

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

**“ELABORACIÓN DE UNA GUÍA DE CARACTERIZACIÓN DE
RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES PARA LA MEJORA DEL PLAN
INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTAL MUNICIPAL EN LA PROVINCIA
DE TACNA 2021.”**

PARA OPTAR:

TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL

PRESENTADO POR:

Bach. FRANK LEE TICONA SOTOMAYOR

**TACNA – PERÚ
2021**

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TESIS

**“ELABORACIÓN DE UNA GUÍA DE CARACTERIZACIÓN DE
RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES PARA LA MEJORA
DEL PLAN INTEGRAL DE GESTIÓN AMBIENTA MUNICIPAL
EN LA PROVINCIA DE TACNA 2021”**

Tesis sustentada y aprobada el 20 de octubre del 2021; estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE : Dr. WILLIAMS SERGIO ALMANZA QUISPE

SECRETARIO : Blga. CLAUDIA VANESSA CLAVIJO KOC

VOCAL : M.Sc. MARISOL MENDOZA AQUINO

ASESOR : M.Sc. JOSÉ OSWALDO CAZORLA GALDOS

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo Frank Lee Ticona Sotomayor, en calidad de bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificado con DNI 70453362.

Declaro bajo juramento que:

1. Soy autor de la tesis titulada: "Elaboración de una guía de caracterización de residuos sólidos para la mejora del plan Integral de Gestión Ambiental Municipal en la Provincia de Tacna" la misma que presento para optar: El Título Profesional de Ingeniería Ambiental
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a LA UNIVERSIDAD cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse, por el incumplimiento de lo declarado.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.



Tacna, 20 de octubre del 2021

A handwritten signature in black ink, written over a horizontal line.

Frank Lee Ticona Sotomayor
DNI N° 70453362

DEDICATORIA

A Dios sobre todas las cosas, a mis abuelos que desde el cielo guían y protegen mi camino y sin duda a mi madre Benita S. y a mi padre Julio T., que hicieron y hacen un gran esfuerzo por que alcance mis sueños y mis metas estando siempre pendiente de mí y por quererme, a mis hermanas Margoreth y Melissa que me apoyan constantemente de forma alentadora y motivadora, a todos ellos, quienes estuvieron pendientes del desarrollo de este trabajo, por su paciencia y sabiduría que son un gran impulso que me motivan a continuar y tratar de superarme día con día, gracias por siempre.

Frank Lee Ticona Sotomayor

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento a las personas que hicieron que esto fuera posible:

A Dios que me permitió y me dio fuerzas para realizar este trabajo aun con esta coyuntura del estado de emergencia

sanitaria y el riesgo de contraer enfermedades que afecten a los miembros de mi familia como a mis seres queridos.

A mis padres que sin su apoyo incondicional y sus palabras de aliento permitieron que pueda desarrollar este trabajo.

Al personal de la gerencia de gestión ambiental de la provincia de Tacna quienes me brindaron la información que recaudaron durante varios años.

A todas las personas involucradas en este estudio, que sin su apoyo, paciencia y tiempo no se hubiera podido obtener los resultados.

A todos ellos, muchas gracias.

Frank Lee Ticona Sotomayor

ÍNDICE GENERAL

PÁGINA DEL JURADO	ii
PÁGINA DE DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD.....	iii
PÁGINA DE DEDICATORIA	iv
PÁGINA DE AGRADECIMIENTO.....	v
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.1 Descripción del problema.....	2
1.2 Formulación del problema.....	2
1.2.1 Problema general.....	2
1.2.2 Problemas específicos.....	2
1.2 Justificación e importancia de la investigación.....	3
1.4 Objetivos.....	4
1.4.1 Objetivo general	4
1.4.2 Objetivos específicos	5
1.5 Hipótesis	5
1.5.1 Hipótesis general.....	5
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	6
2.1 Antecedentes del estudio.....	6
2.1.1 Antecedentes internacionales	6
2.1.2 Antecedentes nacionales.....	8
2.1.3 Marco normativo	8
2.1.4 Antecedentes locales.....	10
2.2 Bases Teóricas	12
2.2.1 Residuos Solidos.....	12
2.2.2 Clasificación de residuos solidos	12
2.2.3 Las operaciones de los residuos solidos.....	12
2.2.4 Plan de Manejo de Residuos Solidos	14
2.3 Definición de términos.....	14

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	16
3.1 Tipo y diseño de la investigación.....	16
3.1.1 Tipo de Investigación	16
3.1.2 Diseño de Investigación.....	16
3.2 Población y/o muestra de estudio	16
3.3 Operacionalización de variables	16
3.4 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos	17
3.4.1 Metodología para la determinación de los tipos de residuos sólidos. ...	17
3.4.2 Elaboración de la guía de caracterización.	18
3.4.3 Procesamiento y análisis de datos	24
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	26
4.1 Resultados de la aplicación de la guía de caracterización.....	26
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN	35
CONCLUSIONES	37
RECOMENDACIONES	38
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39
ANEXOS	40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Variable dependiente.....	16
Tabla 2. Variable independiente	17
Tabla 3. Determinación del número de muestras de residuos sólidos municipales	29
Tabla 4. Resultados de la generación per cápita diaria en la planta de segregación de residuos sólidos municipales Tacna.....	31
Tabla 5. Contrastación de los volúmenes diarios obtenidos antes y después de la elaboración de la guía de caracterización de residuos sólidos municipales en el distrito de Tacna.....	31
Tabla 6. Comprobación de la prueba de hipótesis.....	32
Tabla 7. Determinación de los promedios estadísticos de GPC	33
Tabla 8. Determinación del porcentaje de aplicación e interpretación de la guía de caracterización de residuos sólidos en el desarrollo de las funciones de segregación en la planta de residuos sólidos de la municipalidad de Tacna	34
Tabla 9. Determinación de la composición y porcentaje de los residuos sólidos del área de segregación de residuos sólidos municipales Tacna	34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Segregacion poblacional de residuos solidos de los principales distritos dentro de la provincia de tacna.....	11
Figura 2. Ubicación de área de segregación de residuos sólidos municipales ...	27
Figura 3. Unicaci3n de la gerencia de gestion ambiental	27
Figura 4. comparacion de medias muestrales de los pesos totales de residuos solidos en la planta de segregacion de residuos solidos municipales Tacna	32

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Evaluación del índice de aplicación de la guía por parte del personal operativo.....	41
Anexo 2: Apreciación de resultados después de aplicar la guía de caracterización de residuos sólidos municipales.	41
Anexo 3: Determinación del número de muestras de residuos sólidos municipales.	42
Anexo 4: Formato de la ficha de caracterización	43
Anexo 5: Matriz de consistencia	44

RESUMEN

El presente estudio titulado “Elaboración de una guía de caracterización de residuos sólidos municipales para la mejora del plan integral de gestión ambiental municipal en la provincia de Tacna 2021”, tiene como objetivo determinar las cantidades y los porcentajes de cada tipo de residuos sólidos clasificado y almacenado en la planta de segregación de la municipalidad provincial de Tacna mediante la elaboración y aplicación de una guía de caracterización la cual fue ejecutada basada en la guía metodológica para la elaboración de estudios de caracterización de residuos sólidos municipales formulada por el ministerio del ambiente, los resultados obtenidos en este estudio indican que en el distrito de Tacna la generación per cápita de residuos sólidos que se disponen en la planta es de 48 958,3 kg/día, en donde las botellas representan el 27,47 %, los papeles el 29,49 %, las latas el 19,62 % y los cartones el 23,49 %.

Palabras claves: Densidad, Generación per cápita, Generador, Impacto ambiental, Manejo de residuos sólidos, Reciclaje, Residuos municipales.

ABSTRACT

The present study entitled "Preparation of a municipal solid waste characterization guide for the improvement of the comprehensive municipal environmental management plan in the province of Tacna 2021", aims to determine the quantities and percentages of each type of solid waste classified and stored in the plant was segregated from the provincial municipality of Tacna the preparation and application of a characterization guide which was executed based on the "Methodological Guide for the Preparation of Municipal Solid Waste Characterization Studies", prepared by the Ministry of the Environment. The results obtained in this study indicate that in the district of Tacna, the per capita generation of solid waste available at the plant is 48 958,3 kg / day, where bottles represent 27,47%, papers 29,49%, cans 19,62% and cartons 23,49%.

Key words: Density, Generation per capita, Generator, Environmental impact, Solid waste management, Recycling, Municipal waste.

INTRODUCCIÓN

Debido al constante incremento de residuos sólidos municipales y una mala disposición de estos, hace que una gran parte se pierda durante los procesos de segregación, es por este motivo que se hace de suma importancia contar con metodologías que refuercen el desarrollo de las actividades de segregación por parte de la gerencia de gestión ambiental de Tacna.

