



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA



**“PROPUESTA DE UN PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS
SÓLIDOS EN EL MERCADO LAYKAKOTA DE LA CIUDAD DE
PUNO”**

TESIS

PRESENTADA POR:

RUTH DIANA CENTELLA FLORES

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO QUÍMICO

PUNO – PERÚ

2024



NOMBRE DEL TRABAJO

PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS PARA EL MERCADO L AYKAKOTA

AUTOR

RUTH DIANA CENTELLA FLORES

RECuento DE PALABRAS

23488 Words

RECuento DE CARACTERES

128281 Characters

RECuento DE PÁGINAS

134 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

1.5MB

FECHA DE ENTREGA

Jul 24, 2024 12:30 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jul 24, 2024 12:32 PM GMT-5

● 19% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 19% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 7% Base de datos de trabajos entregados
- 5% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Bloques de texto excluidos manualmente
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 20 palabras)

Ruth Diana Centella Flores, D.Sc.
INGENIERO QUIMICO
CIP. 55475

D. Sc. German Quille Cahuayo
INGENIERO QUIMICO
CIP. 55475



DEDICATORIA

A Dios por permitirme culminar con éxito mi tan anhelada Carrera, darme buena salud y fortaleza en todo momento. A mis amados hijos, Dreyk y Alessandra, quienes han sido mi camino para seguir y quienes me han brindado su infinito apoyo y confianza. Por lo que he logrado alcanzar las metas que, me he propuesto y seguir con el deseo de buscar aquellas cosas que van haciendo de mí una mejor persona en todos los sentidos.

De igual forma a mi hermana Katherine que siempre ha estado junto a mi brindándome su apoyo, compañía, entusiasmo y crecimiento, de la que cada logro se multiplica y sirve de empuje para seguir adelante.

A mis amigos, quienes me han brindado su apoyo incondicional en todo momento y que disfrutan al igual que yo, las cosas buenas que vivimos.

Ruth Diana Centella Flores



AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, a la UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO y a la Facultad de Ingeniería Química, por haberme aceptado ser parte de ella y abierto las puertas para poder estudiar mi carrera; así como también a los diferentes docentes que me brindaron sus conocimientos y su apoyo para seguir día a día.

Agradezco a Dios, por haberme dado la vida, acompañado a lo largo de mi carrera, por ser mi luz en mi camino y por darme la sabiduría, fortaleza para alcanzar mis objetivos. Dentro de los principales productos que uno espera obtener al desarrollar una tesis, es quizás la más importante ejecutar un informe que contribuya positivamente a incrementar el conocimiento de la sociedad en general y de la ingeniería en particular. Además, uno anhela que dicho informe sea capaz de reflejar adecuadamente todos los conocimientos adquiridos durante los años de estudio y los esfuerzos que ellos requirieron. sin embargo, como en muchas otras actividades de la vida, a las que se le dedica esfuerzo y sacrificio, los productos resultantes suelen brindar otro tipo de satisfacciones más allá de las académicas. En lo particular he tenido la posibilidad de estudiar, trabajar y socializar con un gran número de personas que de distinta manera han marcado en mi formación tanto profesional como personal.

Por último, agradecer a todos mis compañeros los cuales muchos de ellos se han convertido en mis amigos, cómplices y hermanos. Gracias por las horas compartidas, los trabajos realizados en conjunto y las historias vividas

Ruth Diana Centella Flores



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE ANEXOS	
ACRÓNIMOS	
RESUMEN	15
ABSTRACT.....	16
CAPITULO I	
INTRODUCCIÓN	
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	19
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	20
1.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	20
1.3.1. Hipótesis general.....	20
1.3.2. Hipótesis específicas.....	21
1.4. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	21
1.5. OBJETIVOS.....	24
1.5.1. Objetivo general.....	24
1.5.2. Objetivos específicos	24
CAPÍTULO II	
REVISIÓN DE LITERATURA	
2.1. RESIDUOS SÓLIDOS	25



2.1.1. Clasificación de los residuos sólidos	25
2.1.1.1. Por su naturaleza	25
2.1.1.2. Por su origen	26
2.1.1.3. Por su gestión	29
2.1.2. Propiedades físicas	30
2.1.2.1. Contenido de humedad.....	30
2.1.2.2. Volumen 31	
2.1.2.3. Densidad 31	
2.1.3. Propiedades químicas	31
2.1.3.1. Composición química	31
2.1.4. Gestión de residuos sólidos.....	32
2.1.5. Operaciones de residuos sólidos	34
2.2. MARCO LEGAL	43
2.2.1. Ley General del Ambiente	43
2.2.2. Ley Orgánica de Municipalidades – Ley N° 27972.....	44
2.2.3. D.L. N° 1278 Ley de Gestión de Residuos Sólidos.....	44
2.2.4. Política Nacional del Ambiente D.S. N° 012-2009 MINAM	45
2.2.5. Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos PLANRES	45
2.2.6. Guía para la caracterización de residuos municipales	46
2.2.7. Norma Técnica Peruana NTP 900.058.2019	46
2.3. RELLENO SANITARIO	47
2.3.1. Tipos de Relleno Sanitario.....	47
2.3.1.1. Relleno Sanitario Mecanizado	48
2.3.1.2. Relleno Sanitario Semimecanizado	48
2.3.1.3. Relleno Sanitario Manual.....	49



2.3.2. Métodos de Construcción de un Relleno Sanitario.....	49
2.3.2.1. Método de Trinchera o Zanja.....	49
2.3.2.2. Método de área.....	50
2.3.2.3. Combinación de ambos métodos	52
2.3.3. Ventajas y limitaciones de un relleno sanitario	53
2.3.4. Reacciones que se generan en un relleno sanitario.....	55
2.3.4.1. Cambios físicos y biológicos	55
2.3.4.2. Generación de líquidos y gases.....	56
2.4. ANTECEDENTES	58
CAPÍTULO III	
MATERIALES Y MÉTODOS	
3.1. PERIODO DE DURACIÓN	64
3.2. PROCEDENCIA DEL MATERIAL.....	64
3.2.1. Materiales y equipo.....	64
3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	65
CAPÍTULO VI	
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
4.1. RESULTADOS.....	66
4.1.1. Plan de manejo de residuos sólidos generados por el mercado Laykakota	66
4.1.2. Composición y generación diaria de residuos sólidos generados por el mercado Laykakota	67
4.1.3. Programa de educación ambiental para el cambio de cultura de los comerciantes del mercado Laykakota.	72



4.1.4. Modelo de relleno sanitario para los residuos sólidos generados por el mercado Laykakota de la ciudad de puno.	77
4.1.4.1. Zonas que generan orgánicos	78
4.1.4.2. Zonas que generan inorgánicos	78
4.1.4.3. Toma de muestras	78
4.1.4.4. Pesado de componentes	78
4.1.4.5. Unidades de medida	79
4.1.4.6. Análisis de datos	79
4.1.4.7. Investigación experimental	79
4.2. DISCUSIÓN	103
V. CONCLUSIONES.....	105
VI. RECOMENDACIONES.....	106
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	107
ANEXOS.....	112

ÁREA: Tecnología Ambiental

TEMA: Sistema y Manejo de Residuos sólidos

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 25/07/2024



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Composición física de residuos sólidos comerciales	26
Tabla 2 Residuos sólidos domiciliarios	29
Tabla 3 Los generadores de residuos no municipales y municipales	36
Tabla 4 Ventajas y limitaciones de un relleno sanitario	53
Tabla 5 Plan de manejo de residuos sólidos	66
Tabla 6 Generación per-cápita de los 10 puestos participantes del mercado Laykakota	67
Tabla 7 Estadísticas de muestra	68
Tabla 8 Composición química en base seca	70
Tabla 9 Composición química en base húmeda.....	71
Tabla 10 Porcentaje de grado de conocimiento de los comerciantes del mercado	76
Tabla 11 Programación de educación ambiental	77
Tabla 12 Cantidad de comerciantes del Mercado Laykakota	80
Tabla 13 Proyección de la población en el Mercado Laykakota.....	81
Tabla 14 Generación percápita de los 10 puestos participantes del mercado Laykakota	81
Tabla 15 Estadísticas de muestra	82
Tabla 16 Generación de residuos sólidos en el mercado Laykakota	85
Tabla 17 Generación del volumen de residuos sólidos del mercado Laykakota	87
Tabla 18 Área requerida	89
Tabla 19 Contenido de humedad	91
Tabla 20 Composición química en base seca	94
Tabla 21 Composición química en base húmeda.....	94
Tabla 22 Distribución potencial de los elementos	95
Tabla 23 Composición de los RS rápida y lentamente descomponibles	96



Tabla 24 Composición molar de los elementos	97
Tabla 25 Determinación de la fórmula empírica	97
Tabla 26 Producción de aguas lixiviadas en un relleno sanitario	99



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1	Método de trinchera para construir un relleno sanitario..... 50
Figura 2	Método de área para construir un relleno sanitario 51
Figura 3	Método de área para rellenar depresiones 52
Figura 4	Combinación de ambos métodos para construir un relleno sanitario..... 53
Figura 5	Rango de edades de los comerciantes encuestados 73
Figura 6	Género de encuestados (comerciantes) 73
Figura 7	Grado de instrucción de los comerciantes del Mercado Laykakota 74
Figura 8	Resumen de Nivel Cognoscitivo actitudinal 74
Figura 9	Resumen del Nivel procedimental de gestión 75
Figura 10	Planta de tratamiento de RS de un sistema integrado de tratamiento y disposición final de RS..... 101
Figura 11	Ubicación del relleno sanitario..... 103



ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO 1 Marco legal peruano	112
ANEXO 2 Legislación ambiental y normatividad legal vigente	114
ANEXO 3 Fotografías realizando encuestas	120
ANEXO 4 Fotografías recolectando los residuos sólidos	121
ANEXO 5 Fotografías de la segregación y pesado de los RRSS	122
ANEXO 6 Datos típicos sobre peso específico y contenido de humedad para residuos domésticos, industriales	123
ANEXO 7 Constituyentes orgánicos rápidamente y lentamente biodegradables en los RRSS	124
ANEXO 8 Encuestas realizadas	125



ACRÓNIMOS

OEFA:	Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental
PIGARS:	Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos.
RS:	Residuos Sólidos
RSM:	Residuos Sólidos Municipales
RSU:	Residuos Sólidos Urbanos
SIGERSOL:	Sistema de Información de Gestión de Residuos Sólidos
SIGRS:	Sistema Integral de Gestión de Residuos Sólidos



RESUMEN

La inadecuada disposición de los desechos producidos en los mercados y sus alrededores ha traído roedores, insectos, animales vagabundos y especies asociadas a enfermedades para los seres humanos, por ello la presente investigación tiene la finalidad de desarrollar un plan de manejo para los residuos sólidos del mercado Laykakota de la ciudad de Puno, considerando como objetivo general proponer un plan de manejo de residuos sólidos para el logro se utilizó la metodología de un análisis teórico/práctico de la problemática actual del manejo de residuos sólidos generados por dicho mercado, para conocer la composición y generación diaria de RRSS se tomaron puntos de toma de muestra, recolectando los residuos generados en días de mayor movimiento comercial, para el programa de educación ambiental se utilizó los métodos descriptivo y analítico, el cual consistió en la realización de una encuesta a los comerciantes seleccionados de manera aleatoria y para la propuesta de un modelo de relleno sanitario se revisó las normas legales ambientales como: Ley N°27314 Ley General de Residuos Sólidos y D.S. N°040 – 2014 EM Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos. Los resultados fueron: primero, la cantidad de residuos generados por puesto es de 2,001 kg/día; segundo, se determinó que el 30% de comerciantes poseen conocimientos sobre el manejo adecuado de residuos sólidos; tercero, para la disposición final de los residuos generados en este mercado se realizaron cálculos para el diseño de un relleno sanitario, obteniéndose la producción per cápita de 2,001 kg/puesto-día y 1 417 t/día para el año 2023, con estos datos obtuvimos que es necesario un área de 513,627 m².

Palabras clave: Disposición final, Plan de manejo de Residuos Sólidos, Relleno Sanitario, Residuos Sólidos, Sensibilización.



ABSTRACT

The inadequate disposal of the waste produced in the markets and their surroundings has brought rodents, insects, stray animals and species associated with diseases for human beings, therefore the present investigation has the purpose of developing a management plan for the solid waste of the market. Laykakota market in the city of Puno, considering as a general objective to propose a solid waste management plan to achieve this, the methodology of a theoretical/practical analysis of the current problem of solid waste management generated by said market was used, to know the composition and daily generation of RRSS, sampling points were taken, collecting the waste generated on days of greatest commercial movement. For the environmental education program, descriptive and analytical methods were used, which consisted of conducting a survey of the randomly selected merchants and for the proposal of a landfill model, environmental legal standards were reviewed such as: Law No. 27314 General Law of Solid Waste and S.D. N°040 – 2014 EM Regulations of the General Solid Waste Law. The results were: first, the amount of waste generated per position is 2,001 kg/day; second, it was determined that 30% of merchants have knowledge about the proper management of solid waste; Third, for the final disposal of the waste generated in this market, calculations were made for the design of a sanitary landfill, obtaining per-capita production of 2,001 kg/position-day and 1,417 t/day for the year 2023, with these data we obtained that an area of 513,627 m² is necessary.

Keywords: Awareness Raising, Comprehensive Solid Waste Management Plan, Final provision, Sanitary Landfill, Solid Waste.



DR. LUIS ALBERTO SUJO QUISPE
INGENIERO QUÍMICO
CIP. 100015



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La inadecuada disposición de los desechos producidos en los mercados y sus alrededores hasta la actualidad ha traído roedores, insectos, animales vagabundos y especies asociadas a enfermedades para los seres humanos, trayendo consigo además malestares para los vecinos de las zonas aledañas a estos mercados. La gestión integral de residuos sólidos tiene como meta gestionar los residuos de la sociedad de tal forma que esta sea compatible con las aspiraciones a poseer una calidad ambiental adecuada y una buena salud pública; además de conseguir que la población participe activamente en la gestión de los RSM (residuos sólidos municipales), ya sea desde la selección en el lugar de origen como con las actividades de reutilización y el reciclaje de materiales residuales (Mendoza, 2018).

Los municipios tienen varias opciones para la eliminación de residuos, que incluyen: Desecharlo en un vertedero (económico pero peligroso), quemarlos (los contaminantes) o los separamos en una planta de tratamiento y reciclar algunos de ellos, convirtiendo los desechos orgánicos en fertilizante, esta es una opción productiva y respetuosa con el medio ambiente. Esta última opción representa una inversión que el municipio no presupuesta, si esto no está a su alcance, los municipios deben buscar propuestas no sólo para mejorar los servicios de limpieza pública, sino también para el tratamiento y disposición final de residuos, entre otras cosas, tal como afirma R. Asalde (Residuos sólidos hospitalarios, un problema no resuelto - 2016).

Sin embargo, según la Ley General de Residuos Sólidos (MINAM, 2021), en su artículo 10°.- Del Rol de las Municipalidades indica que “Las Municipalidades provinciales son responsables por la gestión de los residuos sólidos de origen



domiciliario, comercial y de aquellas actividades que generen residuos similares a estos, en todo el ámbito de su jurisdicción, efectuando las coordinaciones con el Gobierno Regional al que corresponden, para promover la ejecución, revalorización o adecuación, de infraestructura para el manejo de los residuos sólidos, así como para la erradicación de botadores que pongan en riesgo la salud de las personas y del ambiente. Están obligadas a: (...) 1. Planificar la gestión integral de los residuos sólidos en el ámbito de su jurisdicción, compatibilizando los planes de manejo de residuos sólidos de sus distritos y centros poblados menores, con las políticas de desarrollo local y regional y con sus respectivos Planes de Acondicionamiento Territorial y de Desarrollo Urbano. 2. Regular y fiscalizar el manejo y la prestación de los servicios de residuos sólidos de su jurisdicción. (...) 11. Autorizar y fiscalizar el transporte de residuos peligrosos en su jurisdicción, en concordancia con lo establecido en la Ley N° 28256, Ley que regula el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos, con excepción del que se realiza en las vías nacionales y regionales. (...) Las municipalidades deben ejecutar programas para la progresiva formalización de las personas, operadores y demás entidades que intervienen en el manejo de los residuos sólidos sin las autorizaciones correspondientes”.

Por tal motivo la presente investigación posee como eje central, proponer un plan de manejo de residuos sólidos para el mercado Laykakota y un programa de manejo ambiental para mejorar el conocimiento de los comerciantes en educación ambiental, además de lograr conocer la producción diaria de RRSS que produce y su composición, para finalmente determinar su disposición final en un relleno sanitario.



1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La eliminación de desechos sólidos municipales es hoy el mayor problema ambiental, económico y social del mundo, principalmente porque la cantidad de desechos está creciendo más rápido que la población mundial.

La gestión y disposición de los residuos sólidos municipales es un tema importante en las zonas urbanas de América Latina. Los desechos sólidos se han convertido en un problema grave en todo el mundo, ya que la falta de eliminación adecuada de los desechos sólidos ha provocado la acumulación de desechos y la consiguiente contaminación ambiental con graves consecuencias. Las organizaciones o instituciones que manejan residuos sólidos carecen de mecanismos para el manejo y eliminación de residuos sólidos.

Los residuos sólidos son un problema para todas las ciudades y todos los habitantes del planeta, debido a que la superpoblación, la actividad humana moderna y el consumismo han incrementado significativamente la cantidad de residuos generados; los factores anteriores, combinados con un tratamiento ineficiente de dichos residuos (quema a cielo abierto, disposición ineficiente de desechos), eliminación en vertederos y vertederos, mala gestión por parte de los gobiernos locales, etc.), Pueden causar problemas como la contaminación, que puede provocar problemas de salud y daños ambientales. Provoca conflictos sociales, económicos y políticos (Mendoza, 2018).

El objetivo de este estudio es proporcionar una solución alternativa al problema de los residuos sólidos y proponer un sistema de gestión de residuos sólidos que mejore la gestión de residuos sólidos en el mercado de Laykakota y con ello contribuya a reducir la contaminación causada.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Formulación de interrogante general:

¿Cómo se propondrá un plan de manejo de residuos sólidos generados por el mercado Laykakota de la ciudad de Puno?

Por otro lado, la probabilidad de que, dentro de los residuos desechados a la basura, existan residuos reciclables es alta, pues se tiene que sin un previo conocimiento por parte de los comerciantes del mercado Laykakota la clasificación o selección de estos residuos será deficiente; así también la disposición de estos no sea la adecuada. Por tal motivo para concretar dicha premisa, se tiene las interrogantes siguientes:

Formulación de interrogantes específicas:

1. ¿Cuál es la composición y generación diaria de residuos sólidos en el mercado Laykakota?
2. ¿Es el programa de educación ambiental adecuado para el cambio de cultura de los comerciantes del mercado Laykakota?
3. ¿Qué modelo de relleno sanitario se propondría para los residuos sólidos generados por el mercado Laykakota de la ciudad de Puno?

1.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. Hipótesis general

- Con la propuesta del plan de manejo de los residuos sólidos generados en el mercado de Laykakota de la ciudad de Puno, se alcanza una mejora en la cultura medioambiental, y la disminución significativa de residuos en las calles.



1.3.2. Hipótesis específicas

- Con la determinación de la composición y la cantidad de generación diaria de residuos sólidos generados en el mercado de Laykakota, se alcanzó a establecer la disposición final de los residuos según la cantidad que estos sean generados.
- El programa de educación ambiental propuesto es adecuado para el cambio de cultura de los comerciantes del mercado Laykakota.
- Se propone un modelo de relleno sanitario para los residuos sólidos generados por el mercado Laykakota de la ciudad de Puno.

1.4. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Justificación social

La eliminación inadecuada de los desechos generados dentro y alrededor de los mercados conduce al establecimiento de roedores, insectos, animales callejeros y especies que causan enfermedades a los humanos, causando molestias a los residentes en áreas cercanas a estos mercados. De esta manera el mercado Laykakota consta de 708 puestos de comerciantes asociados, entre los cuales se encuentran los formales e informales (denominados ambulantes) que diariamente generan alrededor de 1417 kilogramos de residuos sólidos por día, siendo estos desechos recogidos por la municipalidad y llevados al botadero que se encuentra ubicado al sur oeste del Cerro Cancharani a una altitud de 4000 m.s.n.m., los lugareños cercanos a este botadero son: Comunidad campesina de Itapalluni, comunidad campesina de Cancharani y el Fundo San Carlos de la Universidad Nacional del Altiplano, generando enorme incomodidad a estas poblaciones. Todos estos desechos contaminan las aguas superficiales, subterráneas, el suelo y el aire, causando sufrimiento a los residentes y otras especies que viven en la zona.



Justificación ambiental

En el contexto de la problemática ambiental, el uso imprudente de los recursos naturales y la generación de residuos sólidos es un importante punto de partida para la investigación, y este proyecto se basa en la generación inconsciente de residuos por parte de la sociedad y su impacto en la contaminación ambiental. Se alienta a varios actores a explorar mecanismos para reducir los efectos negativos de la eliminación inadecuada de residuos y la gestión deficiente o inadecuada del problema. Dentro de este marco surge la visión del llamado manejo de residuos sólidos proveniente de actividades cotidianas, conocidas como Residuos Sólidos Urbanos (RSU).

Apegarse al correcto manejo de los residuos sólidos y su adecuada disposición ayudará en el cumplimiento de la normativa ambiental vigente y este estudio servirá como modelo de propuesta a otros centros de abastecimiento similares para crear una réplica de la propuesta que sea posible. Lograr mayores ganancias y crear mejores alternativas para el manejo, reducción y disposición de los residuos sólidos generados.

