



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO**

**FACULTAD DE ECOLOGÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**Propuesta de un plan para la recolección y transporte de los residuos sólidos  
generados en la ciudad de Tarapoto – provincia de San Martín, 2017**

**Tesis para optar el título profesional de  
INGENIERO AMBIENTAL**

**AUTOR:**

**Bach. Patrick Manuel Luna Alvarado**

**ASESOR:**

**Ing. M.Sc. Gerardo Cáceres Bardalez**

**Código N° 6054117**

**Moyobamba – Perú**

**2018**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**

**FACULTAD DE ECOLOGÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**“Propuesta de un plan para la recolección y transporte de los residuos sólidos generados en la ciudad de Tarapoto-provincia de San Martín, 2017”**

**Tesis para optar el título profesional de  
INGENIERO AMBIENTAL**

**AUTOR**

**Bach. Patrick Manuel Luna Alvarado**

**Sustentado y aprobado ante el honorable jurado el día 13 de Junio del 2018.**

.....  
Ing. M. Sc. Mirtha Felicita VALVERDE VERA  
Presidente

.....  
Ing. Marcos Aquiles AYALA DÍAZ  
Secretario

.....  
Ing. Angel TUESTA CASIQUE  
Miembro

.....  
Ing. M. Sc. Gerardo CACERES BARDALEZ  
Asesor

## Declaratoria de Autenticidad

Yo, **Patrick Manuel Luna Alvarado**, egresado de la Facultad de Ecología, de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, identificado con DNI N° 73338897, con la tesis titulada **“Propuesta de un plan para la recolección y transporte de los residuos sólidos generados en la ciudad de Tarapoto – Provincia de San Martín, 2017”**.

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
3. La tesis no ha sido auto plagiada; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De considerar que el trabajo cuenta con una falta grave, como el hecho de contar con datos fraudulentos, demostrar indicios y plagio (al no citar la información con sus autores), plagio (al presentar información de otros trabajos como propios), falsificación (al presentar la información e ideas de otras personas de forma falsa), entre otros, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Moyobamba, 01 de Agosto del 2018.



---

**Patrick Manuel Luna Alvarado**

DNI N° 73338897



Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis.

**1. Datos del autor:**

Apellidos y nombres:	Luna Alvarado Patrick Manuel		
Código de alumno :	125109	Teléfono:	942911006
Correo electrónico :	patrick_mla16@hotmail.com	DNI:	73338897

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

**2. Datos Académicos**

Facultad de:	Ecología
Escuela Profesional de:	Ingeniería Ambiental

**3. Tipo de trabajo de investigación**

Tesis	(x)	Trabajo de investigación	( )
Trabajo de suficiencia profesional	( )		

**4. Datos del Trabajo de investigación**

Título:	"Propuesta de un plan para la recolección y transporte de los residuos sólidos generados en la ciudad de Tarapoto - Provincia de San Martín, 2017"
Año de publicación:	2018

**5. Tipo de Acceso al documento**

Acceso público *	(x)	Embargo	( )
Acceso restringido **	( )		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, una licencia No Exclusiva, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

--

**6. Originalidad del archivo digital.**

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

## 7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".

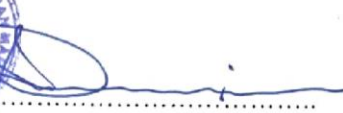
  
.....  
Firma del Autor

## 8. Para ser llenado en la Oficina de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM – T.

Fecha de recepción del documento:

03 / 08 / 2018



  
.....  
Firma del Responsable de Repositorio  
Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso  
Abierto de la UNSM – T.

\***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

\*\* **Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

## **DEDICATORIA**

A mis padres y familiares por su constancia y valores transmitidos a mi persona a lo largo de mi vida, por su dedicación y sacrificio que me sirven de ejemplo y estímulo para seguir luchando por alcanzar mis metas como profesional.

**Patrick Manuel**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por darme la vida, salud y la oportunidad de poder realizarme profesionalmente.

A mis padres, que gracias a sus consejos y acompañamiento hicieron posible culminar mis estudios y terminar el presente trabajo de investigación.

Al Ing. M.Sc. Gerardo Cáceres Bardalez, por su asesoramiento y supervisión en las actividades desarrolladas durante el periodo de ejecución de mi tesis.

A mi Alma Mater la Universidad Nacional de San Martín en especial a todos los docentes de la Facultad quienes me formaron para afrontar los desafíos de la vida profesional.

**Patrick Manuel**

## ÍNDICE

DEDICATORIA.	vi
AGRADECIMIENTO.	vii
INDICE	viii
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCION	1
<b>CAPITULO I. REVISION BIBLIOGRAFICA</b>	
1.1. Antecedentes de la investigación	5
1.2. Bases teóricas	11
1.3. Definición de términos	23
<b>CAPITULO II. MATERIAL Y METODOS</b>	
2.1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	25
2.2. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	26
<b>CAPITULO III. RESULTADOS Y DISCUSION</b>	
3.1. Resultados	28
3.1.1. Análisis de la situación actual de la recolección de los residuos sólidos en la ciudad de Tarapoto	28
3.1.2. Análisis de la situación actual del transporte de los residuos sólidos en la ciudad de Tarapoto	30
3.1.3. Propuesta del plan de recolección y transporte de los residuos sólidos generados en la ciudad de Tarapoto	31
3.1.4. Efecto del plan de recolección y transporte de los Residuos sólidos en la mejora del servicio que brinda la municipalidad	48
3.2. Discusiones	54
<b>CONCLUSIONES</b>	57
<b>RECOMENDACIONES</b>	58
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	59
<b>ANEXO 1: Encuesta de percepción</b>	61
<b>ANEXO 2: Panel fotográfico</b>	64

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Puntos críticos de acumulación de residuos sólidos	27
Tabla 2: Actividades y acciones propuestas	34
Tabla 3: Análisis económico del recorrido	47
Tabla 4: Opinión respecto a la recolección	48
Tabla 5: Opinión respecto al horario de recolección	48
Tabla 6: Opinión respecto al servicio de volquetes y compactadoras	49
Tabla 7: Opinión respecto al recorrido de volquetes y compactadoras	49
Tabla 8: Opinión respecto al estado de volquetes y compactadoras	50
Tabla 9: Opinión respecto al número de volquetes y compactadoras	50
Tabla 10: Opinión respecto al número de contenedores para RRSS	51
Tabla 11: Opinión respecto al estado de los contenedores	51
Tabla 12: Opinión respecto a la ubicación de los contenedores	52
Tabla 13: Opinión respecto al trato del personal de recolección	52

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diseño de ruta para el compactador 12 Lunes/Mañana	35
Figura 2: Diseño de ruta para el compactador 12 Lunes/Tarde	35
Figura 3: Diseño de ruta para el compactador 12 Martes/Mañana	36
Figura 4: Diseño de ruta para el compactador 10 Lunes /Mañana	36
Figura 5: Diseño de ruta para el compactador 10 Lunes/Tarde	37
Figura 6: Diseño de ruta para el compactador 10 Martes/Mañana	37
Figura 7: Diseño de ruta para el compactador 10 Martes/Tarde	38
Figura 8: Diseño de ruta para el compactador 8 Lunes/Mañana	38
Figura 9: Diseño de ruta para el compactador 8 Lunes/Tarde	39
Figura 10: Diseño de ruta para el compactador 8 Martes/Mañana	39
Figura 11: Diseño de ruta para el compactador 7 Lunes/Mañana	40
Figura 12: Diseño de ruta para el compactador 7 Lunes/Tarde	40
Figura 13: Diseño de ruta para el compactador 7 Martes/Mañana	41
Figura 14: Diseño de ruta para el compactador 7 Martes/Tarde	41
Figura 15: Diseño de ruta para el compactador 14 Lunes/Mañana	42
Figura 16: Diseño de ruta para el compactador 14 Lunes/Tarde	42
Figura 17: Diseño de ruta para el compactador 9 Lunes/Mañana	43
Figura 18: Diseño de ruta para el compactador 9 Lunes/Tarde	43
Figura 19: Diseño de ruta para el compactador 15 Lunes/Mañana	44
Figura 20: Diseño de ruta para el compactador 15 Lunes/Tarde	44
Figura 21: Diseño de ruta para el compactador 15 Martes/Mañana	45
Figura 22: Diseño de ruta para el compactador 15 Martes/Tarde	45
Figura 23: Diseño de ruta para el compactador 8 Lunes/Mañana	46

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación, tuvo por objetivo proponer un plan para la recolección y transporte de los residuos sólidos que contribuya a mejorar el manejo integral de los residuos sólidos en la ciudad de Tarapoto – Provincia de San Martín, 2017. La investigación surgió dada la necesidad de contar con un diseño de rutas apropiado para optimizar el servicio que brinda la municipalidad y dado el descontento de la población. Bajo este contexto, y realizada la revisión bibliográfica, se asumió la hipótesis que un adecuado plan de recolección y transporte de los residuos sólidos contribuirá significativamente en mejorar la gestión de los residuos sólidos, para lo cual se tomó como muestra a 96 pobladores los mismos que fueron encuestados antes y después de aplicar el plan que contemplaba un nuevo diseño de rutas, llegando a la conclusión que el 79.52% de residuos sólidos que se generan en el distrito de Tarapoto, son materia orgánica, existe un déficit de unidades compactadoras dado que las que operan actualmente recogen aproximadamente 89.25 tn/día.

Asimismo, al optimizar las rutas de recolección se redujeron los costos en 582.79 soles por semana aproximadamente, ampliándose el recorrido en 45.65 km semanal y reduciendo el tiempo empleado para la recolección en 10.64 horas aproximadamente.

Finalmente se concluye que con el diseño de rutas para la recolección de residuos sólidos y aplicados de manera piloto, con un 95% de confianza se mejoró significativamente la gestión de los residuos sólidos según la percepción de la población de la ciudad de Tarapoto.

**Palabras claves:** residuos sólidos, residuos domésticos, recolección de residuos sólidos, transporte de residuos sólidos, gestión integral, ambiente, administración de residuos, Tarapoto, San Martín, Perú

## ABSTRACT

The purpose of this research work was to propose a plan for the collection and transport of solid waste that contributes to improving the integral management of solid waste in the city of Tarapoto - Province of San Martín, 2017. The investigation arose given the need to have an appropriate route design to optimize the service provided by the municipality and given the discontent of the population. Under this context, and the bibliographic review was carried out, it was assumed that an adequate plan for the collection and transport of solid waste will contribute significantly to improving the management of solid waste, for which 96 villagers were taken as a sample. were surveyed before and after applying the plan that contemplated a new route design, reaching the conclusion that the 79.52% of solid waste generated in the district of Tarapoto, are organic matter, there is a deficit of compaction units given that the that currently operate collect approximately 89.25 tn / day. Likewise, when optimizing the collection routes, the costs were reduced by 582.79 soles per week approximately, extending the route by 45.65 km per week and reducing the time used for the collection by approximately 10.64 hours. Finally, it is concluded that with the design of routes for solid waste collection and applied in a pilot manner, with a 95% confidence, the management of solid waste was significantly improved according to the perception of the population of the city of Tarapoto.

**Keywords:** solid waste, domestic waste, solid waste collection, integral waste management, Tarapoto, San Martín, Peru



## INTRODUCCION

En el Perú no existe una adecuada gestión de los servicios de residuos sólidos a nivel municipal. Ello tiene consecuencias importantes en la vigencia de los derechos fundamentales de la población principalmente en el derecho a un ambiente adecuado y a la salud. Una gestión ineficiente en materia de residuos sólidos también puede afectar otros ámbitos de la vida de las poblaciones.

En cuanto al ambiente, la asociación entre gestión ineficiente en materia de residuos y deterioro del medio ambiente es clara: los residuos sólidos que no son tratados adecuadamente pueden terminar contaminando al medio ambiente, principalmente producto de su descomposición o por su disposición en lugares indebidos. En ese sentido podemos decir que una gestión de residuos sólidos ineficaz termina por causar graves riesgos en el medio ambiente. Se estima que el 70% de los residuos se dispone en las calles, áreas de esparcimiento, ribera de ríos y botaderos informales (Dirección general de salud, 2008).

Un aspecto directamente relacionado con lo anterior, es el daño a la salud de los pobladores que produce una inadecuada gestión de residuos sólidos. Así, tenemos que en todas las fases de la gestión de residuos sólidos puede existir peligro: desde la etapa de generación de los residuos por los pobladores, ya que por desconocimiento pueden manipular residuos peligrosos, hasta la disposición final en botaderos, lo cual puede terminar causando plagas y enfermedades (Organización panamericana de la salud 2010).

Bajo este contexto, encontramos que el inadecuado manejo de los residuos sólidos de la ciudad de Tarapoto, principalmente en la recolección y transporte de los mismos, lo cual representa una molestia pública, además de generar riesgos sanitarios y ambientales. La acumulación inadecuada de residuos sólidos en las vías públicas eleva el riesgo de contraer enfermedades asociadas a ambientes insalubres por la proliferación de vectores contaminantes. Además de ocasionar un impacto paisajístico negativo, que resulta en una disminución del orgullo cívico y pérdida del valor de las propiedades.

Consideramos que el polvo producido desde el botadero a cielo abierto y trasladado por el viento, puede portar agentes patógenos y materiales peligrosos. Además, los gases generados durante la biodegradación pueden incluir gases orgánicos volátiles, tóxicos y potencialmente cancerígenos, así como subproductos típicos de la biodegradación.

Debido a que actualmente no se tratan los lixiviados y gases en la etapa de disposición final, se pueden causar daños ambientales que incluyen la contaminación de la calidad del suelo, de las aguas subterráneas y superficiales y del aire de la zona. Por otra parte, el reciclaje informal que viene realizándose dentro del botadero municipal sin ningún criterio sanitario, representa una amenaza para la salud de las personas dedicadas a esta actividad.

Bajo este contexto, deducimos que la ciudad de Tarapoto no cuenta con un adecuado manejo de los residuos sólidos en lo que respecta a la recolección y transporte evidenciado por la acumulación de residuos sólidos en las calles, existiendo hasta diez puntos críticos en la ciudad por lo que urge mejorar la calidad y ampliar cobertura de los servicios actualmente prestados.