Este estudio propone la elaboración y aplicación de una guía de caracterización de residuos sólidos basada en los parámetros y normas establecidas por el Ministerio de Ambiente 2020, aquí se evaluará la incidencia del uso de la guía de caracterización en las cantidades diarias registradas por los trabajadores del área de segregación de residuos sólidos municipales así como el porcentaje de los mismos y el índice de aplicación por parte del personal operacional, con la finalidad de incrementar las cantidades de residuos sólidos y orientar al personal operacional del área de segregación de residuos sólidos municipales.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

El manejo de los residuos sólidos es uno de los temas más delicados, ya que estos se vienen incrementando considerablemente en distintos puntos de la ciudad de Tacna, sumado a ello el estado de emergencia sanitaria por la que todo el mundo está pasando, hace difícil el desarrollo de las actividades de segregación tanto para los municipios como para los recicladores individuales e informales.

Para De La Vega (2014), como para muchos actualmente en el distrito de Tacna las entidades asignadas al transporte, recolección y almacenamiento de residuos sólidos no cuentan con una guía de caracterización que les permita tener un conocimiento claro sobre la forma y la manera en que se deben clasificar y disponer finalmente.

Es por ello que esta tesis propondrá la incorporación de una guía de caracterización para el recojo, transporte y disposición final de los residuos sólidos municipales generados en el distrito de Tacna. Para esto se realizará un diagnóstico sobre los pesos y volúmenes de los residuos sólidos antes y después de la elaboración de la guía de caracterización.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Existe una mejora en la caracterización de residuos sólidos municipales para mejorar el plan integral de gestión ambiental en la provincia de Tacna; aplicando una guía de caracterización?

1.2.2 Problemas específicos

¿Cuál es el incremento de la cantidad de residuos sólidos municipales clasificado y almacenado después de la aplicación de una guía de caracterización

de residuos sólidos en la planta de segregación de la municipalidad provincial de Tacna?

¿Qué tipos de residuos sólidos municipales se segregan en la planta municipal provincial de Tacna?

¿Cuál es la cantidad de segregación de los residuos sólidos del personal de la municipal provincial de Tacna después de aplicar la guía?

¿Cuál es el porcentaje de aplicación e interpretación de los trabajadores del área de segregación de residuos sólidos?

1.3 Justificación e importancia de la investigación

Actualmente la provincia de Tacna cuenta con un botadero municipal ubicado entre los distritos de Alto de la Alianza, Ciudad Nueva y Pocollay (cerro Intiorko). El cual está ubicado en el distrito del alto de Alianza, a 7 km de la ciudad y brinda los servicios a los distritos de Tacna, Alto de la Alianza, Ciudad Nueva, Pocollay, Gregorio Albarracín y cuenta un área reconocida de 100 Ha.

Hoy en día la generación de residuos sólidos casi se ha triplicado produciéndose entre 200 a 250 toneladas de residuos sólidos por día, debido a esto el área que ocupa el botadero se incrementó abruptamente y se planteó la construcción de un nuevo botadero municipal 20 km más adentro, esta última propuesta aún se está formulando.

Así mismo se evidencio de la ausencia de maquinaria para el esparcido, tapado y compactado de residuos sólidos, la cual se verifico en la visita realizada el 26 de abril del 2018 por una comisión fiscalizadora, en este sentido mediante el acta n.º 002-2018-VC-OCI/MTP se evidencio la forma desordenada en la que se acumulan los residuos sólidos en el botadero municipal.

Esto ocasiona diversos problemas, como son: Desorden, descomposición de los residuos que trae como consecuencia la proliferación de insectos, agentes patógenos, malos olores y acumulación de gases que generan incendios.

Es por esto que en el 2020 se produce un incendio en el botadero el cual se originó en horas de la noche y se prolongó durante 21 horas debido a las causas ya mencionadas.

A través de la oficina de Metas del Programa de Incentivos a la mejora de la Gestión Municipal (Meta 3), se ha logrado obtener 4.3 toneladas de compost, tras la recolección de 28.8 toneladas de residuos orgánicos, pasto verde y ramas, por parte de la unidad de gestión de áreas verdes de la gerencia de gestión ambiental Tacna.

El personal de esta gerencia, trabaja desde marzo del 2020 en la planta de compostaje de 375 m² esta se ubicada en el interior del Parque Perú, aquí se produce abono orgánico, el mismo que es usado para el mantenimiento de las áreas verdes de la ciudad, también se plantea una etapa que considere trabajar con residuos orgánicos domiciliarios y mercados promoviendo una conciencia ambiental en la población sobre un adecuado manejo de los residuos sólidos.

Lamentablemente todas estas actividades se vieron paralizadas debido al estado de emergencia y el impacto que genera el covid-19.

Luego de hacer un análisis a los procesos y los efectos que generan los residuos sólidos, se plantea la elaboración de una guía de caracterización, la cual permita incrementar la cantidad de residuos sólidos segregados por la planta de la municipalidad provincial de Tacna.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Elaborar y aplicar una guía de caracterización de residuos sólidos municipales que permita obtener mayores cantidades de residuos sólidos

clasificados y almacenados en el establecimiento del área de segregación de residuos sólidos municipales de Tacna.

1.4.2 Objetivos específicos

Registrar y analizar las cantidades diarias antes y después de la elaboración de la guía de caracterización de residuos sólidos municipales.

Determinar los tipos de residuos sólidos municipales y el porcentaje que se incrementó luego de aplicar la guía de caracterización.

Determinar cuánto es el incremento en la cantidad de residuos sólidos segregados en la planta de residuos sólidos municipales del distrito de Tacna.

Determinar el porcentaje de aplicación e interpretación de los trabajadores de la planta de segregación en el uso de la guía de caracterización de residuos sólidos municipales.

1.5 Hipótesis

1.5.1 Hipótesis general

Con la elaboración de una guía de caracterización de residuos sólidos municipales aplicada en la planta de segregación de residuos sólidos del distrito de Tacna, se podrá obtener mayores cantidades de residuos sólidos segregados por la gerencia de gestión ambiental de Tacna.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del estudio

2.1.1 Antecedentes internacionales

Grau et al. (2015) realizaron un informe sobre el estado de la situación de la gestión de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. En dicho informe se presentó una breve descripción de los datos más relevantes como, el promedio regional de generación per cápita de Residuos Sólidos Domiciliarios (RSD) y de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) que fue de 0,6 kg/hab/día y 0,9 kg/hab/día, respectivamente. Los resultados obtenidos permitieron concluir que en América Latina se produce alrededor de 436,000 toneladas de residuos sólidos de los cuales, solo el 50% recibe disposición final inadecuada y la recolección sigue siendo deficiente en los barrios menos desarrollados de las metrópolis.

Montesillo (2017) realizó una investigación titulada Propuesta para la Gestión Sustentable de los Residuos Sólidos Urbanos en la zona central Conurbada de Toluca de la Universidad Autónoma del Estado de México. En dicha investigación se trabajó con una muestra no probabilística del personal que trabaja directamente en la gestión de los RSU (residuos sólidos urbanos) en cada uno de los ayuntamientos considerados en la investigación. Los instrumentos utilizados para la recolección de datos fueron entrevistas semiestructuradas: una dirigida a los responsables de la gestión de los RSU en cada municipio; y la otra, a los operadores de las unidades recolectoras de dichos residuos. Así, se entrevistaron a los responsables del manejo o gestión de los residuos de cada ayuntamiento, lo cual equivale a cinco; y a 15 operadores de unidades recolectoras de residuos, equivalente a tres por cada uno de los cinco municipios considerados en dicho estudio. Los resultados obtenidos permitieron

concluir que La generación de residuos es el resultado directo de toda actividad desarrollada por el hombre; actualmente la sociedad de consumo genera una enorme cantidad y variedad de residuos que, con el tiempo, ha aumentado significativamente. Además, los RSU se depositan en tiraderos a cielo abierto, se estima que el costo asciende a 130 millones de pesos anuales que afecta gravemente a los ecosistemas y es un peligro potencial para los mantos acuíferos, lo cual es insostenible en largo plazo.

García et al (2019) realizaron una investigación titulada Manejo y Gestión Ambiental de los desechos sólidos, estudio de casos. En dicha investigación se trabajó con 2 locaciones de la ciudad de Machala, que constituyen 2 casos objetos de estudio, caso 1, Mercado Municipal de Puerto Bolívar y caso 2, Urbanización Privada San Patricio, con el fin de implementar el manejo adecuado de estos. Los instrumentos utilizados para la recolección de datos fue un diagnóstico situacional de los 2 sectores a través de encuestas y entrevistas al personal que reside y labora en los mismos y establecer la realidad de los predios y el manejo de los desechos generados en el desarrollo de la actividad. Los resultados obtenidos permitieron concluir que el manejo de los desechos que se producen en el Mercado Municipal Puerto Bolívar, carece de eficiencia pues solo se realiza una separación de los desechos orgánicos de los inorgánicos, sin dar a estos últimos una adecuada disposición final mientras que en el Mercado Municipal Puerto Bolívar los principales residuos que se generan son orgánicos (restos de alimentos y animales) e inorgánicos (plásticos, vidrios, cartones y papel), permitiendo que las estrategias de la propuesta sean desarrolladas de manera eficaz. Siendo así que la estrategia para mejorar la gestión de residuos sólidos domiciliarios en ambas locaciones objeto de estudio es la implementación del plan de educación ambiental; generando de esta manera un manejo adecuado de los desechos; a través, del compromiso y la seguridad; y el fomento de una conciencia ambiental sólida.