A través de este trabajo, podremos demostrar cambios positivos en la cultura ambiental a gerentes, empresarios, limpiadores y clientes del mercado Laykakota dado que podrán orientarlos hacia el tipo correcto de residuos, esto puede llevarlos a tratar de copiar algunas de las medidas establecidas en el hogar, multiplicando los resultados obtenidos en este centro de entrega y logrando así reducir la acumulación. desperdicio hasta cierto punto.



Justificación tecnológica

Para afrontar de alguna manera la situación existente, nos encontramos con que se deben crear nuevas costumbres que aseguren el bienestar del núcleo familiar. Este proyecto utilizará nuevas tecnologías limpias para resolver el problema del aumento de las fuentes de desechos y, hasta cierto punto, reducir el impacto negativo del mercado de Laykakota en la región, mejorando así la salud y el nivel de vida de la comunidad y las personas.

El desarrollo de este trabajo de investigación es importante ya que en el mercado Laykakota los problemas medioambientales pueden verse agudizados por un tratamiento inadecuado de los residuos generados, que se ha descuidado, sobre todo por la gran cantidad de residuos orgánicos que pueden tener un impacto negativo en el medio ambiente.

La importancia de implementar este proyecto es mejorar la gestión de residuos en el mercado de Laykakota e invertir más tiempo y esfuerzo en la cultura ambiental para que, a través de una gestión adecuada, se pueda lograr un mayor control de residuos, ingresos y costos para reducir los costos y gastos de limpieza. Obtenga ingresos reciclando ciertos sólidos.

El proyecto también es significativo porque, cuando se aplica a la gestión de residuos sólidos, los residuos pueden reducirse en la fuente, reciclarse y clasificarse por tipo de residuo, lo que puede facilitar la disposición final e implementar el relleno sanitario a menores costos.

Finalmente, la importancia de realizar esta investigación no es solo a nivel local en la ciudad de Puno, sino también a nivel regional, ya que el impacto de esta propuesta replicaría no solo al mercado Laykakota, sino también a otros centros de abastos



similares, esto no sólo genera ingresos a los centros de abastecimiento, sino que también reduce la generación de residuos y su reciclaje.

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. Objetivo general

- Proponer un plan de manejo de residuos sólidos generados por el mercado Laykakota de la ciudad de Puno.

1.5.2. Objetivos específicos

- Determinar la composición y generación diaria de residuos sólidos generados por el mercado Laykakota.
- Establecer un programa de educación ambiental para el cambio de cultura de los comerciantes del mercado Laykakota.
- Proponer un modelo de relleno sanitario para los residuos sólidos generados por el mercado Laykakota de la ciudad de Puno.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. RESIDUOS SÓLIDOS

Según la Ley N^a 27314 (MINAM, 2021), los residuos sólidos son una sustancia, producto o subproducto en estado sólido o semisólido que debe ser eliminado o eliminado por un productor debido a requisitos regulatorios nacionales o riesgos para la salud o el medio ambiente. Los objetivos de la gestión a través del sistema podrán incluir las siguientes operaciones o procesos: Minimización, separación en origen, reutilización, almacenamiento, recogida, venta, transporte, procesamiento, transferencia y finalización de residuos.

2.1.1. Clasificación de los residuos sólidos

2.1.1.1. Por su naturaleza

A. Orgánicos:

Según la OEFA-2020, son residuos de origen biológico (vegetal o animal), que se descomponen naturalmente, generando gases (dióxido de carbono y metano, entre otros) y lixiviados en los lugares de tratamiento y disposición final que, mediante un tratamiento y disposición final que, mediante un tratamiento adecuado, pueden reaprovecharse como mejoradores de suelo y fertilizantes (compost, humus, abono, entre otros).

B. Inorgánicos:

Según la OEFA, son residuos de origen mineral o producido industrialmente que no se degradan con facilidad. Sin embargo, se puede reutilizar mediante un proceso de reciclaje.

2.1.1.2. Por su origen

A. Residuos comerciales:

Son productos y servicios producidos en establecimientos comerciales tales como centros de abastecimiento de alimentos, restaurantes, supermercados, tiendas, bares, bancos, centros de convenciones y entretenimiento, lugares de trabajo en general y otras actividades comerciales y laborales similares. Estos residuos se componen principalmente de papel, plástico, envases diversos, productos de cuidado personal, latas y otros artículos similares (MINAM, 2021).

Tabla 1

Composición física de residuos sólidos comerciales

Materiales	Porcentaje %
Residuos compostificables	45,76
Materia orgánica	45,76
Residuos comerciales reciclables inorgánicos	39,64
Papel	18,6
Plástico PET	5,34
Plástico duro	0,8
Vidrio	1,81
Cartón	11,36
Metales ferrosos	1,73
Residuos reciclables inorgánicos No comerciales	6,39
Tetrapak	0,39
Papel periódico	3,89
Telas, textiles	2,11
Residuos no reciclables	5,23
Bolsas de despacho, envoltura de alimentos y otros similares	1,23

Nota: Estudio de caracterización física de residuos sólidos en el distrito de Puno (2013).

B. Residuos de limpieza de espacios públicos:



Son aquellos residuos generados por los servicios de barrido y limpieza de pistas, veredas, plazas, parques y otras áreas públicas, independientemente del proceso de limpieza utilizado (MINAM, 2021).

C. Establecimiento de atención de salud:

Son aquellos residuos generados en el proceso y en las actividades para la atención e investigación médica en establecimientos como: hospitales, clínicas, centro y puestos de salud, laboratorios clínicos, consultorios, entre otros afines. Estos residuos se caracterizan por estar contaminados con agentes infecciosos o que pueden contener altas concentraciones de microorganismos que son de potencial peligro, tales como: agujas hipodérmicas, gasas, algodones, medios de cultivo, órganos patológicos, restos de comida, papeles, embalajes, material de laboratorio, entre otros (MINAM, 2021).

D. Residuos industriales:

Son aquellos residuos generados en las actividades de las diversas ramas industriales, tales como: manufacturera, minera, química, energética, pesquera y otras similares. Estos residuos se presentan como: lodos, cenizas, escorias metálicas, vidrios, plásticos, papel, cartón, madera, fibras, que generalmente se encuentran mezclados con sustancias alcalinas o ácidas, aceites pesados, entre otros, incluyendo en general los residuos considerados peligrosos (MINAM, 2021).



E. Residuos agropecuarios:

Son aquellos residuos generados en el desarrollo de las actividades agrícolas y pecuarias. Estos residuos incluyen los envases de fertilizantes, plaguicidas, agroquímicos diversos, entre otros (MINAM, 2021).

F. Residuos de instalaciones o actividades especiales

Son aquellos residuos sólidos generados en infraestructuras normalmente de gran dimensión, complejidad y de riesgo en su operación, con el objeto de prestar ciertos servicios públicos o privados, tales como: plantas de tratamiento de agua para consumo humano o de aguas residuales, puertos, aeropuertos, terminales terrestres, instalaciones navieras y militares, entre otras; o de aquellas actividades públicas o privadas que movilizan recursos humanos, equipos o infraestructuras, en forma eventual, como conciertos musicales, campañas sanitarias u otras similares (MINAM, 2021).

G. Residuos domiciliarios:

Según la Ley N^a 27314 (MINAM, 2021), los define como residuos generados durante las actividades del hogar, esto incluye restos de comida, periódicos, revistas, botellas, envases en general, latas, cartones, pañales desechables, restos de productos de cuidado personal y artículos similares. A continuación, en la tabla 2 se detalla ejemplos de diferentes tipos de residuos sólidos domiciliarios:

Tabla 2

Residuos sólidos domiciliarios

Tipos	Ejemplo
Orgánico	Restos putrescibles, como restos vegetales, provenientes generalmente de la cocina, como: cáscaras de frutas y verduras. También los excrementos de animales menores.
Papel	Hojas de cuaderno, revistas, periódicos, libros.
Cartón	Cajas que sean gruesas o delgadas
Plásticos	Existen una gran diversidad de plásticos, los cuales se encuentran agrupados en siete tipos: <ul style="list-style-type: none">❖ PET (Polietileno tereftalato): botellas transparentes de gaseosas, cosméticos, empaques de electrónicos.❖ HDPE o PEAD (Polietileno de alta densidad): botellas de champú, botellas de yogurt, baldes de pintura, botellas de bolsas de electrónicos, jabs de cerveza, bateas y tinas.❖ PVC (Cloruro de polivinilo): tubos, botellas de aceites, aislantes eléctricos, pelotas, suelas de zapatillas, botas, etc.❖ LDPE-PEDBD (Polietileno de baja densidad): bolsas, botellas de jarabes y pomos de cremas, bolsas de suero, bolsas de leche, etiquetas de gaseosas, bateas y tinas, etc.❖ PS (Poliestireno): juguetes, jeringas, cucharitas transparentes, vasos de Tecnopor, cuchillas de afeitar, platos descartables (blancos y quebradizos), etc.❖ PP (Polipropileno): empaques de alimentos (fideos y galletas), tapas para baldes de pintura, tapas de gaseosas, estuches negros de discos compactos, etc.❖ ABS (Poliuretano, policarbonato, poliamida): discos compactos, baquelita, micas, carcazas electrónicas (computadoras y celulares), juguetes, piezas de acabado en muebles, etc.
Fill	Envolturas de snack, golosinas
Vidrio	Botellas transparentes, ámbar, verde y azul, vidrio de ventanas
Metal	Hojalatas, tarros de leche, aparatos de hierro y acero
Textil	Restos de tela, prendas de vestir, etc.
Cuero	Zapatos, carteras, sacos
Tetra pack	Envases de jugos, leches y otros
Inertes	Tierra, piedra, restos de reconstrucción
Residuos de baño	Papel higiénico, pañales, toallas higiénicas
Pilas y baterías	De artefactos, juguetes y vehículos. Etc.

Nota: OEFA (2020)

2.1.1.3. Por su gestión

A. Residuos de gestión municipal:

Según la OEFA - 2020, son aquellos generados en domicilios, comercios y por actividades que generan residuos similares a estos, cuya gestión ha sido encomendada a las municipalidades desde el momento en que el generador los entrega a los operarios de la entidad responsable de la prestación del servicio, o cuando los dispone en el lugar establecido por



dicha entidad para su recolección. El almacenamiento final de los residuos de las áreas de gobierno local se realiza en rellenos sanitarios.

B. Residuos de gestión no municipal:

Según la OEFA - 2020, Son residuos generados a partir de procesos y actividades que no están dentro del alcance de la responsabilidad del gobierno local, la disposición final se realizará en un vertedero seguro. Existen dos tipos de vertederos seguros: vertederos seguros para residuos peligrosos y vertederos seguros para residuos no peligrosos.

2.1.2. Propiedades físicas

Las principales propiedades físicas son: Contenido de humedad, volumen, gravedad específica:

2.1.2.1. Contenido de humedad

Para el cálculo del contenido de humedad de los residuos sólidos, se ha utilizado el método peso-húmedo y la siguiente ecuación: (Tchobanoglous et al., 1997).

$$M = \frac{w - d}{w} * 100$$

Dónde:

M = Contenido de humedad en porcentaje

w = Peso inicial de la muestra

d = Peso de la muestra después de secarse



El contenido de humedad de los residuos sólidos emplazados en el vertedero da origen a la generación de lixiviados, los que se ven incrementados en época de avenidas; dichos lixiviados al no ser tratados producen contaminación en los cuerpos de agua subterráneos y superficiales, y en los suelos.

2.1.2.2. Volumen

La cantidad total de residuos sólidos generados en el mercado Laykakota de la ciudad de Puno permite diseñar la infraestructura necesaria para su disposición final y calcular su vida útil.

2.1.2.3. Densidad

Teniendo en cuenta el peso total de los residuos sólidos y el volumen calculado, se calcula la densidad de los residuos sólidos como recogidos: (Tchobanoglous et al., 1997).

$$\rho \text{ (densidad)} = \frac{\text{Masa (kg)}}{\text{Volumen (m}^3\text{)}}$$

2.1.3. Propiedades químicas

La información acerca de la composición química de los componentes que forman los residuos sólidos es importante para estimar futuras opciones de tratamiento y recuperación.

2.1.3.1. Composición química

Se definen las fórmulas químicas empíricas del total de generación con las fórmulas químicas que a continuación se detallan (Tchobanoglous et al., 1997).



Fórmulas químicas empíricas del total de residuos sólidos generados

- *Fórmulas químicas sin azufre:*

Sin agua: $C_{49}H_{79}O_{21}N$

Con agua: $C_{49}H_{185}O_{75}N$

- *Fórmulas químicas con azufre:*

Sin agua: $C_{586}H_{934}O_{248}N_{12}S$

Con agua: $C_{586}H_{2194}O_{885}N_{12}S$

Fórmulas químicas empíricas de la fracción orgánica

- *Fórmulas químicas sin azufre:*

Sin agua: $C_{20}H_{31}O_{10}N$

Con agua: $C_{20}H_{78}O_{34}N$

- *Fórmulas químicas con azufre:*

Sin agua: $C_{291}H_{445}O_{143}N_{0,7}S_{14}$

Con agua: $C_{291}H_{1124}O_{486}N_{0,7}S_{14}$

2.1.4. Gestión de residuos sólidos

“Son bastantes los problemas ambientales que existen en el mundo, pero uno de los más evidentes, tanto en sus causas como en sus posibilidades de solución, es el manejo de los residuos sólidos. Los residuos sólidos pueden contener sustancias orgánicas e inorgánicas perjudiciales para la salud humana, y para el ambiente natural” (Contreras *et al*, 2016). En la actualidad muchos sectores empresariales y sociales realizan incorrectamente el desecho de los residuos sólidos, entonces los procesos de descomposición no se dan de forma saludable para el entorno y por otro lado tampoco se considera la reutilización de residuos



que se pueden reordenar en un nuevo producto; es así que la manipulación de residuos desde una perspectiva general es carente.

“Por tal motivo se hace evidente realizar un tratamiento adecuado de éstos. La gestión de residuos sólidos puede ser definida como la disciplina asociada al control de generación, almacenamiento, recolección, transferencia y transporte, procesamiento y evacuación de residuos sólidos de una forma que armoniza con los mejores principios de la salud pública, de la economía, de la ingeniería, de la conservación, de la estética, y de otras consideraciones ambientales, y que también responde a las expectativas públicas” (Contreras *et al*, 2016). De otro modo, la calidad de los residuos sólidos asegura que la gestión de los residuos sólidos no ayuda a tener un apropiado manejo, por lo tanto, es necesariamente aplicarlo en todas las municipalidades.

Dentro de su ámbito, la gestión de residuos sólidos incluye todas las funciones administrativas, financieras, legales, de planeación y de ingeniería involucradas en las soluciones de todos los problemas de los residuos sólidos. Los problemas asociados a la gestión de residuos sólidos en la sociedad actual son complejos, por la cantidad y naturaleza diversa de estos, por el desarrollo de zonas urbanas dispersas, por los impactos de la tecnología y por las limitaciones emergentes de energía y materias primas. En consecuencia, si la gestión de residuos sólidos hay que realizarla de una forma eficaz y ordenada, las relaciones y los aspectos fundamentales implicados debe ser identificados y ajustados para la uniformidad de los datos y comprendidos claramente” (Contreras *et al*, 2016). En este sentido se puede interpretar que, en los campos laborales, académicos y personales se encuentran los desechos de residuos como uno de los procesos de funcionamiento de las actividades, desde la forma de como desechan el papel de



las oficinas, hasta el proceso de tratamiento de los restos de minería. Es así, que dentro de estos aspectos se encuentran algunas situaciones ideológicas que impiden que se dé la calidad de los residuos en diferentes situaciones y lugares, por ejemplo: la percepción de tirar la basura a un mismo tacho es una realidad promedio, ya que las personas desconocen que se debe de clasificar los residuos al momento de desecharlos, debido a que el tratamiento para el papel, metal, plástico e inclusive desechos biológicos, es diferente para cada caso, perdiendo la oportunidad de enfocar su descarte a una actividad de reutilización. Por lo tanto, las personas deben de conocer cuáles son sus taras en relación con este tema y modificar sus conductas, orientándose a formas efectivas de la gestión de residuos y apartamiento de prejuicios sociales en este tema.

2.1.5. Operaciones de residuos sólidos

Según del decreto legislativo N° 1501 de la ley N°1278, nos dice “El manejo de los residuos sólidos comprende las siguiente operaciones”.

- a. Segregación
- b. Barrido y limpieza de espacios públicos
- c. Recolección selectiva
- d. Transporte
- e. Almacenamiento
- f. Acondicionamiento
- g. Valorización
- h. Transferencia
- i. Tratamiento
- j. Disposición final



a. Segregación en la fuente:

Según el Art. 34: La segregación de residuos de gestión municipal y no municipal es obligatoria y debe realizarse en la fuente de generación.

Los generadores de residuos no municipales se encuentran obligados a entregar los residuos debidamente segregados en la fuente, a los operadores de residuos sólidos debidamente autorizados; así como a las asociaciones de recicladores formalizadas, siempre que se trate de residuos sólidos similares a los municipales” (D.L. N° 1278 Modificado por el D.L. N° 1501, Diario oficial el Peruano - 2020). De esta manera se entiende que aquellos que desechen los residuos según la actividad económica que realicen, deben hacerlo pensando en los lineamientos de reciclaje, separación de desechos según su constitución a nivel material; también teniendo en cuenta que las personas a cargo de esta función deben de contar con la capacitación pertinente de lo ya mencionado.

Tabla 3

Los generadores de residuos no municipales y municipales.

Generadores de residuos no municipales	Generador de residuos sólidos municipales
Los productores deberán entregar los residuos debidamente separados y/o almacenados a un operador autorizado para su posterior acondicionamiento, valorización o disposición final. Esto quiere decir que, al finalizar la actividad, la persona que es especialista en la segregación de desechos de la unidad productora debe de entregar al recolector los residuos previamente separados por clase y biotipo, como por ejm. agrupar los derivados de papel, plástico, metal, etc.	El generador de residuos municipales está obligado a separar y entregar los residuos, debidamente clasificados para facilitar su aprovechamiento. Los gobiernos locales deben utilizar medios legales para determinar los criterios de separación. Los municipios que no cuentan con un documento legal que establezca normas para la separación en fuente deben aprobarlos dentro del año siguiente a la entrada en vigor de la norma. Es así, que se interpreta que los recolectores municipales deben de agrupar los residuos totales resultantes de su función, para luego tratar de maximizar su utilidad mediante el reciclaje como el aprovechamiento del cartón, las botellas de plástico, papel, entre otros. Esta separación se da conforme a lo indicado por la normatividad e instituciones pertinentes en la conservación del medio ambiente.