También detectamos que la municipalidad cuenta con un Plan de Manejo de los Residuos Sólidos, pero al mismo tiempo carece de actualización, programas de evaluación, seguimiento y control, así como la falta de educación ambiental lo cual no permite mejorar las inadecuadas prácticas ambientales de la población, quienes arrojan los residuos en las vías públicas originando molestias sobre todo por las elevadas temperaturas que se registran en la ciudad. Es en este sentido que para desarrollar la presente investigación nos formulamos la interrogante ¿De qué manera la propuesta de un plan de la recolección y transporte de los residuos sólidos contribuye en mejorar la gestión integral de los residuos sólidos en la ciudad de Tarapoto de la Provincia de San Martín, 2017?

Asimismo, consideramos que la investigación es importante dado que Tarapoto como distrito ha experimentado un crecimiento poblacional el cual no ha ido a la par con el crecimiento del servicio de recojo de residuos sólidos por tanto urge una evaluación, seguimiento y control que le permita obtener indicadores confiables para la toma de decisiones concretas y oportunas. Asimismo, se pretende proporcionar una propuesta para resolver el problema de la acumulación de dichos residuos en las calles con el consiguiente deterioro paisajístico, la proliferación de insectos, malos olores, lixiviados, entre otros.

También la investigación se justifica porque propone una alternativa dado que actualmente no se cuenta con la información suficiente para reorientar el manejo de los residuos como es el caso de las suficientes unidades de transporte para su recolección o en otros casos dichas unidades no están en buenas condiciones técnicas, originando demora en la recolección y transporte. La realidad planteada demuestra la importancia y necesidad de evaluar el plan de manejo de residuos sólidos domiciliarios, que contribuirá entre otras cosas, a contar con un sistema de recolección de basura con mejor cobertura, transporte y disposición final, lo cual fomentará el reducir los impactos negativos al medio ambiente.

Bajo este panorama, en la presente investigación planteamos como objetivo general proponer un plan para la recolección y transporte de los residuos sólidos que contribuya a mejorar gestión de los residuos sólidos en la ciudad de Tarapoto provincia de San Martín, 2017, el mismo que esta complementado por los siguientes objetivos específicos:

- Analizar la situación actual de la recolección y transporte de los residuos sólidos en la ciudad de Tarapoto.
- Analizar la situación actual del transporte de los residuos sólidos en la ciudad de Tarapoto.
- Proponer un plan de recolección y transporte de los residuos sólidos generados en la ciudad de Tarapoto.
- Determinar el efecto de un diseño de rutas para la recolección de los residuos sólidos que brinda la municipalidad.

En estas condiciones y de acuerdo a la revisión documentaria, nos permitimos formular la hipótesis de investigación bajo el supuesto que un adecuado plan de recolección y transporte de los residuos sólidos contribuirá significativamente a mejorar la gestión de los residuos sólidos en la ciudad de Tarapoto.

Finalmente, consideramos que la validez de los resultados que se obtuvieron en la investigación son aplicables para un determinado periodo de tiempo debido a la dinámica poblacional, por lo cual el plan debe actualizarse periódicamente siendo una limitante los recursos económicos que la Municipalidad destine para dicho fin.

En cuanto a la estructura de la tesis, esta ha sido dividida en 4 capítulos:

En la introducción se hace la descripción de la situación problemática que conlleva a la formulación del problema de investigación, se describe la importancia del tema investigado, así como los objetivos e hipótesis.

En el capítulo I se presentan las referencias bibliográficas consistentes en estudios previos a la investigación, así como la definición de los principales términos relacionados con el tratamiento de los residuos sólidos.

En el capítulo II se presentan los materiales y métodos a utilizar en la investigación, técnicas de recolección de datos e instrumentos de procesamiento y análisis de datos

En el capítulo III se presentan los resultados de la investigación, así como la discusión de los mismos de acuerdo a los estudios previos descritos en el capítulo II de la investigación. Finalmente se presentan las principales conclusiones deducidas de la investigación, así como las recomendaciones, referencias bibliográficas y los anexos pertinentes al estudio realizado.

# CAPITULO I

## REVISION BIBLIOGRAFICA

### 1.1. Antecedentes de la investigación

Borja (2015), realizó una investigación a la que denominó “Análisis de Desechos Sólidos Domiciliarios Generados en el Sector Isla Trinitaria de la Ciudad de Santiago de Guayaquil”, llegando a las siguientes conclusiones:

- La generación per cápita en la Isla Trinitaria es de 0,370 Kg/hab./día con un total de 21.493 viviendas registradas por el INEC en el VII Censo de Población y VI de Vivienda 2010, considerando en promedio 5 personas por cada vivienda habitada.
- La generación total diaria, pronosticada para el año 2015 en el sector Isla Trinitaria es de aproximadamente 36 T de desechos. Este sector aportará al relleno sanitario de las Iguanas con aproximadamente 13.029 T por cada año.
- En base a la composición física de los desechos sólidos domiciliarios, se obtuvo: 81,1 % de materia orgánica; 5,2 % de papeles y cartón; 10,2 % de plásticos y vidrios; por último, con un 3,5 % a otros donde estos incluyen retazos de madera, restos de hojas, bolsos, pañales, recipientes plásticos, celular, tetrapack, zapatos, alambre, etc.
- De los desechos mencionados el 81,1% corresponde a la materia orgánica, siendo ésta la que se encuentre en mayor porcentaje y a su vez pueda ser aprovechada para la elaboración de compost y de esta manera usarlo como abono dándole más nutrientes a tierras en las cuales se cosechan. El 15,4% perteneciente a papeles, cartón, botellas de plástico y vidrio puede ser aprovechables para reutilizarlos o reciclarlos en un centro de acopio.
- Durante los días que se realizó el muestreo de recolección de los desechos sólidos domiciliarios, se observó que los habitantes del sector no respetan los horarios de recolección de los mismos, pues sacaban a cualquier hora y los depositan en lugares que en algunos casos no son autorizados por parte del consorcio Puerto Limpio. De la misma manera, se apreciaron artículos voluminosos y desechos de construcción y demolición que no son llevados por el carro recolector, y en menores cantidades se observaron a los desechos especiales.

- Del total de personas encuestadas, el 94% manifestó que si llega el servicio de aseo urbano a este sector, mientras que el 6% restante manifestó lo contrario.
- El 94% del total de encuestados manifestaron que el aseo urbano llega a través de carros recolectores de  $16m^3$  de capacidad; el 2% manifiesta que llega a través de volquetes, siendo estos los utilizados para transportar los contenedores; y el 4% restante manifiesta otros, este último hace referencia a carros recolectores de  $6 m^3$  de capacidad que son utilizados para calles o callejones estrechos.
- En lo que respecta a los horarios de recolección el 52% de los encuestados manifestó que el carro recolector pasa en la tarde; el 29% manifestó en la mañana; el 11% manifestó en la mañana y noche; el 4% manifestó en la noche; 2% manifestó en la mañana y tarde; por ultimo un 2% manifestó en la mañana, tarde y noche.
- Los días de recolección de los desechos sólidos están en un 48% para los días martes, jueves y sábado; en un 46% para todos los días; un 2% para los días jueves y sábado; un 2% para los días lunes, martes, jueves y sábado; y por ultimo un 2% para los días martes y jueves.
- Existe un 58% de los encuestados que al menos segrega y vende algún tipo de material, mientras que el 42% no recicla nada. El 83% de los encuestados confirmo su participación para llevar a cabo el presente proyecto de tesis y el 17 % restante no decidió participar.

Yusty (2014), en su tesis denominada “Evaluación, seguimiento y control al plan de manejo integral de residuos sólidos-PMIRS del grupo éxito, en los almacenes Carulla en la ciudad de Cali – Valle del Cauca, Colombia”, llegó a las siguientes conclusiones:

- Según los resultados obtenidos y teniendo en cuenta las planillas de aforos registradas mensualmente por cada uno de los almacenes, se ve claramente que no se está pesando constantemente los diferentes tipos de residuos generados en cada almacén.
- El mayor número de registros obtenidos en las planillas de aforos sumando los 4 almacenes (Carulla Pance, Carulla Trade Center, Carulla San Fernando y Carulla Portada al Mar) en cuanto al tipo de residuos es el de los residuos reciclables, mientras que los residuos peligrosos son los residuos en los que se tienen menos registros.

- La disposición final y almacenamiento para cada uno de los residuos depende de su caracterización fisicoquímico y de la normatividad vigente. Cada almacén debe de contar con un lugar o espacio para cada tipo de residuo.
- Los residuos reciclables se manejaban mediante una logística inversa, es decir, una vez descargada la mercancía en los almacenes, se cargan los camiones con el material reciclable embalado o almacenado en pacas el cual es transportado al centro de distribución en donde se encargan de la comercialización. Este proceso depende de la continuidad con la que cada almacén es abastecido por mercancía.
- Los residuos ordinarios son recolectados diariamente por la empresa de aseo la cual se encarga del transporte y disposición final hasta el relleno sanitario destinado para la ciudad.
- Los residuos orgánicos tienen diferentes destinos, uno es vendido como lavazas (alimento para porcinos), alimentos vencidos los cuales son inertizados o incinerados dependiendo del residuo. La gran mayoría de estos residuos son entregados a fundaciones para alimentación de animales en zoológicos y zoo criaderos.
- Los residuos peligrosos dependiendo de sus características tienen como destino el encapsulamiento, incineración e inertización. La recolección de estos residuos está a cargo del departamento de gestión ambiental y del cronograma de recolección de que se estipule anualmente.

Rentería (2014), en su investigación “Propuesta de Mejora para la gestión estratégica del Programa de Segregación en la Fuente y Recolección Selectiva de Residuos Sólidos Domiciliarios en el distrito de Los Olivos”, arribó a las siguientes conclusiones:

- La Propuesta de Mejora se desarrolló en base a una planeación prospectiva que utiliza una serie de herramientas de la gestión estratégica para mejorar al Programa y disminuir brechas que limiten el buen funcionamiento del mismo por medio de cambios estratégicos.
- Mediante el lineamiento estratégico “Organización y Planificación” se busca un Programa que trabaje con una serie de actividades planificadas y orientadas a conseguir los objetivos estratégicos. Para ello se deberá contar con un proceso de monitoreo para controlar la ejecución de las acciones y el uso de recursos por medio

- de indicadores en el proceso operativo. Asimismo, es preciso consolidar un repositorio de información para dar seguimiento a las actividades del Programa.
- Se ha trabajado una estrategia que tiene como principales bases los lineamientos estratégicos como son Organización y Planificación, Capacitación y Sensibilización, Negociación y Convenios y Liderazgo y Decisión Política. Estos han ayudado a fortalecer el objetivo estratégico general y generar indicadores que ayuden a cumplir las metas.
  - Mediante el lineamiento estratégico “Capacitación y Sensibilización” se busca que los domicilios que están representados por los vecinos, participen activamente en el Programa en el proceso de segregación por tipo de residuos en las viviendas que luego serán recolectadas por las asociaciones de recicladores que trabajan en conjunto con el Programa. Este involucramiento de la población se logrará por medio de una campaña efectiva de sensibilización y comunicación.
  - Mediante el lineamiento estratégico “Negociación y Convenios” se busca un Programa fortalecido por una serie de convenios para lograr sinergias y ayudar así a la mejora de la gestión en la calidad del servicio y los beneficios brindados.
  - Mediante el lineamiento estratégico “Liderazgo y Decisión Política” se busca un Programa que cuente con autoridades municipales con voluntad política para ayudar a priorizar en agenda municipal los temas relacionados a la mejora del Programa. Además, deben ser conscientes del impacto positivo que trae para los ciudadanos y para la entidad edil.
  - Resulta importante que las escuelas participen activamente en la gestión de residuos sólidos teniendo un rol educador en temas del cuidado del medio ambiente y la correcta segregación en las viviendas mediante parámetros del Programa. Por medio de materiales de enseñanza, concursos, campañas de reciclaje y reutilización se fomentará la cultura del reciclaje en los niños y jóvenes que luego la harán extensivo a sus familias.
  - Los cambios estratégicos de la Propuesta de Mejora impactaron positivamente el Ratio Costo-Efectividad del Programa, ya que en la proyección para el año 2015, dicho ratio sería de 2,004; es decir, disminuiría en 56% respecto al año anterior (4,647). Por tanto, esta mejora considerable en términos de efectividad se ve reflejada al lograr aumentar el número de residuos sólidos re aprovechables mediante el uso eficiente de los recursos del Presupuesto.

- La implementación de la Propuesta de Mejora incidió positivamente en la generación de un ahorro en el Presupuesto del Programa en más del 50% y, también, en un ahorro en el gasto por el Servicio de Recolección, Transporte y Disposición Final de Residuos Sólidos de la Municipalidad distrital de Los Olivos por motivo del aumento de los residuos sólidos re aprovechables recolectados por el Programa.
- Podemos concluir en el aspecto político que independientemente de la autoridad municipal en el distrito de Los Olivos, el Programa en sí genera una serie de beneficios para la población y para la misma entidad local, que siendo promocionados y gestionados adecuadamente puede traer consigo que la población participe activamente y reconozca la labor del gobierno municipal mediante réditos políticos.

Díaz (2014), en su investigación “Evaluación del manejo ambiental de residuos, a partir de un diagnóstico de la situación del manejo de los residuos urbanos, industriales y peligrosos a nivel de la Provincia Constitucional del Callao”, concluyo que urge una política ambiental con participación de la sociedad, esto es, mayor participación de los gobiernos municipales indicando a la vez mayor responsabilidad de quien contamina, además mayor participación de los gobiernos regionales en cuestión de vigilancia y la creación de un programa de incentivos fiscales para los generadores de residuos, la participación del Sector Salud por ser el centro de evaluación de riesgos de los sitios afectados de contaminantes, por lo tanto, el papel de las áreas de salubridad debe ser protagónico.

- La generación de residuos varía en función de factores culturales asociados a los niveles de ingreso, hábitos de consumo, desarrollo tecnológico y estándares de calidad de vida de la población.
- La industria metal mecánica, aporta el 5% de los residuos sólidos y el sector que labora en la pequeña industria metalmecánica (maestranza, taller de reparación, galvanoplastia), generadora de una cantidad importante de desechos.
- La industria metálica básica aporta el 15% de los residuos sólidos, en el caso del Callao comprende las fundiciones de hierro, pareciendo como la rama que genera más residuos tóxicos.
- En el Perú se han elaborado normas destinadas a la regulación del manejo de residuos sólidos, es la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos N° 1278 / DS N° 014 –

2017 - MINAM, regulando la gestión integral de residuos sólidos, manejo de residuos sólidos, autoridades sectoriales y municipales, población y participación ciudadana.