2.1.2 Antecedentes nacionales

El Ministerio del Ambiente (MINAM, 2020) afirma que después de varios años promulgada la ley general de residuos sólidos y sus diferentes modificatorias a lo largo de estos años en el Perú aún presenta graves problemas en la gestión de residuos sólidos debido al creciente número de habitantes que se incrementa día con día por lo cual aumenta la generación de residuos sólidos según el D.L. N° 1501 una persona promedio produce alrededor de ½ kg al día de residuos sólidos domésticos.

En el Perú, se producen alrededor de 7 millones de toneladas de residuos sólidos municipales, cerca de 20 mil toneladas por día y casi mil toneladas por hora, de los cuales 70% de estos se generan en los domicilios Gerencia de gestión ambiental Tacna (MNAM, 2020).

Es por ello que se creó una Guía para la Caracterización de Residuos Sólidos Municipales, formulada por el Ministerio del Ambiente en donde se tiene como objetivo orientar en el desarrollo de estudios de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales (EC-RSM) para residuos domiciliarios y comerciales mediante una serie metodologías que describen la forma más sencilla para determinar las características de los residuos sólidos tales como: la generación per cápita, el peso, los volúmenes, la densidad, la humedad y la composición física de residuos sólidos de origen domiciliario y no domiciliario este último provenientes de establecimientos comerciales, restaurantes, hoteles, mercados, instituciones públicas y privadas, instituciones educativas y limpieza de espacios públicos Guía metodológica para el desarrollo del estudio de caracterización de residuos sólidos municipales (MINAM, 2019).

2.1.3 Marco normativo

Ley N° 28611, Ley General del Ambiente:

El ministerio del ambiente establece las normas básicas para asegurar un correcto ejercicio del derecho a un ambiente saludable y equilibrado para un pleno desarrollo de la vida Ley General del Ambiente (MINAM, 2012).

D.L. N° 1501 que modifica la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, aprobada mediante Decreto Legislativo 1278

Establece los derechos, las obligaciones y responsabilidades de la sociedad así como de los gobiernos locales, provinciales y distritales que contribuyan a prevenir la propagación del COVID-19 y complementen la gestión y el manejo de los residuos sólidos municipales lo que involucra sistemas de disposición final (MINAM, 2020).

Ley N° 26842, Ley General de Salud:

Toda persona natural o jurídica, está impedida de disponer los desechos o sustancias contaminantes en el agua, el aire o el suelo, sin haber adoptado procesos de depuración según las normas sanitarias y medioambientales Ley General de Salud (MINSA, 2015).

Resolución de Contraloría N° 155-2005-CG:

En esta norma legal, se modifican las normativas de control interno del sector público, incorporando las normas en el control interno ambiental, con el propósito de contribuir fortalecimiento de la gestión ambiental de las entidades gubernamentales en la protección del medio ambiente y recursos naturales (Contraloría General, 2020).

Ley N° 28256, Ley que regula el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos:

Regula todas las actividades, procesos y operaciones del transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos, basados en la prevención y de protección de las personas, el medio ambiente y la propiedad (MINAM, 2017).

Ley N° 29332, Ley que crea el Plan de Incentivos a la Mejora de la Gestión Municipal:

El ministerio de economía y finanzas tiene como objeto incentivar a los gobiernos locales en mejorar los niveles de recaudación de los tributos municipales y la ejecución del gasto en inversión (MEF, 2021).

Ley N° 27972, Ley Orgánica de Municipalidades:

El ministerio del ambiente en materia de saneamiento mediante el sistema peruano de información jurídica establecen que municipalidades tienen como

función regular y controlar el proceso de disposición final de los desechos sólidos, líquidos y vertimientos industriales en su respectiva provincia (SPIJ, MINAM, 2020).

Ley N° 27293, Ley del Sistema Nacional de Inversión Pública modificadas por las Leyes N° 28802 y 28522:

Creada con el fin de optimizar el uso de los recursos públicos, aquí se establece los principios, los procesos, las metodológicas y normas técnicas relacionadas con las diversas fases de los proyectos de inversión pública. (SNIP, 2020).

2.1.4 Antecedentes locales

Según el instituto nacional de estadística e informática, la ciudad de Tacna alberga alrededor de 356 281 habitantes y se estima que para el 2025 la población se incremente a 393 mil habitantes, según el último censo realizado se determinó que en la zona urbana de la ciudad de Tacna existen 120 735 distribuidas entre los distritos de Tacna, Pocollay, Gregorio Albarracín, Ciudad Nueva y Alto de la alianza. (INEI, 2017).

Se estima que cerca de 200 y 250 toneladas de residuos sólidos se generan a diario en la ciudad de Tacna las cuales provienen de 6 distritos como de actividades de producción (MINAM, 2020).

Por medio de la gerencia de gestión ambiental Tacna, se informó que el proyecto integral para la construcción de un relleno sanitario demanda de la participación de la Municipalidad Provincial de Tacna, así como de los municipios distritales de Alto de la Alianza, Ciudad Nueva, Pocollay y Gregorio Albarracín Lanchipa. Donde los gobiernos locales son los responsables de implementar una correcta gestión de residuos sólidos en cada una de sus áreas y jurisdicciones (MINAM, 2020).

Araníbar Tapia (2020) Indicó “que las municipalidades deben gestionar una correcta aplicación de la normativa sobre los residuos domiciliarios y no domiciliarios, así como una valorización de residuos sólidos”, para ello es fundamental contar con la participación de cada uno de los ciudadanos de manera

responsable y así poder gestionar los residuos desde las viviendas y cumplir con los horarios establecidos por sus municipios (MINAM, 2020).

Además, se indicó que los residuos provenientes de construcción deben de ser manejados por empresas operadoras de residuos sólidos que cuenten con plantas para un tratamiento primario, ya que las piedras se convierten en piedra chancada, y el concreto se puede convertir en vigas, bloques o como relleno de terrenos (MINAM, 2020).

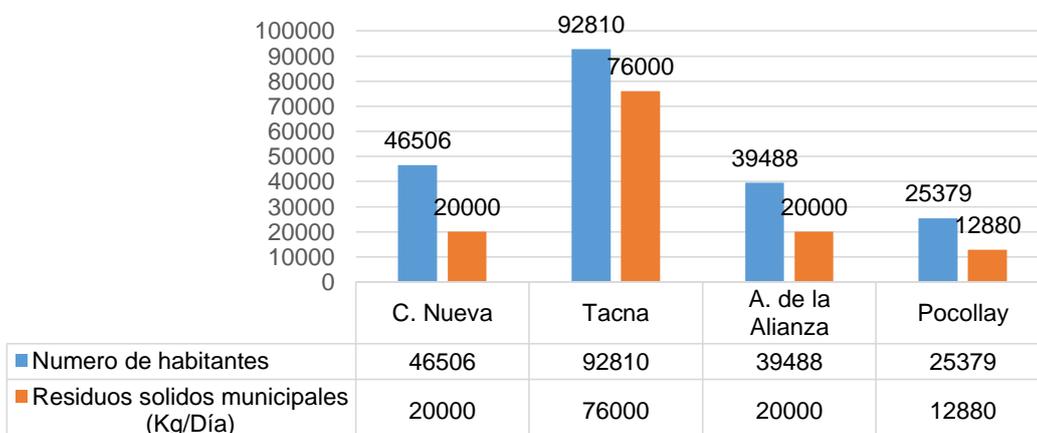
Gestión de residuos sólidos municipales en el distrito de Tacna

Según la gerencia de gestión ambiental el distrito de Tacna cuenta con 92 810 habitantes los cuales producen alrededor de 76 toneladas de residuos sólidos. Estos se disponen directamente en el botadero municipal a 7 km de Tacna, por otra parte, estos últimos años se viene cumpliendo con el programa de segregación de residuos de origen domestico denominado “la eco-bolsa” la cual tiene un incentivo del 20% en la tarifa de los servicios de arbitrios (MINAM, 2020).

En donde se clasifican diversos tipos de residuos como: botellas, latas, papeles y cartón entre otros. Cumpliendo así con la meta 3 establecida por la Gerencia de Gestión Ambiental Tacna (MINAM, 2020).

Figura 1

Segregación poblacional de residuos sólidos de los principales distritos dentro de la provincia de Tacna



Nota: INEI (2017).

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Residuos Solidos

Según la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Decreto Legislativo N° 1278, los residuos sólidos son cualquier tipo de componente, sustancia o material que es consecuencia de la utilización de un bien o servicio, el cual se opta por descartar con finalidad de desprenderse de él, para ser dispuesto priorizando la valorización y la reutilización de los residuos y en último caso, su disposición final (MINAM, 2016).

2.2.2 Clasificación de residuos solidos

Según la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Nombrada por el D.L N° 1278, los residuos se deberán clasificar, de acuerdo al manejo que estos reciben, en peligrosos y no peligrosos, y según lo determine la autoridad pública competente para su gestión, en municipales (MINAM, 2016).

2.2.3 Las operaciones de los residuos solidos

Según el decreto legislativo que modifica el decreto legislativo N° 1278, que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, El ciclo de vida de los RS es todo un proceso que va desde el momento en que son generados hasta ser descartados y dispuestos finalmente (MINAM, 2016).

