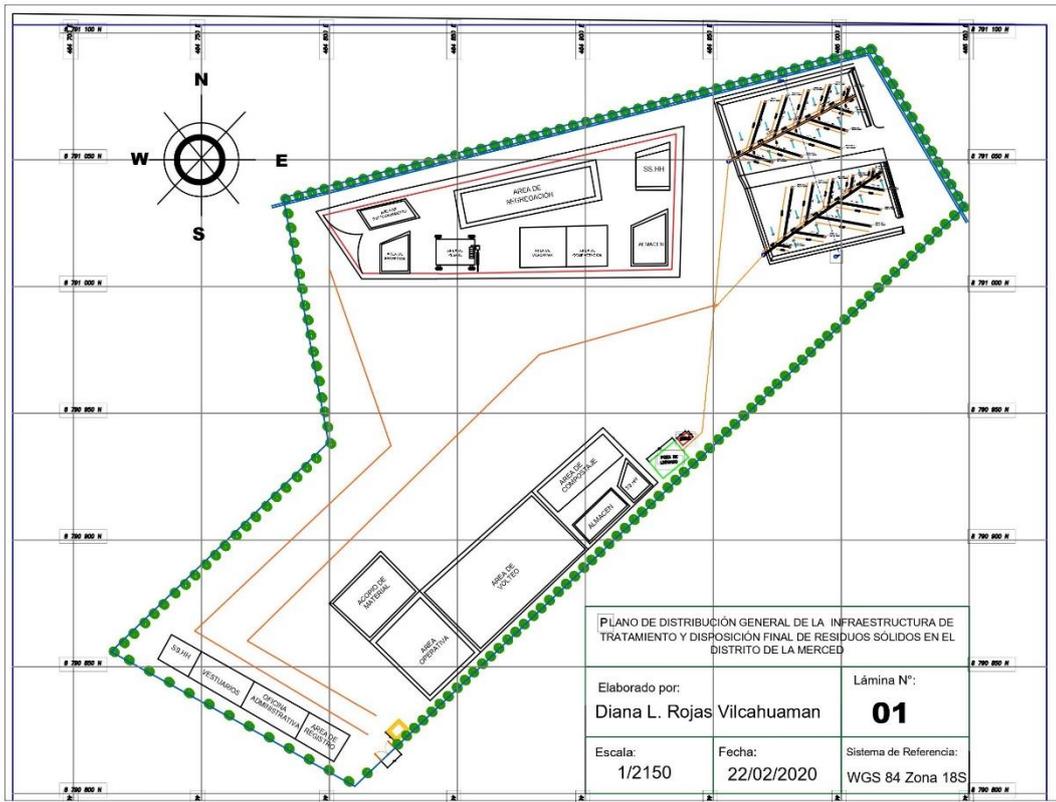
[La tasa de descuento](#)

[¿Qué es el VAN?](#)  
[¿Cómo se calcula?](#)  
[Análisis resultado](#)

[¿Qué es la TIR?](#)  
[¿Cómo se calcula?](#)  
[Análisis resultado](#)

#### **Anexos 04 y 05. Planos.**

- Plano 1. Plano General de la Infraestructura de Tratamiento y Disposición Final de Residuos Sólidos Distrito de La Merced - Provincia de Chanchamayo - Departamento de Junín.
- Plano 2. Plano de la Planta de Tratamiento de Residuos sólidos Inorgánicos Reaprovechables del Distrito de La Merced - Provincia de Chanchamayo - Departamento de Junín.



## Anexo 06. Matriz de Identificación y Evaluación de Impactos Ambientales preliminar.

Fases y acciones del proyecto			Planificación				Construcción				Operación				Cierre		Interacciones negativas	Interacciones positivas	Impacto por factor ambiental	Impacto por componente	
			Instalación de campamento	Alteración de las vías de acceso	Traslado de maquinaria	Generación de ruido	Generación de líquidos residuales	Generación de residuos sólidos	Tráfico vehicular	Movimiento de tierras	Incremento de la presencia de personal	Aumento de tráfico vehicular	Generación de puestos de trabajo directo (formalización)	Mantenimiento de equipos	Generación de líquidos residuales	Restauración del hábitat inicial					Valorización paisajística recreacional
Componentes y factores ambientales																					
Físicos	Agua	Calidad	-	-	-	-	-2/2	-	-	-2/1	-	-	-1/1	-1/1	-3/2	2/2	-	5	1	-10	
		Drenaje	-	-2/2	-	-	-1/1	-2/2	-1/1	-1/1	-	-1/1	-	-1/1	-	2/1	1/1	7	2	-10	
		Transporte de sedimentos	-2/1	-2/1	-	-	-1/1	-1/1	-	-3/2	-	-1/1	-	-	-1/1	-	-	7	0	-14	
	Suelo	Erosión	-2/1	-2/2	-2/2	-	-1/1	-	-2/2	-2/2	-1/1	-2/2	-	-	-	2/2	2/2	8	2	-16	
		Formación estructural	-1/1	-2/1	-2/1	-	-	-	-2/1	-2/2	-	-1/1	-	-	-	1/1	-	6	1	-11	
	Aire	Calidad	-1/1	-2/2	-2/2	-2/2	-	-	-2/2	-2/1	-	-2/2	-	-2/1	-	-	-	8	0	-25	
Biológico	Flora	Hábitat	-1/1	-1/1	-	-	-1/1	-1/1	-	-2/1	-1/1	-1/1	-	-	-1/1	3/2	2/2	8	2	1	
		Estructura	-1/1	-1/1	-	-	-	-	-	-1/1	-	-	-	-	-	2/2	2/2	3	2	5	
	Fauna	Hábitat	-1/1	-1/1	-2/1	-2/2	-1/1	-2/2	-1/1	-2/1	-1/1	-1/1	-	-	-1/1	3/2	2/2	11	2	-9	
Socioeconómico	Paisaje	Alteración del paisaje natural	-2/1	-2/1	-	-	-3/1	-3/2	-2/2	-2/2	-1/2	-2/2	-	-	-1/1	3/2	3/3	9	2	-13	
		Cultura ambiental	-	1/1	-	-1/1	-	-	-	-	1/2	-	2/2	-	-	3/2	2/2	1	5	16	
	Cultura	Generación de empleo	2/2	2/2	2/2	-	-	-	2/2	3/2	3/2	3/2	3/2	3/2	-	2/2	2/2	0	11	54	
Interacciones negativas			8	9	4	3	7	5	6	10	4	8	1	3	5	0	0	Promedio total			-32
Interacciones positivas			1	2	1	0	0	0	1	1	2	1	2	1	0	10	8				-32
Promedio aritmético			-7	-16	-8	-9	-12	-16	-11	-20	3	-11	9	2	-10	42	34				

### Significancia:

- Magnitud : 1: leve; 2: moderado; 3: significativo (positivo o negativo).
- Importancia : 1: poco importante; 2: medianamente importante; 3: muy importante.
- Impacto : 1 - 30: impacto significativo; 31 - 60: impacto moderado; 61 - 90: impacto significativo (orientado a la categorización del instrumento de gestión ambiental).

**Resultado:** valor de -32, proyecta un impacto moderado con tendencia a ser no significativo, a lo que corresponde un EIA-sd, con una estrategia de manejo ambiental orientada a las fases de planificación y construcción (de manera más rigurosa), con un ideal de cierre y operación del proyecto beneficiosa.