- La industria química, es la que produce mayor porcentaje de producción de residuos sólidos con un 32%, las emisiones serán contaminantes si superan los valores máximos de la norma o estándar de calidad del medio.

Chávez (2013), en su tesis denominada “Mejoramiento de la gestión integral de los residuos sólidos en el distrito de Yantalo, provincia de Moyobamba, región San Martín”, llegó a las siguientes conclusiones:

- Para poder lograr una adecuada gestión municipal distrital de residuos sólidos, será necesario incorporar más experiencias de otras ciudades que vienen manejando de manera adecuada sus desechos, y sobre todo aquellas ciudades que por sus características generales se pueda adaptar mayor a la zona de selva
- Para trabajos sucesivos será necesario realizar un estudio más profundo acerca de las características básicas de los residuos sólidos que permita incorporar más parámetros de evaluación acerca del buen manejo de los residuos sólidos y que se pueda a ser la réplica en los demás distritos aledaños que conforman la provincia de Moyobamba como un indicador valioso de datos para nuevas investigaciones.
- Diseñar e implementar un plan de recolección y transporte de los residuos sólidos, el mismo que incluya el diseño y optimización de rutas con lo cual se evitaría la acumulación de residuos en las calles con consecuencias negativas para el ambiente.
- Incrementar más números de contenedores en sitios estratégicos de la ciudad, como los que existe en la plaza de armas de Yantaló, lo cual, sería ideal mejorarlos aumentándolos la capacidad, aproximadamente de 30 litros, que sean más duraderos, de fácil manipulación y de recolección selectiva de los residuos sólidos.
- Sensibilizar, concientizar y educar a la población de la localidad de Yantaló, el mismo que deberá ser promovido por la municipalidad distrital para conservar la limpieza y condiciones sanitarias del distrito en general.

## 1.2. Bases Teóricas

### a. Residuos sólidos

Tchobanoglous (1994) define los residuos sólidos son todos los residuos que surgen de las actividades humanas y animales, que normalmente son sólidos y que se desechan como inútiles o no deseados.

Estos materiales generan un costo de compra, y generarán un costo de disposición. A diferencia de los efluentes líquidos o las emisiones gaseosas, el tiempo de degradación de los mismos en un buen porcentaje es bastante grande, acumulándose en el suelo, subsuelo o cuerpos de agua superficial o subterránea, y a la vez contaminándolas.

### b. Clasificación de los residuos sólidos. (Ley N° 1278 / DS N° 014 – 2017 - MINAM).

Los residuos sólidos se pueden clasificar de varias formas. Tomaremos las siguientes clasificaciones: por origen y por características, según la normativa nacional existente.

#### **Clasificación por Origen: (Ley N° 1278 / DS N° 014 – 2017 - MINAM).**

##### - **Residuo domiciliario**

Es aquel que se genera de las distintas actividades domésticas y varía en función de factores culturales asociados a los niveles de ingreso, hábitos de consumo, desarrollo tecnológico y estándares de calidad de vida de la población.

##### - **Residuos industriales**

Será función de la tecnología del proceso productivo, calidad de materiales primas o productos intermedios, combustibles utilizados, envases y embalajes del proceso.

##### - **Residuos comerciales.**

Estará en función del tipo de actividad que se realice. Está fundamentalmente constituidos por material de oficina, empaques y algunos restos orgánicos.

##### - **Residuos de limpieza de espacios públicos.**

Producto de la acción de barrido y recojo en vías públicas.

##### - **Residuos de las actividades de construcción.**

Constituidos por residuos productos de demoliciones o construcciones.

- **Residuos agropecuarios.**

Generados de actividades agrícolas y pecuarias, estos residuos incluyen los envases de fertilizantes, plaguicidas, agroquímicos, etc.

- **Residuos de establecimiento de atención de Salud.**

Son generados como resultado de tratamientos, diagnóstico o inmunización de humanos o animales.

**Clasificación por características tipo de manejo. (Ley N° 1278 / DS N° 014 – 2017 - MINAM).**

- **Residuo sólido especial.**

Son residuos que por su naturaleza son inherentemente peligrosos de manejar y/o disponer y pueden causar muerte o enfermedad. Entre los principales tenemos los hospitalarios, cenizas, productos de combustiones diversas, industriales, etc.

- **Residuo sólido inerte.**

Residuos prácticamente estables en el tiempo, los cuales no producirán efectos ambientales apreciables al interactuar en el medio ambiente, salvo el espacio ocupado. Algunos presentan valor de cambio como: los plásticos, vidrio, papel, etc., y otros no como: descartables, espuma sintética, etc.

- **Residuos sólidos orgánicos.**

Son residuos compuestos de materia orgánica que tienen un tiempo de descomposición bastante menor que los inertes, ejemplo de estos son los restos de cocina, maleza, poda de jardines, etc.

**c. Propiedades de los residuos sólidos urbanos**

De manera tradicional y sin embargo aún en algunos países, los manipuladores de residuos sólidos no necesitaban tener muchos conocimientos acerca de las propiedades físicas, químicas y biológicas de los residuos, desde que todos estos se descargaban al vertedero o relleno sanitario. En la actualidad se sabe que un adecuado tratamiento de los residuos implica un respectivo reciclaje, reutilización,

transformación y eliminación de los mismos, y si no se tienen en consideración estas propiedades al momento de manipular residuos sólidos, éstos podrían atentar contra la salud del que se encuentre manipulándolos ya que existen algunos que son peligrosos. (Kiely, 1999).

Como se mencionó anteriormente las propiedades de estos residuos sólidos urbanos son las siguientes:

Propiedades físicas

Propiedades químicas

Propiedades biológicas

Para un mejor entendimiento de estas propiedades que poseen los desechos sólidos, se detallará a continuación cada una de ellas, especificando su importancia y estudio.

#### **- Propiedades físicas**

Existen algunas propiedades físicas que poseen los desechos sólidos, las más conocidas son: densidad, contenido de humedad, distribución del tamaño de las partículas y capacidad de campo, cada una se detallará a continuación:

##### **Densidad**

La densidad es la relación que existe entre su peso y su volumen, de esta manera la densidad variará de acuerdo a la composición que tenga su contenido de humedad y el grado de compactación que se le dé a los residuos sólidos (Kiely, 1999).

Esta propiedad es la que determinará el dimensionamiento y el tamaño de los sistemas de pre-recogida, recogida y tratamiento de los residuos sólidos como son: volumen de los recipientes de residuos sólidos residenciales, volumen de los contenedores de recolección dinámica, volumen de los contenedores de recolección estática (contenedores ubicados en un lugar específico), plantas de reciclaje, rellenos sanitarios o vertederos e incineradoras. (Santalla, E. 2010)

##### **Contenido de humedad**

El contenido de humedad es el porcentaje de líquido que se encuentra contenido en los residuos con respecto a su peso húmedo. Este parámetro físico es de mucha

importancia y es al que debe prestársele más atención en los siguientes aspectos: producción de lixiviados, procesos de transformación, tratamientos de incineración, recuperación energética y procesos de separación de residuos en plantas de reciclaje. (Michael et al, 1997)

El contenido de humedad puede expresarse como:

$$\text{contenido de humedad} = \frac{\text{Peso húmedo} - \text{Peso seco}}{\text{Peso húmedo}} \times 100$$

### **Distribución del tamaño de las partículas**

Es de suma importancia conocer la distribución del tamaño de las partículas, ya que se usa para: Métodos de incineración y transformación biológica, Reciclaje y reutilización, Recuperación de materiales a través de medios mecánicos como Tromel, Cribas y separadores magnéticos. (Tchobanoglous, 1994)

### **Capacidad de campo**

Se entiende por capacidad de campo de los residuos sólidos, a la humedad total que puede retener una muestra de residuo sólido sometido bajo la acción de la gravedad. La capacidad de campo de los residuos es de mucha importancia para determinar la formación de lixiviados en los vertederos, así mismo el exceso de agua o humedad sobre la capacidad de campo en los residuos dará origen a la generación de los lixiviados. (Michael D. et al, 1997)

La capacidad de campo de los residuos puede variar de manera significativa debido al grado de presión aplicada y al estado de descomposición de los residuos. (Tchobanoglous, 1994)

Se expresa:

$$CC = 0.60 - 0.55 \left( \frac{W}{4.500 + W} \right)$$

CC: Capacidad de campo, % de peso seco del residuo.

W: Peso del recubrimiento calculado a la altura media de la capa de residuo en kg.

### - **Propiedades químicas**

Como era de costumbre en algunos países, todos los desechos se depositaban directamente en los vertederos y de esta manera no era necesario tener un conocimiento previo de las propiedades químicas de los mismos. Como en estos tiempos ya se puede realizar un reciclaje, reutilización y transformación de los desechos, es de mucha importancia conocer estas propiedades ya que a partir de éstas es que se puede identificar la tecnología de tratamiento más apropiada para poder llevar a cabo estos procesos. (Kiely, 1999)

Si gran parte de la fracción orgánica de los desechos sólidos es utilizada para compostaje o sea utilizada como alimentación para la elaboración de otros productos de conversión biológica, se deberá tener información de la mayoría de los elementos que componen a estos residuos y además se deberá conocer la cantidad de componentes que se encuentran presentes en esta fracción de materia orgánica. (Castells, 2012)

Cuando el uso de los residuos sólidos es destinado para la elaboración de combustible, se deberá tener en consideración las siguientes propiedades químicas:

Análisis físico.

Punto de fusión de las cenizas.

Análisis elemental de los componentes.

Contenido energético de los componentes.

### - **Propiedades biológicas**

Las propiedades biológicas son importante para la tecnología de la digestión aerobia / anaerobia en la transformación de residuos en energía y en productos finales beneficiosos. El proceso anaerobio implica la descomposición biológica de residuos alimenticios con productos finales de metano, dióxido de carbono y otros. La digestión anaerobia de la fracción de desechos alimenticios se ha empleado a gran escala. (Castells, 2012)

Algunos componentes orgánicos de los desechos no son deseables en la conversión biológica, estos son: plásticos, gomas y madera. Los fragmentos importantes en la transformación biológica son las grasas, las proteínas, la lignita, celulosa, hemicelulosa, lignocelulosa, y los constituyentes solubles (Kiely, 1999).

El grado de biodegradabilidad de la fracción alimenticia de los desechos viene dada por:

$$BF = 0.83 - 0.028LC$$

BF: Fracción biodegradable expresada en base a sólidos volátiles (SV).

LC: Contenido de lignina de los SV, % en peso seco.

#### **d. Planes de Gestión de Residuos Sólidos Municipales**

El plan Provincial de Gestión de Residuos Sólidos Municipales y el plan Distrital de Manejo de Residuos Sólidos Municipales son instrumentos de planificación en materia de residuos sólidos de gestión municipal. Estos instrumentos tienen por objetivo generar las condiciones necesarias para una adecuada, eficaz y eficiente gestión y manejo de los residuos sólidos, desde la generación hasta la disposición final. Los Planes a que se refiere el párrafo anterior deben estar alineados al PLANRES. Dichos planes se actualizan cada cinco (05) años y deben contener como mínimo lo siguiente:

- a) Diagnóstico de la situación del manejo de los residuos sólidos de gestión municipal, que identifique los aspectos críticos y potencialidades del sistema de la gestión y manejo de residuos sólidos municipales. En el caso del Plan Provincial debe de incluirse el diagnóstico de todos los distritos que integran la misma, incluyendo información sobre la presencia de pueblos indígenas u originarios, de corresponder; y, el ámbito sobre el cual la Municipalidad Provincial tiene competencia para proveer el servicio de limpieza pública. Asimismo, el Plan Provincial debe incluir la identificación de infraestructuras de residuos sólidos de gestión municipal que se requieren a nivel Provincial.
- b) Objetivos estratégicos, metas y un plan de acción, donde se precisen las actividades, responsables, indicadores, cronograma de implementación para mejorar la gestión y manejo de residuos sólidos en toda la jurisdicción.
- c) Mecanismos y actividades de seguimiento y evaluación de avances y resultados.

Las municipalidades provinciales y distritales, en el último día hábil del mes de marzo de cada año, presentan ante el MINAM y al Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) el reporte de las actividades ejecutadas el año anterior en el marco de los Planes de Gestión de Residuos Sólidos Municipales,

los planes de gestión de residuos sólidos municipales deben formularse conforme a las guías técnicas que emita el MINAM. (D.S. 014-2017-MINAM)

**e. Acuerdo de Producción Limpia**

Los Acuerdos de Producción Limpia son instrumentos de promoción que tienen como objetivo introducir en las actividades productivas un conjunto de acciones que trasciendan el cumplimiento de la legislación vigente, de modo que se mejore las condiciones en las cuales el titular realiza sus actividades, a fin de lograr la prevención o minimización de la generación de los residuos sólidos. Los titulares de las actividades productivas, extractivas y de servicios pueden suscribir voluntariamente Acuerdos de Producción Limpia en materia de residuos sólidos con el MINAM y/o la autoridad competente, de corresponder. Dicho acuerdo no sustituye las obligaciones que establece la normatividad ambiental. Las autoridades sectoriales promueven el otorgamiento de incentivos para los titulares de actividades productivas, extractivas y de servicios que suscriban estos acuerdos; sin perjuicio de las competencias de las entidades de fiscalización ambiental en la materia. El OEFA, en el marco de la normativa vigente y conforme a sus competencias, puede otorgar incentivos por el cumplimiento de los Acuerdos de Producción Limpia (D.S. 014-2017-MINAM)

**f. Recolección y Transporte de Residuos Sólidos Municipales**

Las municipalidades, de acuerdo a sus competencias, deben establecer progresivamente Programas de Segregación en la Fuente y Recolección Selectiva de los residuos sólidos, los cuales deberán contemplar expresamente las rutas de las unidades vehiculares, los horarios y frecuencias en la prestación del servicio. Estos programas deben ser establecidos de acuerdo a las necesidades de su jurisdicción y cumpliendo con la normativa vigente. La recolección selectiva de residuos sólidos municipales podrá ser realizada por las municipalidades, EO-RS que integran el sistema del servicio de limpieza pública de la jurisdicción y organizaciones de recicladores formalizados, en el marco de la Ley N° 29419, Ley que regula las actividades de los recicladores y su Reglamento, y el Programa de Segregación en la Fuente y Recolección Selectiva de los residuos sólidos. (D.S. 014-2017-MINAM)

### **Tipos de vehículos para la recolección**

Los tipos de vehículos para la recolección de residuos sólidos de acuerdo a su capacidad se clasifican en vehículos convencionales y no convencionales, según se indica: a) Vehículos convencionales: Camiones compactadores, camiones barandas, camiones para contenedores de gran capacidad y camiones similares. b) Vehículos no convencionales: Triciclos (a pedal y motorizado), motofurgón, carretas jaladas por acémilas y botes.