Segregación

Acción de agrupar determinados componentes o elementos físicos de los residuos sólidos para ser manejados adecuadamente (MINAM, 2016).

Barrido y limpieza de espacio públicos

El Decreto Legislativo N° 1501 y su modificatoria de la ley de gestión integral de residuos sólidos y establece que el propósito de la operación de

limpieza es erradicar todo tipo de residuos sólidos municipal de los espacios públicos en áreas urbanas y rurales (MINAM, 2020).

Recolección selectiva

Acción de recoger apropiadamente los residuos que han sido previamente segregados o diferenciados en la fuente, con la finalidad de preservar su calidad con fines de valorización (D.L N° 1501, 2020).

Transporte

Consistente en el traslado apropiado de los residuos recolectados hasta las infraestructuras de valorización o disposición final (MINAM, 2020).

Almacenamiento

Es la operación de acumulación temporal de residuos de manera técnica y sanitaria, como parte del sistema de manejo hasta su valoración o disposición final (D.L N° 1501, 2020).

Valorización

Cualquier operación cuyo objetivo será el residuo, uno o varios de los materiales de los que se compone, sea reaprovechado y sirva para una finalidad útil al sustituir a otros materiales o recursos en los procesos productivos (D.L N° 1501, 2020).

Transferencia

Es el proceso que consiste en transferir los residuos sólidos de un vehículo de menor capacidad a otro de mayor capacidad, para luego continuar con el proceso de transporte (D.L N° 1501, 2020).

Disposición final

Procesos u operaciones para tratar y disponer en un lugar los residuos como último proceso de su manejo en forma permanente, sanitaria y ambientalmente segura (D.L N° 1501, 2020).

2.2.4 Plan de Manejo de Residuos Sólidos

El plan de manejo de residuos sólidos representa un instrumento en la gestión que surge por un proceso coordinado y conformado por las autoridades y funcionarios municipales, representantes de instituciones locales, públicas y privadas, promoviendo una correcta gestión en el manejo de los residuos sólidos, asegurando la eficacia, la eficiencia y sostenibilidad, desde su generación hasta su disposición final, incluyendo los procesos de reutilización, reducción, minimización y reciclaje de residuos sólidos en donde se incluya a recicladores formalizados (MINAM, 2020).

2.3 Definición de términos

2.3.1 Caracterización de residuos sólidos municipales

Se considera a los estudios de caracterización de residuos sólidos municipales como una posible herramienta técnica para presentar información puntual sobre la densidad, generación, composición de los residuos sólidos (MINAM, 2020).

2.3.2. Densidad

Se basa en la relación entre la masa de una sustancia reflejada por el volumen que ocupa esa sustancia. Entre las unidades de masa más utilizadas están los kg/m^3 para los sólidos y kg/l o g/ml para los líquidos y los gases (D.L N° 1501, 2020).

2.3.3. Generación per cápita

Son los patrones de consumo y generación de residuos de la población, este indicador nos permite poder realizar un análisis de intensidad en el uso de los recursos (MINAM, 2020).

2.3.4. Generador

Cualquier habitante o jurídica que a razón de sus actividades genera residuos, ya sea como fabricante, importador, distribuidor, comerciante o usuario (MINAM, 2020).

2.3.5. Impacto ambiental

Cambio positivo o negativo de uno o más compuesto de los componentes ambientales, provocado por la acción de un proyecto (MINAM, 2020).

2.3.6. Manejo de residuos sólidos

Toda actividad técnica operativa de residuos sólidos que implique el manipuleo, acondicionamiento, transporte, transferencia, tratamiento, disposición final o cualquier otro procedimiento técnico operativo utilizado desde la generación hasta la disposición final (D.L N° 1501, 2020).

2.3.7. Reciclaje

Según la norma técnica peruana 900.058:2019 se denomina reciclaje a toda actividad que permita aprovechar un residuo sólido mediante un proceso de transformar el material (MINAM 2019).

2.3.8. Residuos municipales

Según la ley de gestión integral de residuos sólidos del ámbito de la gestión municipal, los residuos sólidos son de origen domestico así como los procedentes de la limpieza y barrido de espacios públicos, incluyendo las playas, actividades comerciales y otras actividades urbanas no domiciliarias cuyos residuos se pueden asimilar a los servicios de limpieza pública, en todo el ámbito de su jurisdicción (Minam, 2016).

2.3.9. Residuos no municipales

Los residuos del ámbito de gestión no municipal o residuos no municipales, son aquellos de carácter peligroso y no peligroso que se generan en el desarrollo de actividades extractivas, productivas y de servicios (MINAM, 2016).

CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo y diseño de la investigación

3.1.1 Tipo de Investigación

Descriptivo

3.1.2 Diseño de Investigación

No experimental

3.2 Población y/o muestra de estudio

El personal operacional de la planta de residuos sólidos de la municipalidad de Tacna.

3.3 Operacionalización de variables

Tabla 1

Variable independiente

Variable independiente	Dimensión	Indicador
	Sistema de identificación de materiales peligrosos	<ul style="list-style-type: none"> • Salud • Inflamabilidad • Peligro físico • Índice de epp
Formato de la guía de caracterización de residuos sólidos municipales	Caracterización cualitativa de residuos sólidos municipales	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre del residuo • Grupo del residuo • Tipo del residuo • Código del residuo

Tabla 2*Variable dependiente*

Variable dependiente	Dimensión	Indicador	
		Antes de la guía	Después de la guía
Análisis de la guía de caracterización en la gestión de residuos sólidos municipales	Generación per cápita	Kg / día	Kg / día
	Composición porcentual de residuos sólidos	%	%
	Porcentaje de aplicación	%	%

3.4 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

3.4.1 Metodología para la determinación de los tipos de residuos sólidos.

Este proyecto inicia con el análisis y recaudación de datos estadísticos sobre la gestión de residuos sólidos municipales en el distrito de Tacna, aplicando los procedimientos basándonos en la Guía Metodológica para la Caracterización de Residuos Sólidos Municipales, formulada por el Ministerio del Ambiente (MINAM, 2019).

Para esto se solicitará información a la gerencia de gestión ambiental ubicado al interior del terminal terrestre Manuel A. Odría.

Teniendo como base un enfoque general de la gestión de residuos sólidos, se procederá a la visita del establecimiento donde se clasifican y seleccionan los residuos sólidos municipales de Tacna.

Este está ubicado al interior del parque Perú donde se realiza la segregación de diversos tipos de residuos incluidos residuos orgánicos, también existe un establecimiento de segregación en concesión con la municipalidad provincial de Tacna ubicado en el parque industrial dentro del establecimiento “El mundo de reciclaje”.

Aquí se estudiará los procedimientos para la gestión de residuos sólidos con la finalidad de conocer las cantidades y volúmenes de los residuos que clasifican. (Ver Anexo 1)

3.4.2 Elaboración de la guía de caracterización

Guía de Caracterización de Residuos Sólidos

Objetivo de la realización de una guía de caracterización

El contar con una guía de caracterización de residuos sólidos municipales basada como una importante herramienta ambiental que contribuye a optimizar los manejo integrales de residuos sólidos municipales.

Etapas 1: Planificación

Conformación y capacitación del equipo técnico.

Luego formación de los equipos y responsables, se procedió a realización de charlas y capacitaciones de los diferentes grupos de trabajo informándoles cómo deberían realizar sus actividades poniendo en práctica la guía de caracterización de residuos sólidos.

- Normatividad nacional y local en residuos sólidos y análisis de las etapas del ciclo de los residuos sólidos.
- Definiciones, importancia y etapas de la caracterización de los residuos sólidos municipales.
- Metodología para aplicación de encuestas y fichas técnicas en el área de segregación de residuos sólidos.

- Indicaciones sobre los materiales y otros aspectos logísticos.

Equipos, materiales y herramientas a usar en el estudio

Los equipos, materiales y herramientas que fueron necesarios para realizar todas las etapas de campo y gabinete del presente estudio son:

- Balanza electrónica de 100 kg. (1 unidades).
- Cilindros de metal de 200 litros de capacidad (2 unidades).
- Winchas de 05 metros (2 unidades).
- Escobas (2 unidades).
- Recogedor (2 unidades).
- Mangas de polietileno (utilizada para segregación de residuos) 2x60 mts (2 unidades).
- Bolsas de polietileno de 140 litros – de color (5 millares).
- Alcohol, jabón y detergente.
- Impresiones de los formatos para el registro de los datos de caracterización de residuos sólidos.
- Equipo de cómputo.
- Plumones (6 unidades).
- Lapiceros (6 unidades).
- Hojas de papel bond (1 millar).

Aseguramiento de aspectos logísticos

Aspectos logísticos

Contar con el personal, las unidades vehiculares y los equipos de protección personal necesarios para llevar a cabo la etapa de campo en este estudio.

Personal

El personal operacional de clasificación y almacenamiento de residuos sólidos municipales del distrito de Tacna (15 Personas).

Unidades vehiculares

- Movilidad para el personal de campo.
- Camiones recolectores de residuos sólidos municipales.

Equipo de protección personal

- Guantes de cuero.
- Botas de jebe.
- Mascarillas contra el polvo.
- Mameluco de drill.
- Botiquín de emergencia.