Nota: Datos obtenidos de Decreto Legislativo 1278 de Gestión Integral de Residuos Sólidos, Diario Oficial el Peruano-2016

b. Barrido y limpieza de espacios públicos:

Según el Art. 35-A: “La operación de barrido y limpieza tiene por finalidad que los espacios públicos que incluyen vías, plazas y demás áreas públicas, tanto en el ámbito urbano como rural, queden libre de residuos sólidos. Para esto se recurre a elementos humanos que realicen esta acción usando los protocolos de protección adecuados en los distintos lugares mencionados. Esta operación se desarrolla en dos componentes principales: barrido en vías públicas y limpieza en espacios públicos. Como parte de la limpieza en espacios públicos se desarrolla el



almacenamiento, el cual consiste en acumular de manera temporal los residuos sólidos, mediante un equipamiento técnicamente dimensionado y diseñado, el cual está comprendido por papeleras y contenedores. Dicho almacenamiento se constituye como almacenamiento primario. En otras palabras, el primero de los pasos para el barrido público es la recolección en vías colectivas por donde la gente se moviliza, tarea en la que los encarados custodian los residuos en el contenedor hasta que llegan a la unidad general de recolección, cabe resaltar que cada utensilio para esta tarea tienen una ingeniería para soportar el almacenamiento temporal de los residuos pudiéndolos separar, y filtrar algunos aspectos perjudiciales como el olor o inclusive aquellos desechos que pueden causar daño directo como vidrios rotos. El almacenamiento de residuos municipales y no municipales deben cumplir con la norma técnica peruana NTP 900.058.2019 Gestión de Residuos. Código de colores para el almacenamiento de residuos sólidos, o su versión actualizada. (D.L. N° 1278 Modificado por el D.L. N° 1501, Diario oficial el Peruano - 2020).

c. Recolección selectiva:

“Acción que comprende tomar los residuos de los sitios de almacenamiento para depositarlos dentro de los equipos destinados a conducirlos a los sitios de transferencia, tratamiento y disposición final. La recolección también puede ser entendida como el acto de transferir los residuos sólidos desde los lugares de almacenamiento en las inmediaciones de la vivienda hasta el vehículo de recolección” (Cohaila A. y Anco B., 2019). Esto quiere decir que forma parte del inicio de la gestión de residuos y está a cargo de los recolectores municipales que, en combinación con los



generadores, existe un lugar donde dejar la basura personal de forma clasificada, es ahí que los recolectores se la lleva a lugares de acopio, agrupándola por composición material, en lo que se denominan vehículos de recolección, desde un sentido básico y cotidiano estos podrían ser compactadoras de basura.

d. Transporte:

“Concluida la etapa de recolección, los residuos recolectados deben ser trasladados hasta una planta de tratamiento o el lugar de disposición final. El traslado se puede realizar en forma directa o a través de una planta de transferencia” (Cajusol O., 2019). Dado la naturaleza de los residuos, el transporte será diferenciado ya que, si estos requieren de un tratamiento especial, entonces pasarán por plantas de proceso, necesarias para su gestión; de lo contrario si son desechos de carácter básico, entonces pueden llegar a la planta final de desecho.

e. Almacenamiento:

“El almacenamiento consiste en la acción de retener temporalmente los residuos sólidos, en tanto se recolectan para su posterior transporte a los puntos de transferencia, tratamiento o disposición final. En esta fase intermedia, el usuario almacena los residuos sólidos al interior de sus domicilios o centros de comercio haciendo uso de depósitos que no se encuentran normados” (Decreto Legislativo 1278 de Gestión Integral de Residuos Sólidos, Diario Oficial el Peruano-2016), de otra forma, este aspecto puede acontecer en una situación, la cual se presenta dentro de la organización o lugar donde se generen los desechos sea en las casas, oficinas, mercados, malls, etc. y son de carácter temporal es decir, hasta



cuando son recogidos y almacenados por los recolectores de forma temporal hasta que el transporte de la locación final de tratamiento.

f. Acondicionamiento:

Según el Art. 36-A: Consiste en la transformación física que permite y/o facilita la valorización de los residuos, la que se puede efectuar a través de actividades de segregación, almacenamiento, limpieza, trituración o molido, compactación física y empaque o embalaje, entre otros. Dichas actividades se realizan en áreas de acondicionamiento, considerando las características y naturaleza de dichos residuos. Las condiciones para la implementación y funcionamiento de estas áreas son establecidas en el Reglamento del presente Decreto Legislativo N° 1501, que modifica el decreto legislativo N° 1278, que aprueba la ley de gestión integral de residuos sólidos. Asimismo, la operación de acondicionamiento puede realizarse en infraestructuras de valorización, a fin de facilitar el posterior aprovechamiento de los residuos” (D.L. N° 1278 Modificado por el D.L. N° 1501, Diario oficial el Peruano - 2020), dicho de diferente forma, luego de que los residuos se almacenan, estos se clasifican para que puedan ser procesados según su nivel de utilidad, desde los que terminan como residuos inservibles, hasta los que se les puede dar un nuevo valor a través de procesos como la trituración, el molido, la función, etc. para su posterior reformación. A lo mencionado se le denomina acondicionamiento que, según lo planteado por la ley, permite la reutilización de las materias en pro del reciclaje y del medio ambiente, dando un correcto valor a lo que se procesa y cambiando la idea de que no todos los residuos carecen de utilidad o reutilización para otros productos.



g. Valorización:

Según el Art. 37: “Valorización constituye la alternativa de gestión y manejo que debe priorizarse frente a la disposición final de los residuos. Dicha operación consiste en la transformación química y/o biológica de los residuos sólidos, para constituirse, de manera total o parcia, como insumos, materiales o recursos en los diversos procesos; así como en la recuperación de componentes o materiales, establecida en la normativa. La valorización se realiza en infraestructuras adecuadas y autorizadas para tal fin. Las actividades de valorización que se realizan de forma complementaria a las instalaciones industriales, productivas o de servicio, áreas de la concesión o lote de un titular de proyecto cuya actividad principal es la productiva o industrial, no constituyen infraestructuras de valorización. Las operaciones descritas como formas de valorización material, a las que se refiere al art 48 de la presente ley, se encuentran sujetas a lo establecido en su reglamento” (D.L. N° 1278 Modificado por el D.L. N° 1501, Diario oficial el Peruano - 2020).

h. Transferencia:

“La planta de transferencia es una infraestructura mediante la cual los vehículos menores (compactadoras o vehículos con sistema de volteo hidráulico) trasladan los residuos a vehículos de mayor dimensión, los cuales llevarán la carga hasta la planta de tratamiento o el lugar de disposición final” (Cajusol O., 2019).



i. Tratamiento:

“Se entiende por tratamiento, según lo señalado en la décima disposición final de la Ley de Residuos Sólidos, N° 1278 a procesos, métodos o técnicas empleadas para cambiar las características físicas, químicas o biológicas y así disminuir o eliminar el impacto negativo sobre el medio ambiente” (Decreto Legislativo 1278 de Gestión Integral de Residuos Sólidos, Diario Oficial el Peruano - 2016). Se entiende que en esta etapa de la calidad de los residuos se hace relevante el impacto del manejo y reutilización de los residuos se hace relevante el impacto del manejo y reutilización de los residuos en el entorno natural, por esto se establece una normativa para el tratamiento la cual indica que debe existir un proceso técnico y científico que analice las principales atribuciones de los residuos y posibilidad de reciclaje.

En el mundo existen “muchos tipos de infraestructuras encargadas del tratamiento de residuos sólidos, realizando actividades como incineración, compostaje, separación mecánica, producción de energía eléctrica, producción de biogás, calor, etc. En Perú, hay poca experiencia sobre cómo reducir este volumen de residuos sólidos. La opción de disposición final a través de un relleno sanitario es la más económica en comparación con otros sistemas de disposición”. Bajo la perspectiva nacional, se identifican limitantes relacionados a la tecnología y los recursos económicos para los procesos de tratamiento de residuos de mayor complejidad, a pesar de lo mencionado, si existen algunas organizaciones que se dedican al procesamiento del plástico para la elaboración de nuevos productos a base de este material, sin embargo a



nivel industrial se descarta por incapacidad las opciones como: el compostaje masivo, la generación de energía a partir del metano desprendido por los residuos orgánicos, la reutilización de textiles de fibra natural, etc. Esto origina pocas soluciones al momento de evacuar los residuos sólidos en rellenos sanitarios.

j. Disposición final:

Según la Ley General de Residuos Sólidos N°1278, define la disposición final como “El conjunto de procesos u operaciones comprendidas para tratar y depositar los residuos sólidos en la última etapa”. Esto se interpreta como el ingreso al proceso final de la calidad de los desechos, el cual es el resultado de varias etapas de almacenamiento, transporte, valorización, entre otros.

El ciclo final de procesamiento de los residuos incluye un adecuado tratamiento final en lugares especialmente diseñados para tal fin, cumpliendo determinadas especificaciones y reglamentos. Para los diferentes centros de abastecimiento a nivel nacional, la alternativa económica y tecnológicamente más recomendada es el uso de rellenos sanitarios. En la práctica, sin embargo, la mayoría de los municipios del país solo tienen rellenos sanitarios. Dentro de la realidad peruana, la mayor cantidad de residuos sólidos, son depositados bajo el método de rellenos sanitarios, es por esto que estos lugares son considerados como el depósito final de tales desechos; para las municipalidades es más rentable hacerlo así, ya que no se excede de los recursos económicos disponibles y tampoco demanda requerimientos en relación a las altas tecnológicas.



Conceptualiza como botaderos como el área no adecuada de residuos sólidos, pudiendo ser terrenos baldíos, áreas públicas o privadas con características urbanas o rurales. Además, estos lugares no cuentan con medidas de protección sanitaria, siendo focos de riesgo ambiental y de peligro para la salud de la población. Los botaderos son áreas que no cuentan con autorización municipalidad” (Cohaila A. y Anco B., 2019). En otras palabras, a diferencia de los rellenos sanitarios, algunos individuos desechan sus residuos en lo que comúnmente se llaman botaderos, las características de estos dos lugares difieren, ya que el primero de ellos no se encuentra lo suficientemente alejado de la ciudad y tampoco cuenta con las medidas sanitarias requeridas para su existencia, originando focos de infección e insalubridad para las personas. Un punto que es importante hacer relevante es que estos existen en diversas partes del Perú a pesar de que por normatividad están prohibidos.

2.2. MARCO LEGAL

2.2.1. Ley General del Ambiente

Según la Ley N° 28611 (2005), el artículo 1 de los Derechos y Deberes Fundamentales, establece:

“Toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, asegurando particularmente la salud de las personas en forma individual y colectiva, la conservación de la diversidad biológica, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el desarrollo sostenible del



país”. De manera interpretativa, la calidad de residuos nace a partir del derecho humano de la preservación de la salud, por lo tanto, se identifica como riesgo la mala gestión de los desechos; en tal sentido en base al progreso de la sociedad y de los aspectos biológicos, nace el respaldo legal para que las personas acepten sus derechos a un ambiente limpio y saludable, así como también, el deber que tienen como generadores de desechos para poder ordenarlos como es debido.

En el art. 119 – Del manejo de residuos sólidos

“La gestión de los residuos sólidos de origen comercial, son de responsabilidad de los gobiernos locales. Por ley se establece el régimen de gestión y manejo de los residuos sólidos municipales”. En el mismo sentido existe una normatividad que regula la calidad de los residuos mediante organizaciones de orden público, donde se involucra el compromiso de las instituciones privadas que actúan como entes generadores de residuos.

2.2.2. Ley Orgánica de Municipalidades – Ley N° 27972

Esta normativa, consta de competencias de las municipalidades en la gestión de residuos sólidos, estableciendo sus responsabilidades en el control, regulación y disposición final en la jurisdicción. En esta ley se da a conocer que el gobierno otorga la responsabilidad y potestad a las municipalidades, la tarea del recojo de basura, además de las diferentes tareas que involucran la clasificación de los residuos y el destino final de estos.

2.2.3. D.L. N° 1278 Ley de Gestión de Residuos Sólidos

“Regula la gestión integral de residuos para maximizar el uso de los residuos, manejo de estos y su regulación de gestión para poder minimizar la generación en la fuente de estos residuos, poder darle una nueva valorización,



adecuada disposición en la fuente de estos residuos, poder darle una nueva valorización, adecuada disposición final y lograr la sostenibilidad (D.L. N°1278 Modificado por el D.L. N° 1501 - 2020)”. De esta forma se puede reorientar el uso de los residuos para la obtención de un nuevo producto final, entonces los residuos pasarán por un proceso donde se identifiquen aquellos aspectos que puedan perjudicar al medio ambiente y también los asuntos favorables relacionados a la clasificación y tratamiento de residuos.

2.2.4. Política Nacional del Ambiente D.S. N° 012-2009 MINAM

Referente a los residuos sólidos, estableciendo lineamientos para la inversión privada y pública para mejorar la recolección, reciclaje, disposición final y el diseño de infraestructura, además de formalizar a los segregadores. Se sabe que existen presupuestos destinados al tratamiento de los residuos y el cuidado del medio ambiente mediante la regulación de los desechos, por ello, algunas municipalidades tienen programas de reciclaje y también campañas de separación de los desechos según su composición, desde elementos totalmente sintéticos hasta los desechos que pueden sufrir una descomposición natural.

2.2.5. Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos PLANRES

Con el objetivo de reducir la producción de residuos sólidos y delimitar riesgos ambientales y sanitarios, incluyendo programas ambientales de educación y participación de los habitantes del entorno y poder minimizar la generación de residuos sólidos y así reutilizarlos. Una de las tareas de la normatividad en cuanto a los residuos sólidos, también es la de inculcar a las personas a dejar de utilizar algunos elementos como los empaques de plásticos o Tecnopor, además de



involucrarlos para que su conducta tenga un impacto favorable en la realidad del medio ambiente a través del reciclaje y la clasificación.

2.2.6. Guía para la caracterización de residuos municipales

Se caracteriza los residuos sólidos a través del estudio (EC-RSM) que permitirá precisar: “La generación de residuos sólidos por cada habitante por día o generación per cápita (GPC), el cual es un dato comparable entre diferentes ámbitos de estudios. La generación total del municipio en función a la cantidad de habitantes. La densidad que permite dimensionar diversos sistemas de almacenaje, transporte y disposición final. La composición por tipo de residuos que permite recomendar diversos tipos de intervención como la valorización orgánica o inorgánica. El contenido de humedad, que permitirá aprobar o descartar ciertas tecnologías a aplicar para la disposición final”. En otras palabras, este documento es de utilidad para poder aproximar la cantidad de residuos que se reciben por municipio, donde se estiman datos según la demografía de la población estudiada. De esta manera, un municipio puede calcular cuántos recursos puede invertir en una actividad y cuánto tiempo puede llevarla a cabo, y estas aproximaciones indican el avance del tema, también se puede utilizar como indicador y comparar con otros municipios donde se vive situaciones similares.

2.2.7. Norma Técnica Peruana NTP 900.058.2019

“Esta norma especifica los colores a utilizar para el adecuado almacenamiento de residuos sólidos provenientes de áreas controladas municipales y no municipales” (INACAL, NTP 900.58.2019 Gestión de residuos – Código de colores para el almacenamiento de residuos sólidos - 2019). Este aspecto es útil en situaciones cotidianas, como la identificación de contenedores



codificados por colores para objetos sólidos como papel y derivados, metales y artefactos biológicos con cuadrados, y la presencia de contenedores negros, como en los centros de salud distritales reconocido por Esto indica que los residuos son extremadamente peligrosos.

2.3. RELLENO SANITARIO

De acuerdo con el Reglamento N°27314 de la Ley General de Residuos Sólidos, existe la necesidad de una infraestructura de tratamiento de residuos operativa y adecuadamente equipada que permita el tratamiento sanitario y ambientalmente amigable de los residuos sólidos.

El relleno sanitario es una tecnología para la disposición final de residuos sólidos en la tierra sin afectar ni poner en peligro la salud o seguridad pública. Además, no causa ningún daño al medio ambiente durante o después de su funcionamiento. Esta tecnología utiliza principios de ingeniería para confinar los residuos en el área más pequeña posible, que se cubre con una capa de tierra cada día y se compacta para reducir su volumen. Además, se esperan problemas con la generación de líquidos y gases por la descomposición de la materia orgánica.

En la actualidad el relleno sanitario moderno se refiere a una instalación diseñada y operada como una obra de saneamiento básico, que cuenta con elementos de control lo suficientemente seguros y cuyo éxito radica en la adecuada selección del sitio, en su diseño y, por supuesto, en su óptima operación y control (Jaramillo, 2002).

2.3.1. Tipos de Relleno Sanitario

En relación con la disposición final de RSM, se podría proponer tres tipos de rellenos sanitarios, a saber:



2.3.1.1. Relleno Sanitario Mecanizado

Este vertedero mecanizado está diseñado para grandes ciudades y pueblos que generan más de 40 toneladas de residuos al día. Por sus requerimientos, este es un proyecto de ingeniería bastante complejo que va más allá de la operación de equipos pesados. Este último se refiere a la cantidad y tipo de residuos, la planificación, la selección del sitio, la ampliación del terreno, el diseño e implementación de vertederos y la infraestructura necesaria tanto para la recepción de residuos como para la gestión operativa, el importe y gestión de los costes de inversión y operación y mantenimiento.

Además de los compactadores de basura, este tipo de trabajo en los vertederos requiere el uso de equipos especiales de movimiento de tierras, como tractores de orugas, retroexcavadoras, cargadores y camiones volquete.

2.3.1.2. Relleno Sanitario Semimecanizado

Cuando se generen entre 16 y 40 toneladas de residuos domiciliarios o deban eliminarse en un vertedero, subsidiar la mano de obra para compactar los residuos, estabilizar el terraplén y alargar su vida útil. Se recomienda el uso de equipo pesado conveniente para llenar. En tales casos, los tractores agrícolas con palas y palas o rodillos de remoción o compactación pueden ser equipos adecuados para operar este llenado *semimecanizado*.



2.3.1.3. Relleno Sanitario Manual

Adapta el concepto de relleno sanitario para la cantidad y tipo de residuos que se generan menos de 15 toneladas diarias y para el reducido número de personas cuya situación económica no permite el uso de maquinaria pesada debido a los altos costos de disposición de los residuos.

El término manual se refiere a que la compactación y contención de residuos se puede realizar con la asistencia de un equipo de hombres y el uso de varias herramientas.

2.3.2. Métodos de Construcción de un Relleno Sanitario

La construcción y posterior funcionamiento de un vertedero está determinada principalmente por la topografía del lugar, pero también por el tipo de suelo y la profundidad del nivel freático. Existen dos maneras básicas de construir un relleno sanitario (Jaramillo, 2002).

2.3.2.1. Método de Trinchera o Zanja

Este método se utiliza en las zonas planas y reside en cavar periódicamente zanjas de 2 a 3 metros de profundidad con excavadoras o tractores de orugas. Hay experiencias de excavación de trincheras de hasta de 7 metros de profundidad. Los RSM se depositan y acomodan dentro de la trinchera para luego compactarlos y cubrirlos con la tierra excavada.

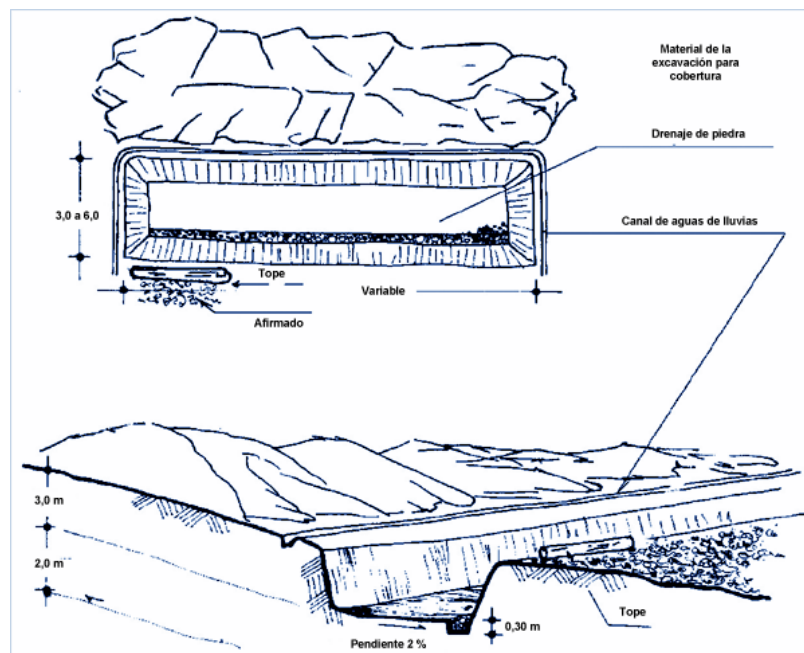
Tenga especial cuidado cuando llueve, ya que el agua puede desbordarse hacia las canaletas. Por lo tanto, se deben construir canales circundantes para capturarlos y redirigirlos, así como para proporcionar drenaje interno a las acequias. En casos extremos, incluso se puede

construir un techo encima o bombear el agua acumulada. Dependiendo del ángulo de pendiente del suelo excavado se debe cortar su pendiente o muro.

La construcción de zanjas requiere buenas condiciones tanto en términos de profundidad del nivel freático como del tipo de suelo. Las propiedades con niveles freáticos altos o propiedades que están muy cerca del suelo no son adecuadas ya que existe riesgo de contaminación del acuífero. Los terrenos rocosos tampoco los son, debido a las dificultades de excavación.

Figura 1

Método de trinchera para construir un relleno sanitario



Nota: (Jaramillo, 2002).

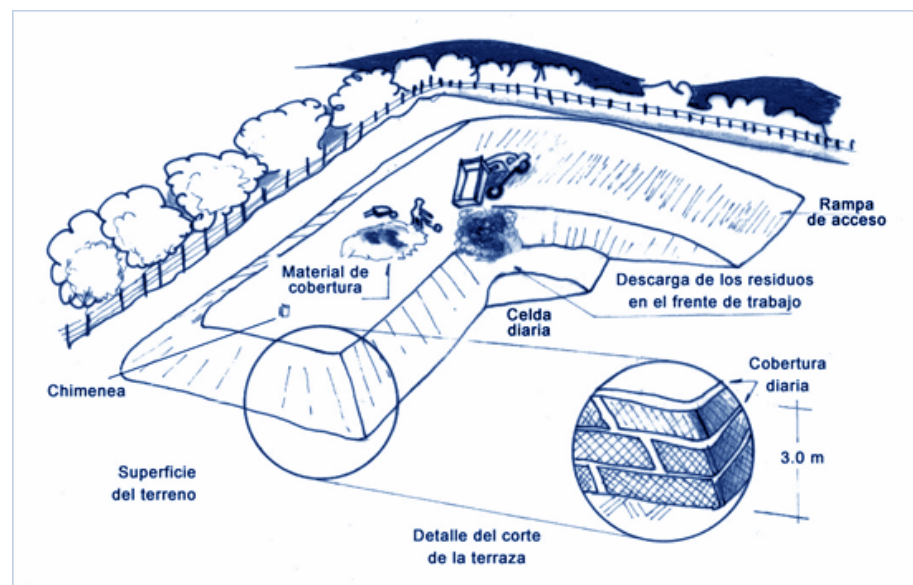
2.3.2.2. Método de área

En áreas relativamente planas donde no es posible cavar hoyos o zanjas para enterrar la basura, luego de sellar el suelo, la basura se puede

depositar directamente sobre el suelo original, el cual debe elevarse varios metros más arriba. En tales casos, el revestimiento debe transportarse desde otro lugar o, si es posible, retirarse de la capa superficial. Las fosas se construyen con una pendiente suave en el talud para evitar deslizamientos y lograr una mayor estabilidad a medida que se eleva el relleno.

Figura 2

Método de área para construir un relleno sanitario



Nota: (Jaramillo, 2002).