### **Establecimiento de rutas**

Para el diseño de las rutas de recolección y transporte de los residuos sólidos, las municipalidades deben tener en cuenta lo siguiente:

- a) Tipo de vías existentes, criterios de tráfico vehicular y peatonal
- b) Uso del suelo (residencial, comercial, industrial, etc.)
- c) Ubicación de fuentes de residuos sólidos municipales especiales
- d) Zonas de difícil acceso y/o presencia de barreras geográficas naturales o artificiales
- e) Densidad poblacional de la zona atendida
- f) Especificaciones técnicas del equipamiento
- g) Tipo, número y capacidad de unidades vehiculares existentes
- h) Programa de Segregación en la Fuente y Recolección Selectiva de residuos sólidos
- i) Otras condiciones que permitan establecer un adecuado diseño de rutas.

### **Horarios de recolección**

Para determinar los horarios de recolección de residuos sólidos, las municipalidades deben tener en cuenta lo siguiente:

- a) La cantidad de residuos sólidos generados; b) Las características de cada zona;
- c) La jornada de trabajo; d) Las condiciones meteorológicas; e) La capacidad de los equipos; f) El tráfico vehicular o peatonal; g) Los hábitos y costumbres de los generadores; y, h) Cualquier otro elemento que pueda incidir en la prestación del servicio.

Cuando la recolección se efectúe en horario nocturno, se debe adoptar las medidas necesarias para mitigar el ruido durante la prestación del servicio, sin perjuicio del cumplimiento de la normativa vigente.

Artículo 32.- Frecuencia de recolección La frecuencia de recolección depende principalmente de la naturaleza y la cantidad de residuos sólidos generados, la segregación en fuente y recolección selectiva, condiciones meteorológicas. La frecuencia mínima de recolección y transporte de residuos sólidos no aprovechables es de tres (03) veces por semana.

### **Tipos de tratamientos**

Son procesos que se deben realizar para poder reducir los residuos que se generan debido a las diferentes actividades. Existen varios tipos de tratamiento que se les puede dar a los residuos sólidos, pero los que más se realizan son los siguientes:

#### **Incineración**

La incineración de los residuos sólidos como tipo de tratamiento consiste en llevar a cabo una disminución en aproximadamente el 10% del volumen total y dejando como resultado material inerte como son las escorias y cenizas así como también la emisión de gases durante el proceso de combustión. (Ramírez, 2010)

La reducción del volumen de residuos realizada a través de la combustión debe ejecutársela en hornos especiales con un apropiado aire de combustión. (Cubel, 2010)

#### **Pirolisis**

La pirolisis es la combustión incompleta de los residuos orgánicos en ausencia de oxígeno (condiciones anaerobias) a una temperatura de aproximadamente 500°C, este tratamiento era el que se utilizaba en años anteriores para producir carbón vegetal. (Martínez, 2007.)

#### **Reciclaje**

Este tipo de tratamiento, es aquel que consiste en hacer uso otra vez aquellos materiales que alguna vez fueron desechados y que todavía pueden ser utilizados para la elaboración de otros subproductos o tal vez se pueda volver a fabricar otros a partir de estos. (Mata, 2010)

En sí, la palabra reciclar representa el hacer uso de materiales una y otra vez con la finalidad de obtener nuevos productos y de esta manera reducir en forma considerable la utilización de nuevas materias primas. (Castells, 2012)

### **Compostaje**

Este tratamiento es un proceso biológico en el cual la fracción de la materia orgánica es degradada por los microorganismos presentes en la misma como son las bacterias y hongos. Este proceso se puede dar tanto en condiciones aerobia y anaerobia. (Secretaría de medio ambiente y recursos naturales, 1999)

El compost, es el resultado de degradar materia orgánica, la cual está compuesta por componentes como estiércol de animales, restos de madera, restos de comida y restos vegetales. Su resultado es un producto que ayuda a mejorar el suelo, comúnmente utilizados en cosechas. (Moreno, et al, 2008)

### **Humus de lombriz**

Este tratamiento consiste básicamente en la crianza intensiva de lombrices californianas. Estas lombrices básicamente se alimentan de residuos orgánicos que se encuentran en descomposición para posteriormente ir excretando un producto final como es el humus, el cual es rico en varios nutrientes como son: nitrógeno, magnesio, potasio, calcio, fósforo y que a la vez sirve para todo tipo de cultivo. (Martinez, s.f.)

#### **- Transferencia y transporte**

La transferencia y transporte para los residuos sólidos consiste básicamente en: es el proceso mediante el cual se descargan los residuos sólidos de un vehículo de capacidad menor a otro de mayor capacidad, para continuar con el proceso de transporte hacia la disposición final

Transporte viene a ser el recorrido que hace el vehículo desde terminada la recolección hasta la disposición final. (D.S. 014-2017-MINAM)

#### **- Disposición final o evacuación**

La disposición final es la última fase para llevar a cabo una correcta gestión integral de los residuos sólidos.

### **1.3. Definición de términos**

El plan nacional de gestión integral de residuos sólidos 2016 – 2024, propuesto por el ministerio de ambiente (2016), define los términos:

#### **Ambiente**

Es el conjunto de elementos físicos, químicos y biológicos, de origen natural o antropogénico, que rodean a los seres vivos y determinan sus condiciones de existencia.

#### **Botadero**

Lugar inadecuado de disposición final de residuos sólidos en áreas urbanas, rurales o baldías que generan riesgos sanitarios y/o ambientales.

#### **Buenas prácticas ambientales**

Se considera Buenas Prácticas Ambientales a quien ejerciendo o habiendo ejercido cualquier actividad económica o de servicio, cumpla con todas las normas ambientales u obligaciones a las que se haya comprometido en sus instrumentos de gestión ambiental

#### **Ciudadanía ambiental**

Es el ejercicio de derechos y deberes ambientales asumidos por los ciudadanos y ciudadanas al tomar conciencia de la responsabilidad que tienen por vivir en un ambiente y sociedad determinados, con los que se identifican y desarrollan sentimientos de pertenencia.

#### **Contaminación ambiental**

Acción y estado que resulta de la introducción por el hombre de contaminantes al ambiente por encima de las cantidades y/o concentraciones máximas permitidas tomando en consideración el carácter acumulativo o sinérgico de los contaminantes en el ambiente.

**Educación ambiental**

La educación ambiental es un instrumento para lograr la participación ciudadana responsable que es la base fundamental para una adecuada gestión ambiental. La educación ambiental se convierte en un proceso educativo integral, que se da en toda la vida del individuo, y que busca generar en éste los conocimientos, las actitudes, los valores y las prácticas, necesarios para desarrollar sus actividades en forma ambientalmente adecuada, con miras a contribuir al desarrollo sostenible del país.

**Eficiencia de los recursos**

Supone hacer más y mejor con menos, desvincular el crecimiento económico de la degradación ambiental, promover un uso eficiente de los recursos y de la energía, crear infraestructuras sostenibles, facilitar el acceso a servicios básicos y a productos sostenibles asequibles, promover estilos de vida sostenibles, así como generar empleos verdes.

**Fuentes de contaminación**

Es el lugar donde un contaminante es liberado al ambiente. Las fuentes de contaminación pueden ser fuentes puntuales o fijas, así como fuentes dispersas o de área y también fuentes móviles.

**Gestión ambiental**

Conjunto estructurado de principios, normas técnicas, procesos y actividades, orientado a administrar los intereses, expectativas y recursos relacionados con los objetivos de la política ambiental y alcanzar así, una mejor calidad de vida y el desarrollo integral de la población, el desarrollo sostenible de las actividades económicas y la conservación del patrimonio ambiental y natural del país.

**Gestión de residuos sólidos**

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

**Impacto ambiental**

Alteración, positiva o negativa, de uno o más de los componentes del ambiente, provocada por la acción de un proyecto. El “impacto” es la diferencia entre qué habría pasado con la acción y que habría pasado sin ésta.

**Indicador ambiental**

Es un parámetro, o un valor derivado de parámetros que busca proveer información describiendo de manera sintética una medida aproximada o evidencia del estado del ambiente y su impacto cuyo significado es mayor que las propiedades directamente asociadas al valor de los parámetros.

**Manejo de residuos sólidos**

Toda actividad técnica operativa de residuos sólidos que involucre manipuleo, acondicionamiento, transporte, transferencia, tratamiento, disposición final o cualquier otro procedimiento técnico operativo usado desde la generación hasta su disposición final.

**Manejo integral de residuos sólidos**

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

**Reaprovechamiento**

En la gestión de los residuos sólidos, el reaprovechamiento está referido al proceso por el cual se obtiene un beneficio del bien, artículo, elemento o parte del mismo que constituye un residuo sólido. Son técnicas de reaprovechamiento: el reciclaje, la recuperación y la reutilización.

Reciclaje

**Residuos sólidos peligrosos**

Son residuos sólidos peligrosos aquéllos que por sus características o el manejo al que son o van a ser sometidos representan un riesgo significativo para la salud o el ambiente.

**Reutilización**

Técnica de reaprovechamiento de residuos sólidos referida a volver a utilizar el bien, artículo o elemento que constituye el residuo sólido para que cumpla el mismo fin para el que fue originalmente elaborado; permitiéndose de esa manera la minimización de la generación de residuos.

## CAPITULO II

### MATERIAL Y METODOS

#### 2.1. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

##### 2.1.1. Técnicas.

- Mediante la observación se identificaron los puntos críticos de la ciudad donde se acumulan los residuos sólidos.
- Mediante visitas domiciliarias se realizó la encuesta y se obtuvo información respecto a la percepción de la población en cuanto a la recolección de los residuos sólidos por parte de la municipalidad. Para cumplir con este procedimiento se tuvo en cuenta que actualmente el distrito de Tarapoto cuenta con 151221 pobladores distribuidos en 14643 viviendas aproximadamente. Asimismo, para determinar el tamaño de la muestra se usó la siguiente fórmula

$$n = \frac{NZ^2PQ}{(N-1)E^2 + Z^2PQ} \quad \text{Asumiendo un nivel de confianza del 95\% (Z=1.96)}$$

y un nivel de precisión E=10%, la muestra quedó determinada de la siguiente manera:

$$n = \frac{14643(1.96)^2 (0.5)(0.5)}{(14643-1)(0.10)^2 + (1.96)^2 (0.5)(0.5)} = 96 \text{ viviendas}$$

##### 2.1.2. Instrumentos

- Cuestionario aplicado a la población para conocer la forma como perciben la recolección de los residuos sólidos. Este cuestionario consta de 15 preguntas cuyos puntajes ponderados son :

Muy bueno	5 pts
Bueno	4 pts
Regular	3 pts
Malo	2 pts
Muy malo	1 pts

En tal sentido los puntajes obtenidos se encuentran en un rango de 15 a 75 puntos.

- Bibliografía existente para fundamentar la propuesta de diseño de rutas, dado que el problema radica en el transporte.

## 2.2. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

- Se obtuvieron datos respecto a la situación actual de la recolección y transportes de los residuos sólidos, los cuales fueron presentados en tablas estadísticas.
- En cuanto a la caracterización de los residuos sólidos se obtuvieron datos de la segregación de los residuos sólidos. Estos datos fueron tabulados, procesados y presentados en tablas estadísticas, al igual que los promedios y varianzas.
- Se procedió a realizar la prueba t de student para determinar la eficiencia del diseño de rutas propuesto, cuya fórmula es la siguiente:

$$t_c = \frac{\bar{d}}{s_d / \sqrt{n}} \quad \text{con (n-1) grados de libertad,}$$

Donde:

$\bar{d}$  : Es el promedio de las diferencias

$s_d$  : Es la desviación estándar de las diferencias

n : tamaño de muestra

$t_c$  : Valor del estadístico.

La decisión estadística se tomó bajo los siguientes criterios:

- Si  $t_c < 1.66$  , implicaría que diseño de rutas no ha tenido un efecto significativo en la población.
  - Si  $t_c > 1.66$  , implicaría que diseño de rutas ha tenido un efecto significativo en la población.
- Los datos fueron procesados mediante el Ms. Excel.

# CAPÍTULO III

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1. Resultados

#### 3.1.1.: Situación actual de la recolección de los residuos sólidos en la ciudad de Tarapoto.

De acuerdo a estudios de la Municipalidad, se pudo determinar que en el distrito de Tarapoto, el 79.52% de los residuos son materia orgánica constituida por restos de alimentos, cascaras de frutas y vegetales, excremento de animales menores, huesos y similares. También se evidencia que el 3.85% de los residuos generados corresponden a bolsas plásticas y el 3.46% a residuos sanitarios.

Asimismo, se realizó una inspección in situ para determinar los puntos de acumulación de los residuos sólidos en la ciudad de Tarapoto:

Tabla 1

*Puntos críticos de acumulación de residuos sólidos en el distrito de Tarapoto*

<b>Puntos críticos</b>	<b>Ubicación</b>
Nicolás de Piérola y Tahuantinsuyo	La Campiña
Tahuantinsuyo y Mcal. Cáceres	Agrícola Campoy
Jr. Alfonso Alvarado	5ta cuadra
Cahuide y Raimondi	Perinatal
Jr. Leguía y Castilla	Telefónica
Jr. Nicolás de Piérola	Cuadra 2 y 5

En cuanto a la recolección, esta se realiza en el horario de 04:00 horas a las 12:00 horas y de las 13:00 horas a las 20:00 horas todos los días. Los domingos la recolección es en un solo turno (mañana)

Para la recolección de los residuos sólidos la municipalidad cuenta con 8 compactadoras de 15 m<sup>3</sup> cada una que operan al 80% de su capacidad recolectando aproximadamente 6 tn por cada unidad.