Procedimientos para la realización del estudio

Para llevar a cabo la realización del estudio de caracterización de residuos sólidos municipales se realizó las siguientes acciones previas a la ejecución del mismo:

Coordinaciones Generales

Para favorecer el desarrollo de las coordinaciones, participación, recolección, pesaje, composición de los residuos y demás actividades, la subgerencia de gestión de residuos sólidos se conformaron los equipos de trabajo y se designaron las responsabilidades del estudio durante los meses de mayo y junio del año 2021.

El Subgerente de la gerencia de gestión ambiental como responsable del desarrollo de las actividades de segregación de residuos sólidos a fin coordinar con las Gerencias de Desarrollo Económico, Gerencia de Administración Tributaria y otras Subgerencias, son las que brindaron la información necesaria para el desarrollo de la etapa de planificación y diseño de este estudio.

De igual manera y de manera simultánea se coordinó internamente con el área de residuos sólidos que permitió al personal operacional la disposición de ser parte de este estudio (Ver Anexo 2).

Determinación de número de muestras domiciliarias

Para la determinación del número de muestras se aplicó la fórmula publicada por el Dr. Kunitoshi Sakurai. CEPIS-OPS. , sugerida por el Instructivo N°2 del (Miman, 2019).

$$n = \frac{(N)(Z^2 1 - \frac{\alpha}{2})(P)(Q)}{e^2(N - 1) + (Z^2 1 - \frac{\alpha}{2})(P)(Q)} \quad (1)$$

Donde:

n = número de muestra.

N = Total de viviendas urbanas (INEI. 2017).

e = Error permisible (3%).

$Z 1 - \frac{\alpha}{2}$ = Nivel de confianza 95% (1.96).

P = Probabilidad que ocurra.

Q = Probabilidad que no ocurra.

La determinación del número de muestras domiciliarias se definió según, la cantidad total de viviendas del distrito de Tacna según el censo nacional del (INEI, 2017). (Ver Anexo 5).

Etapas 2: Operaciones y trabajo de campo

Sensibilización y listado de los trabajadores del área de segregación de residuos sólidos.

Realizar las coordinaciones y sensibilización con los promotores ambientales hacia con el operario del área de clasificación de residuos sólidos mediante talleres o charlas explicando la metodología y la importancia de contar con su participación durante la ejecución del estudio. Con ello se asegura la participación continua por parte de cada uno de los trabajadores del área de segregación de residuos sólidos municipales comunicando que se realizarían las siguientes actividades:

- Empadronamiento, registro en el formato de participación del estudio.
- Encuesta a los responsable del establecimiento sobre la percepción del uso de la guía de caracterización de residuos sólidos.

Procedimiento para la participación de los predios del estudio.

Ejecución del estudio

Se inició con la comunicación escrita mediante actas por transparencia a los establecimientos correspondientes, seguidos del empadronamiento de los trabajadores del área de segregación de residuos sólidos municipales, previo a estas acciones se realizó las coordinaciones para su participación.

En la etapa de ejecución del estudio se realizó la clasificación de los tipos de residuos sólidos municipales y el pesaje a fin determinar la generación per cápita (GPC).

Estimación de la generación per cápita

$$GPC = \frac{Wt}{Nt} \quad (2)$$

Donde:

Wt = peso total de los residuos

Nt = número total de trabajadores

GPC = generación per cápita (kg/día)

Validación de la GPC

Para la validación de la generación per cápita se usó la metodología propuesta por el CEPIS, la cual se describe a continuación:

- Con los datos de GPC promedio del mes anterior se recalcula la GPC y desviación estándar.

- Seguido se ordena los GPC de menor a mayor y se obtiene el intervalo de sospecha (Z_c) usando la siguiente formula:

Validación de la generación per cápita

$$Z_c = \frac{[\bar{X} - X_i]}{S} \quad (3)$$

Donde:

\bar{X} : Promedio de generación per cápita

X_i : Promedio de generación per cápita por tipo de residuos sólido

S : Desviación estándar

- Seguido se descartan los valores con que cumplan el criterio de $Z_c > 1.96$, los cuales son considerados observancias rechazadas.
- Finalmente se recalcula un nuevo promedio de GPC validado, con su respectiva varianza.

Estimación de la generación total de residuos sólidos municipales

La determinación total de residuos sólidos municipales es la suma de las cantidades totales mensuales en donde también se considera la generación total de residuos sólidos domiciliarios y no domiciliarios.

Para realizar estos cálculos se debe construir un archivo en Microsoft Excel, donde se registren los datos hallados y detallados en tablas y gráficas para cada tipo de residuos sólido.

Estimación de la composición de residuos sólidos.

Para la estimación de la composición de residuos nos basaremos en la matriz de composición porcentual de residuos sólidos, la cual expresa la composición física de los residuos sólidos en porcentajes de peso, para lo cual se promedian los pesos de cada componente durante el periodo de muestreo.

3.4.3 Procesamiento y análisis de datos

La caracterización de los residuos se realizará tomando en cuenta la Guía para la Caracterización de Residuos Sólidos Municipales, (2020). Ministerio del Ambiente.

Se realizó una revisión bibliográfica a proyectos ya ejecutados con buenos resultados basados en hojas de ruta de diversos residuos peligrosos y no peligrosos, así como fichas cualitativas de residuos sólidos municipales.

Complementada con la información recaudada previamente en las visitas realizadas en los centros y establecimientos designados para la gestión de residuos sólidos, se establecieron 4 tipos a clasificar dentro de los 8 tipos de residuos que clasifican en este establecimiento.

Estos son:

- 1 – Botellas
- 2 – Papeles
- 3 – Latas
- 4 – Cartones

Una vez establecidos los 4 tipos de residuos sólidos se procederá a la elaboración de la guía, para esto nos basaremos en tablas que describan las características de los residuos y nos permitan tener un mejor conocimiento sobre la gestión de los residuos desde el almacenamiento, transporte hasta su disposición final.

Estas serán entregadas al personal encargado de la segregación de residuos sólidos en donde se realizara un seguimiento durante 25 días calendario.

Los 7 primeros se le indico al personal la manera de interpretar y elaborar la guía de caracterización, registrando los volúmenes y pesos máximos de residuos sólidos al día, a la semana y al mes con el fin de determinar los

resultados de la elaboración de la guía de caracterización de residuos sólidos al desempeñar las funciones de acopio y clasificación.

Luego de recaudar la información obtenida por el personal mediante encuestas realizadas antes y después de la elaboración de la guía de caracterización, se procedió a establecer un registro el cual permita contrastar las cantidades de residuos sólidos así como el porcentaje de trabajadores que aplicaron la guía en el desarrollo de sus funciones.

Todos estos datos obtenidos y generados se pusieron a disposición del personal a cargo de la gestión de residuos de manera clara y transparente con la finalidad de poder ayudar en el desarrollo de sus funciones y promover un mejor manejo eco amigable en donde al igual que el personal designado a la gestión como los mismos pobladores de la ciudad participen desde sus entornos.

CAPITULO IV: RESULTADOS

4.1 Resultados de la aplicación de la guía de caracterización

Objetivos de la realización de una guía de caracterización

Contar con una guía basada en el estudio de caracterización de residuos sólidos municipales, como una importante herramienta ambiental que contribuye a optimizar el manejo integral de residuos sólidos municipales.

Etapas 1: Planificación

Se realizó las coordinaciones con las gerencias y sub. Gerencias de gestión ambiental Tacna, solicitando los permisos e información mediante documentos por transparencia a cada uno de sus dependencias.

Para llevar a cabo este estudio de caracterización se coordinó especialmente con la sub. Gerencia de gestión ambiental Tacna así como de los trabajadores operacionales del área de segregación de residuos sólidos municipales de la municipalidad provincial de Tacna.

Conformación y capacitación del equipo técnico.

El equipo técnico está conformado por el representante de la Gerencia de gestión ambiental y por la Sub gerencia de protección ambiental.

Ellos son los que gestionan y cuantifican los resultados de las operaciones que realizan sus áreas (Ver Anexo 1).

Por otro lado el equipo de campo está compuesto por los trabajadores operacionales del área de segregación de residuos sólidos el cual está conformado por 15 personas, estas se distribuyen las funciones de selección recepción y almacenamiento de residuos sólidos que ingresan en la planta de segregación. (Ver Figura 3).

Figura 2

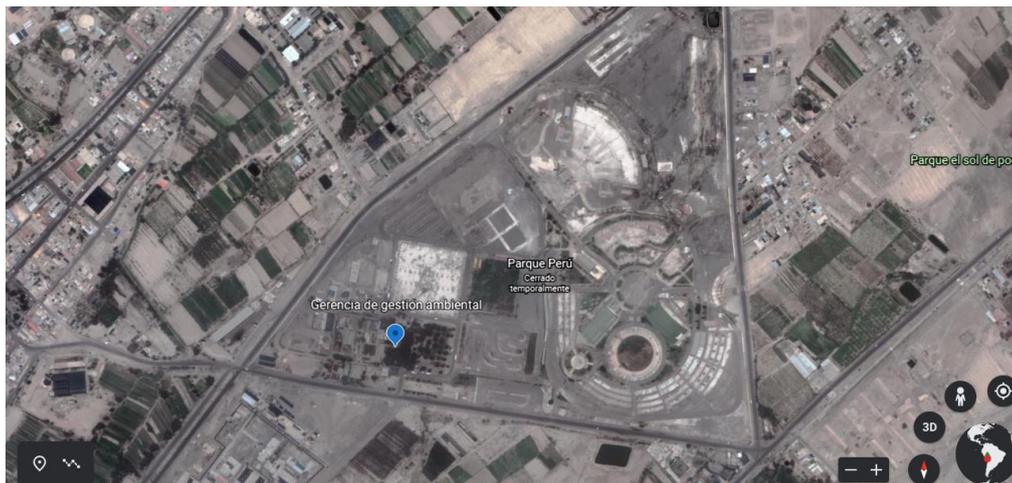
Ubicación del área de segregación de residuos sólidos municipales.