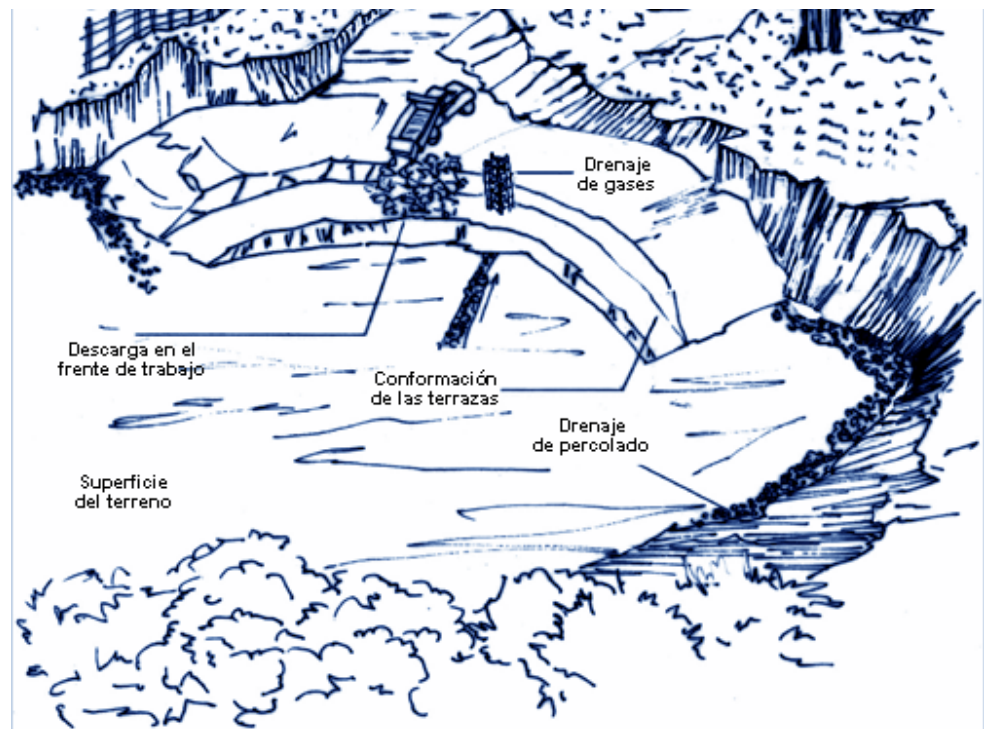
También se utiliza para rellenar depresiones naturales y canteras en desuso de varios metros de profundidad. Para evitar costes de transporte, el revestimiento se excava en la pendiente del solar o, si esto no es posible, en un lugar cercano. La operación de descarga y construcción de las celdas debe iniciarse del fondo hacia arriba.

Los vertederos se construyen mediante celdas de compactación en la pendiente natural del sitio, es decir, los residuos se vierten al pie del talud, donde diariamente se esparcen, compactan y cubren con una capa

de tierra. Se continua la operación avanzando sobre el terreno, conservando una pendiente suave de unos 18,4 a 26,5 grados en el talud, es decir, la relación vertical horizontal de 1:3 a 1:2, respectivamente, y de 1 a 2 grados en la superficie, o sea, de 2 a 3,5%.

Figura 3

Método de área para rellenar depresiones



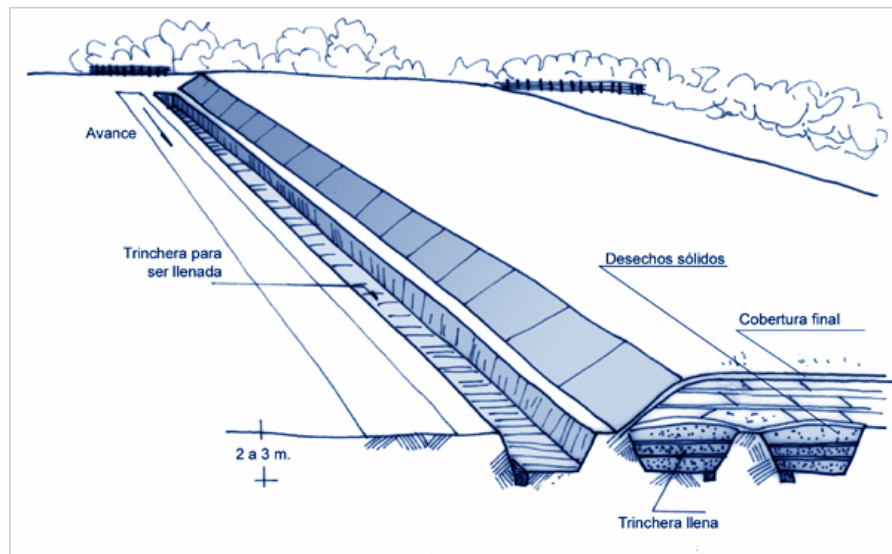
Nota: (Jaramillo, 2002).

2.3.2.3. Combinación de ambos métodos

Dado que estos dos métodos de construcción de rellenos sanitarios tienen técnicas similares de operación, es posible combinar ambos para aprovechar mejor el terreno y el material de cobertura; así como para obtener mejores resultados.

Figura 4

Combinación de ambos métodos para construir un relleno sanitario



Nota: (Jaramillo, 2002).

2.3.3. Ventajas y limitaciones de un relleno sanitario

El siguiente cuadro resume las principales ventajas y desventajas del relleno sanitario.

Tabla 4

Ventajas y limitaciones de un relleno sanitario

VENTAJAS	LIMITACIONES
1. La inversión de capital inicial sea inferior a la necesaria para establecer un tratamiento de residuos mediante plantas de incineración o compostaje.	1. Difícil adquisición de terrenos debido a la oposición de los vecinos, fenómeno conocido como NIMBY (<i>not in my back yard</i> , “no en mi patio trasero”), por diversas razones: <ul style="list-style-type: none"> • La falta de conocimiento sobre la técnica de relleno sanitario. • Se asocia el término <i>relleno sanitario</i> al de botadero a cielo abierto. • La evidente desconfianza mostrada hacia las administraciones locales que no garantizan la calidad ni sostenibilidad de la obra.
2. Bajos costos de mantenimiento y conservación en comparación con los métodos de tratamiento.	2. Un rápido proceso de urbanización que limita y encarece el poco suelo disponible, derivando en la construcción de vertederos alejados de la población.



VENTAJAS	LIMITACIONES
3. Los rellenos sanitarios son el método completo y definitivo ya que pueden albergar todo tipo de residuos domésticos.	3. Débil calidad de las operaciones de los vertederos y alto riesgo de conversión a vertederos a cielo abierto, debido principalmente a la falta de voluntad política de los gobiernos locales para invertir los recursos necesarios para garantizar una adecuada operación y mantenimiento.
4. Crear empleos para trabajadores poco calificados, que abundan en los países en desarrollo.	4. No se recomienda el uso de vertederos cerrados para la construcción de viviendas, escuelas, etc.
5. Se pueden capturar más de 500 toneladas de gas metano por día en los vertederos, lo que proporciona una fuente de energía alternativa para algunas ciudades.	5. Restricciones a la construcción de infraestructura pesada debido a hundimientos y hundimientos del terreno tras el cierre del vertedero.
6. Ubicaciones tan cercanas a áreas urbanas como lo permita el espacio disponible pueden reducir los costos de transporte y facilitar el monitoreo comunitario.	6. La supervisión del cierre de los vertederos es necesaria no sólo para controlar los impactos ambientales negativos, sino también para evitar el uso indebido de los vertederos por parte de los residentes.
7. Permitir que terrenos que se consideraban improductivos o marginales sean recuperados y utilizados para la construcción de parques, recreación y espacios verdes, etc.	7. Pueden ocurrir impactos ambientales a largo plazo si no se toman las precauciones adecuadas durante la selección del sitio y no se implementan controles para mitigarlos. Para vertederos de gran tamaño, se recomienda analizar el impacto del tránsito vehicular, especialmente los camiones que transportan residuos en las vías de acceso al sitio, los cuales generan polvo, ruido y fugitivos. Los barrios se ven afectados por los líquidos, gases y olores que pueden provenir del vertedero.
8. Los vertederos pueden funcionar en un corto período de tiempo como método de eliminación de residuos.	8. El valor del terreno que rodea el vertedero podrá disminuir.
9. Se considera flexible porque puede acomodar mayores volúmenes de desechos adicionales con sólo un pequeño aumento de personal.	9. Generalmente no se aceptan residuos peligrosos.

Nota: (Jaramillo, 2002).

2.3.4. Reacciones que se generan en un relleno sanitario

2.3.4.1. Cambios físicos y biológicos

Los residuos domésticos depositados en los vertederos presentan una serie de cambios físicos, químicos y biológicos simultáneos e interrelacionados. Estos cambios se describen a continuación a fin de dar una idea de los procesos internos que se presentan cuando los residuos son confinados (Jaramillo, 2002).

- Cambios físicos: Los principales cambios físicos son la compactación de los residuos municipales, la difusión de gases dentro y fuera del vertedero, la infiltración de agua y el movimiento de líquidos hacia el subsuelo, y la consolidación y descomposición de la materia orgánica provocada por la formación del suelo relacionado con el hundimiento.

El movimiento de gas es particularmente importante en la gestión operativa y el mantenimiento del sistema. Por ejemplo, cuando se acumula biogás, la presión interna puede provocar grietas en la cubierta, permitiendo que el agua de lluvia entre al interior del vertedero y aumentando la producción de gas y lixiviados. Esto no sólo contribuye a la progresión del hundimiento del terreno y al asentamiento desigual de la superficie del suelo, sino que también conduce a la inestabilidad de las pendientes debido al aumento del peso de los residuos.

- Reacciones químicas: Las reacciones químicas que ocurren e incluso dentro de los vertederos incluyen la disolución y suspensión de materiales y productos de transformación biológica en líquidos que pasan



a través de desechos domésticos a granel, la evaporación de compuestos químicos y agua, y la disolución y de compuestos orgánicos volátiles, reacciones redox que afectan la adsorción, deshalogenación y descomposición de compuestos orgánicos y disolución de metales y sales metálicas (La importancia de descomponer los productos orgánicos es que estos materiales pueden transportarse hacia o desde el vertedero junto con los lixiviados).

- **Reacciones biológicas:** Las principales reacciones biológicas que se producen en los vertederos son llevadas a cabo por microorganismos aeróbicos y anaeróbicos y están asociadas a la fracción orgánica contenida en los residuos domésticos. El proceso de descomposición comienza con la presencia de oxígeno (fase aeróbica). Una vez cubiertos los residuos, la actividad biológica comienza a consumir oxígeno. En esta etapa se produce principalmente dióxido de carbono. Cuando se consume oxígeno, se produce una descomposición anóxica (fase anaeróbica), que convierte la materia orgánica en dióxido de carbono, metano y trazas de amoníaco y ácido sulfúrico.

2.3.4.2. Generación de líquidos y gases

Casi todos los residuos sólidos sufren algún grado de descomposición, pero los mayores cambios ocurren en la porción orgánica. Los subproductos de la descomposición están integrados por líquidos, gases y sólidos (Jaramillo, 2002).

- **Líquido lixiviado o percolado:** La descomposición natural de la basura produce un líquido negro y maloliente conocido como



lixiviado o percolado. Es similar a las aguas residuales domésticas, pero más concentradas.

El volumen de agua de lluvia que fluye a través de la capa de basura aumenta a un ritmo mucho mayor que el volumen de agua de lluvia generada a partir de residuos domésticos con la misma humedad. Por lo tanto, la recolección y redirección de lixiviados es importante para evitar su acumulación.

No hacerlo puede causar problemas con la operación del vertedero y contaminación de arroyos, fuentes de agua y pozos cercanos.

- Gases: Los vertederos actúan como digestores anaeróbicos. La descomposición natural de los residuos municipales produce no sólo líquidos sino también gases y otros compuestos. La descomposición de materiales orgánicos por acción de microorganismos presentes en el ambiente se produce en dos etapas: aeróbica y anaeróbica.

El gas metano ha recibido la mayor atención porque, aunque es inodoro e incoloro, es inflamable y explosivo cuando se concentra en el aire en una proporción de volumen del 5 al 15%. El gas tiende a acumularse en espacios vacíos dentro de la plataforma y se ventila a través de grietas en el piso o la permeabilidad de la cubierta. Si el gas metano se acumula en un vertedero y migra a áreas cercanas, puede representar un peligro de explosión. Por lo tanto, se recomienda una adecuada ventilación de este gas, aunque en los pequeños rellenos este no es un problema muy significativo (Jaramillo, 2002).



2.4. ANTECEDENTES

1. Quiroz P. & Rospigliosi S. (2023). Concluyó mediante los resultados obtenidos en las encuestas realizadas que estas ayudaron a ver las necesidades que tiene el mercado y sus comerciantes, también gracias a las investigaciones lograron tener una mejor perspectiva de que metodología es más adecuado según el contexto en el que se encuentra el mercado y esta fue el diseño no experimental de tipo descriptivo – propositivo para una población finita donde la muestra inicial fue 217 comerciantes, utilizando el método inductivo – deductivo y las técnicas de entrevista, observación de campo y análisis documental. También se propuso cuatro programas de manejo de residuos sólidos: Almacenamiento, aprovechamiento, segregación de la fuente y control de plagas a corto, mediano y largo plazo.

2. Ríos K. (2022). Determinó que la generación promedio de residuos sólidos es 2.87 Kg/día-puesto y la generación total de 519.76 kg/día, concluyendo que los residuos de mayor generación son los orgánicos con 86.47% e inorgánicos con 5.88%, y el resto no aprovechables en 7.65%. Así también, realizó encuestas que evidenciaron que el 55% de los comerciantes realiza la segregación utilizando bolsas de plástico; el 83% recibe un servicio de recolección por parte de la municipalidad de VES; el 60% dispone sus residuos sólidos para reciclaje en el MLL, en ningún caso realizan compostaje; asimismo, el 72% de comerciantes no han recibido capacitaciones en temas ambientales relacionados a residuos sólidos.

3. Moreno A. & Núñez N. (2021). Concluyó que mediante la elaboración del diseño del plan de gestión integral para el manejo de residuos sólidos se contribuirá a una adecuada gestión y manejo de residuos sólidos, asegurando eficacia, eficiencia y sostenibilidad, desde la generación hasta la disposición final, esto incluyendo los procesos de reducción, reutilización y reciclaje de residuos sólidos, promoviendo así el



aprovechamiento y revalorización. Además, incluyó una técnica de encuesta tomando como instrumento un cuestionario, el cual aplicó a una muestra de 53 comerciantes lo que ayudó a la elaboración del plan de gestión integral de manejo de residuos sólidos.

4. Soto C. & Huamán R. (2021). Plantea un plan para el mercado en mención, para ello se procedió a realizar un análisis de la situación actual, en primer lugar cuantificando la cantidad de comerciantes del mercado para luego proceder con el estudio de caracterización de los RRSS y determinaron la cantidad generada (213,665.44 gramos por día) y posteriormente proponer programas de sensibilización a cada uno de los comerciantes, para que luego se pueda aprovechar y segregar en la fuente sus residuos y así general cultura ambiental (la época en la que se realizó el proyecto fue en temporada de pandemia). Utilizaron la metodología de observación directa y no experimental, logrando obtener los siguientes resultados: generación diaria de RRSS fue 213,665.44 gramos, de los cuales 62,037.84 gramos diarios fueron de residuos de comida, y en menor generación 566.67 gramos de residuos de cerrajería, concluyendo que la mayor cantidad residuos sólidos son orgánicos.

5. Sánchez P. (2020). En su estudio logro identificar los datos principales de producción de los residuos sólidos mediante la toma de muestras de cada local comercial del mercado, resaltando la metodología AME (Asociación de Municipalidades Ecuatorianas), estableciendo así que la producción per cápita diaria del mercado es de 262.58 kg/local/día para los 38 locales en funcionamiento; así mismo, determino que el 74% son residuos orgánicos y la densidad promedio es de 202.775 kg/m³. En base a estos datos estableció que se obtendría una generación total de 497.52 kg/día para los 72 locales comerciales, de igual manera determinó que mensualmente se genera 14 925.6 kg/mes y 181 594.8 kg/año.



6. Monteza I. (2018). Utilizando tablas de campo, matriz de Leopold, matriz de idoneidad y evaluación, se identificaron impactos ambientales, principalmente relacionados con el impacto de la disposición de desechos en la calidad del agua a lo largo de las orillas del Ute Kubaba. Por otra parte, en conjunto con la “Ley General de Residuos Sólidos”, mejorar la clasificación, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos, y formular sistemas de manejo y tratamiento de residuos sólidos; incluyendo un monitoreo y control, logrando con esta propuesta de implementación que se lograría mitigar un 35,22% los impactos ambientales al implementar dicha propuesta.

7. Pacheco J. et al (2018). su objetivo general fue implementar un programa de gestión de manejo de residuos sólidos en una institución educativa, mediante un análisis inicial se determinó que los residuos generaron 6 599,39 kg CO₂, y tras la implementación del sistema de gestión, se logró reducir 1870,89 kg de dióxido de carbono y la reducción del 72% de las emisiones de gases de efecto invernadero por disposición de residuos sólidos en el área de almacenamiento a cielo abierto. Finalmente, se realiza la evaluación financiera del plan de implementación utilizando Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y Relación Costo-Beneficio (B/C) y se obtiene el S/Valor. 1445,39; 76,20% y 5,9 respectivamente, lo que concluye que la propuesta es factible y beneficiosa para las instituciones educativas.

8. Brito G. et al (2016). en su investigación partieron de una caracterización de los desechos sólidos la cual comenzó con una estratificación, teniendo dos estratos B y C (materia orgánica e inorgánica y material inorgánico reciclable), de los cuales se pudo observar que existe mayor producción de materia orgánica logrando obtener un valor de 994,27 kg/semana por ende se propuso la realización de compostaje para aprovechar este



material. Además, plantearon en su propuesta los pasos a seguir para la disposición adecuada tanto para la materia orgánica, inorgánica y material inorgánico reciclable.

9. Uriza (2016). a partir de un proyecto basado en un diseño metodológico mixto cuantitativo y cualitativo, realizamos un estudio para analizar la cantidad y características de los residuos sólidos municipales en las ciudades. Tres componentes principales coexisten a lo largo del proceso de investigación: investigación, implementación y recomendaciones que pueden tomar en cuenta las características de los residuos sólidos urbanos, y esta recomendación es el resultado del proceso de investigación. Finalmente, se recomienda generar información para la producción de materiales visuales que ayuden a sensibilizar y sensibilizar sobre la separación en origen de los residuos sólidos y el uso óptimo de los métodos de recolección, transporte y disposición final.

10. Sánchez M. et al. (2013). En colaboración con docentes, empleados municipales y estudiantes de la FAyA-UNSE, implementaron un programa de educación ambiental, que resultó en un cambio de actitud entre los vecinos de varios distritos. Desde julio de 2013 se realiza una recogida diferenciada para todos los vecinos, los lunes, miércoles y viernes se recogen los residuos biodegradables y valorizables, y los martes y jueves los residuos secos reciclables. Al 65 % le parece divertida la separación de tareas y al 35 % no le resulta difícil. Además, se diseñó y construyó un nuevo sitio de disposición final, el cual se divide en tres áreas principales (área de entierro, área de recolección separada y área de compostaje).

11. Pettigiani et al. (2013). realizaron el estudio utilizando el método descrito en la norma IRAM 29.253; En 2003 se realizó un estudio de caracterización de RSU para determinar la densidad de cada fracción de residuo. Los residuos resultantes muestran que, en Unquillo, el 24% de los residuos son fácilmente comercializables y reciclables,



principalmente celulosa y metales, el 50% de los residuos orgánicos tienen aplicaciones potenciales y solo el 24% de los residuos actualmente pueden ir a disposición final.

12. Torres (2008). el Estudio de Factibilidad de Gestión de Residuos Sólidos de la URP resultó ser una alternativa técnica y económica para mejorar la gestión de residuos sólidos universitarios y fomentar la participación de la comunidad universitaria (docente, estudiantil y administrativa). Además de reciclar los residuos sólidos, una técnica ideal para reducir los residuos sólidos es separarlos en origen.

13. Sánchez (2007). Ha realizado investigaciones para proponer un plan de manejo integral de residuos sólidos municipales en las zonas semirurales de Hidalgo, y en su accionar crea esencialmente un punto de partida para determinar el estado actual del manejo de residuos sólidos. También se determinó la composición de los residuos sólidos domiciliarios en la zona de estudio, debido a que el material más representativo de los RSU en la zona de estudio fueron los residuos de fermentación rápida que conformaron el 24,4%, los residuos finos el 14,6%, los pañales de papel el 12,0%, el plástico. en un 11,5%, papel y cartón 11,4%, otros 9,8%, metal 4,6%, material en general 11,7%.



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología establecida para este proyecto partió de un análisis teórico/práctico de la problemática actual del manejo de residuos sólidos generados por los comerciantes del mercado Laykakota, para el objetivo principal se utilizó la metodología de un análisis teórico/práctico de la problemática actual del manejo de residuos sólidos generados por el mercado Laykakota además se tomó como modelo La Guía Metodológica para el Desarrollo de los Residuos Sólidos del MINAM adaptándolo a la realidad del proyecto; y para el primer objetivo específico se tomaron puntos estratégicos de toma de muestra que fueron la sección de frutas, verduras, carnes y comidas, recogiendo los residuos generados en días de mayor movimiento comercial. Se realizó la recolección y caracterización fisicoquímica de los residuos a recolectar.

Para la determinación del programa de educación ambiental en los comerciantes sobre el manejo adecuado de los residuos sólidos se utilizó los métodos descriptivo y analítico, los cuales permitieron el diagnóstico actual en cuanto al manejo y disposición de residuos sólidos (orgánicos e inorgánicos) en el mercado Laykakota, el cual consistió en una descripción inductiva y deductiva de los comerciantes seleccionados de manera aleatoria de las secciones de frutas, verduras, carnes y comidas, ya que son las que generan mayor cantidad de residuos sólidos, de esta manera se logró obtener conclusiones específicas y globales. Para mejorar la educación ambiental en el mercado Laykakota se planteó un programa de educación ambiental tomando como modelo la Guía de Educación Ambiental del MINAM.



De la misma manera para el modelo de un relleno sanitario se realizarán los cálculos respectivos para determinar el área y volumen requeridos, según la producción per-cápita por día, para ello se utilizó una metodología analítica.