En cuanto al consumo de combustible de las unidades compactadoras en cuanto a la recolección, según los reportes diarios se estima que es aproximadamente 1,056.97 galones por semana, que calculando a S/ 12.60 el galón da un costo de S/ 13,317.86 por semana.

Asimismo, según datos obtenidos de la municipalidad, la cantidad total que recorren las unidades compactadoras para la recolección de los residuos sólidos es de 1109.23 km por semana en turnos de lunes a sábado de 4:00 a 12:00 horas y de 14:00 a 20:00 horas.

El tipo de recolección es vivienda por vivienda, incluyendo colegios, mercados, más no hospitales.

La gestión actual, no cuenta con un diseño de rutas, existe solo una persona encargada en la distribución de los vehículos compactadores, y se realiza por experiencia más no metódicamente.

### **3.1.2. Situación actual del transporte de los residuos sólidos en la ciudad de Tarapoto.**

Los vehículos compactadores son usados desde el lugar de almacenamiento (Canchón Municipal) ubicado en el Jr. Víctor Manuel Arévalo paralela con Jr. Augusto B. Leguía hasta la disposición final, haciendo un recorrido incorrecto para el tipo de vehículo que se dispone, no se cuenta con puntos de transferencia en la actual gestión de residuos sólidos.

Actualmente se dispone de 08 vehículos compactadores.

Terminada la recolección, las unidades compactadoras transportan los residuos sólidos en un recorrido de tres horas aproximadamente entre ida y vuelta, hasta el botadero municipal ubicado en el distrito de Juan Guerra.

### **3.1.3. Propuesta del plan de recolección y transporte de los residuos sólidos generados en la ciudad de Tarapoto.**

## **PLAN DE RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS**

### **1. Introducción**

En la jurisdicción de la provincia de San Martín y específicamente en el distrito de Tarapoto, la eliminación de los residuos sólidos constituye desde hace mucho tiempo un gran problema social; en el caso de los residuos sólidos urbanos el primer eslabón de la cadena del problema, empieza desde el momento en que el habitante de la zona se preocupa solamente en deshacerse de ellos, sin preocuparse en lo más mínimo del destino que le espera y de las consecuencias que traerá al medio ambiente; el siguiente eslabón lo constituyen las municipalidades al no impulsar programas alternativos de Gestión Integral de Residuos Sólidos.

Entre los muchos problemas que origina una falta de Gestión Integral de Residuos Sólidos y el crecimiento alarmante de los Residuos Sólido Urbanos, se tiene el aumento de los desechos incontrolados a cielo abierto o también conocidos como botaderos de basura los cuales contaminan la zona en donde vienen funcionando.

Asimismo, en el ámbito urbano existe la poca costumbre de realizar un manejo adecuado de los residuos orgánicos, por lo cual es determinante desarrollar un plan de manejo y aprovechamiento de los residuos orgánicos e inorgánicos que se producen de manera constante en las familias de la zona urbana del distrito.

## **2. Descripción del área de estudio**

Tarapoto es la capital de la Provincia de San Martín, se encuentra ubicada en el valle de los ríos Cumbaza y Shilcayo, a 08° 07' de latitud, 79° 01' de longitud y 350 msnm de altitud. Cuenta con una superficie aproximada de 67.81 m<sup>2</sup>, es conocida como la tierra de las cataratas, entre las que podemos mencionar las de Ahuashiyaku, Carpishayaku, Huacamaillo, Mamonaquihua, Tununtunumba y Shilcayo. Es una zona de bosques recorrida por el río Huallaga.

## **3. Población**

Al año (2015) la población del distrito de Tarapoto fue de 144200 hab., con una tasa de crecimiento estimada en 2.27%, lo cual hace que para el año 2017 el distrito de Tarapoto tenga aproximadamente 151221 habitantes. (Fuente del INEI <http://proyectos.inei.gob.pe/web/poblacion>)

## **4. Generación de residuos sólidos municipales en la ciudad de Tarapoto**

Por antecedentes se sabe que en la ciudad de Tarapoto se generan aproximadamente 33.80 tn/día de residuos sólidos municipales no domiciliarios, de los cuales 14.27 tn provienen del comercio, 3.55 tn de restaurantes, 0.36 tn de hoteles, 12.28 tn de mercados, 0.99 tn de instituciones y 2.35 tn de barrido. Asimismo, 55.45 tn proviene de los residuos domiciliarios, haciendo un total de 89.25 tn/viaje.

## **5. Propuestas para segregación, recolección, almacenamiento, y transporte de los residuos sólidos al corto plazo**

### **5.1. Segregación en la fuente.**

De acuerdo a este punto dentro de la propuesta, se pretende hacer la separación en casas de acuerdo al tipo de residuos sólidos, este método contribuye a reaprovechar con mayor rapidez y obtener beneficios económicos que subsidien costos operativos. Una ventaja de este método es que disminuye los costos municipales de recolección y disposición final de los residuos sólidos. El éxito de este método dependerá, en gran medida, del desarrollo de programas educativos para concientizar sobre la importancia de cooperar implantando la estrategia del reciclaje en el diario vivir.

Bajo esta perspectiva y en forma piloto se propone realizar los trabajos de separación de los residuos sólidos domiciliarios en 40 manzanas seleccionadas por sectores de mayor acumulación de residuos sólidos y se encuentran ubicados en los barrios Suchiche y huayco.

Para lograr este objetivo se propone en coordinación con la Unidad de Residuos Sólidos de la Municipalidad Provincial de San Martín y en convenio con la Facultad de Ingeniería Ambiental de la Universidad Peruana Unión, realizar labores de sensibilización con los vecinos de los sectores seleccionados. Este plan de sensibilización debe realizarse casa por casa con el apoyo de 100 estudiantes de dicha Universidad, previa capacitación para lograr la meta de hacer participar a los vecinos en la segregación en la fuente.

En paralelo a las visitas se propone difundir un programa de educación ambiental consistente en charla, spot publicitarios en radio, televisión, paneles publicitarios y trípticos informativos de la segregación en la fuente.

## **5.2. Recolección selectiva**

La Municipalidad Provincial de San Martín deberá realizar esta actividad capacitando a los recicladores buscando su formalización como se pide en la ley 29419. Se propone realizar la recolección selectiva en convenio con las asociaciones ya constituidas quienes pueden apoyar en los trabajos de recolección de los residuos inorgánicos.

Se debe implementar a los recicladores con uniformes, guantes, mascarillas y otros que pide el marco legal, dotándolos de una identificación que la Municipalidad debe elaborar.

Lo recaudado de esta actividad que realizan los recicladores será por la venta que ellos realicen. Asimismo el lugar de acopio no podrá estar sucio ni podrá almacenar los residuos en un periodo de una semana ya que se realizarán los trabajos de fumigación de manera semanal para evitar alguna acumulación de insectos.

Este proceso se debe realizar con vehículos adecuados por tipo de Residuo Solido incorporando un sistema de monitoreo de recolección, estableciendo días para un tipo de residuos a recolectar, con una frecuencia Inter diaria, esto dependiendo de cómo la población se adapte al programa y la disposición por parte del municipio en adoptar nuevas metodologías.

Para cumplir con esta tarea también es importante difundir spots publicitarios en radio, televisión, paneles publicitarios y trípticos informativos relacionados con el tema.

## **5.3. Centros de Acopio**

En coordinación con la subgerencia de Gestión Ambiental y la unidad de Residuos Sólidos de la Municipalidad Provincial de San Martín, se plantea un punto de almacenamiento de los residuos inorgánicos recolectados, así como un terreno de la municipalidad para la elaboración de abonos con los residuos sólidos orgánicos

#### **5.4. Transporte**

El transporte de los residuos sólidos comprende el tramo desde finalizada la recolección hasta su disposición final en el botadero municipal ubicado en el distrito de Juan Guerra, y cuyo recorrido es de aproximadamente 1h 40min a 2 horas entre ida y vuelta.

Es por eso plantear la idea de implementación de una planta de transferencia, para que vehículos especializados transporten los residuos sólidos destinados al botadero municipal, esto con la finalidad de evitar el deterioro y alargar la vida útil del vehículo compactador, aumentar horas efectivas de recolección, costos por mantenimiento, etc.

Actualmente se cubre el 96% del servicio pero la satisfacción de la población es disconforme, un indicador de que se puede abarcar casi todo el servicio de recolección más no hacerlo de manera eficiente, es necesario la adquisición de nuevas unidades de transporte ya que las existentes datan del año 2005 aproximadamente y debido a su uso no trabajan al 100% de su capacidad.

Asimismo se propone que en el largo plazo exista un transporte diferenciado tanto para residuos inorgánicos como para residuos orgánicos en turnos establecidos previo estudio.

Tabla 2

*Actividades y acciones propuestas para mejorar la recolección y transporte de los residuos sólidos.*

<b>Actividades</b>	<b>Acciones</b>
Adecuado uso y recojo de los recipientes de almacenamiento público	Adquirir e instalar papeleras de almacenamiento público.
Mitigar el sistema burocrático	Acortar los procesos administrativos para dar solución a los problemas Tomar decisiones al instante
Suficientes vehículos y equipos de recolección y transporte	Adquisición y puesta en funcionamiento de vehículos de recolección y transporte
Condiciones apropiadas de trabajo del personal operativo y eficiente plan de rutas.	Adquisición de herramientas y EPPs para el personal de recolección. Diseño de un Plan de rutas.
Mantenimiento de vehículos de limpieza pública	Hacer mantenimiento mensual de la maquinaria Tener personal especializado para este tipo de vehículos
Aprovechamiento de residuos sólidos reutilizables y compostificable	Contratar consultorías para el diseño del plan para la orientación de la formalización de recicladores. Construir y equipar un centro de acopio para la recuperación manual de residuos sólidos reciclables y compostificable
Infraestructura construida para la disposición final	Construcción de relleno sanitario para la disposición final.
Personal técnico capacitado y fortalecida supervisión y monitoreo del servicio.	Capacitación a personal técnico. Adquisición de un vehículo menor para la supervisión.
Planes de educación ambiental.	Elaboración y colocación de paneles de sensibilización ambiental. Diseño de boletines para el fomento de buenas prácticas ambientales. Distribución de boletines de sensibilización ambiental. Diseño de un plan piloto de difusión y sensibilización en manejo de residuos para la población Campaña de sensibilización casa por casa

## 6. Optimización y digitalización del diseño de rutas para la recolección de los residuos sólidos

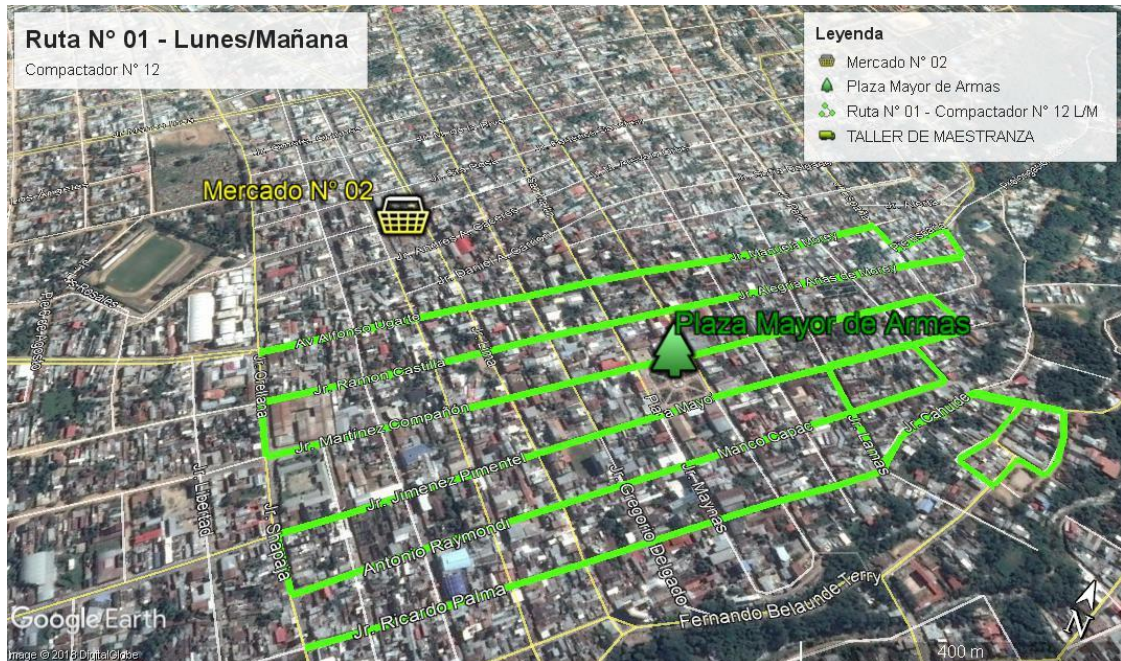


Figura 1: Diseño de ruta para el recorrido del compactador 12. Lunes/mañana

El recorrido comprende los jirones Ricardo Palma/Shapaja, Cahuide, Manco Capac, Raymondi/Shapaja, Jiménez Pimentel, San Pablo de la Cruz, Juanjuí, Ramírez Hurtado, Martínez de Compagnón/Orellana, Ramón Castilla, Alegría Arias de Morey, psje España, Manuela Morey, Alfonso Ugarte / Orellana.



Figura 2: Diseño de ruta para el recorrido del compactador 12. Lunes/tarde

El recorrido comprende los jirones Alfonso Ugarte / Orellana, San Martín, Camila Morey, Sofía Delgado, Daniel Alcides Carrión, Alonso de Alvarado/ Alfonso Ugarte, Andrés A. Cáceres, Manuela Orbe, Federico Sánchez, Santa Rosa (Orellana), Nicolás de Piérola, Tomas Meza, Martín de la Riva, Juan de la Riva, Perú.



Figura 3: Diseño de ruta para el recorrido del compactador 12. Martes/mañana

El recorrido comprende los jirones Sucre / Orellana, Elías Linares / Perú, Perú, Limatambo, psje Limatambo.