Nota: Google earth

Figura 3

Ubicación de la gerencia de gestión ambiental



Nota: Google earth

Para poder conocer el desarrollo de estas funciones y las limitaciones que se presentan durante los procesos se realizó una encuesta a fin de evaluar y fortalecer aspectos que permitan incrementar la cantidad de residuos sólidos salvaguardado la integridad de los trabajadores.

Por estos motivos se realizó una capacitación de 10 min en donde se les indico a los trabajadores como realizar una caracterización de residuos sólidos basada en la guía propuesta por el ministerio del ambiente, la cual es complementada por una ficha de caracterización cualitativa de residuos sólidos municipales.

Aseguramiento de aspectos logísticos

Se les proporcionara una ficha técnica de caracterización de residuos sólidos basados en los aspectos más importantes según la guía de caracterización de residuos sólidos municipales, también se evaluara la aplicación de la guía de caracterización de residuos sólidos municipales por parte de los trabajadores del área de segregación de residuos sólidos municipales.

Diseño y elaboración de registros.

Se realizara un registro de las cantidades diarias e residuos sólidos durante el mes de mayo recaudando la información de la generación per cápita promedio y posteriormente realizar el mismo procedimiento en el mes de junio habiendo implementado la guía de caracterización de residuos sólidos, para poder validar estos resultados se realizara una encuesta a los trabajadores antes y después de la elaboración de la guía de caracterización y así poder evaluar el índice de aplicación de tuvo la guía.

Materiales y equipos para el estudio.

Para poder realizar este estudio se requirió el uso de fichas de caracterización de residuos sólidos, así como de unas encuestas realizada antes y después de la elaboración de la guía de caracterización.

Procedimientos para la realización del estudio.

Etapa 1: Planificación

Aseguramiento de aspectos logísticos.

Procedimientos para la realización del estudio.

Etapa 2: Operaciones y trabajo de campo.

Procedimiento para la participación de los predios del estudio.

Procedimiento para el manejo de los residuos sólidos.

Procedimiento para el análisis de los residuos sólidos.

Etapa 3: Análisis de información.

Estimación de GPC de residuos sólidos domiciliarios.

Validación de la GPC.

Estimación de la generación total de residuos sólidos municipales.

Estimación de la composición de residuos sólidos.

Determinación de número de muestras domiciliarias

El tamaño de la muestra es una porción significativa de las viviendas que participan con la gestión de las bolsas verdes y que cumple con las características de la investigación (Ver anexo 3).

Tabla 3

Determinación del número de muestras de residuos sólidos municipales

Parámetro		Valor
Total de viviendas urbanas	N	120,735
Nivel de confianza	Z	1,96
Probabilidad de que ocurra	P	50%
Probabilidad de que no ocurra	Q	50%
Error permisible	e	3%
Numero de muestras	n	1 057,77

Nota: El tamaño de la muestra es una porción significativa de las bolsas verdes que cumple con las características de la investigación.

Etapa 2: Operaciones y trabajo de campo.

Procedimiento para la participación de los predios del estudio.

Se informara a los trabajadores del área de segregación de residuos sólidos municipales sobre la realización de este estudio, para contar con su

participación se realizaron encuestas para conocer la interpretación y aplicación de la guía de caracterización en el desarrollo de sus funciones.

Procedimiento para el manejo de los residuos sólidos

Se procedió con la identificación de los residuos sólidos se diseñó una ficha de caracterización basada en aspectos cualitativos así como consideraciones en su manejo y la factibilidad de disposición final, aquí se determinaron 4 tipos de residuos los cuales tuvieron el siguiente tipo y código:

<i>Tipo</i>	<i>Código</i>
Botellas	1
Papeles	2
Latas	3
Cartones	4

Seguidamente se determinaron de las cantidades y la generación per cápita para poder realizar una contrastación en los resultados luego de un periodo de 25 días

Finalmente se evaluó mediante una encuesta los aspectos de interpretación por parte de los trabajadores del área de segregación de residuos sólidos con el fin de conocer la interpretación y la aplicación de la guía de caracterización en el desarrollo de sus funciones (Ver anexo 1).

Procedimiento para el análisis de los residuos sólidos.

Aquí se analizó el resultado de las cantidades, los volúmenes y la generación per cápita por cada tipo de residuos sólidos sometido a este estudio, a efectos de un orden y mayor control, se recomienda que los tipos de residuos sólidos sean identificados con números ordinales y de manera correlativa.

Etapas 3: Análisis de información.

Una vez registradas las cantidades diarias de residuos sólidos municipales se procedió a la determinación de la generación per cápita basados

en el número de trabajadores pertenecientes al área de segregación de residuos sólidos municipales.

Estimación de GPC de residuos sólidos municipales.

Tabla 4

Resultados de la generación per cápita diaria en la planta de segregación de residuos sólidos municipales Tacna

Antes de la elaboración de la guía de caracterización – mayo (kg)						
Semana	Día					
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
1	45 712	46 110	45 872	45 764	46 225	46 078
2	46 405	46 132	46 215	46 405	45 964	46 405
3	46 753	45 892	45 717	46 133	46 381	46 294
4	46 526	46 817	46 529	46 817	46 211	46 720
Después de la elaboración de la guía de caracterización – junio (kg)						
Semana	Día					
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
1	48 415	48 725	49 122	49 084	48 947	48 715
2	47 978	48 834	48 227	48 819	49 173	48 911
3	49 457	48 792	48 829	49 243	49 457	49 358
4	48 653	48 966	49 019	49 427	49 277	49 571

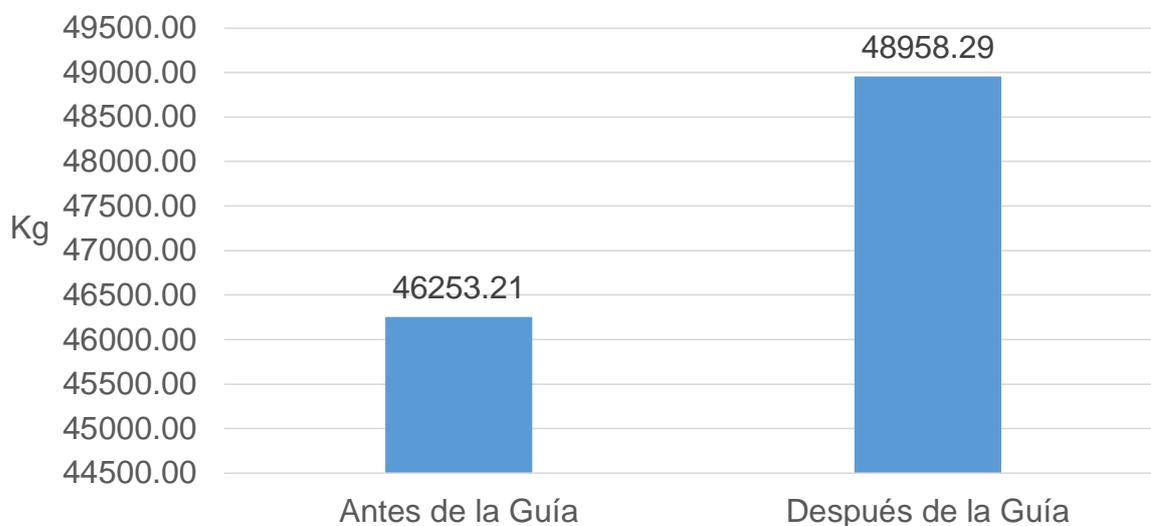
Tabla 5

Contrastación de los datos diarios obtenidos antes y después de la elaboración de la guía de caracterización de residuos sólidos municipales en el distrito de Tacna

	Antes de la guía de caracterización	después de la guía de caracterización
Recuento	24	24
Promedio	46 253,2 kg/día	48 958,3 kg/día
Desviación estándar	336,515	395,996
Coefficiente de variación	0,73%	0,81%
Mínimo	45 712	47 978
Máximo	46 817	49 571
Rango	1 105	1 593
Sesgo estandarizado	0,175295	-1,2888
Curtosis Estandarizada	-0,80286	0,403876

Figura 4

Comparación de medias muestrales de los pesos totales de residuos sólidos en la planta de segregación de residuos sólidos municipales de Tacna.