3.1. PERIODO DE DURACIÓN

El período de estudio fue de 11 meses, de marzo del 2023 a enero del 2024

3.2. PROCEDENCIA DEL MATERIAL

En este estudio se utilizaron como materia prima los residuos sólidos generados en el mercado de Laykakota en la ciudad de Puno.

3.2.1. Materiales y equipo

- Materiales
 - Residuos sólidos generados por los comerciantes del mercado Laykakota.
 - Bolsas de polietileno (16 * 19 cm y 0,8 * 1,0 m)
 - Fichas de encuestas
 - Guantes y mascarillas desechables y guardapolvo
- Equipos
 - Balanza marca ELECTRONIC KITCHEN SCALE, máx. 5 000g.
 - Balanza marca ACU - FWM, máx. 10 000g.
- Personal

Para labores en terreno se contó con el apoyo del siguiente personal:

- 02 encuestadores (universitarios) para aplicar encuestas, durante tres días.
- 02 ayudantes para labores de jornada durante una semana.

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

En este estudio, la población está compuesta por:

- Residuos sólidos generados por el mercado Laykakota.

Muestra representativa: muestras de residuos sólidos de los sectores hortofrutícola, cárnico, florícola y alimentario. Determinado con la siguiente ecuación:

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

Donde:

n = es el tamaño de la muestra poblacional a obtener.

N = es el tamaño de la población total. En nuestro caso 708

σ = representa la desviación estándar de la población. En nuestro caso utilizaremos un valor constate que equivale a 0.5

Z = es el valor obtenido mediante niveles de confianza. Su valor es una constante, por lo general se tienen dos valores dependiendo el grado de confianza que se desee siendo 99% el valor más alto (este valor equivale a 2.58) y 95% (1.96) el valor mínimo aceptado para considerar la investigación como confiable. En nuestro caso utilizamos el 99%.

e = representa el límite aceptable de error muestral, generalmente va del 1% al 9%. Para nuestra investigación utilizamos 4%.

Por lo tanto, la cantidad de puestos para tomar las muestras de residuos sólidos es:

$$n = \frac{2.58^2 * 0.5^2 * 708}{0.4^2 (708 - 1) + 2.58^2 * 0.5^2} = 10.26 < 10 >$$

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Plan de manejo de residuos sólidos generados por el mercado

Laykakota

Tomamos como referencia la Guía Metodológica para el Desarrollo del Manejo de los Residuos Sólidos del MINAM.

Tabla 5

Plan de manejo de residuos sólidos

Objetivo	Alternativa de solución	Actividad	Meta	Indicador	responsable	Frecuencia de ejecución
Elaborar un plan de manejo de residuos sólidos generados por el mercado Laykakota	La realización de charlas informativas y educativas a los comerciantes del mercado Laykakota	Realización de charlas informativas del adecuado manejo de residuos sólidos	El aprendizaje a más del 80% de los comerciantes acerca del manejo de residuos sólidos	Desconocimiento del manejo de residuos sólidos	Grupo de profesionales especializados en residuos sólidos	Mensual
	La realización de charlas concientización para el adecuado manejo de residuos sólidos a los clientes del mercado Laykakota	Realización de campañas de sensibilización fuera del mercado para los clientes	Incremento del 60% en el interés de los clientes que frecuentan el mercado Laykakota	Alto % en desinterés	Grupo de profesionales especializados en residuos sólidos	Mensualmente
	Concientización a los comerciantes para maximizar su participación	Realización de charlas de concientización para los comerciantes del mercado Laykakota respecto a los residuos sólidos	Participación de los comerciantes al menos al 98% para que se pueda obtener todas las opiniones	Acuerdos en el manejo de residuos sólidos	Grupo de profesionales especializados en residuos sólidos	Trimestralmente
	Buscar apoyo de la municipalidad para el mercado Laykakota y conseguir contenedores de basura	Presentación de documentación a la municipalidad para poder conseguir contenedores de basura adecuada para la segregación de los residuos sólidos generados por el mercado Laykakota	El apoyo de las autoridades con el otorgamiento de los tachos de basura para la adecuada segregación de residuos sólidos en el mercado Laykakota	Apoyo económico	Junta directiva del mercado Laykakota	
	Designar un área de almacenamiento para el manejo de los residuos sólidos del mercado Laykakota			Administrativo	Grupo de profesionales especializados en residuos sólidos y la junta directiva	

4.1.2. Composición y generación diaria de residuos sólidos generados por el mercado Laykakota

- **Generación diaria de residuos sólidos**

a) El estudio de generación de residuos se realizó de acuerdo con los parámetros establecidos por el CONAM en la Guía PIGARS, se incluyen algunas consideraciones para adaptarlo a la situación real presentada del mercado.

A continuación, en la Tabla 6 se muestran los 10 valores correspondientes a la generación per cápita para cada puesto participante. Cada valor se determinó a partir de los valores ponderados de las posiciones participantes (durante los 7 días que duró la prueba).

Tabla 6

Generación per-cápita de los “10” puestos participantes del mercado Laykakota

Puesto	kg/hab-día	Puesto	kg/hab-día	Puesto	kg/hab-día
1	1,295	5	2,493	9	1,899
2	1,179	6	1,236	10	7,150
3	0,876	7	2,572		
4	0,995	8	0,386		

b) Estadísticas de muestra

A continuación, se muestran en la tabla 7, los valores estadísticos de las muestras obtenidas.

Tabla 7*Estadísticas de muestra*

Media " \bar{X} "	Desviación estándar " S "	Varianza " s^2 "
2,001	1,369	1,874

Por lo tanto, se estima que la producción per cápita del mercado de Laykakota será de 2,001 kg/puesto - día, con 708 comerciantes y 1,417 toneladas de residuos sólidos producidos por día para 2023.

- **Composición química**

Con base en la composición elemental de los residuos sólidos del mercado de Laykakota, se determina la composición química y se puede utilizar la siguiente fórmula empírica para evaluar las opciones de tratamiento y utilización, (Tchobanoglous et al., 1997).

Fórmula química con azufre

Sin agua $C_{586}H_{934}O_{248}N_{12}S$ (para cálculo en base seca)

$$P.A. = C_{586}H_{934}O_{248}N_{12}S$$

$$P.A. = 12,01(586) + 1,01(934) + 16,00(248) + 14,01(12) + 32,01(1)$$

$$P.A. = 32,01 + 168,12 + 3\ 968 + 943,34 + 7\ 037,86$$

$$P.A. = 12\ 149,33$$



Los cálculos se realizan utilizando los datos de peso seco en kg/día de la Tabla 6 para determinar cada componente de los residuos sólidos enumerados en la Tabla 8.

- Para el carbono en los residuos de comida

$$12\ 149,33\ \text{kg} \text{ ----- } 7\ 037,86\ \text{kg de C}$$

$$294\ \text{kg} \text{ ----- } X$$

$$X = \frac{7\ 037,86 * 294}{12\ 149,33}$$

$$X = 170,308\ \text{kg de C}$$

- Para el hidrógeno en los residuos de comida

$$12\ 149,33\ \text{kg} \text{ ----- } 943,34\ \text{kg de H}$$

$$294\ \text{kg} \text{ ----- } X$$

$$X = \frac{943,34 * 294}{12\ 149,33}$$

$$X = 22,828\ \text{kg de H}$$

- Para el oxígeno en los residuos de comida

$$12\ 149,33\ \text{kg} \text{ ----- } 3\ 968\ \text{kg de O}$$

$$294\ \text{kg} \text{ ----- } X$$

$$X = \frac{3\ 968 * 294}{12\ 149,33}$$

$$X = 96,021\ \text{kg de O}$$

- Para el nitrógeno en los residuos de comida



$$12\ 149,33\ \text{kg} \text{-----} 168,12\ \text{kg de N}$$

$$294\ \text{kg} \text{-----} X$$

$$X = \frac{168,12 * 294}{12\ 149,33}$$

$$X = 4,068\ \text{kg de N}$$

- Para el azufre en los residuos de comida

$$12\ 149,33\ \text{kg} \text{-----} 32,01\ \text{kg de S}$$

$$294\ \text{kg} \text{-----} X$$

$$X = \frac{32,01 * 294}{12\ 149,33}$$

$$X = 0,775\ \text{kg de S}$$

De igual manera se realiza el cálculo, para los demás compuestos.

Tabla 8

Composición química en base seca

COMPONENTES	Peso Húmedo kg/día	Peso Seco kg/día	Composición kg				
			C	H	O	N	S
ORGÁNICOS							
Residuos de Comida	980,80	294	170,308	22,828	96,021	4,068	0,775
Papel	1,680	1,58	0,915	0,123	0,516	0,022	0,0042
Cartón	2,846	2,71	1,570	0,210	0,885	0,037	0,0071
Plásticos	1,791	1,75	1,014	0,136	0,572	0,024	0,0046
Residuos de Jardín	293,97	117,6	68,123	9,131	3,408	1,627	0,310
Madera	1,878	1,5	0,869	0,116	0,490	0,021	0,0039



Sub total	1 282,965	419,14	242,799	32,544	136,892	5,799	1,105
INORGÁNICOS							
Vidrio	0,649	0,64	0,371	0,050	0,209	0,0089	0,0017
Metales	0,586	0,57	0,330	0,044	0,186	0,0079	0,0015
Suciedad, cenizas, etc.	132,80	122,2	70,788	9,488	39,910	1,691	0,322
Sub total	134,035	123,41	71,489	9,582	40,305	1,708	0,325
Total	1 417	542,55	314,288	42,126	177,197	7,507	1,43

Tabla 9

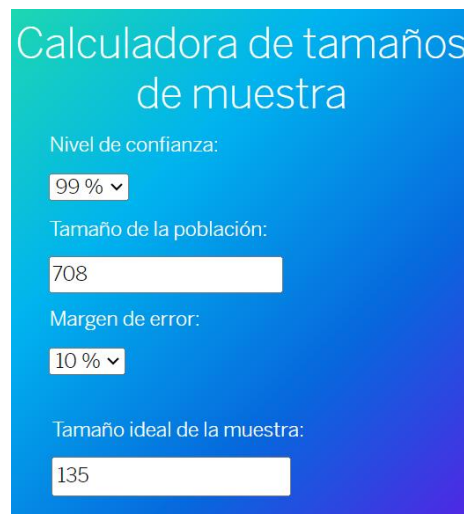
Composición química en base húmeda

COMPONENTES	Peso Húmedo kg/día	Composición kg				
		C	H	O	N	S
ORGÁNICOS						
Residuos de Comida	980,80	292,316	92,039	588,133	6,983	1,329
Papel	1,680	0,501	0,158	1,007	0,012	0,0023
Cartón	2,846	0,848	0,267	1,707	0,020	0,0039
Plásticos	1,791	0,534	0,168	1,074	0,013	0,0024
Residuos de Jardín	29,97	87,614	27,586	176,278	2,093	0,398
Madera	1,878	0,560	0,176	1,126	0,013	0,0025
Sub total	1 282,965	382,372	120,448	769,325	9,134	1,738
INORGÁNICOS						
Vidrio	0,649	0,193	0,061	0,386	0,0046	0,0009
Metales	0,586	0,175	0,055	0,351	0,0042	0,0008
Suciedad, cenizas, etc.	132,80	39,580	12,462	79,633	0,941	0,180
Sub total	13,035	39,948	12,578	80,37	0,949	0,182
Total	1 417	422,32	133,026	849,695	10,083	1,920

4.1.3. Programa de educación ambiental para el cambio de cultura de los comerciantes del mercado Laykakota.

Para determinar un programa de educación ambiental para lograr un cambio de cultura de los comerciantes en el mercado se inició mediante una encuesta realizada a los comerciantes del mercado Laykakota con la finalidad de determinar el grado de conocimiento sobre educación ambiental, y posterior a ello plantear un programa adecuado para mejorar la cultura ambiental que se tiene.

Cabe señalar que la cantidad de comerciantes encuestados fueron 135 personas, según se realizó el cálculo mediante la calculadora de tamaños de muestra.



Calculadora de tamaños de muestra

Nivel de confianza:
99 % ▾

Tamaño de la población:
708

Margen de error:
10 % ▾

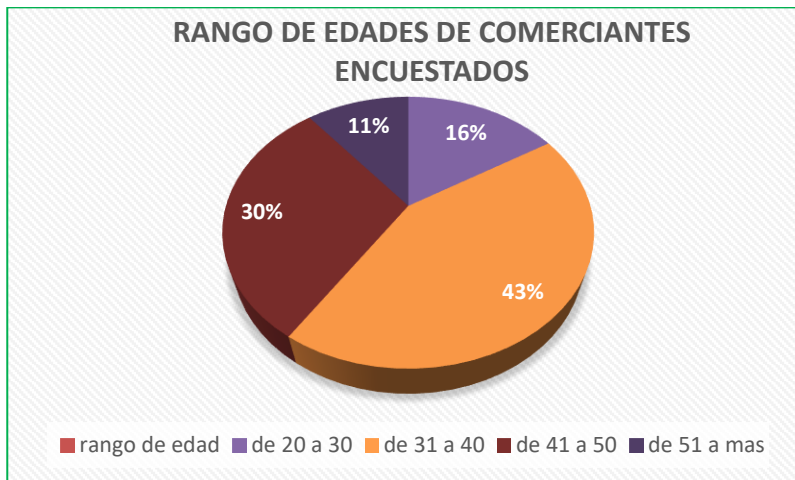
Tamaño ideal de la muestra:
135

De la encuesta realizada:

- 1) Datos generales

Figura 5

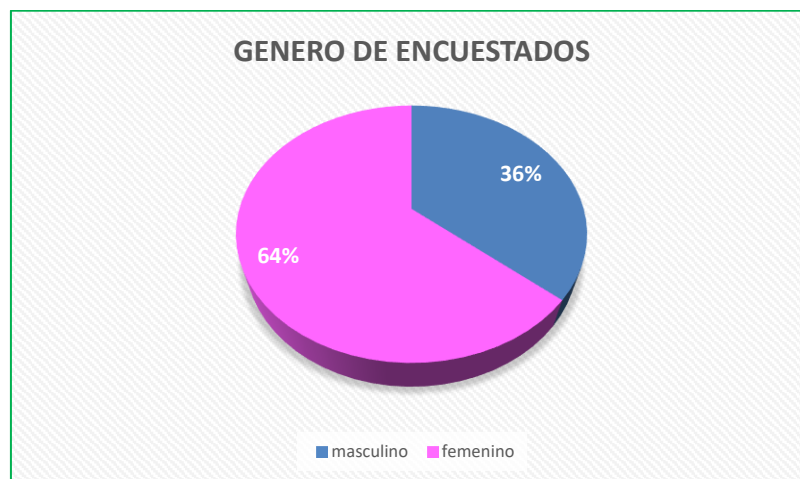
Rango de edades de los comerciantes encuestados



Nota: La Figura 5 muestra el grupo de edad de los comerciantes encuestados en el mercado de Laykakota. La mayoría tiene entre 31 y 40 años siendo este un 43% del total, seguido por un 30% de comerciantes entre 41 y 50 años.

Figura 6

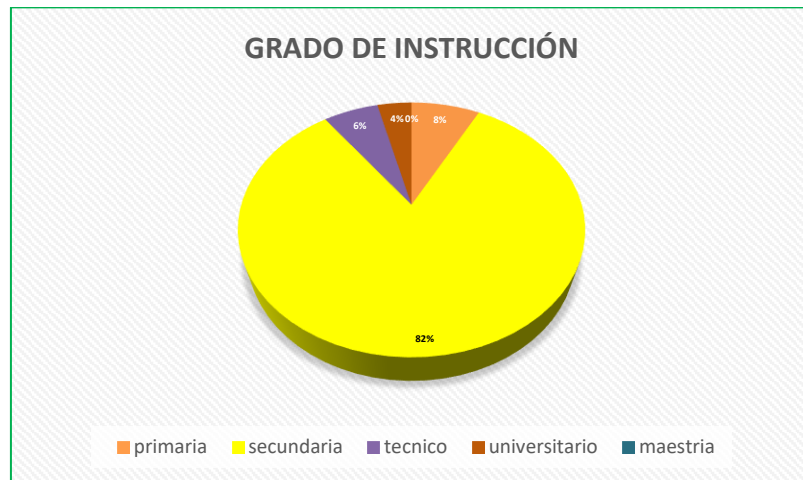
Genero de encuestados (comerciantes)



Nota: La Figura 6 muestra el número de comerciantes encuestados por género, con un 64% de mujeres y un 36% de hombres.

Figura 7

Grado de instrucción de los comerciantes del Mercado Laykakota

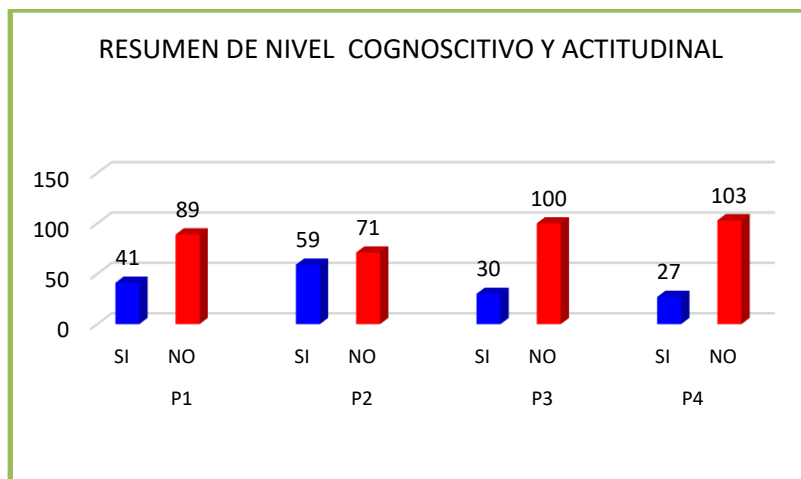


Nota: La Figura 7 se muestra el nivel educativo de los comerciantes: 82% de comerciantes con nivel de educación secundaria, 8% con nivel de educación primaria, 6% con nivel de carreras técnicas y 4% con nivel universitario.

2) Nivel cognoscitivo y actitudinal

Figura 8

Resumen de Nivel Cognoscitivo actitudinal



INTERROGANTES DEL GRÁFICO

P1: ¿Conoce que impacto ambiental puede ocasionar los residuos sólidos generados del mercado?

P2: ¿Sabe a dónde van los residuos sólidos del mercado?

P3: ¿Sabe lo que es reciclaje?

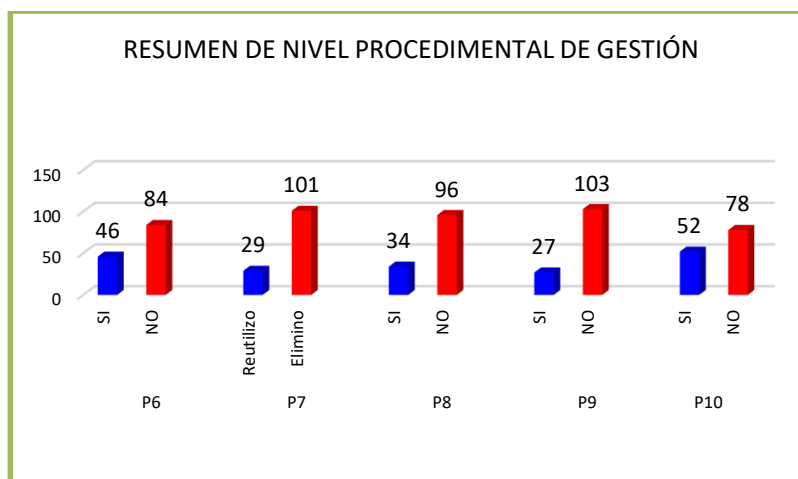
P4: ¿Tiene conocimiento sobre que residuo se puede reutilizar?

Nota: La figura 8 muestra los resultados según la prueba de nivel cognoscitivo y actitudinal, el 31,53% muestra que si saben cuál es el impacto ambiental que pueden generar los residuos sólidos, el 45,38% conoce a dónde van los residuos sólidos que son generados por el mercado, el 23,08% sabe que es el reciclaje y el 20,78% tiene un conocimiento de que residuo se pueden reutilizar.

3) Nivel procedimental de gestión

Figura 9

Resumen del Nivel procedimental de gestión



INTERROGANTES DEL GRÁFICO

P6: ¿Practica el reciclaje?

P7: ¿Qué haces cuando tienes un papel o una botella de plástico usado?

P8: ¿Practica segregando los residuos sólidos que genera?

P9: ¿Reutiliza los materiales que ya usa?

P10: ¿Alguna vez ha llegado a sus manos un panfleto y/o tríptico sobre la importancia del cuidado del medio ambiente, que haya sido hecho por la municipalidad?

Nota: La figura 9 muestra que solo el 35% de los comerciantes practican el reciclaje, el 22,31% reutiliza los papeles o botellas, el 26,15% realiza la segregación de residuos sólidos, el 20,77% reutiliza los materiales que utilizó y el 40% indica haber recibido un panfleto u alguna otra información por parte del municipio acerca del cuidado del medio ambiente.