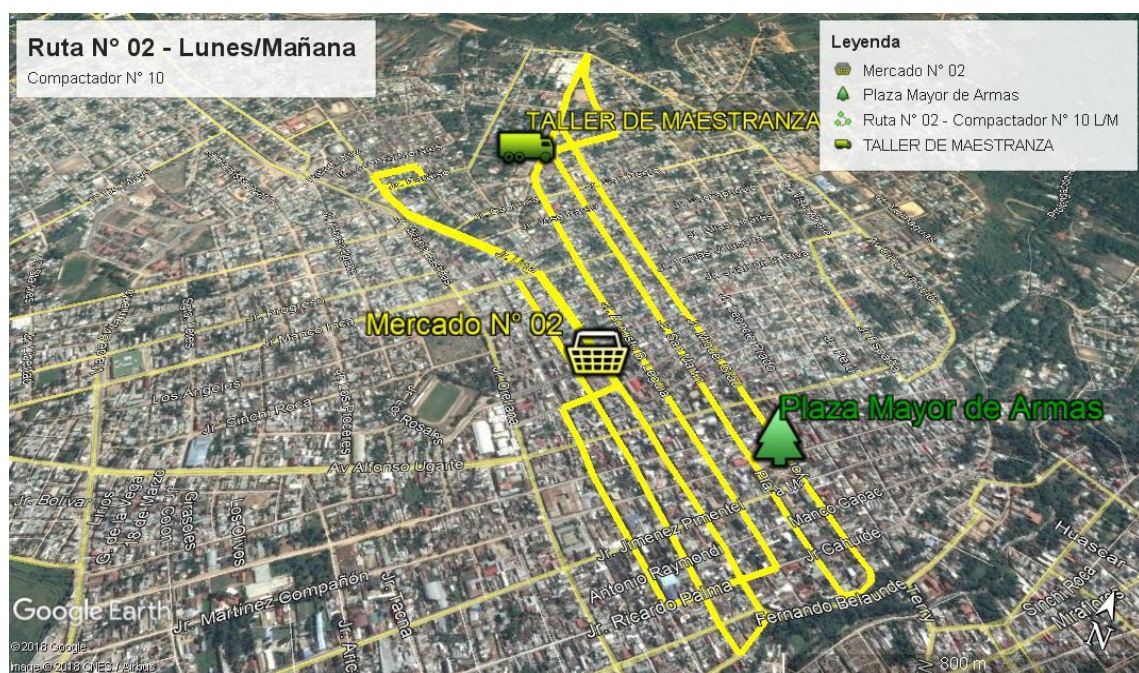


Figura 4: Diseño de ruta para el recorrido del compactador 10. Lunes/mañana

El recorrido comprende los jirones Alonso de Alvarado /Sucre, Cabo Leveau, Pedro de Urzúa, Lima, Brasil, Paraguay, paraíso, Lima / Andrés A. Cáceres, Gregorio Delgado, Augusto B. Leguía, Ángel delgado / Circunvalación, San Martín, plaza mayor, Maynas, Moyobamba, Grau.



Figura 5: Diseño de ruta para el recorrido del compactador 10. Lunes/tarde

El recorrido comprende los jirones Leoncio Prado, Rioja, Cahuide, Lamas, Bolognesi, Mateo Pumacahua.



Figura 6: Diseño de ruta para el recorrido del compactador 10. Martes/mañana

El recorrido comprende los jirones Perú, Saposoa, San Pablo de la Cruz, Juanjui, España / Huáscar, prolong España, Vista Alegre, Sachapuquio.



Figura 7: Diseño de ruta para el recorrido del compactador 10. Martes/tarde

El recorrido comprende los jirones circunvalación, 28 de julio, psje San Jorge, penal, Federico Sánchez / emapa, alerta, Taquiwasi, Cahuide, psje. Actual.

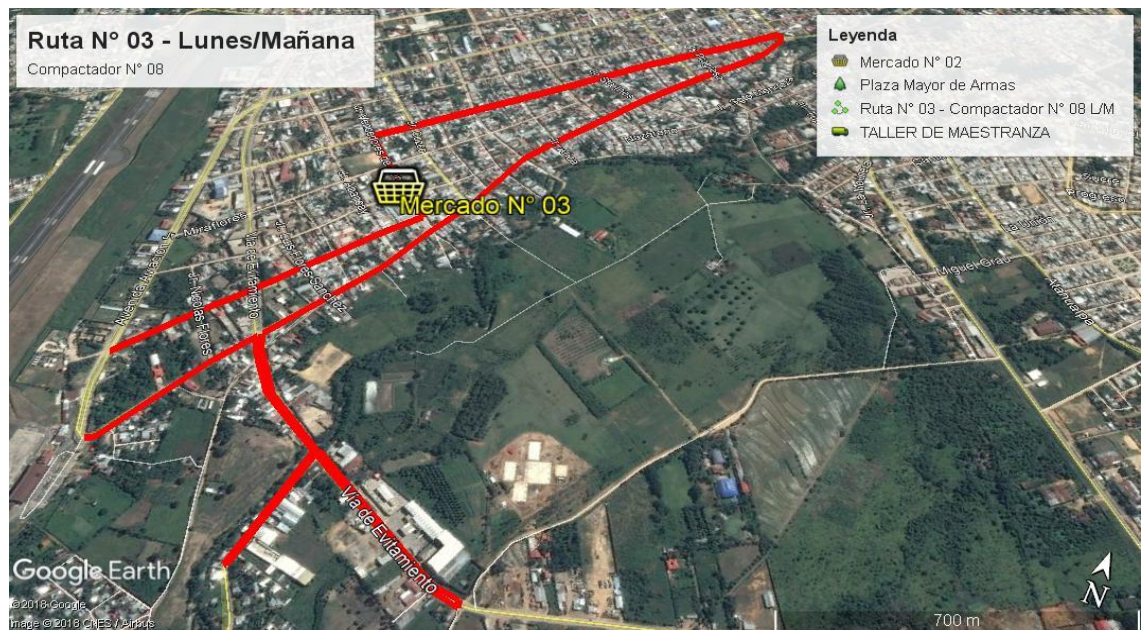


Figura 8: Diseño de ruta para el recorrido del compactador 8. Lunes/mañana

El recorrido comprende los jirones Jorge Chávez, barrio chino, José Olaya, Ilo.



Figura 9: Diseño de ruta para el recorrido del compactador 8. Lunes/tarde

El recorrido comprende los jirones Huallaga, Miraflores, mercado N° 3.

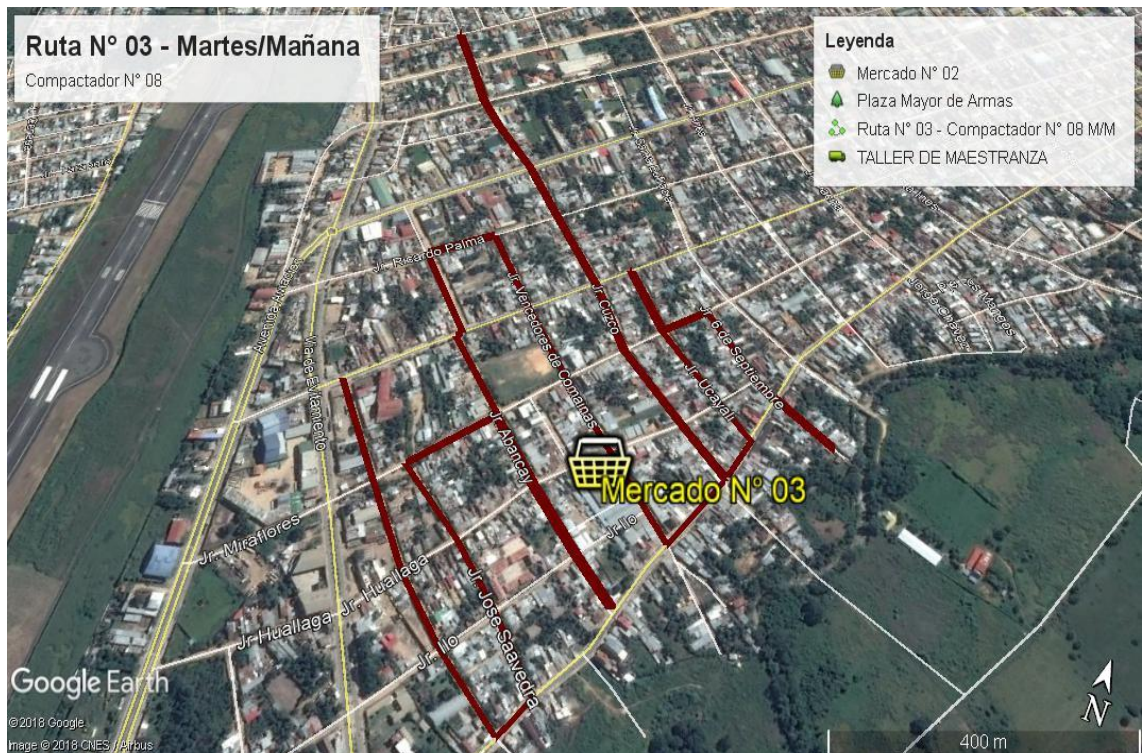


Figura 10: Diseño de ruta para el recorrido del compactador 8. Martes/mañana

El recorrido comprende los jirones Luis Flores/José Olaya, José Saavedra, Miraflores, Abancay, Ricardo Palma, Comaynas, Cuzco.



Figura 11: Diseño de ruta para el recorrido del compactador 7. Lunes/mañana

El recorrido comprende los jirones José Olaya/ Pedro de Urzúa, avenida aviación, jirones Ricardo Palma/Shapaja.



Figura 12: Diseño de ruta para el recorrido del compactador 7. Lunes/tarde

El recorrido comprende los jirones Shapaja / Martínez de Compagnón, Libertad, Jiménez Pimentel, aviación, aeropuerto y FAP, aviación, Jiménez Pimentel / Shapaja.



Figura 13: Diseño de ruta para el recorrido del compactador 7. Martes/mañana

El recorrido comprende los jirones Libertad, prolog libertad / Alfonso Ugarte, Jorge Chávez, Shapaja, José Olaya, Tacna, Santa Inés, Martínez de Compagnon, Tacna, Miraflores, Arica, los girasoles.



Figura 14: Diseño de ruta para el recorrido del compactador 7. Martes/tarde

EL recorrido comprende los jirones santa Eufrasia, Miraflores, 06 de setiembre, Hualлага, Ucayali.

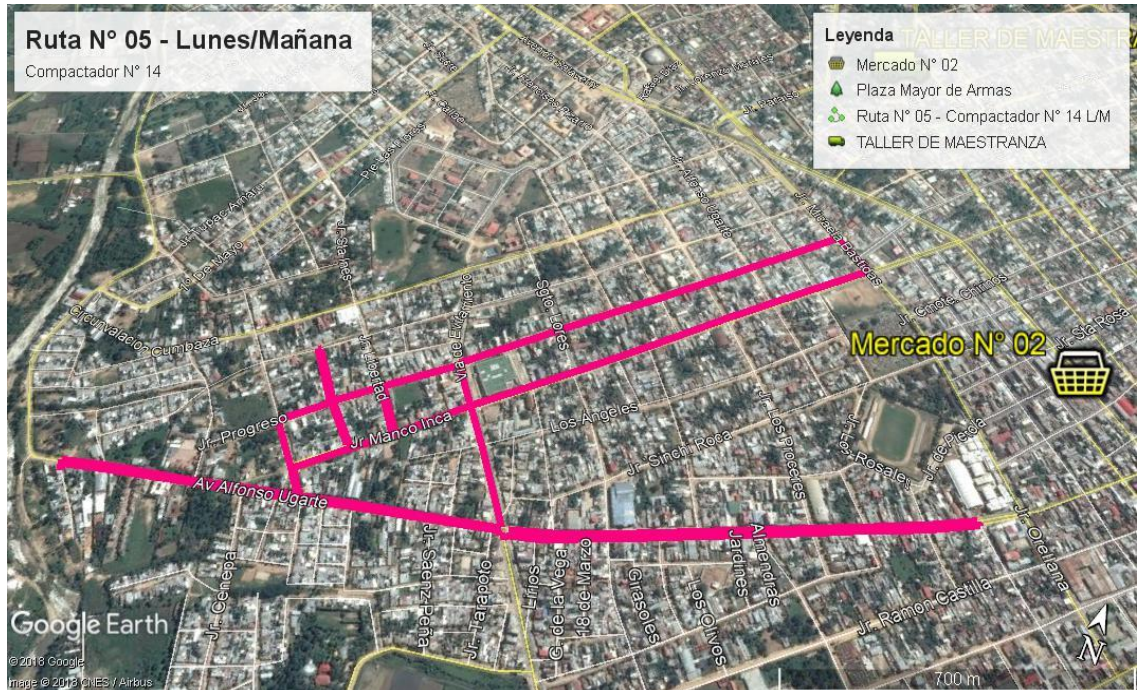


Figura 15: Diseño de ruta para el recorrido del compactador 14.Lunes/mañana

El recorrido comprende los jirones progreso / vía de evitamiento, Manco Inca, José Guzmán, libertad, Jerusalén, Manco Inca / vía de evitamiento, Alfonso Ugarte, las dunas, Alfonso Ugarte retorno / Orellana, Alfonso Ugarte retorno / vía de evitamiento.