**Tabla 6**

Comprobación de la prueba de hipótesis

Muestra ; n1=24	Media ; $X_1 = 46253,2$	Des. Est. ; $s_1 = 336,515$
Muestra ; n2=24	Media ; $X_2 = 48958,3$	Des. Est. ; $s_2 = 395,999$

Paso 1

Hipótesis nula: $H_0; X_1 - X_2 = 0$ (significa que la diferencia entre las dos medias es igual a cero)

Hipótesis nula: $H_1; X_1 - X_2 < 0$ (significa que la diferencia entre las dos medias es menor a cero)

Paso 2

Aplicar el estadístico de prueba.

$$t = \frac{X_1 - X_2}{\sqrt{\frac{\sigma^2}{n_1} + \frac{\sigma^2}{n_2}}} \quad (1)$$

$$t = \frac{46253,2 - 48958,3}{\sqrt{\frac{135028,776}{24} + \frac{135028,776}{24}}} \quad (1)$$

$$t = -25,5012096$$

$$t = -25,5$$

$$\text{Donde: } \sigma^2 = \frac{(n^1-1) s_1^2 + (n^2-1) s_2^2}{n^1 + n^2 - 2} \quad (2)$$

$$\sigma^2 = \frac{(24-1)(336,515)^2 + (24-1)(395,999)^2}{24 + 24 - 2} \quad (2)$$

$$\sigma^2 = 135028,7766$$

Con grados de libertad

$$g.l = n^1 + n^2 - 2 \quad (3)$$

$$g.l = 24 + 24 - 2 \quad (3)$$

$$g.l = 46$$

Validación de la GPC

Tabla 7

Determinación de los promedios estadísticos de GPC.

Parámetro		Valor
Promedio de la generación per cápita total después de la guía de caracterización.	X	48 958,3
Promedio de la generación per cápita total antes de la guía de caracterización.	Xi	46 253,2
Desviación estándar.	S	395,996
Intervalo de sospecha	Zc	6,8311

Estimación de la generación total de residuos sólidos municipales

Tabla 8

Determinación del porcentaje de aplicación e interpretación de la guía de caracterización de residuos sólidos en el desarrollo de las funciones de segregación en la planta de residuos sólidos de la municipalidad de Tacna.

Tipo de residuo sólido municipal	Peso (kg)		Porcentaje (%)		Diferencia	
	mayo	junio	mayo	junio	Peso (kg)	Porcentaje (%)
Botellas	2 364	2 535	32,85	27,47	171	5,381
Papeles	2 121	2 721	29,47	29,49	600	0,0153
Latas	1 224	1 805	17,01	19,62	581	2,6106
Cartones	1 487	2 167	20,67	23,49	680	2,8258
Entidad						MPT
Cantidad de personal de la planta de segregación de residuos sólidos municipales						15
Cantidad de personal encuestado en la planta de segregación						15
Porcentaje de aplicación e interpretación de la guía de caracterización por parte del personal operacional						100 %

Estimación de la composición de residuos sólidos

Se realizó la suma de los pesos obtenidos de cada tipo de residuo sólido y luego se determinó la suma total en todos los días del estudio.

Una vez establecidos los pesos totales por cada tipo de residuo sólido se realizó las sumas de totales por día, determinando el valor total en kilogramos de residuos sólidos caracterizados, se realizó la equivalencia al 100% y se estableció la composición porcentual de cada tipo de residuo sólido municipal.

Tabla 9

Determinación de la composición y porcentaje de los residuos sólidos del área de segregación de residuos sólidos municipales Tacna.

Tipo de residuo sólido municipal	Cantidad (kg)		Porcentaje (%)	
	Antes	Después	Antes	Después
Botellas	2 364	2 535	32,90	27,47
Papeles	2 121	2 721	29,47	29,49
Latas	1 224	1 805	17,01	19,62
Cartones	1 487	2 167	20,67	23,49
Total	7 196	9 228	100	100

CAPITULO V: DISCUSIÓN

Resultados de la generación per cápita diaria de residuos sólidos municipales antes y después de la elaboración de la guía de caracterización de residuos sólidos municipales

La ausencia de una guía de caracterización de residuos sólidos en la Municipalidad Provincial de Tacna, se ve reflejado en el desconocimiento de los pobladores y la falta de interés por parte de las autoridades municipales, Mattos (2019). En un estudio titulado Manejo de residuos sólidos en la ciudad de Tacna, señala que la mayoría de la población de Tacna desconoce la Ley de Residuos sólidos N°27314 y sus modificatorias a lo largo de los años mediante los D.L N°1278 que aprueba la ley integral de residuos sólidos y que se modifica posteriormente, es por esto existe poco interés por parte de las instancias de gobierno: regional y local.

Según la prueba de hipótesis realizada en la planta de segregación de residuos sólidos de la municipalidad de Tacna, las medias muestrales antes y después de la aplicación de la guía son 46 253,2 kg/día y 48 958,3 kg/día, la desviación estándar muestral es 336,515 y 395,996, donde se ve claramente que el estadístico de prueba está en la región de rechazo o región crítica. Esto quiere decir que debemos rechazar la hipótesis nula y debemos aceptar la hipótesis alternativa.

Al revisar los datos registrados por los trabajadores en el mes de mayo se observó que el 32,851 % correspondía a botellas, 29,4747 % a papeles, 17,0094 % a latas y 20,6642 % a cartones.

Esto indica que durante el mes de Junio se incrementó 5,381 % del total de residuos sólidos corresponde a las botellas, 0,0153 % corresponde a papeles, 2,6106 % corresponde a latas y el 2,8258 % corresponde a cartones (Ver anexo 2).

Según un estudio realizado por la Municipalidad de Breña (2016) titula "Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales para el Distrito de

Breña”, se sometieron 22 tipos de residuos sólidos, la cual obtuvo una media muestral de 55 914,99 kg al día aplicando procedimientos de análisis en la generación per cápita de los residuos sólidos municipales basados en guías de caracterización de residuos sólidos segregados por 72 viviendas durante 7 días.

Por lo tanto, la cantidad de residuos sólidos segregados al día en el distrito de Tacna es de 48 958,3 kg/día, cuya cantidad se asemeja a los resultados obtenidos por otros estudios como lo son:

Municipalidad de breña (2016). Titula “Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales” Alayón Castro, E. (2021).

Así mismo se realizó una encuesta antes y después de la elaboración de la guía de caracterización en base al grado de información e interpretación de la guía en el desarrollo de sus funciones y el comportamiento frente a situaciones medio ambientales, luego de esto se pudo comprobar que cada uno de los 15 trabajadores que operan en la planta, aplicó e interpreto la guía de una manera positiva, siguiendo las indicaciones en el desarrollo de sus funciones teniendo un alcance del 100 % por parte de todo el personal.

CONCLUSIONES

Luego de registrar y analizar las cantidades diarias de residuos sólidos se pudo determinar las medias muestrales antes y después de la aplicación de la guía son 46 253,2 y 48 958,3, así como su desviación estándar muestral es 336,515 y 395,996.

Los tipos de residuos sólidos municipales sometidos en este estudio fueron botellas, papeles, latas y cartones en donde se obtuvieron un incremento del 5,38 %, 0,015 %, 2,61 % y 2,82 % correlativamente.

Elaborando una guía de caracterización de residuos sólidos municipales se mejoró el plan integral de gestión ambiental municipal en la provincia de Tacna 2021, incrementando significativamente la cantidad de residuos sólidos municipales después de aplicar la guía de caracterización, con un incremento promedio diario de 2 705,03 kg

El 100% del personal operacional de la planta de segregación de la municipalidad de Tacna aplicaron la guía de caracterización de residuos sólidos.

RECOMENDACIONES

Es importante concientizar al personal como a la población ya que los residuos sólidos se vienen generando de una manera sumamente excesiva, sumado a esto se encuentra la limitación de contraer enfermedades por agentes patógenos entre virus y bacterias. Por esto mismo se debe realizar una correcta gestión.

Por parte de la municipalidad de Tacna se sugiere impulsar más campañas de segregación y valoración de los residuos sólidos municipales, promoviendo la reutilización de los residuos y evitando que se conviertan en agentes contaminantes del medio ambiente.