Culminando la evaluación y análisis podemos obtener la siguiente tabla:

Tabla 10

Porcentaje de grado de conocimiento de los comerciantes del mercado Laykakota

DATOS GENERALES	
Rango de edad	El 16% de 20-30 años; 43% de 31-40 años; 30% de 41-50 años y 11% de 51 a más años de edad
Genero	El 64% es femenino y el 36% masculino
Grado de instrucción	El 82% nivel secundario; 8% nivel primario; 6% nivel técnico y 4% nivel universitario
NIVEL DE COGNOSCITIVO Y ACTITUDINAL	
P1. ¿Conoce que impacto ambiental puede ocasionar los residuos sólidos generados por el mercado?	El 31,53% si conoce
P2. ¿Sabe a dónde van los residuos sólidos del mercado?	El 45,8% si sabe
P3. ¿Sabe lo que es el reciclaje?	El 23,08% si sabe
P4. ¿Tiene conocimiento sobre que residuo se puede reutilizar?	El 20,78% si conoce
NIVEL PROCEDIMENTAL DE GESTIÓN	
P6. ¿Practica el reciclaje?	El 35% si practica
P7. ¿Qué haces cuando tienes un papel o botella de plástico usado?	El 22,31% reutiliza
P8. ¿practica segregando residuos sólidos que genera?	El 26,15% si practica
P9. ¿Reutiliza los materiales que ya usa?	El 29,77% si reutiliza
P10. ¿Alguna vez le han proporcionado un panfleto y/o tríptico sobre la importancia del cuidado del medio ambiente, que haya sido hecho por la municipalidad?	El 40% si recibió

Asimismo, es importante que se desarrolle un estudio de caracterización de residuos sólidos en el mercado y que los resultados a obtener sean difundidos con todos los comerciantes. Ya que al conocer sobre la cantidad y los tipos de residuos sólidos que se generan, será más factible que se mejore el manejo y la gestión de los residuos sólidos, desarrollando una adecuada segregación y almacenamiento de estos.

Se plantea el siguiente programa de educación ambiental, tomando como modelo la Guía de Educación Ambiental del MINAM:

Tabla 11*Programa de educación ambiental*

META	ACTIVIDAD/PROYECTO	NORMATIVA	RESPONSABLE
100% de comerciantes y personal de limpieza capacitado	Capacitar a los comerciantes sobre el manejo integral de residuos sólidos	Decreto Legislativo N° 1278. Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos	Municipalidad de Puno
100% de comerciantes y personal de limpieza capacitados	Capacitar a los comerciantes sobre la segregación, aprovechamiento y disposición final de residuos sólidos del mercado Laykakota	Decreto Legislativo N° 1278. Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos	Municipalidad de Puno
Comerciantes segregando residuos sólidos en un 80%	Compra e instalación de puntos de acopio en zonas estratégicas del mercado para la disposición clasificada de residuos sólidos	D.S. N° 012-2017.MINAM: Reglamento de la Ley de Gestión Integral de Residuos sólidos	Municipalidad de Puno

4.1.4. Modelo de relleno sanitario para los residuos sólidos generados por el mercado Laykakota de la ciudad de Puno.

Para determinar un modelo de relleno sanitario se tuvo en cuenta las cantidades y características consideradas de cada mercado. Estos se dividen en varios puestos y se distribuyen según los productos que expenden. En particular, las siguientes secciones son: Ropa, Alimentos, Carnes, Frutas, chiflería, jugos, otros.

Considerando esto, existe una gran cantidad de residuos inorgánicos generados en puestos de venta de ropa, zapatos, etc., y puestos de venta de frutas, productos alimenticios, carnes, etc., por lo que hay sectores que generan residuos



orgánicos y sectores que generan residuos inorgánicos. Está dividido en Grandes cantidades de residuos orgánicos.

El tamaño de la muestra se determinó con base en las disposiciones del CONAM del documento “GUÍA PIGARS” y los lugares de muestreo se enumeran a continuación.

4.1.4.1. Zonas que generan orgánicos

Los puestos de comercio seleccionados para muestreo se tomaron aleatoriamente en las secciones de alimentos, frutas y carnes. Esto se debe a que estos puestos generan la mayor cantidad de desechos orgánicos. En total fueron 5 puestos.

4.1.4.2. Zonas que generan inorgánicos

Los muestreos en los puestos de comercio para obtener residuos inorgánicos fueron tomados aleatoriamente en puestos de: ropas, zapatos, chiflerías, entre otros. En total fueron 5 puestos.

4.1.4.3. Toma de muestras

Una vez identificados y definidos los puestos de comercio, se continuó a realizar un muestreo durante una semana, se utilizó bolsas de plástico de 16*19 cm y bolsas de 0,8*1,0 m, las muestras fueron recolectadas durante una semana y debidamente segregadas y pesadas.

4.1.4.4. Pesado de componentes

En este proceso se utilizó balanzas de 5 000g y 10 000g con precisión de gramos.



4.1.4.5. Unidades de medida

Las unidades de medida son las mismas para los dos casos: puestos que generan orgánicos y puestos que generan inorgánicos:

Unidad de medida: kg/puesto-día

4.1.4.6. Análisis de datos

Luego de conseguir el peso de las muestras de los residuos sólidos, el objetivo fue determinar la composición, propiedades físicas y químicas de estos residuos sólidos generados en el mercado Laykakota de la ciudad de Puno; se ha utilizado los parámetros establecidos por el CONAM, en su guía PIGARS y lo señalado por Tchobanoglous et al., (1997).

4.1.4.7. Investigación experimental

La caracterización de los residuos sólidos es un paso fundamental e importante en la gestión de residuos, ya que tiene como objetivo identificar fuentes, cantidades, variaciones en el tiempo y observar la calidad de los residuos producidos.

Esta caracterización es importante porque nos permite calcular la generación total de residuos y predecir los datos de los próximos años para planificar medidas de gestión de residuos y optimización de los servicios de limpieza y disposición final.

En este proyecto de investigación se empleó la materia prima inicial los residuos sólidos generados por el mercado Laykakota de la ciudad de Puno.

Para la ejecución de este proyecto se realizaron los siguientes pasos:

A. Proyección de la población

Al tratarse de un mercado y no de una población en crecimiento, el índice de crecimiento a futuro será nulo, por lo que la población inicial que se tiene a la fecha será la misma que los próximos 10 años.

Tabla 12

Cantidad de comerciantes del Mercado Laykakota

Nº	MERCADO LAYKAKOTA	CANTIDAD DE COMERCIAN- TES
01	Sector Psje San Román - Sandalias y compostura de calzados	22
02	Sector plataforma – Exterior	34
03	Sección carnes y pollos - Interior	54
04	Sección especería – Interior	23
05	Sección abarrotes – Interior	38
06	Sección papas, pan y mana - Interior	33
07	Sección verduras – Interior	32
08	Sección jugos – Interior	12
09	Sección pescados – Interior	26
10	Sección viandas – Interior	35
11	Sector sur – Exterior	154
12	Sector Oeste – Exterior	76
13	Sector Norte – Exterior	76
14	Sector Este – Exterior	93
TOTAL, DE COMERCIAN- TES		708

Nota: Municipalidad de Puno – Sub gerencia de Mercados y Plataformas Comerciales (2020).

Tabla 13*Proyección de la población en el Mercado Laykakota*

Población	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Habitantes	708	708	708	708	708	708	708	708	708	708

B. Estudio de generación de residuos sólidos

- a. El estudio de generación de Residuos Sólidos se realizó de acuerdo con los parámetros establecidos por el CONAM, en su guía FIGARS con algunas consideraciones hechas para adecuarse a las condiciones reales presentadas.

A continuación, se presentan en la Tabla 14, con los 10 valores que corresponden a la generación per cápita de cada puesto participante. Cada valor se obtuvo de los valores pesados de los puestos participantes (durante los 7 días que dura la prueba).

Tabla 14*Generación per-cápita de los “10” puestos participantes del mercado Laykakota*

Puesto	kg/hab-día	Puesto	kg/hab-día	Puesto	kg/hab-día
1	1,295	5	2,493	9	1,899
2	1,179	6	1,236	10	7,150
3	0,876	7	2,572		
4	0,995	8	0,386		

- b. Estadísticas de muestra

A continuación, se muestran en la tabla 15, los valores estadísticos de las muestras obtenidas.

Tabla 15

Estadísticas de muestra

Media " \bar{X} "	Desviación estándar " S "	Varianza " s^2 "
2,001	1,369	1,874

Se tiene entonces que la generación per cápita para el mercado Laykakota es de 2,001 kg/puesto-día, y para el año 2023 se tiene una población de 708 comerciantes por lo que se estima una producción de 1 417 toneladas por día de residuos sólidos.

C. Generación de residuos sólidos generados por el mercado Laykakota

Es conveniente estimar las cantidades de residuos que los comerciantes generan a través de la producción per cápita.

La cantidad de residuos sólidos generados y que se recolectaron en el mercado Laykakota, son de suma importancia para determinar el cumplimiento del programa general de gestión de residuos sólidos (almacenamiento, recolección, transferencia, posibilidades de reutilización y disposición final).

Una variable necesaria para dimensionar los procesos de almacenamiento, recolección, posibilidades de reutilización y la



disposición final es la llamada producción per-cápita (ppc). Este parámetro asocia el tamaño de la población y las actividades comerciales, institucionales, educativas y de limpieza pública.

D. Densidad

Siendo la densidad una relación del peso de los residuos sólidos con respecto a su volumen, es importante identificar la densidad de los residuos sólidos sueltos y compactados. Para ello es necesario realizar el siguiente procedimiento:

- Acondicionar un recipiente cilíndrico.
- Tomar al azar cualquier bolsa ya registrada y pesada, luego se procede a vaciar el contenido en el recipiente, y así sucesivamente hasta que el recipiente este lleno.
- Medimos la altura libre, altura total y el diámetro del recipiente. Registrando la información obtenida.
- Para compactar la densidad, se compactan los residuos sólidos lo más posible. Luego se realizan los mismos pasos de medición que antes.
- Se repite los mismos pasos hasta obtener unos cinco datos para sacar un promedio.

La densidad o peso volumétrico de los residuos sólidos es otro parámetro importante en el diseño de sistemas de tratamiento de residuos finales. En la Región, se tienen valores de entre 300 y 600 kilogramos por metro cúbico para la basura suelta.



Se determina la densidad de los residuos sólidos urbanos en el mercado Laykakota de acuerdo a la siguiente fórmula (Tchobanoglous et al., 1997).

$$\rho = \frac{m}{v}$$

- Para residuos sin compactar:

Masa de los RR.SS. = 7,447 kg

Volumen = 0,026603 m³

Densidad = ?

$$\rho = \frac{7,447 \text{ kg}}{0,026603 \text{ m}^3} = 279,931 \text{ kg/m}^3$$

- Para residuos compactados:

Masa de los RR.SS. = 10,632 kg de RS

Volumen = 0,026603 m³ de RS

Densidad = ?

$$\rho = \frac{10,632 \text{ kg}}{0,028023 \text{ m}^3} = 379,403 \text{ kg/m}^3$$

E. Producción per cápita de los residuos sólidos proyectado (PPC)

La cantidad diaria de residuos sólidos que genera la población de 708 habitantes del mercado Laykakota cuya generación se estimó en:

$$ppc = \frac{\text{cantidad de residuos}}{\text{población}}$$

$$ppc_1 = ppc * (1,005)$$

Con la ecuación 3, se efectúa la proyección de los residuos sólidos per cápita para los siguientes 10 años. Se estima que la producción per cápita aumenta en 0,5% anual. Entonces:

$$ppc_2 = 2,001 * (1,005) = 2,011$$

$$ppc_3 = 2,011 * (1,005) = 2,021$$

Y así sucesivamente se calcula para los demás años (columna 2 de la tabla 13)

La producción anual se calcula multiplicando la producción diaria de residuos sólidos (ppc) por los 365 días del año.

$$DS_{anual} = \frac{2,001 \text{ kg}}{\text{pob} - \text{día}} * 708 \text{ pob} = 1\,416,708 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

Los datos proyectados se observan en la tabla 16, columnas 3, 4 y 5.

Tabla 16

Generación de residuos sólidos en el mercado Laykakota

Año	Población (Hab.)	PPC kg/hab-día	Cantidad de residuos sólidos		
			Diaria (kg/día)	Anual (t)	Acumulado (t/año)
Columnas	1	2	3	4	5
2023	708	2,001	1 416,708	517,098	517,098
2024	708	2,011	1 423,788	519,682	1 036,781
2025	708	2,021	1 430,868	522,267	1 559,048
2026	708	2,031	1 437,948	524,851	2 083,899

2027	708	2,041	1 445,028	527,435	2 611,334
2028	708	2,051	1 452,108	530,019	3 141,353
2029	708	2,061	1 459,188	532,604	3 673,957
2030	708	2,071	1 466,286	535,194	4 209,151
2031	708	2,081	1 473,348	537,772	4 746,923
2032	708	2,091	1 480,428	540,356	5 287,279

F. Volumen de los residuos sólidos

Con los datos obtenidos en la tabla 16, se dedujo el volumen total de los residuos sólidos del mercado Laykakota.

La cantidad total de residuos sólidos generados en el mercado de Laykakota permite diseñar adecuadamente la frecuencia, así como el diseño de la infraestructura requerida para su disposición final.

La columna 6 de la tabla 17, se ha calculado teniendo en cuenta la densidad y la masa diaria de acuerdo a lo siguiente: (Tchobanoglous et al., 1997).

$$\rho = \frac{m}{v}, \quad v (\text{volumen}) = \frac{m (\text{masa})}{\rho (\text{densidad})}$$
$$v = \frac{1\,416,708 \text{ kg/día}}{379,403 \text{ kg/m}^3} = 3,734 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} \approx 4 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}$$

G. Material de cobertura

El material de cobertura es la tierra necesaria para cubrir los residuos recién compactados y se calcula como 20% del volumen de basura recién compactado (columna 7), de la tabla 17, así:

$$m. c. = V_{diario compactado} * (0,20 \text{ o } 0,25)$$

- Para el primer año: $m. c. = 4 \times 0,20 = 0,8$
- Para el segundo año: $m. c. = 3,753 \times 0,20 = 0,751$

De igual manera se efectúa la proyección para los siguientes años.

Tabla 17

Generación del volumen de residuos sólidos del mercado Laykakota

Año	Compactados			Relleno sanitario		
	Diario	m. c.	Anual	m. c.	Anual	Acumulado
Columnas	m ³	m ³ /día	m ³	m ³ /año	(m ³ /año)	m ³
2023	4	0,8	1460	292	1 153,831	1 153,831
2024	3,753	0,751	1 369,845	274,115	1 140,249	2 294,080
2025	3,771	0,754	1 376,415	275,210	1 145,655	3 439,735
2026	3,790	0,758	1 383,350	276,67	1 151,422	4 591,157
2027	3,809	0,762	1 390,285	278,130	1 157,189	5 748,346
2028	3,827	0,765	1 396,855	279,225	1 162,591	6 910,937
2029	3,846	0,769	1 403,790	280,685	1 168,358	8 079,295
2030	3,865	0,773	1 410,725	282,145	1 174,136	9 253,431
2031	3,883	0,777	1 417,295	283,605	1 179,892	10 433,323
2032	3,902	0,780	1 424,230	284,700	1 185,295	11 618,618



H. Cálculo del área requerida

Con el volumen se estimó el área requerida para la construcción del relleno sanitario, con la profundidad o altura que tendría el relleno que será de 3 m.

El relleno sanitario manual se proyectó para diez años. Este tiempo se llama “vida útil o periodo de diseño”.

El área requerida para la construcción de un relleno sanitario manual depende principalmente de factores como:

- Cantidad de RSM que se deberá disponer.
- Cantidad de material de cobertura.
- Densidad de compactación de los RSM.
- Profundidad o altura del relleno sanitario.
- Áreas adicionales para obras complementarias.

A partir de la siguiente ecuación, podremos estimar las necesidades de área, así:

$$A_{RS} = \frac{V_{RS}}{h}$$

Dónde:

V_{RS} = Volumen de los residuos sólidos

h = Altura o profundidad del relleno sanitario

Se ha utilizado 3 m de altura del relleno sanitario para el Mercado Laykakota, para encontrar el área total del relleno sanitario se utiliza el 30% del valor del relleno sanitario.



$$A_T = F + A_{RS}$$

Se reemplaza los valores en la ecuación y se tiene:

- Primer año: $\frac{1\ 153,831}{3} = 384,610 + 384,610(0,30) = 499,993$
- Segundo año: $\frac{1\ 140,249}{3} = 380,083 + 380,083(0,30) = 494,108$

Tabla 18

Área requerida

Años	Área requerida	
	Relleno sanitario	Área total
	m ²	m ²
Columnas	12	13
2023	384,610	499,993
2024	380,083	494,108
2025	381,885	496,451
2026	383,807	498,968
2027	385,730	501449
2028	387,530	503,789
2029	389,453	506,289
2030	391,379	508,793
2031	393,297	511,287
2032	395,089	513,627

I. Propiedades físicas

Las propiedades físicas más importantes son: el contenido de humedad, el volumen y el peso específico.



- **Contenido de humedad**

Para cálculo del contenido de humedad de los residuos, se utilizará el método peso-húmedo y la ecuación siguiente:

$$M = \frac{w - d}{w} \times 100$$

Dónde:

M = Contenido de humedad en porcentaje

W = Peso inicial de la muestra

d = Peso de la muestra después de secarse

El contenido de humedad de los residuos sólidos en el vertedero separa los lixiviados y aumenta los lixiviados durante las inundaciones. Si estos lixiviados no se tratan, pueden provocar la contaminación del suelo, así como de las aguas subterráneas y superficiales.

Aplicando la ecuación anterior, se tendrá que el contenido de humedad del residuo sólido, en la tabla 19 se muestra la estimación del peso seco a obtener y poder aplicar la ecuación anterior mencionada.

Tabla 19*Contenido de humedad*

Componentes	RSM	Porcentaje	Contenido	Peso
	Total	en Peso	de Humedad	Seco
	t/día		Porcentaje	t/día
ORGÁNICOS				
Residuos de Comida	0,9808	69,217	70	0,294
Papel	0,00168	0,119	6	0,00158
Cartón	0,00285	0,201	5	0,002710,00
Plásticos	0,00179	0,126	2	175
Residuos de jardín	0,2940	20,748	60	0,1176
Madera	0,00188	0,133	20	0,0015
INORGÁNICOS				
Vidrio	0,00065	0,0456	2	0,00064
Otros Metales	0,00059	0,0416	3	0,00057
Suciedad, cenizas, etc.	0,1328	9,372	8	0,1222
Total	1.4170	100		0,5425

J. Propiedades químicas

La información sobre la composición química de los componentes que conforman los residuos sólidos es importante para evaluar una futura opción de procesamiento y recuperación.

- **Composición química**

Tomando como base la composición elemental de los residuos sólidos del mercado Laykakota, se obtuvo la composición química de los mismos, lo que permitirá evaluar las opciones de procesamiento y



recuperación, utilizando las fórmulas empíricas siguientes,
(Tchobanoglous et al., 1997).

Fórmula química con azufre

Sin agua $C_{586}H_{934}O_{248}N_{12}S$ (para cálculo en base seca)

$$P.A. = C_{586}H_{934}O_{248}N_{12}S$$

$$P.A. = 12,01(586) + 1,01(934) + 16,00(248) + 14,01(12) + 32,01(1)$$

$$P.A. = 7\,037,86 + 934,34 + 3\,968 + 168,12 + 32,01$$

$$P.A. = 12\,149,33$$

Se efectúan los cálculos con los datos de la tabla 19 peso seco kg/día, para determinar cada componente de los residuos sólidos que se muestra en la tabla 20.

- Para el carbono en los residuos de comida

$$12\,149,33 \text{ kg} \text{ ----- } 7\,037,86 \text{ kg de C}$$

$$294 \text{ kg} \text{ ----- } X$$

$$X = \frac{7\,037,86 * 294}{12\,149,33}$$

$$X = 170,308 \text{ kg de C}$$

- Para el hidrógeno en los residuos de comida

$$12\,149,33 \text{ kg} \text{ ----- } 943,34 \text{ kg de H}$$

$$294 \text{ kg} \text{ ----- } X$$



$$X = \frac{943,34 * 294}{12\ 149,33}$$

$$X = 22,828 \text{ kg de H}$$

- Para el oxígeno en los residuos de comida

$$12\ 149,33 \text{ kg} \text{ ----- } 3\ 968 \text{ kg de O}$$

$$294 \text{ kg} \text{ ----- } X$$

$$X = \frac{3968 * 294}{12\ 149,33}$$

$$X = 96,021 \text{ kg de O}$$

- Para el nitrógeno en los residuos de comida

$$12\ 149,33 \text{ kg} \text{ ----- } 168,12 \text{ kg de N}$$

$$294 \text{ kg} \text{ ----- } X$$

$$X = \frac{168,12 * 294}{12\ 149,33}$$

$$X = 4,068 \text{ kg de N}$$

- Para el azufre en los residuos de comida

$$12\ 149,33 \text{ kg} \text{ ----- } 32,01 \text{ kg de S}$$

$$294 \text{ kg} \text{ ----- } X$$

$$X = \frac{32,01 * 294}{12\ 149,33}$$

$$X = 0,775 \text{ kg de S}$$

De igual manera se realiza el cálculo, para los demás compuestos.