Figura 16: Diseño de ruta para el recorrido del compactador 14.Lunes/tarde



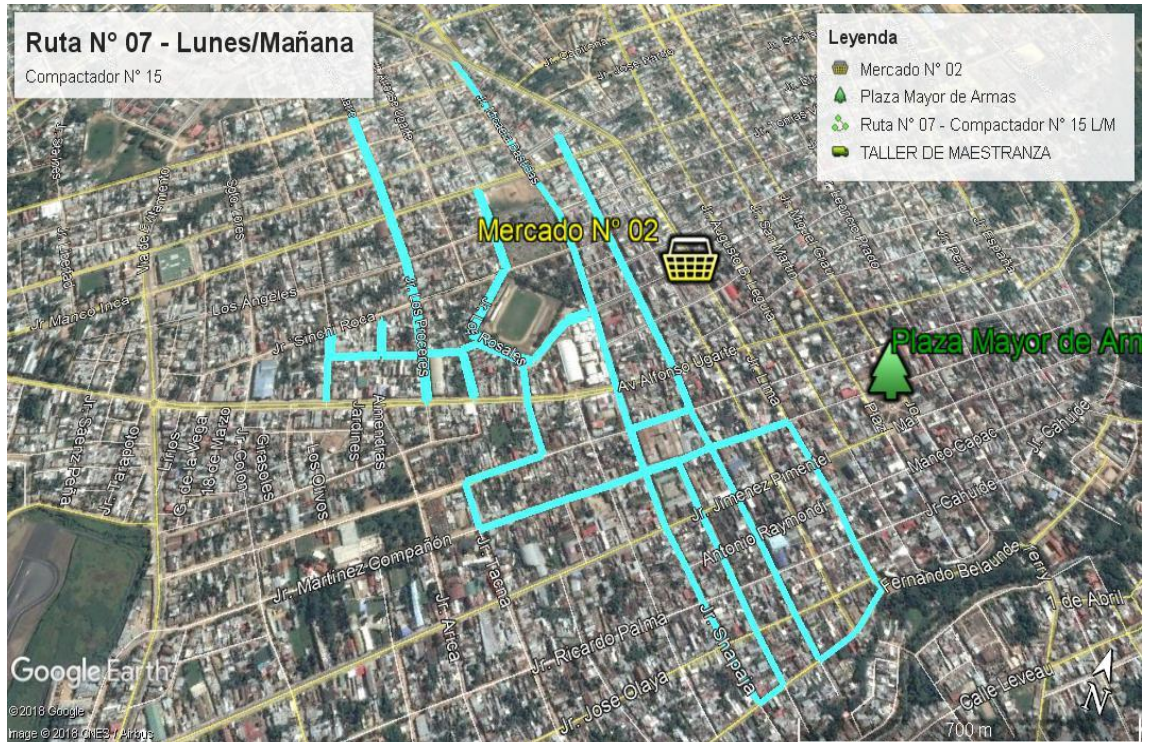


Figura 19: Diseño de ruta para el recorrido del compactador 15. Lunes/mañana

El recorrido comprende los jirones Micaela Bastidas, Orellana, Shapaja, progreso, Martínez de Compañón, Ramón Castilla, Tahuantinsuyo, Juan Vargas, los Chancas, los rosales, Nicolás de Piérola, los rosales / Manco Inca, 1 de julio, 06 de agosto, los próceres / Alfonso Ugarte, las almendras.



Figura 20: Diseño de ruta para el recorrido del compactador 15. Lunes/tarde

El recorrido comprende los jirones Sinchi Roca / Orellana, los ángeles, 08 de mayo, los próceres, Manco Inca, Víctor A Belaunde / Sinchi Roca, Alfonso Ugarte, unión, américa / Sinchi Roca.



Figura 21: Diseño de ruta para el recorrido del compactador 15. Martes/mañana

El recorrido comprende los jirones Manco Inca / Orellana, vía de evitamiento, Manco Inca vuelta, progreso / vía de evitamiento, Ramón Castilla, 9 de abril, Bolognesi.



Figura 22: Diseño de ruta para el recorrido del compactador 15. Martes/tarde



## 7. Análisis económico de la propuesta

Tabla 3.

Unidades de transporte	Km recorridos por semana	Horas de recorrido por semana	Consumo de combustible		Consumo		Costo del combustible		Costo total de combustible	
			por hora en galones	galones por semana en s/.	galones por semana en s/.	por galón en s/.	por semana en s/.	por semana en s/.		
Compactador 7*	308.08	31.80	4.347	138.23	12.60	1741.70				
Compactador 8*	208.9	29.90	4.347	129.98	12.60	1637.75				
Compactador 9*	278.00	25.50	4.347	110.85	12.60	1396.71				
Compactador 10*	316.80	29.60	4.347	128.67	12.60	1621.24				
Compactador 12*	223.04	30.80	4.347	133.89	12.60	1687.01				
Compactador 13**	164.80	22.06	4.347	95.89	12.60	1208.21				
Compactador 14*	292.48	24.05	4.347	104.55	12.60	1317.33				
Compactador 15*	336.56	38.80	4.347	168.66	12.60	2125.12				
<b>Total de la propuesta</b>	<b>1154.88</b>	<b>232.51</b>		<b>1010.72</b>		<b>s/.12735.07</b>				
<b>Total actual ***</b>	<b>1109.23</b>	<b>243.15</b>		<b>1056.97</b>		<b>s/.13317.86</b>				

\*El recorrido de lunes y martes se repite miércoles y jueves/viernes y sábado.

\*\*Repite su recorrido de lunes a sábado

\*\*\*Datos obtenidos de la MPSM

### 3.1.4. Efecto del diseño de rutas en la recolección de los residuos sólidos por parte de la municipalidad.

A continuación se presentan los resultados de la encuesta aplicada a los pobladores de la ciudad de Tarapoto:

Tabla 4

*Opinión respecto a la recolección de basura*

Criterios	Antes	Después
Muy bueno	0	0
Bueno	0	13
Regular	26	48
Malo	47	22
Muy malo	23	13
Total	96	96

Según los resultados mostrados en la tabla 4, ningún poblador opino que la recolección de la basura se daba en buena forma. Dicha cantidad aumento a 13 cuando se aplicó la propuesta.

Tabla 5

*Opinión respecto al horario de recolección*

Criterios	Antes	Después
Muy adecuado	0	0
adecuado	5	27
Regular	23	50
inadecuado	48	11
Muy inadecuado	20	8
Total	96	96

¿Según los resultados mostrados en la tabla 5, 5 pobladores opinaron que el horario la recolección de la basura era adecuado. Dicha cantidad aumentó a 50 cuando se aplicó la propuesta.

Tabla 6

*Opinión respecto al servicio de volquetes y compactadoras recolectoras*

Criterios	Antes	Después
Muy bueno	0	0
Bueno	4	17
Regular	43	56
Malo	27	13
Muy malo	22	10
Total	96	96

Según los resultados mostrados en la tabla 11, 4 pobladores opinaron que servicio de volquetes y compactadoras recolectoras era bueno. Dicho porcentaje aumentó a 17% cuando se aplicó la propuesta.

Tabla 7

*Opinión respecto al recorrido de volquetes y compactadoras recolectoras*

Criterios	Antes	Después
Muy adecuado	0	0
adecuado	6	33
Regular	37	42
inadecuado	41	13
Muy inadecuado	13	8
Total	96	96

Según los resultados mostrados en la tabla 12, 6 pobladores opinaron que servicio de volquetes y compactadoras recolectoras era adecuado. Dicha cantidad aumentó a 33 cuando se aplicó la propuesta.

Tabla 8

*Opinión respecto al estado de volquetes y compactadoras recolectoras*

Criterios	Antes	Después
Muy bueno	0	0
Bueno	5	29
Regular	39	43
Malo	31	15
Muy malo	21	9
Total	96	96

Según los resultados mostrados en la tabla 13, 5 pobladores opinaron que estado de volquetes y compactadoras recolectoras era bueno. Dicha cantidad aumentó a 29 cuando se aplicó la propuesta.

Tabla 9

*Opinión respecto al número de volquetes y compactadoras recolectoras*

Criterios	Antes	Después
Muy adecuado	0	0
adecuado	2	15
Regular	13	29
inadecuado	54	33
Muy inadecuado	27	19
Total	96	96

Según los resultados mostrados en la tabla 14, 2 pobladores opinaron que el número de volquetes y compactadoras recolectoras era adecuado. Dicha cantidad aumentó a 15 cuando se aplicó la propuesta.

Tabla 10

*Opinión respecto al número de contenedores para la basura*

Criterios	Antes	Después
Muy adecuado	0	0
adecuado	5	17
Regular	11	38
inadecuado	49	26
Muy inadecuado	31	15
Total	96	96

Según los resultados mostrados en la tabla 15, 5 pobladores opinaron que el número de contenedores para la basura era adecuado. Dicha cantidad aumentó a 17 cuando se aplicó la propuesta.

Tabla 11

*Opinión respecto al estado de los contenedores*

Criterios	Antes	Después
Muy bueno	0	0
Bueno	15	27
Regular	45	45
Malo	20	16
Muy malo	16	8
Total	96	96

Según los resultados mostrados en la tabla 16, 15 pobladores opinaron que el estado de los contenedores para la basura era bueno. Dicha cantidad aumentó a 27 cuando se aplicó la propuesta.

Tabla 12

*Opinión respecto a la ubicación de los contenedores*

Criterios	Antes	Después
Muy buena	0	0
Buena	23	35
Regular	30	36
Mala	26	15
Muy mala	17	10
Total	96	96

Según los resultados mostrados en la tabla 17, 23 pobladores opinaron que la ubicación de los contenedores para la basura era buena. Dicha cantidad aumentó a 35 cuando se aplicó la propuesta.

Tabla 13

*Opinión respecto al trato del personal que realiza el recojo de la basura*

Criterios	Antes	Después
Muy bueno	0	0
Bueno	17	33
Regular	51	45
Malo	20	14
Muy malo	8	4
Total	96	96

Según los resultados mostrados en la tabla 18, 17 pobladores opinaron que trato del personal que realiza el recojo de la basura era bueno. Dicha cantidad aumentó a 33 cuando se aplicó la propuesta.

### Prueba de hipótesis para demostrar la eficiencia del diseño de rutas

Ítems	Después	Antes	Diferencia
1	253	195	58
2	288	205	83
3	253	214	39
4	296	210	86
5	298	240	58
6	232	182	50
7	249	182	67
8	283	251	32
9	288	251	37
10	299	269	30
Promedio			54
Desviación estándar			16.40

$$t_c = \frac{54}{16.40/\sqrt{96}} = 32.70 > 1.66$$

Dado que el valor calculado (32.70) es mayor que el valor crítico obtenido de la tabla t studente (1.66), se concluye con el 95% de confianza que el diseño de rutas mejoró significativamente la recolección de los residuos sólidos según la percepción de la población de la ciudad de Tarapoto.

### 3.2. Discusiones:

#### **Situación actual de la recolección de los residuos sólidos en la ciudad de Tarapoto.**

Se evidencia que el 79.52% de residuos sólidos que se generan en el distrito de Tarapoto, son materia orgánica constituida por restos de alimentos, cascara de frutas y vegetales, excremento de animales menores, huesos y similares. También se evidencia que el 3.85% de los residuos generados corresponden a bolsas plásticas y el 3.46% a residuos sanitarios.

Estos hallazgos no son ajenos a lo encontrado por Borja (2015), quien en su investigación calculó que el 81,1% de los desechos corresponde a la materia orgánica, siendo ésta la que se encuentre en mayor porcentaje y a su vez pueda ser propone que debería ser aprovechada para la elaboración de compost y de esta manera usarlo como abono dándole más nutrientes a tierras en las cuales se cosechan

#### **Situación actual del transporte de los residuos sólidos en la ciudad de Tarapoto.**

Para brindar el servicio la municipalidad cuenta con ocho camiones compactadores de 15 m<sup>3</sup> cada uno, los cuales cuentan con una capacidad de carga de 7.5 tn, y dado que operan al 80% de su capacidad hacen un total de 6.0 tn/viaje cada uno; es decir en conjunto los 8 vehículos recogen un total de 54 tn/viaje aproximadamente. En cuanto a su recorrido, las unidades compactadoras recorren 1109.23 km por semana en turnos de lunes a sábado de 4:00 a 12:00 horas y de 13:00 a 20:00 horas.

Además, estos vehículos presentan desperfectos mecánicos dada su antigüedad y uso, dado que datan desde el año 2005 aproximadamente, por lo cual se hace urgente la adquisición de nuevas unidades compactadoras para optimizar el servicio, tal como lo propone Chávez (2013) quien logro resultados satisfactorios al diseñar e implementar un plan de recolección y transporte de los residuos sólidos, el mismo que incluye el diseño y optimización de rutas con lo cual se evitaría la acumulación de residuos en las calles con consecuencias negativas para el ambiente.

## **Plan de recolección y transporte de los residuos sólidos generados en la ciudad de Tarapoto.**

Se determinó que en la ciudad de Tarapoto, el 89.25% de los residuos sólidos son generados por los residuos domiciliarios (55.45%) y no domiciliarios (33.80%), resaltando que el 14.27% de estos residuos sólidos son generados por el comercio, el 12.28% por los mercados, el 3.55% por los restaurantes y el 2.35 % por el barrido de las calles.

Asimismo, se propone la segregación en la fuente, recolección selectiva, almacenamiento, y transporte de los residuos sólidos al corto plazo, teniendo como herramienta clave la educación ambiental; es decir realizar tareas de difusión casa por casa, spots publicitarios en radio y televisión, folletos, murales entre otros.

Asimismo, dado el presupuesto que la municipalidad destina para el recojo de los residuos sólidos, y tomando en cuenta el descontento mostrado por la población en cuanto al servicio, se creó conveniente optimizar el servicio con un nuevo diseño y mapeo de rutas lo cual no implica aumento en el presupuesto. En este sentido el parámetro a evaluar fue la opinión de la población en cuanto al servicio dado que el fin supremo de la autoridad municipal es el servicio para mejorar la calidad de vida de la población, logrando resultados satisfactorios al mejorar las rutas y realizando el respectivo monitoreo.

En cuanto al análisis de costos, según los reportes de la Municipalidad, encontramos que esta destina aproximadamente 13317.86 soles semanales para combustible de las unidades compactadoras que recorren 1109.23 km en un tiempo de 243.15 horas, aproximadamente. Con la propuesta realizada se estima que el costo se reduciría a 12735.07 soles semanales con un recorrido de 1154.88 km por semana en 232.51 horas aproximadamente.

Como se puede observar, con la propuesta el recorrido se incrementaría en 45.65 km semanalmente, el tiempo se reduciría en 10.64 horas y por tanto el costo semanal se reduciría en 582.79 soles aproximadamente dado que el consumo de combustible se reduciría al optimizar las rutas.

Por lo expuesto, coincidimos con de Rentería (2014), quien realizó una propuesta de mejora en base a una planeación prospectiva que utiliza una serie de herramientas de la gestión estratégica para mejorar al programa y disminuir brechas que limiten el buen

funcionamiento del mismo por medio de cambios estratégicos, dicho cambio consistió en el ordenamiento del servicio de recojo de los residuos sólidos.

### **Efecto del diseño de rutas para la recolección de residuos sólidos**

Según los resultados mostrados en las encuestas realizadas a 96 pobladores, al inicio ningún poblador opinaba que la recolección de la basura se daba en buena forma, dicha cantidad aumento a 13 después que se aplicó la propuesta; 5 pobladores opinaban que el horario la recolección de la basura era adecuado, dicha cantidad aumentó a 50; 5 pobladores opinaban que el servicio de barrido de calles era bueno, dicha cantidad aumentó a 13; 9 pobladores opinaban que recorrido en el barrido de calles era adecuado, aumentando luego a 36; 11 pobladores opinaban que el horario de barrido de calles era adecuado, aumentando a 41; 25 pobladores opinaban que el mantenimiento y limpieza de los parques era regular, aumentando a 41 cuando se aplicó la propuesta; 10 pobladores opinaban que el mantenimiento y limpieza de cunetas y caños era bueno aumentando a 26; 4 pobladores opinaban que servicio de volquetes y compactadoras recolectoras era bueno aumentando a 17 cuando se aplicó la propuesta; 6 pobladores opinaban que servicio de volquetes y compactadoras recolectoras era adecuado, aumentando a 33; 5 pobladores opinaban que estado de volquetes y compactadoras recolectoras era bueno, aumentando a 29; 2 pobladores opinaban que el número de volquetes y compactadoras recolectoras era adecuado, aumentando a 15, 5 pobladores opinaban que el número de contenedores para la basura era adecuado, aumentando a 17; 15 pobladores opinaban que el estado de los contenedores para la basura era bueno, dicha cantidad aumentó a 27; 23 pobladores opinaban que la ubicación de los contenedores para la basura era buena, dicha cantidad aumentó a 35; 17 pobladores opinaban que trato del personal que realiza el recojo de la basura era bueno, dicha cantidad aumentó a 33.

A la luz de estos resultados, se infiere que la propuesta mejoró significativamente la gestión de los residuos sólidos según la percepción de la población de la ciudad de Tarapoto.

## CONCLUSIONES

- El 79.52% de residuos sólidos que se generan en el distrito de Tarapoto, son materia orgánica constituida por restos de alimentos, cascaras de frutas y vegetales, excremento de animales menores, huesos y similares, los mismos que deberían ser aprovechados para la elaboración de abono orgánico.
- Existe un déficit en cuanto a la recolección de residuos sólidos dado que actualmente operan 8 compactadoras que trabajan a un 80% de su capacidad recolectando aproximadamente 89 tn/viaje, existiendo un déficit de 12 toneladas aproximadamente por recoger. Esta deficiencia se da por las malas condiciones de los vehículos que no operan en su máxima capacidad o por los desperfectos mecánicos dada su antigüedad.
- Con un adecuado diseño de rutas para la recolección de los residuos sólidos desarrollada en base a una planeación prospectiva y utilizando herramientas de la gestión estratégica se mejoró el servicio dado que se redujeron los costos en 582.79 soles por semana aproximadamente, ampliándose el recorrido en 45.65 km semanal y reduciendo el tiempo empleado para la recolección en 10.64 horas aproximadamente.
- Se concluye que la propuesta del diseño de rutas para la recolección de residuos sólidos mejoró significativamente la gestión de los residuos sólidos según la percepción de la población de la ciudad de Tarapoto.

## **RECOMENDACIONES**

A la municipalidad distrital de Tarapoto implementar y monitorear programas de educación ambiental respecto al tratamiento de los residuos sólidos, así como gestionar un relleno sanitario dado que actualmente los residuos son depositados en un botadero a cielo abierto.

A los pobladores contribuir y colaborar con el personal de la recolección, respetando el horario establecido para el recojo de los residuos y de esta manera evitar la acumulación de basura en la vía pública, respetando el tiempo en el que se ejecuta la recolección, teniendo conciencia y por otro lado mitigar la generación de residuos sólidos.

A las autoridades universitarias seguir incentivando la investigación y firmar convenios efectivos con las instituciones públicas y privadas dado que las propuestas a los problemas ambientales deberían significar alianzas estratégicas con la participación efectiva de la Facultad de Ecología.

Se sugiere a la Municipalidad Provincial de San Martín implementar este diseño de rutas y programas tratados para la optimización de recursos y para mejorar la eficiencia de la Gestión Integral de Residuos Sólidos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Borja, R (2015) *Análisis de Desechos Sólidos Domiciliarios Generados en el Sector Isla Trinitaria de la Ciudad de Santiago de Guayaquil* (tesis). ESPOL.
- Campos, I. (2000) *Saneamiento ambiental*. San José, Costa Rica: Universidad Estatal a distancia.
- Careaga, J. (1993). *Manejo y reciclaje de los residuos de envases y embalajes*. México: SEDESOL Instituto Nacional de Ecología
- Castells, X. E. (2012). *Reciclaje de residuos industriales*. Madrid - España: días de Santos
- Chávez, B (2013). *Mejoramiento de la gestión integral de los residuos sólidos en el distrito de Yantalo, provincia de Moyobamba, región San Martín* (Tesis). UNSM-T.
- Córdova, G (2014). *Los desechos sólidos y su incidencia en el bienestar socioambiental en el Cantón Tisaleo de la provincia de Tungurahua*. Ambato: UTA.
- Cubel, P. (2000). *Comercio internacional de residuos peligrosos (la regulación internacional de los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos)*. Tirant lo Blanch y Universitat de valencia.
- Díaz, C (2014). *Evaluación del manejo ambiental de residuos, a partir de un diagnóstico de la situación del manejo de los residuos urbanos, industriales y peligrosos a nivel de la Provincia Constitucional del Callao* (tesis). UNC.
- Dirección General de Salud - DIGESA (2008). *Marco institucional de los residuos sólidos en el Perú*. Perú: DESB.
- Kiely, G. (1999). *Ingeniería ambiental; fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión*. Madrid, España: McGraw-Hill.
- Ley general del ambiente (28611)
- Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos N° 1278 / D.S. 014-2017-MINAM
- Martínez, R. (s.f.). academia.edu. obtenido de [http://www.academia.edu/7091037/capacitacion\\_gestion\\_integral\\_de\\_residuos](http://www.academia.edu/7091037/capacitacion_gestion_integral_de_residuos)
- Mata, E (2010). *Elaboración de una guía práctica para el manejo de los desechos sólidos y su incidencia en la contaminación ambiental en la ciudad de Saquisilí, barrio La Compañía*. Saquisilí: UTC.
- Michael D. et al (1997). *Gestión de residuos tóxicos, tratamiento, eliminación y recuperación de suelos*. México: McGraw-Hill.

- MINAM (2016), *Guía metodológica para la elaboración del plan de manejo de gestión integral de residuos sólidos*.
- MINAM (2017), Decreto Supremo N° 014, ley N° 1278
- Moreno, et al (2008). *Compostaje*. España: Mundi - Prensa libros
- Organización Panamericana de la Salud (2000). *Manejo de residuos sólidos en américa latina y el caribe*.
- Ramírez, W (2010). *Estudio y diseño del manejo Integral de los desechos sólidos en los cantones Balsas y Marcabelí*, Provincia de El Oro. Guayaquil: ESPOL.
- Reglamento de la Ley General de Los residuos Sólidos. Decreto Supremo 057 – 2004 – PCM
- Rentería, J (2014). *Propuesta de Mejora para la gestión estratégica del Programa de Segregación en la Fuente y Recolección Selectiva de Residuos Sólidos Domiciliarios en el distrito de Los Olivos (tesis)*. PUCP
- Santalla, E. (2010). *Gestión integral de residuos*. Argentina. Obtenido de <http://www.fio.unicen.edu.ar/residuos/gestionintegralderesiduos.pdf>.
- SEMARNAT. (2007). *Guía para la gestión integral de los residuos sólidos municipales*. Habana: ONUDI.
- SEMARNAT. (1999). *Minimización y manejo ambiental de los residuos sólidos*. México: Instituto Nacional de Ecología.
- Yusty, J (2014). *Evaluación, seguimiento y control al plan de manejo integral de residuos sólidos-PMIRS del grupo éxito, en los almacenes Carulla en la ciudad de Cali – Valle del Cauca, Colombia* (tesis de titulación).Universidad Autónoma de Occidente. Colombia

## ANEXO 1

### ENCUESTA DE PERCEPCIÓN RESPECTO AL SERVICIO DE RECOLECCION Y TRANSPORTE DE LOS RESIDUOS SOLIDOS EN LA CIUDAD DE TARAPOTO

La presente encuesta tiene por finalidad conocer su grado de satisfacción/insatisfacción por el servicio de recolección y transporte de los residuos sólidos en su localidad, por lo que le pedimos responda en forma responsable escribiendo una (X) en el recuadro que estime correcto según su percepción.

Ponderación:

Muy bueno	5 pts
Bueno	4 pts
Regular	3 pts
Malo	2 pts
Muy malo	1 pts

Edad:.....

Domicilio:.....

#### 1. Recolección de basura

	Muy bueno
	Bueno
	Regular
	Malo
	Muy malo

#### 2. Horario de recolección

	Muy adecuado
	adecuado
	Regular
	inadecuado
	Muy inadecuado

#### 3. Barrido de calles

	Muy bueno
	Bueno
	Regular
	Malo
	Muy malo

4. Recorrido en el barrido de calles

	Muy adecuado
	adecuado
	Regular
	inadecuado
	Muy inadecuado

5. Horario de barrido de calles

	Muy adecuado
	adecuado
	Regular
	inadecuado
	Muy inadecuado

6. Numero de volquetes y compactadoras recolectoras

	Muy adecuado
	adecuado
	Regular
	inadecuado
	Muy inadecuado

## 7. Número de contenedores para la basura

	Muy adecuado
	Adecuado
	Regular
	inadecuado
	Muy inadecuado

## 8. Estado de los contenedores

	Muy bueno
	Bueno
	Regular
	Malo
	Muy malo

## 9. Ubicación de los contenedores

	Muy buena
	Buena
	Regular
	Mala
	Muy mala

## 10. Trato del personal que realiza el recojo de la basura

	Muy bueno
	Bueno
	Regular
	Malo
	Muy malo

## ANEXO 2

### ICONOGRAFIA



Foto 1: acumulación de residuos sólidos en las calles y terrenos



Foto 2: compactadora en su recorrido rutinario



Foto 3: Tesista recabando información de la municipalidad



Foto 4: Tesista elaborando el mapa de rutas

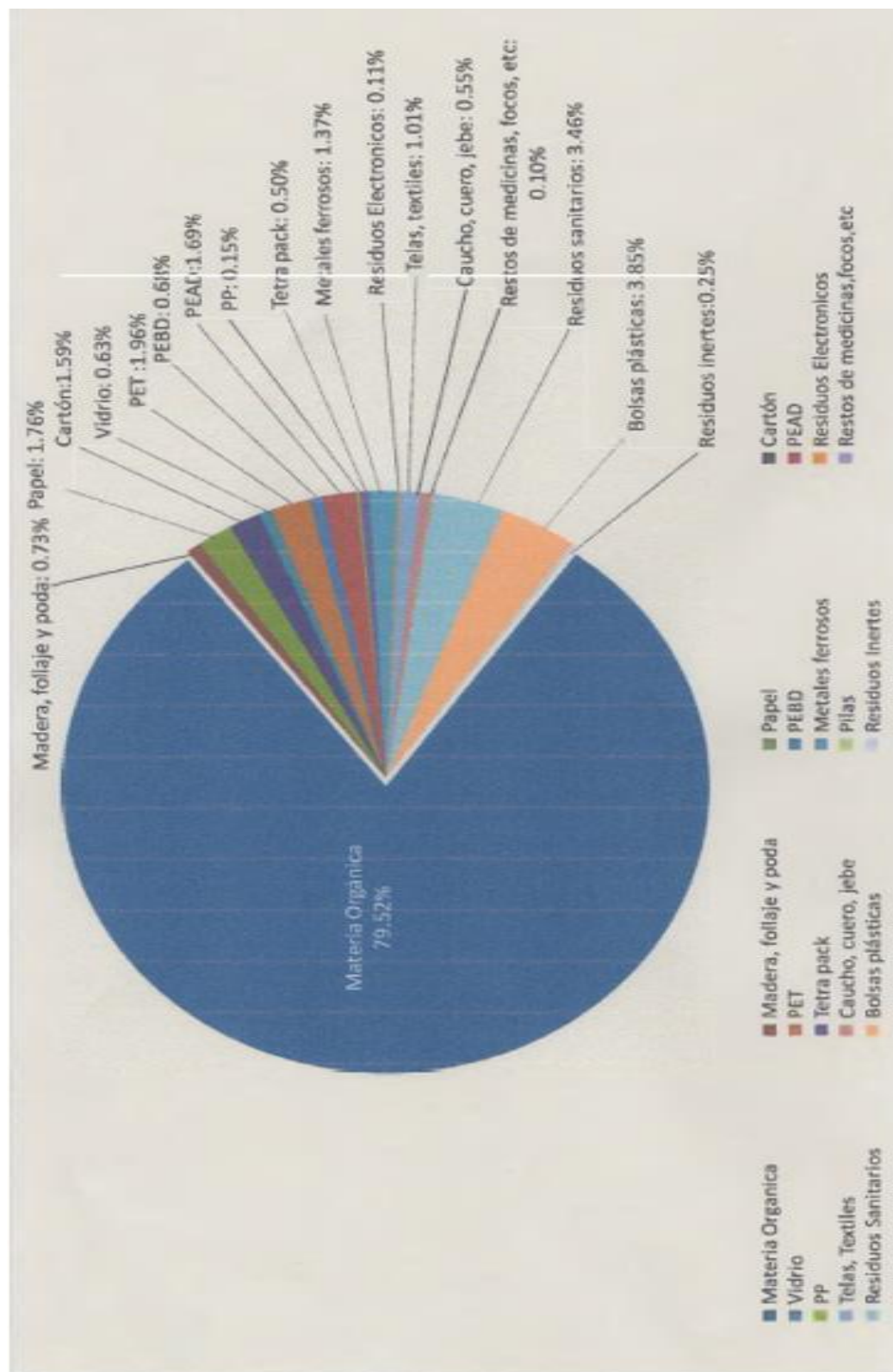


Foto5: Segregación de Residuos Solidos generados en la ciudad de Tarapoto