Por otro lado, se le sugiere a la gerencia de gestión ambiental Tacna hacer un continuo seguimientos a la forma en que se desarrollan los procesos de segregación en la planta de residuos sólidos, gestionando un mejor manejo en los pesos y volúmenes, así como de velar por la integridad de sus trabajadores, ya que las funciones de barrido, recojo y clasificación de residuos sólidos son primordiales para gestionar una adecuada disposición final.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alayón Castro, E. (2020). Obtenido de la guía para la caracterización y cuantificación de residuos sólidos. *Revista Uniminuto*. <https://revistas.uniminuto.edu/index.php/Inventum/article/view/2522/2130>
- Churata Neira, A. (2017). *Repositorio Institucional Digital*. [TESIS DE MAESTRIA, UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN]. <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/975>
- De La Vega Murillo, L. d. (2014). *Repositorio Institucional Digital*. [TESIS, UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN]. <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/1905>
- Constitución Política del Perú. (2017). Aprueban reglamento del decreto legislativo N° 1278, decreto legislativo que aprueba la ley de gestión integral de residuos sólidos. *El Peruano*. <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/aprueban-reglamento-del-decreto-legislativo-n-1278-decreto-decreto-supremo-n-014-2017-minam-1599663-10/>
- Municipalidad de Breña. (2016). Estudio de caracterización de residuos sólidos municipales para el distrito de Breña. *REPOSITORIO DIGITAL*. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/40407>
- Gerencia de Gestion Ambiental Tacna. (2020). *Informe sobre la gestion de residuos solidos municipales*. Ministerio del Ambiente - MINAM. <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/tacna-estadisticas-ambientales-junio-2020>
- Grau, J. T. (2015). *Situación de la gestión de residuos sólidos en América Latina y el Caribe*. Banco Interamericano de Desarrollo. <https://publications.iadb.org/es/situacion-de-la-gestion-de-residuos-solidos-en-america-latina-y-el-caribe>
- INEI. (2020). *Población de la ciudad de Tacna 2020*. Obtenido del Instituto Nacional de Estadística e Informática. <https://www.inei.gob.pe/prensa/noticias/departamento-de-tacna-cuenta-con-una-poblacion-de-346-mil-habitantes-9270/>
- MINAM. (2012). *Guía metodológica para el desarrollo del Plan de Manejo de Residuos Sólidos 2012*. Ministerio del Ambiente. <https://redrrss.minam.gob.pe/material/20150302183324.pdf>

MINAM. (2017). *Decreto legislativo N° 1278 Ley de gestión integral de residuos sólidos*. Ministerio del Ambiente. <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Decreto-Legislativo-N%C2%B0-1278.pdf>

MINAM. (2019). *NTP 900.058-2019 Nuevo código de colores para el almacenamiento de residuos sólidos, aplicable a todos los residuos sólidos generados en los ámbitos de gestión municipal y no municipal*. Ministerio del Ambiente. <https://www.minam.gob.pe/gestion-de-residuos-solidos/norma-tecnica-peruana-de-colores-ntp-900-058-2019/>

MINAM. (2020). *Ejecución de proyecto integral que comprende la construcción de un relleno sanitario*. Ministerio del Ambiente. <https://redrrss.minam.gob.pe/material/20130703130018.pdf>

Municipalidad Distrital de Alto de la Alianza. (2021). *Gestión y manejo de residuos sólidos 2021*. Portal de Transparencia. www.munialtoalianza.gob.pe/portal

Municipalidad Distrital de Ciudad Nueva. (2021). *Gestión y manejo de residuos sólidos 2021*. Portal de Transparencia. <https://www.districto.pe/districto-ciudad-nueva.html>

Municipalidad Provincial de Tacna. (2015). *Guía metodológica para elaborar e implementar un programa de segregación en la fuente y recolección selectiva de residuos sólidos municipales*. Ministerio del Ambiente. <https://redrrss.minam.gob.pe/material/20150302175316.pdf>

Huaricallo Yanapa, G. F y Gordillo Mamani, J. J. (2016). *Repositorio Institucional Digital*. [TESIS, UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN]. <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/2857>

Minam. (2020). *Guía metodológica para el desarrollo del plan de manejo de residuos sólidos*. [Archivo PDF]. <https://redrrss.minam.gob.pe/material/20150302183324.pdf>

Minam. (2020). *Guía para la caracterización de residuos sólidos municipales*. [Archivo PDF]. https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/523790/Gu%C3%ADa_para_la_caracterizaci%C3%B3n_rsm-29012020_1.pdf

HMIS. (2020). *SISTEMA DE IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS*. [Archivo PDF]. https://www.arlsura.com/images/stories/documentos/hmis_iii.pdf

ANEXOS

Anexo 1: Evaluación del índice de aplicación de la guía por parte del personal operacional.



Anexo 2: Apreciación de resultados después de aplicar la guía de caracterización de residuos sólidos municipales.



Anexo 3: Determinación del número de muestras de residuos sólidos municipales.

CALCULO TAMAÑO DE MUESTRA FINITA

Parametro	Insertar Valor
N	120,735
Z	1.960
P	50.00%
Q	50.00%
e	3.00%

Tamaño de muestra

"n" =

1,057.77

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

n = Tamaño de muestra buscado

N = Tamaño de la Población o Universo

Z = Parámetro estadístico que depende el Nivel de Confianza (NC)

e = Erro de estimación máximo aceptado

p = Probabilidad de que ocurra el evento estudiado (éxito)

q = Probabilidad de que no ocurra el evento estudiado

Nivel de confianza	Z _{alfa}
99.7%	3
99%	2,58
98%	2,33
96%	2,05
95%	1,96
90%	1,645
80%	1,28
50%	0,674

Anexo 4: Formato de la ficha de caracterización

	Logo y nombre de la empresa	Ficha de caracterización cualitativa de residuos solidos					
		Nombre del residuo	Grupo del residuo	Tipo de residuo	codigo	tipo de recipiente	
hora	nombre del encargado						
Sistema de identificación de materiales peligrosos				descripcion del residuo solido			
salud		4= peligro fatal	Al manejar el residuo				
inflamabilidad		3= peligro serio	peligro				
peligro físico		2= peligro moderado	riesgo		consideraciones en su manejo		
índice de epp		1= peligro leve	daño				
		0= peligro mínimo	restricciones y consideraciones respecto al residuo				
		*= efectos crónicos			interacciones ambientales a corto y mediano plazo		
tipo de reaprovechamiento viable(a corto plazo):					en contacto con el agua		
factibilidad de disposicion final interna:					en contacto con el suelo		
tipo de disposicion final:					tipo de disposicion final		
A		lentes de seguridad	T		respirador anti-polvo	U	respirador contra gases
N		lentes anti - salpicaduras	P		guantes	W	respirador contra gases y polvo
O		protector facial	Q		botas	Y	respirador de careta completa
S		traje completo(mameluco)	R		mandil sintético	Z	maskara y tanque de oxigeno

Anexo 5: Matriz de consistencia

Planteamiento del problema	Hipótesis	Objetivo	Variable	Indicador	Método	Estadística
Problema general	Hipótesis general	Objetivo general	Variable independiente			
¿Existe una mejora en la caracterización de residuos sólidos municipales para mejorar el plan integral de gestión ambiental en la provincia de Tacna; aplicando una guía de caracterización?	Con la elaboración de una guía de caracterización de residuos sólidos municipales aplicada en la planta de segregación de residuos sólidos del distrito de Tacna, se podrá obtener mayores cantidades de residuos sólidos segregados por la gerencia de gestión ambiental de Tacna.	la elaboración de una guía de caracterización de residuos sólidos municipales que permita obtener mayores cantidades de residuos sólidos clasificados y almacenados en el establecimiento del área de segregación de residuos sólidos municipales de Tacna.	Formato de la guía de caracterización de residuos sólidos municipales	Salud Inflamabilidad Peligro físico Índice de epp Nombre del residuo Grupo del residuo Tipo del residuo Código del residuo	Caracterización de residuos sólidos	SPSS statistical

Anexo 5: Matriz de consistencia (continuación).

Planteamiento del problema	Hipótesis	Objetivo	Variable	Indicador		Método	Estadística
				Antes de la guía	Después de la guía		
Problema específico	Hipótesis general	Objetivo específico	Variable dependiente				
¿Cuál es el incremento de la cantidad de residuos sólidos municipales clasificado y almacenado después de la aplicación de una guía de caracterización de residuos sólidos en la planta de segregación de la municipalidad de Tacna?	Con la elaboración de una guía de caracterización de residuos sólidos municipales aplicada en la planta de segregación de residuos sólidos del distrito de Tacna, se podrá obtener mayores cantidades de residuos sólidos segregados por la gerencia de gestión ambiental de Tacna.	Registrar y analizar las cantidades diarias antes y después de la elaboración de la guía de caracterización de residuos sólidos municipales. Determinar los tipos de residuos sólidos municipales y el porcentaje que se incrementó luego de aplicar la guía de caracterización.	Análisis de la guía de caracterización en la gestión de residuos sólidos municipales.	Kg / día %	Kg / día %	Caracterización de residuos sólidos	SPSS statistical

Anexo 5: Matriz de consistencia (continuación).

Planteamiento del problema	Hipótesis	Objetivo	Variable	Indicador		Método	Estadística
				Antes de la guía	Después de la guía		
Problema específico	Hipótesis general	Objetivo específico	Variable dependiente				
¿Qué tipos de residuos sólidos municipales se segregan en la planta municipal provincial de Tacna?	Con la elaboración de una guía de caracterización de residuos sólidos municipales aplicada en la planta de segregación de residuos sólidos del distrito de Tacna, se podrá obtener mayores cantidades de residuos sólidos segregados por la gerencia de gestión ambiental de Tacna.	Determinar cuánto es el incremento en la cantidad de residuos sólidos segregados en la planta de residuos sólidos municipales del distrito de Tacna	Análisis de la guía de caracterización en la gestión de residuos sólidos municipales	Kg / día	Kg / día	Caracterización de residuos sólidos	SPSS statistical
¿Cuál es la cantidad de segregación de los residuos sólidos del personal de la municipal provincial de Tacna después de aplicar la guía?		Determinar el porcentaje de aplicación e interpretación de los trabajadores de la planta de segregación en el uso de la guía de caracterización de residuos sólidos municipales.		%	%		
¿Cuál es el porcentaje de aplicación e interpretación de los trabajadores del área de segregación de residuos sólidos?							