Tabla 20*Composición química en base seca*

COMPONENTES	Peso Húmedo kg/día	Peso Seco kg/día	Composición kg				
			C	H	O	N	S
ORGÁNICOS							
Residuos de Comida	980,80	294	170,08	22,828	96,021	4,068	0,775
Papel	1,680	1,58	0,915	0,123	0,516	0,022	0,0042
Cartón	2,846	2,71	1,570	0,210	0,885	0,037	0,0071
Plásticos	1,791	1,75	1,014	0,136	0,572	0,024	0,0046
Residuos de Jardín	293,97	117,6	68,123	9,131	38,408	1,627	0,310
Madera	1,878	1,5	0,869	0,116	0,490	0,021	0,0039
Sub total	1 282,965	419,14	242,799	32,544	136,892	5,799	1,105
INORGÁNICOS							
Vidrio	0,649	0,64	0,371	0,050	0,209	0,0089	0,0017
Otros Metales	0,586	0,57	0,330	0,044	0,186	0,0079	0,0015
Suciedad, cenizas, etc.	132,80	122,2	70,788	9,488	39,910	1,691	0,322
Sub total	134,035	123,41	71,489	9,582	40,305	1,708	0,325
Total	1 417	542,55	314,288	42,126	177,197	7,507	1,43

Tabla 21*Composición química en base húmeda*

COMPONENTES	Peso Húmedo kg/día	Composición kg				
		C	H	O	N	S
ORGÁNICOS						
Residuos de Comida	980,80	292,316	92,039	588,133	6,983	1,29
Papel	1,680	0,501	0,158	1,007	0,012	0,0023
Cartón	2,846	0,848	0,267	1,707	0,020	0,0039
Plásticos	1,791	0,534	0,168	1,074	0,013	0,0024



Residuos de Jardín	293,97	87,614	27,586	176,78	2,093	0,398
Madera	1,878	0,560	0,176	1,126	0,013	0,0025
Sub total	1 282,965	382,372	120,448	769,325	9,134	1,738
INORGÁNICOS						
Vidrio	0,649	0,193	0,061	0,386	0,0046	0,0009
Otros Metales	0,586	0,175	0,055	0,351	0,0042	0,0008
Suciedad, cenizas, etc.	132,80	39,580	12,462	79,633	0,941	0,180
Sub total	134,035	39,948	12,578	80,37	0,949	0,182
Total	1 417	422,32	133,026	849,695	10,083	1,920

Tabla 22

Distribución potencial de los elementos

Componentes	Peso kg	
	Sin H ₂ O	Con H ₂ O
Carbón	314,288	422,32
Hidrógeno	42,126	133,026
Oxígeno	177,197	849,695
Nitrógeno	7,507	10,083
Azufre	1,43	1,920

Se calcula la composición molar de los elementos lenta y rápidamente descomponibles, para determinar las fórmulas químicas sin azufre, se utiliza la tabla 22.

Para los cálculos de la descomposición molar se utiliza la siguiente fórmula:

$$n = \frac{m}{P.M.}$$



Dónde:

n = Número de moles

m = Masa en g

P.M. = Peso molecular

Tabla 23

Composición de los RS rápida y lentamente descomponibles

Componentes	Peso Seco kg/día	Composición kg				
		C	H	O	N	S
Rápidamente descomponible						
Residuos de comida	294	170,308	22,828	96,021	4,068	0,775
Papel	1,58	0,915	0,123	0,516	0,022	0,0042
Cartón	2,71	1,570	0,210	0,885	0,037	0,0071
Residuos de jardín	117,6	68,123	9,131	38,408	1,627	0,310
TOTAL	415,89	240,916	32,292	135,83	5,754	1,096
Lentamente descomponibles						
Plásticos	1,75	1,014	0,136	0,572	0,024	0,0046
Madera	1,5	0,869	0,116	0,490	0,021	0,0039
TOTAL	3,25	1,883	0,252	1,062	0,045	0,0085

- a) Se efectúan los cálculos diferentes componentes, por ejemplo, para el carbono rápidamente descomponible, tenemos:

$$n = \frac{240,916}{12,01} = 20,06$$

- b) Se continúa con el cálculo de la composición molar de los demás elementos, los cuales se detallan en la tabla 24.

Tabla 24*Composición molar de los elementos*

g/mol	C	H	O	N	S
	12,01	1,01	16	14,01	32,01
Rápidamente Descomponible	20,06	31,972	8,489	0,411	0,034
Lentamente Descomponible	0,157	0,249	0,066	0,0032	0,00027

Las tablas siguientes de fracción orgánica son importantes, pues con los datos hallados en dichas tablas se calculará la fórmula empírica de los residuos sólidos y la cantidad de gas que éstos generarán.

Tabla 25*Determinación de la fórmula empírica*

Componente	Relación mol (nitrógeno = 1)	
	Rápidamente	Lentamente
	descomponible	descomponible
C	48,81	49,06
H	77,79	77,81
O	20,65	20,62
N	1,0	1,0

c) Los cálculos se efectuaron con los datos de la tabla 25, de la siguiente manera:

- Para el carbono rápidamente descomponible:

$$C = \frac{\text{peso del carbono (g/mol)}}{\text{peso del nitrógeno (g/mol)}} = \frac{20,06}{0,411} = 48,81$$



De la misma manera se realizan los demás cálculos para los demás elementos.

d) Las fórmulas químicas sin azufre obtenidas son:

Rápidamente descomponibles: $C_{48,81}H_{77,79}O_{20,65}N_1$

Lentamente descomponibles: $C_{49,06}H_{77,81}O_{20,62}N_1$

Las fórmulas para utilizar para los cálculos serán:

Rápidamente descomponibles: $C_{49}H_{78}O_{21}N$

Lentamente descomponibles: $C_{49}H_{78}O_{21}N$

K. Composición, formación del control del lixiviado en el vertedero

El lixiviado es una sustancia líquida que circula entre materiales de desecho y se produce principalmente en los vertederos. Su apariencia suele ser negra o amarilla y muy desagradable. Es una sustancia líquida y espesa con un olor muy desagradable. En algunos casos pueden quedar restos de burbujas.

Durante el tiempo lluvioso, el agua puede filtrarse en las celdas del vertedero, saturando los desechos capturados y produciendo lixiviados que contienen altas concentraciones de contaminantes (Ramirez, 2015).

Para la estimación de la generación de los lixiviados se utilizó la siguiente tabla de producción de aguas lixiviadas en situaciones diferentes, desarrollado por el Servicio Alemán de Cooperación Social – Técnica DED.

Tabla 26

Producción de aguas lixiviadas en un relleno sanitario

Tipo de relleno	Producción de aguas lixiviadas (% de precipitación)	Producción de aguas lixiviadas		
		Precipitación 700 mm/año	Precipitación 1500 mm/año	Precipitación 3000 mm/año
Relleno manual	60	11,51	24,66	49,32
Relleno compactado por maquinaria liviana	40	7,67	16,44	32,88
Relleno compactado por maquinaria pesada	25	4,79	10,27	20,55

Nota: Servicio Alemán de Cooperación Social – Técnica DED 2011

- En nuestro caso, la cantidad de lixiviado calculado es un dato promedio que fue calculado a partir de una precipitación pluvial promedio de los últimos 5 años en la comunidad campesina de Itapalluni, éste dato puede variar debido al cambio climático que se presentan en los últimos años.

- Precipitado pluvial anual en Itapalluni: 750 mm
- Área anual del relleno: 0,04999 ha (499,993 m²)
- Tipo de relleno: Relleno Manual

Cantidad de lixiviado: $750 * 0.6 * 499,993$

Cantidad de lixiviado= 224,997 m³/año

L. Tratamiento y lugar de disposición final de los residuos sólidos para el mercado Laykakota (planta manual de RRSS)

A continuación, comentamos las características y requisitos de las plantas de recolección manual de residuos sólidos generados en el mercado



Laykakota. Los sistemas manuales de recolección de residuos sólidos son muy fáciles de instalar y se recomienda instalarlos al lado o cerca de los residuos en el vertedero.

La planta manual de acopio y reciclaje recomendada consiste en cuatro unidades principales:

Unidad 1: Área de descarga de residuos sólidos.

Unidad 2: Garaje para vehículos.

Unidad 3: Área del relleno sanitario.

Unidad 4: Almacenamiento de lixiviado.

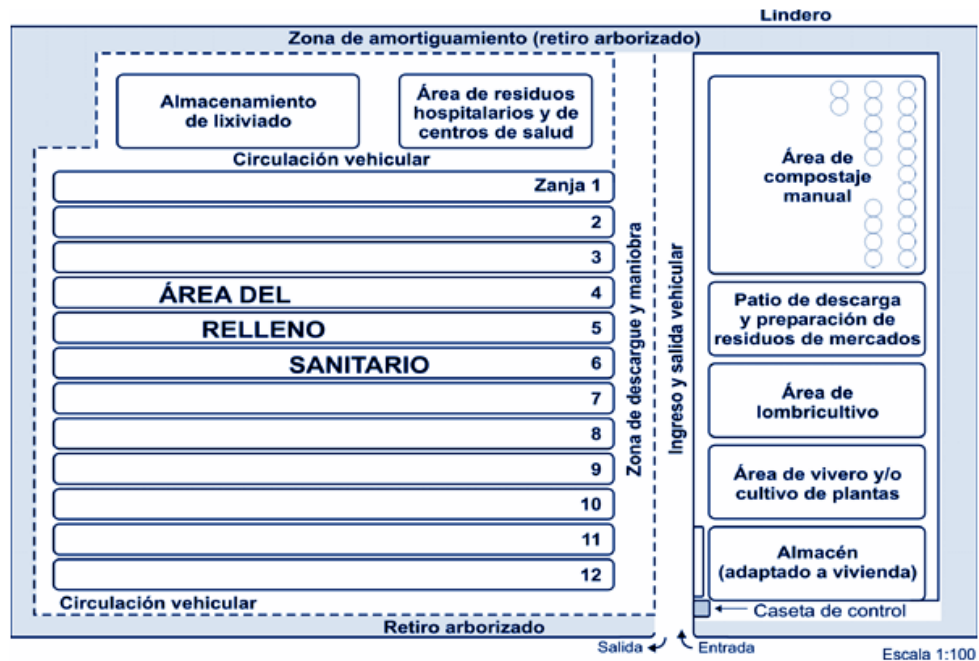
- **Área de descarga**

Esta área se puede construir con un piso de concreto. Si esto no es posible por motivos de economía, se puede optar por una compactación adecuada del suelo. El objetivo final es evitar que la zona del terreno se convierta en un humedal inviable durante las épocas de lluvias.

A continuación, la figura 10 muestra el diseño recomendado para una planta manual que es la que se recomienda para este caso.

Figura 10

Planta de tratamiento de RS de un sistema integrado de tratamiento y disposición final de RS



Nota: Vista en planta de un sistema integrado de tratamiento y disposición final de RSM – Gestión de residuos sólidos.

- Área de la planta

Para adquirir un terreno y planificar un sistema de recolección o integrarlo a un sistema existente como un vertedero, es necesario conocer las dimensiones de la planta a diseñar en este. Los factores que más influyen en estos casos son:

- El área del relleno sanitario
- El tipo de equipamiento
- El tipo de infraestructura
- La cantidad de desechos tratados diariamente

Las áreas más importantes son:



- El área de lixiviados
- El área de almacenamiento

Y dependiendo de la topografía del terreno y las condiciones de la zona respectivamente, se consideran diferentes conceptos de sistemas de almacenamiento.

- **Disposición final**

La disposición final del relleno sanitario (vertedero) se podrá ubicar en la Comunidad campesina de Itapalluni, ubicada a 12 kilómetros de la ciudad de Puno.

Al respecto del “Plan para el manejo y disposición final de los residuos sólidos generados por el mercado Laykakota”. Se proponen tres rutas estratégicas que están directamente relacionadas con la prestación de servicios de limpieza, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de residuos sólidos (todo esto en coordinación con el municipio). Estas políticas incluyen el equipamiento de los servicios de recolección de basura para brindar una mejor calidad de servicio, la construcción de rellenos sanitarios para la disposición final de residuos sólidos y la provisión de puntos de recolección para el uso de algunos materiales.

Figura 11

Ubicación del relleno sanitario



Nota: Google maps

4.2. DISCUSIÓN

En otros proyectos realizados como de: Soto C. y Huamán C. (2022), quien también planteó un plan de manejo de residuos sólidos para el mercado 13 de enero de Arequipa, con la finalidad de impulsar la competitividad del mercado y potenciarlo para tener una mayor acogida, resalta en ambos casos el poco conocimiento que se tiene por parte de los comerciantes en cuanto al manejo adecuado de los residuos sólidos que generan diariamente. Y para mejorar esta falencia se propone implementar una cultura ambiental mediante capacitaciones, sensibilizaciones y otros.

También tenemos a Mazuelos S. (2021), quien en su proyecto indicó sobre un programa de capacitación para la mejora del conocimiento y el manejo adecuado de los residuos sólidos en los comerciantes del mercado mayorista Grau de Tacna; basándose



en encuestas realizadas al igual que este proyecto, logrando mejorar el conocimiento significativo en los comerciantes, en tal sentido el proponer campañas, sensibilizaciones, programas y demás ayuda a la mejoría de gran parte de comerciantes.

Así también Brito G. y Pinduisaca E. (2016), quienes desarrollaron un Plan de manejo ambiental de desechos sólidos partiendo también de la caracterización de desechos sólidos de sectores como Pedregal, Shuyo y Santa Cruz (ubicados en Riobamba), calculando la producción per cápita y producción de residuos orgánicos e inorgánicos; en este caso al igual que el proyecto realizado; se inicia con el problema grave debido a la falta de conciencia ambiental de la población; por tal motivo se plantean una implementación de un Sistema de Gestión de Residuos Sólidos, para un buen manejo y disposición de los residuos generados.



V. CONCLUSIONES

PRIMERA: Se logra determinar la composición de los residuos generados en el mercado

Laykakota entre los que se tiene mayor generación de residuos orgánicos, además se determina la generación diaria que es 2,001 kg/puesto-día. El conocer los residuos que se generan sirve para determinar si es viable el plantear crear una planta para el reciclaje de algunos materiales o la elaboración de compost.

SEGUNDA: Mediante las encuestas realizadas a los comerciantes del mercado

Laykakota, se logra establecer un programa de educación ambiental para lograr el cambio en la cultura de los comerciantes de dicho mercado, con la finalidad de mejorar la conciencia ambiental y el manejo de los residuos sólidos.

TERCERA: El diseño de un relleno sanitario tendrá un volumen de 499,993 m³ y un

área de 513,627 m², éste podría ubicarse en la comunidad campesina de Itapalluni a 12 km de la ciudad de Puno. Debido a que esta propuesta no representa ningún peligro alguno ni riesgo a la salud pública, además que ayuda a la minimización de contaminación y otros impactos negativos en el ambiente.



VI. RECOMENDACIONES

PRIMERA: Realizar mayores investigaciones sobre estos temas para determinar la composición de los residuos sólidos que se generan en los diferentes mercados, instituciones y otros, para posterior proponer un mejor manejo de estos.

SEGUNDA: Las autoridades deben apoyar con programas y capacitaciones dentro de los mercados y de esta manera mejorar los conocimientos y actitudes por parte de los comerciantes del mercado.

TERCERA: Se deben realizar mayores estudios acerca de los rellenos sanitarios acorde a las condiciones de nuestra región y mejorar la disposición final de los residuos sólidos generados por la población.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brito, G.& Pinduisaca E., (2016). Implementación de un sistema de gestión integral de residuos sólidos en los sectores Shuyo, Pedregal y Santa Cruz de la parroquia Yaruquies del Canton Riobamba [Universidad Nacional de Chimborazo].
- Buenrostro O., Israde I. (2003). “La gestión de los Residuos Sólidos Municipales en la Cuenca del Lago de Cuitzeo, México”. Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México.
- Calva A. C., Rojas C. R. (2014). “Diagnóstico de la Gestión de Residuos Sólidos Urbanos en el Municipio de Mexicali, México: Retos para el Logro de una Planeación Sustentable”. Universidad Autónoma de Baja California, Información Tecnológica. México.
- Castrillón Q. O., Puerta E. S. (2004). “Impacto del Manejo Integral de los Residuos Sólidos en la Corporación Universitaria Lasallista”. Ingeniería Agrícola (Línea de Investigación: Bioprocesos, Semillero de Investigación sobre Materia Orgánica), Facultad de Industrias Pecuarias, corporación Universitaria Lasallista. Caldas – Antioquía.
- Chambilla CH. J. (2012). “Valoración Económica por la Mejora en el Manejo de Residuos Sólidos Urbanos en la Ciudad de Puno, Año 2012”. Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Ingeniería Económica. Puno – Perú.
- Chung Pinzas A. R. (2003). “Análisis económico de la ampliación de la cobertura del manejo de residuos sólidos por medio de la segregación en la fuente en Lima– Cercado”. Trabajo de titulación (magíster en Ingeniería Industrial). Lima, UNMSM: Facultad de Ingeniería Industrial, 130 p. ver: <http://www.cybertesis.edu.pe/sisbis/2003/pa/html/index-frames.html>, Perú.
- Conesa Fernández V. (1995). “Guía Metodológica para la evaluación del impacto ambiental”, Ed. Mundi Prensa, 2ª edición, Barcelona, España.
- Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Río de Janeiro, República Federativa del Brasil – junio de 1992.



- Contanhede A, Sandoval L, (2008). “Rellenos Sanitarios Manuales”, Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente División de Salud y Ambiente Organización Panamericana de la Salud Oficina Sanitaria Panamericana - Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud.
- Cortinas N. C., (2004). Manejo Integral de Residuos. Ver en: <http://Cristinacortinas.com> no se encuentra el enlace
- Guía metodológica para la formulación de planes integrales de gestión ambiental de residuos sólidos_PIGARS
- Loayza I. M. y Rosas S. A. (2013). Estudio de caracterización física de residuos sólidos en el distrito de Puno. Pág. 39
- Jaramillo, J. (2002). Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales. *Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Del Ambiente*, 303. <https://redrrss.minam.gob.pe/material/20090128200240.pdf>.
- Hidalgo U. E. (2012). “La Disposición Final de los Desechos Sólidos y su Incidencia en el Buen Vivir de los Habitantes del Cantón Archidona Ubicado en la Provincia de Napo Durante el Año 2012”, Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Civil, Ecuador.
- LEY N^a 27314- LEY GENERAL DE RESIDUOS SÓLIDOS. Diario Oficial El Peruano. Lima, Perú, publicada el 21 de julio del 2000.
- LEY N^a 28611- LEY DEL AMBIENTE. Diario Oficial El Peruano. Lima, Perú, publicada el 15 de octubre del 2005.
- Mendoza, K. P. (2018). *Implementación de un sistema de manejo integral y la disposición final de los residuos sólidos generados en el mercado Túpac Amaru de la ciudad de Juliaca* [Universidad Nacional del Altiplano]. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/10194>
- Mazuelos R. (2021). Influencia de un programa de capacitación para mejorar el conocimiento y manejo de residuos solidos en los comerciantes del mercado mayorista grau de Tacna,2020. [Universidad Privada de Tacna]
- MINAM. (2021). *Ley N° 27314: Ley general de residuos sólidos* (p. 22).



<https://sinia.minam.gob.pe/normas/ley-general-residuos-solidos>

- Monteza I. (2018). Propuesta de un sistema de gestión y manejo de residuos sólidos para mitigar los impactos ambientales en el distrito El Milagro, departamento de Amazonas, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, <http://hdl.handle.net/20.500.12423/1249>.
- Moreno T. A. & Nuñez N. N. (2021). Diseño de un Plan de Gestión Integral para el Manejo de los Residuos Sólidos Generados en el Mercado Central del Distrito de Pedro Gálvez, Provincia San Marcos, Cajamarca 2021. Perú.
- Municipalidad de Puno – Sub gerencia de Mercados y Plataformas Comerciales (2017).
- OEFA (2020) Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental
- Pacheco Z. J. y Sare C. J. (2018). Propuesta de Implementación de un Sistema de Gestión de Manejo de Residuos Sólidos para reducir la contaminación en la Institución Educativa N° 82538 Manuel María Álvarez de Cascas. Universidad Privada del Norte. Trujillo - Perú.
- Pettigiani, E., Muzlera, A., & Antonini, S. (2013). Caracterización de residuos sólidos urbanos domiciliarios en Unquillo, Córdoba. *FCEFYN - Congresos*, 1–11. <https://doi.org/10.21608/pshj.2022.250026>
- Pettigiani E., Muzlera A., Antonini S., (2012). Caracterización de Residuos Sólidos Urbanos Domiciliarios en Unquillo, Córdoba. INTI (Unidad de Química y Ambiente, -IN_T_I.Córdoba, Argentina) Ingeniería Química, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales-UNC. Industria Argentina, Córdoba - Argentina.
- Quiroz F. P. & Rospigliosi V. S. (2023). Propuesta de Plan de Mejora en el Manejo de Residuos Sólidos en el Mercado Magdalena Plaza, 2022. Universidad Privada del Norte. Lima - Perú.
- Ramirez, R. (2015). *Gestión integral de los residuos sólidos de la ciudad de Juli destinado para un relleno sanitario* [Universidad Nacional del Altiplano]. https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RNAP_c1f656aed59cec161b4ded2fe9e2



- Ramírez C. R., (2014). *Gestión Integral de los Residuos Sólidos de la Ciudad de Juli destinado para un Relleno Sanitario, Puno – Perú.*
- Ríos J. K., (2022). *Propuesta de un Plan de Manejo y de Valorización de Residuos Sólidos en el Mercado Las Lomas - Villa El Salvador.* Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima - Perú
- Rodríguez C., (2004). *Diario La Nación de Argentina (2004).* Disponible en:
http://www.lanacion.com.ar/Archivo/nota.asp?nota_id=666905
- Sánchez, G. (2007). *Gestión integral de residuos sólidos urbanos en los municipios de Actopan, San Salvador y El Arenal del estado de Hidalgo* [Universidad Autónoma del estado de Hidalgo].
<http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/jspui/handle/231104/82>
- Sánchez de P. M., Jorge de C. E., Rodríguez G., Ferreira G. F., Roman S., Polo A., (2013). *Gestión Integral de Residuos Urbanos en el Municipio de Selva-Santiago del Estero.* Instituto de Ciencias Químicas, Área de comunicación-Facultad de Agronomía y Agroindustrias. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Industria Argentina. Estero-Argentina.
- Sánchez P. P. (2020). *Propuesta de un Plan de Manejo de Residuos Sólidos en el Mercado Feria Libre del Cantón Arenillas Provincia de El Oro.* Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca. Cuenca - Ecuador
- Soto C., & Huaman R. (2022). *Propuesta de un plan de manejo de residuos solidos en el mercado 13 de enero del distrito de jose bustamante y rivero en la provincia de Arequipa, 2021.* [Universidad Continental]
- Tchobanoglous, G., Theisen, H., & Vigil, S. A. (1997). *Gestión integral de residuos sólidos* (Mc Graw Gil (ed.)).
- Torres, A. C. E. (2008). *Estudio de factibilidad para el manejo de residuos sólidos en la Universidad Ricardo Palma* [Universidad Ricardo Palma].
<https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/188>
- Uriza, N. E. (2016). *Caracterización de os residuos sólidos domiciliarios en el sector urbano de la ciudd de Tunja y propuesta de sensibilización para su separación*



en la fuente [Universidad de Manizales].

<https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/handle/20.500.12746/2790>.



ANEXOS

ANEXO 1: Marco legal peruano

- Ley General de residuos sólidos. No 27314; emitida el 21 de julio del 2000.
- Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, aprobado mediante Decreto Legislativo No. 613.
- Reglamento para el Control Sanitario de las Playas y Establecimientos Conexos, Decreto Supremo No 98-60-DGS, del 7 de octubre de 1960.
- Reglamento para la disposición de basuras mediante el empleo del método del relleno sanitario, Decreto Supremo No 6-STN, del 9 de noviembre de 1964.
- Reglamento de inocuidad del agua y alimentos y del tratamiento de desechos en el transporte nacional e internacional. Decreto Supremo No 012-77-SA, del 13 de octubre de 1977.
- Reglamento de Aseo Urbano, Decreto-Supremo No 033-81-S A, del 9 de diciembre de 1981, modificado por el Decreto Supremo No 037-83-SA, del 28 de septiembre de 1983.
- Normas a las cuales se ceñirá la crianza y/o engorde de cerdos desde el punto de vista sanitario, Decreto Supremo N^o 034-85-SA, del 25 de julio de 1985.
- Resolución Ministerial N^o 535-97-SA/DM, Código de Principios Generales de Higiene.
- Decreto Supremo N^o 88-67-DCS, Reglamento para apertura y control sanitario de plantas industriales de conformidad con el artículo N^o 160 del título "X" de la ley No 13270 de promoción industrial.
- Decreto Supremo N^o 034-85-SA, Reglamento de Aseo Urbano.



- Anteproyecto de Reglamento Nacional de Transporte Terrestre de Residuos Peligrosos, del 3 de julio del 2002.



ANEXO 2: Legislación ambiental y normatividad legal vigente

El marco legal vigente que regula los aspectos de la gestión y manejo de los residuos a nivel nacional son los siguientes:

- Decreto legislativo N°1065 que modifica algunos artículos de la Ley N°27314, Ley General de Residuos Sólidos, publicado el 28 de junio del 2008.

Decreto legislativo que modifica la ley N°27314, Ley General de Residuos Sólidos, en los aspectos principales de perfeccionar los lineamientos de política, establece las competencias del Ministerio del Ambiente, especifica las competencias de las autoridades sectoriales, la autoridad de salud, la autoridad de transporte y comunicaciones, establece el rol de los gobiernos regionales y el rol de las municipalidades, precisa las responsabilidades del generador de residuos sólidos del ámbito no municipal, entre otros.

- Ley N°27314, Ley General de Residuos Sólidos; aprobado el 21 de julio del 2000.

Ley General de Residuos Sólidos N°27314 del 21 de julio del 2000, que presenta las recomendaciones y establece lineamientos generales a tomar en consideración para la implementación y operación de las infraestructuras de disposición final de residuo, así mismo establece la obligatoriedad de elaborar Estudios de Impacto Ambiental en los proyectos de infraestructura de residuos sólidos, entre ellos el relleno sanitario. Tomar en consideración, la modificación de esta Ley dada por el Decreto Legislativo N°1065.

- Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos; aprobado mediante Decreto Supremo N°057-2004-PCM, aprobado el 22 de julio del 2004.



Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos, establece los criterios mínimos para la selección de sitio, habilitación, construcción, operación y cierre de las infraestructuras de disposición final. En la actualidad el presente Reglamento se encuentra en modificación.

- Reglamento para la Disposición de Basuras Mediante el Empleo del Método de Relleno Sanitario, aprobado mediante Decreto Supremo N°06 - STN, el 09 de enero de 1964.

Reglamento para la disposición de basuras mediante el empleo del método de relleno sanitario; mediante el cual se asigna a las municipalidades la responsabilidad de efectuar la recolección de los residuos en su jurisdicción y realizar su disposición final

- Ley Orgánica de las Municipalidades - Ley N°27972

Título V: Competencias y Funciones Específicas de los Gobiernos Locales, artículo 73°, numeral 3 señalan que las municipalidades distritales en materia de Protección y Conservación del Ambiente cumplen las siguientes funciones:

- ✓ Formulan, aprueban, ejecutan y monitorean los planes y políticas locales en materia ambiental, en concordancia con las políticas, normas y planes regionales, sectoriales y nacionales.
- ✓ Proponen la creación de áreas de conservación ambiental.
- ✓ Promueven la educación e investigación ambiental en su localidad e incentivan la participación ciudadana en todos sus niveles
- ✓ Participan y apoyan a las comisiones ambientales regionales.



- ✓ Coordinan con los diversos niveles de gobierno nacional, sectorial y regional, la correcta aplicación local de los instrumentos de planeamiento y gestión ambiental, en el marco del sistema nacional y regional de gestión ambiental.

- Ley General del Ambiente - Ley N°28611

Hace una diferencia de responsabilidades en cuanto al manejo de los residuos sólidos de origen doméstico y comercial (municipales), y de otros tipos de residuos (no municipales), cuyos generadores serán responsables de su adecuada disposición final, bajo las condiciones de control y supervisión establecidas en la legislación vigente.

- Ley General de Salud - Ley N°26842

Ley N°26842 del 20-07-97 - en la cual se reconoce la responsabilidad del Estado frente a la protección de la salud ambiental. En su artículo 96 del Capítulo IV, se menciona que en la disposición de sustancias y productos peligrosos deben tomarse todas las medidas y precauciones necesarias para prevenir daños a la salud humana o al ambiente. Asimismo, los artículos 99, 104 y 107 del Capítulo VIII tratan sobre los desechos y la responsabilidad de las personas naturales o jurídicas de no efectuar descargas de residuos o sustancias contaminantes al agua, el aire o al suelo. El artículo 80°, numeral 3.1 de la misma Ley señala que en materia de saneamiento, salubridad y salud, son funciones específicas de las municipalidades distritales: proveer el servicio de limpieza pública determinando las áreas de acumulación de desechos, rellenos sanitarios y el aprovechamiento industrial de los desperdicios.

- Ley del Sistema Nacional de Inversión Pública - Ley N° 27293



Creada con la finalidad de optimizar el uso de los Recursos Públicos destinados a los proyectos de inversión, en ese contexto se sitúan los proyectos de manejo de los residuos sólidos municipales, creando para tal efecto el Sistema Nacional de Inversión Pública, estableciendo además las fases a cumplir por todo proyecto de inversión pública; y su modificatoria dada por Decreto Legislativo N° 1091.

- Ley Marco para el Crecimiento de la Inversión Privada

Decreto legislativo N° 757 (13 de noviembre de 1991) - que incentiva el crecimiento de la inversión privada, y que en su artículo 55, precisa que se encuentra prohibido “internar al territorio nacional residuos o desechos, cualquier sea su origen o estado materia, que, por su naturaleza, uso fines, resultan peligrosos radiactivos...El internamiento de cualquier otro tipo de residuos o desechos sólo podrá estar destinado a su reciclaje, reutilización o transformación”

- Ley de Bases de Descentralización - Ley N° 27783

Que establece entre los objetivos a nivel ambiental, la gestión sostenible de los recursos naturales y mejoramiento de la calidad ambiental, además de incluir dentro de la asignación de competencias de las municipalidades, la gestión de los residuos sólidos dentro de su jurisdicción.

- Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental - Ley N° 27446

Establece dentro de los criterios de protección ambiental, la protección de la calidad ambiental, tanto del aire, del agua, del suelo, como la incidencia que puedan producir el ruido y los residuos sólidos, líquidos y emisiones gaseosas; aspectos ambientales comunes a toda infraestructura de disposición final de



residuos sólidos. Así mismo define los estudios ambientales correspondientes a cada tipo de proyecto dependiendo de la envergadura de éstos y la potencialidad de los impactos en el ambiente.

- Código Penal

“Ley que modifica diversos artículos del Código Penal y de la Ley General del Ambiente”, en el título XIII, capítulo I, sobre los Delitos Ambientales, establece las penalidades por contaminación al ambiente y en su artículo 306, por incumplimiento de las normas relativas al manejo de residuos sólidos, define:

El que, sin autorización o aprobación de la autoridad competente, establece un vertedero o botadero de residuos sólidos que pueda perjudicar gravemente la calidad del ambiente, la salud humana o la integridad de los procesos ecológicos, será reprimido con pena privativa de libertad no mayor de 4 años.

Si el agente actuó por culpa, la pena será privativa de libertad no mayor de 02 años. Con el agente, contraviniendo, leyes, reglamentos o disposiciones establecidas, utiliza desechos sólidos para la alimentación de animales destinados al consumo humano, la pena será no menor de 03 años no mayor de 06 años y con doscientos sesenta a cuatrocientos cincuenta días - multa. (Ver Ley N° 29263).

La implementación y operación de un relleno sanitario requiere del compromiso responsable del gestor o titular, partiendo de un proyecto que cuente con las aprobaciones y autorizaciones correspondientes antes de su implementación.

La inadecuada operación de estas infraestructuras de disposición final de residuos sólidos ha generado desconfianza y rechazo de la población, a tal punto de confundir los términos de relleno sanitario con botadero, por lo que realizar la



cobertura diaria de los residuos sólidos que se disponen como parte de la operación es de vital importancia, previniendo la proliferación de vectores, que ponen en riesgo la salud de los propios trabajadores y de la población.

ANEXO 3: Fotografías realizando encuestas



ANEXO 4: Fotografías recolectando los residuos sólidos



ANEXO 5: Fotografías de la segregación y pesado de los RRSS





ANEXO 6: Datos típicos sobre peso específico y contenido de humedad para residuos domésticos, industriales

Tipos de residuos	Peso específico kg/m ³		Contenido de humedad, porcentaje en peso	
	Rango	Típico	Rango	Típico
Residuos de comida	131-481	291	50-80	70
Papel	42-131	89	4-10	6
Cartón	42-80	50	4-8	5
Plásticos	42-131	65	1-4	2
Textiles	42-101	65	6-15	10
Goma	101-202	131	1-4	2
Cuero	101-261	160	8-12	10
Residuos de jardín	59-225	101	30-80	60
Madera	131-320	237	15-40	20
Vidrio	160-481	196	1-4	2
Latas de hojalata	50-160	89	2-4	3
Aluminio	65-240	160	2-4	2
Otros metales	131-1151	320	2-4	3
Suciedad, cenizas, etc.	650-831	481	6-12	8
Cenizas	89-181	745	6-12	6

Nota: Tchobanoglous G. –Theisen H. (1997) “Gestión Integral de Residuos Sólidos”



ANEXO 7: Constituyentes orgánicos rápida y lentamente biodegradables en los RRSS

Componentes de residuos orgánicos	Rápidamente biodegradable	Lentamente Biodegradable
Residuos de comida		
Periódicos		
Papel de oficina		
Cartón	Si	
Plásticos	Si	Si
Textiles	Si	Si
Goma	Si	Si
Cuero		Si
Residuos de jardín		Si
Madera		Si

Nota: Tchobanoglous G. –Theisen H. (1997) “Gestión Integral de Residuos Sólidos”



P10. ¿Alguna vez ha llegado a tus manos un panfleto y/o tríptico sobre la importancia del cuidado del medio ambiente, que haya sido hecho por la Municipalidad?

- a. Si
- b. No



ENCUESTA PARA LOS COMERCIANTES DEL MERCADO LAYKAKOTA

DATOS GENERALES:

1. Edad: 29
 2. Género: Femenino () Masculino (X)
 3. Grado de instrucción:
 Primaria () Universitario ()
 Secundaria (X) Maestría ()
 Técnico ()

Instrucciones: Marque con un aspa "X" los siguientes enunciados y responda según su propio criterio:

NIVEL COGNOSCITIVO Y ACTITUDINAL

P1. ¿Conoce que impacto ambiental puede ocasionar los residuos sólidos generados en el mercado?

- a. Si ¿Qué impactos? Dióxido de Plástico
 b. No

P2. ¿Sabe a dónde van los residuos sólidos del mercado?

- a. Si ¿A dónde? 0.0
 b. No

P3. ¿Qué entiende por reciclaje?

- a. Reutilizar
 b. Separar
 c. Convertir
 d. No sabe

P4. ¿Tiene conocimiento sobre que residuo se puede reutilizar?

- a. Si ¿Qué residuos?.....
 b. No

P5. ¿Sabe Ud. que problemas puede traer la acumulación de la basura?

Señales mal

NIVEL PROCEDIMENTAL DE GESTIÓN

P6. ¿Practica el reciclaje?

- a. Si ¿De que manera?.....
 b. No

P7. ¿Qué hace cuando tienes un papel o una botella de plástico usado?

- a. Lo reutilizo ¿Cómo?.....
 b. Lo elimino

P8. ¿Practica segregando los residuos sólidos que genera?

- a. Si
 b. No

P9. ¿Reutiliza los materiales que ya no usas?

- a. Si Que materiales:.....
 b. No

P10. ¿Alguna vez ha llegado a tus manos un panfleto y/o tríptico sobre la importancia del cuidado del medio ambiente, que haya sido hecho por la Municipalidad?

- a. Si
 b. No



ENCUESTA PARA LOS COMERCIANTES DEL MERCADO LAYKAKOTA

DATOS GENERALES:

1. Edad: 52
 2. Género: Femenino () Masculino ()
 3. Grado de instrucción: Universitario (X) Maestría ()
 Primaria ()
 Secundaria ()
 Técnico ()

Instrucciones: Marque con un aspa "X" los siguientes enunciados y responda según su propio criterio.
NIVEL COGNOSCITIVO Y ACTITUDINAL

P1. ¿Conoce que impacto ambiental puede ocasionar los residuos sólidos generados en el mercado?
 a. Si
 b. No

P2. ¿Sabe a dónde van los residuos sólidos del mercado?
 a. SX
 b. No

P3. ¿Qué entiende por reciclaje?
 a. Reutilizar
 b. Separar
 c. Convertir
 d. No sabe

P4. ¿Tiene conocimiento sobre que residuo se puede reutilizar?
 a. Si
 b. No

P5. ¿Sabe Ud. que problemas puede traer la acumulación de la basura?
Exposición de plagas

NIVEL PROCEDIMENTAL DE GESTIÓN

P6. ¿Practica el reciclaje?
 a. Si
 b. No

P7. ¿Qué hace cuando tienes un papel o una botella de plástico usado?
Reutilizo

a. Lo reutilizo
 X Lo elimino ¿Cómo?

P8. ¿Practica segregando los residuos sólidos que genera?
 a. Si
 b. No

P9. ¿Reutiliza los materiales que ya no usas?
 a. Si
 b. No Que materiales:

P10. ¿Alguna vez ha llegado a tus manos un panfleto y/o triptico sobre la importancia del cuidado del medio ambiente, que haya sido hecho por la Municipalidad?
 a. Si
 b. No



ENCUESTA PARA LOS COMERCIANTES DEL MERCADO LAYKAKOTA

DATOS GENERALES:

1. Edad: 40
 2. Género: Femenino () Masculino (X)
 3. Grado de instrucción:
 Primaria () Universitario (X)
 Secundaria () Maestría ()
 Técnico ()

Instrucciones: Marque con un aspa "X" los siguientes enunciados y responda según su propio criterio:

NIVEL COGNOSCITIVO Y ACTITUDINAL

P1. ¿Conoce que impacto ambiental puede ocasionar los residuos sólidos generados en el mercado?

- a. Sí
 b. No

¿Qué impactos? Sacude la basura y desorden

P2. ¿Sabe a dónde van los residuos sólidos del mercado?

- a. Sí
 b. No

¿A dónde? ala basura municipal

P3. ¿Qué entiende por reciclaje?

- Reutilizar
 b. Separar
 c. Convertir
 d. No sabe

P4. ¿Tiene conocimiento sobre que residuo se puede reutilizar?

- Sí
 b. No

¿Qué residuos? bottellas desarmables

P5. ¿Sabe Ud. que problemas puede traer la acumulación de la basura?

Contaminación, pestes, imbeciosos

NIVEL PROCEDIMENTAL DE GESTIÓN

P6. ¿Practica el reciclaje?

- a. Sí
 No

¿De que manera?

P7. ¿Qué hace cuando tienes un papel o una botella de plástico usado?

- a. Lo reutilizo
 b. Lo elimino

¿Cómo? La basura

P8. ¿Practica segregando los residuos sólidos que genera?

- a. Sí
 b. No

P9. ¿Reutiliza los materiales que ya no usas?

- a. Sí
 b. No

Que materiales:

P10. ¿Alguna vez ha llegado a tus manos un panfleto y/o tríptico sobre la importancia del cuidado del medio ambiente, que haya sido hecho por la Municipalidad?

- a. Sí
 b. No

ENCUESTA PARA LOS COMERCIANTES DEL MERCADO LAYKAKOTA

DATOS GENERALES:

1. Edad: 46
2. Género: Femenino Masculino
3. Grado de instrucción:
Primaria Universitario
Secundaria Maestría
Técnico

Instrucciones: Marque con un aspa "X" los siguientes enunciados y responda según su propio criterio:

NIVEL COGNOSCITIVO Y ACTITUDINAL

P1. ¿Conoce que impacto ambiental puede ocasionar los residuos sólidos generados en el mercado?

- a. SI
 No

¿Qué impactos?

P2. ¿Sabe a dónde van los residuos sólidos del mercado?

- a. SI
 No

¿A dónde?

P3. ¿Qué entiende por reciclaje?

- a. Reutilizar
b. Separar
c. Convertir
d. No sabe

P4. ¿Tiene conocimiento sobre que residuo se puede reutilizar?

- a. SI
 No

¿Qué residuos?

P5. ¿Sabe Ud. que problemas puede traer la acumulación de la basura?

Enfermedades

NIVEL PROCEDIMENTAL DE GESTIÓN

P6. ¿Practica el reciclaje?

- a. SI
 No

¿De que manera?

P7. ¿Qué hace cuando tienes un papel o una botella de plástico usado?

a. Lo reutilizo
b. Lo elimino

¿Cómo?

P8. ¿Practica segregando los residuos sólidos que genera?

- a. SI
 No

P9. ¿Reutiliza los materiales que ya no usas?

- a. SI
 No

Que materiales:

P10. ¿Alguna vez ha llegado a tus manos un panfleto y/o tríptico sobre la importancia del cuidado del medio ambiente, que haya sido hecho por la Municipalidad?

- a. SI
 No

Satony



ENCUESTA PARA LOS COMERCIANTES DEL MERCADO LAYKAKOTA

DATOS GENERALES:

1. Edad: 24
 2. Género: Femenino () Masculino
 3. Grado de instrucción:
 Primaria () Universitario
 Secundaria () Maestría ()
 Técnico ()
Instrucciones: Marque con un "X" los siguientes enunciados y responda según su propio criterio:

NIVEL COGNOSCITIVO Y ACTITUDINAL

P1. ¿Conoce que impacto ambiental puede ocasionar los residuos sólidos generados en el mercado?

- a. Si ¿Qué impactos? contaminación, salud, agua
 b. No

P2. ¿Sabe a dónde van los residuos sólidos del mercado?

- a. Si ¿A dónde? Relevo, sanitario
 b. No

P3. ¿Qué entiende por reciclaje?

- a. Reutilizar
 b. Separar
 c. Convertir
 d. No sabe

P4. ¿Tiene conocimiento sobre que residuo se puede reutilizar?

- a. Si ¿Qué residuos? plástico, botellas, pilas, etc.
 b. No

P5. ¿Sabe Ud. que problemas puede traer la acumulación de la basura?

- contaminación, del ambiente, etc. en prácticas de reciclaje

NIVEL PROCEDIMENTAL DE GESTIÓN

P6. ¿Practica el reciclaje?

- a. Si
 b. No ¿De que manera?

P7. ¿Qué hace cuando tienes un papel o una botella de plástico usado?

- a. Lo reutilizo
 b. Lo elimino ¿Cómo? lo tiré a la basura (relevo, sanitario)

P8. ¿Practica segregando los residuos sólidos que genera?

- a. Si
 b. No

P9. ¿Reutiliza los materiales que ya no usas?

- a. Si
 b. No Que materiales:

P10. ¿Alguna vez ha llegado a tus manos un panfleto y/o tríptico sobre la importancia del cuidado del medio ambiente, que haya sido hecho por la Municipalidad?

- a. Si
 b. No



DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo RUTH DIANA LENTELLA FLORES
identificado con DNI 70144081 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERIA QUIMICA

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

" PROPUESTA DE UN PLAN DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS
SÓLIDOS EN EL MERCADO LAYKAKOTA DE LA CIUDAD
DE PUNO "

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 09 de Julio del 2024


FIRMA (obligatoria)



Huella



AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo RUTH DIANA LENTELLA FLORES
identificado con DNI 70144081 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERIA QUIMICA

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

" PROPUESTA DE UN PLAN DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MERCADO LAYKAKOTA DE LA CIUDAD DE PUNO "

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los "Contenidos") que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 09 de Julio del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella