



UNIVERSIDAD
DE PIURA

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Diseño integral de un sistema de gestión de residuos
sólidos urbanos en el distrito de Vice, provincia de
Sechura, departamento de Piura**

Tesis para optar el Título de
Ingeniero Civil

**Franklin Perez Suncion
Juan Jean Peare Temoche Gomez**

**Asesor(es):
Dr. Ing. Francisco Arteaga Nuñez**

Piura, noviembre de 2023



Declaración Jurada de Originalidad del Trabajo Final

Yo, Franklin Perez Suncion, egresado del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Piura, identificado(a) con DNI N° 72507910.

Declaro bajo juramento que:

1. Soy autor del trabajo final titulado:
"Diseño integral de un sistema de gestión de residuos sólidos urbanos en el distrito de Vice, provincia de Sechura, departamento de Piura"
El mismo que presento bajo la modalidad de Tesis¹ para optar el Título profesional² de Ingeniero Civil.
2. Que el trabajo se realizó en coautoría con los siguientes alumnos de la Universidad de Piura.
 - Juan Jean Peare Temoche Gomez, identificado con DNI N° 76621213
 - Haga clic o pulse aquí para escribir texto, identificado con DNI N° Escribir número
 - Haga clic o pulse aquí para escribir texto, identificado con DNI N° Escribir número
 - Haga clic o pulse aquí para escribir texto, identificado con DNI N° Escribir número
3. La asesoría del trabajo estuvo a cargo de:
 - Dr. Ing. Francisco Arteaga Nuñez, identificado con DNI N° 02625709
 - Haga clic o pulse aquí para escribir texto, identificado con DNI N° Escribir número
 - Haga clic o pulse aquí para escribir texto, identificado con DNI N° Escribir número
4. El texto de mi trabajo final respeta y no vulnera los derechos de terceros o de ser el caso derechos de los coautores, incluidos los derechos de propiedad intelectual, datos personales, entre otros. En tal sentido, el texto de mi trabajo final no ha sido plagiado total ni parcialmente, para la cual he respetado las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas.
5. El texto del trabajo final que presento no ha sido publicado ni presentado antes en cualquier medio electrónico o físico.
6. La investigación, los resultados, datos, conclusiones y demás información presentada que atribuyo a mi autoría son veraces.
7. Declaro que mi trabajo final cumple con todas las normas de la Universidad de Piura.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad de Piura y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

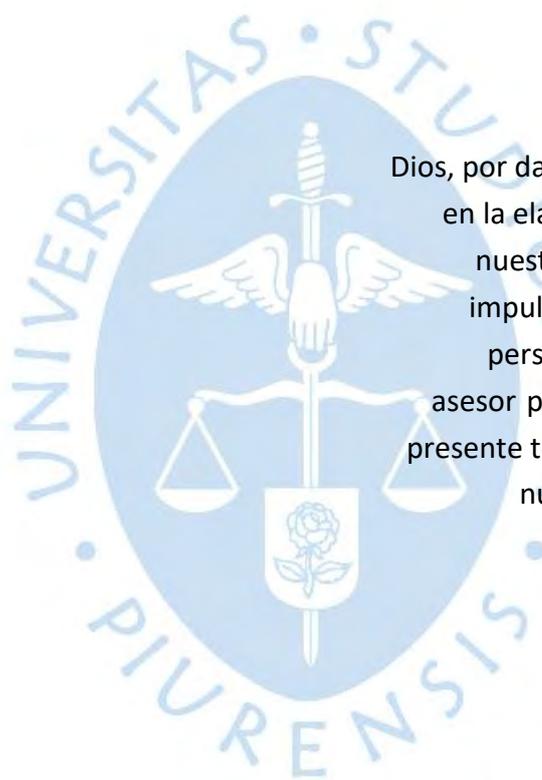
Fecha: 23/11/2023.

Firma del autor optante³

¹ Indicar si es tesis, trabajo de investigación, trabajo académico o trabajo de suficiencia profesional.

² Grado de Bachiller, Título profesional, Grado de Maestro o Grado de Doctor.

³ Idéntica al DNI; no se admite digital, salvo certificado.



Dedicatoria

Agradecer en primer lugar a Dios, por darnos sabiduría e iluminarnos en la elaboración de este trabajo; a nuestros padres por motivarnos e impulsarnos en nuestro desarrollo personal y profesional, a nuestro asesor por ser guía y apoyarnos en la presente tesis y a nosotros mismos por nuestra dedicación y esfuerzo.

Resumen

Actualmente, la población del distrito de Vice en la provincia de Sechura del departamento de Piura no cuenta con un sistema de gestión de residuos sólidos adecuado, lo que ha generado problemas a gran escala que afectan la economía, la salud y la calidad de vida de las personas. La presencia de residuos sólidos, gases y lixiviados genera la proliferación de vectores como roedores, moscas, aves de rapiña, cucarachas, etc., que transmiten enfermedades y afectan la salud pública, originando problemas sanitarios. Además, la falta de gestión de residuos urbanos produce daños al medio ambiente y a los ecosistemas marinos cercanos a la población.

Para abordar esta problemática, se ha propuesto la elaboración de un modelo de gestión óptimo de residuos sólidos que permita mejorar la calidad de vida de los pobladores de Vice y preservar el medio ambiente. Este modelo se enfoca en la implementación de un sistema integral de gestión de residuos sólidos que contemple la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos generados en el distrito.

En primer lugar, se ha propuesto la implementación de un sistema de recolección de residuos sólidos que contemple la separación en origen de los residuos orgánicos e inorgánicos. Para ello, se plantea la utilización de carros recolectores diferenciados para la recolección de cada tipo de residuo. Además, se promoverá la educación y concientización de la población sobre la importancia de la separación de residuos en origen y se establecerán puntos de acopio para la recolección selectiva de residuos especiales como pilas, baterías, medicamentos, entre otros.

Una vez recolectados los residuos sólidos, se procederá al transporte de los mismos a una planta de tratamiento. Se propone la construcción de una planta de tratamiento de residuos sólidos que permita la separación y clasificación de los residuos orgánicos e inorgánicos, así como la recuperación de materiales reciclables. Los residuos orgánicos serán destinados a la producción de compostaje, mientras que los residuos inorgánicos serán clasificados y enviados a los centros de reciclaje correspondientes.

Por último, se establecerá un sistema de disposición final de los residuos sólidos que garantice su adecuada eliminación y minimice el impacto ambiental. Se plantea la construcción de un relleno sanitario que cumpla con los estándares ambientales y sanitarios establecidos por la normativa vigente.

En conclusión, el desarrollo de un sistema de gestión de residuos sólidos en el Distrito de Vice es una necesidad urgente para mejorar la calidad de vida de la población y preservar el medio ambiente.

Tabla de contenido

Introducción	12
Capítulo 1	13
1.1 Ubicación geográfica y localización de la zona de estudio	13
1.1.1 Ubicación	13
1.1.2 Localización	14
1.2 Características demográficas, sociales y económicas de la población	15
1.2.1 Población	15
1.2.2 Características socio demográficas y número de viviendas	16
1.2.3 Servicios de la vivienda	16
1.2.4 Factores Socioeconómicos	17
Capítulo 2	20
2.1 Los residuos sólidos	20
2.2 Clasificación de los residuos sólidos	20
2.2.1 Por su origen	20
2.2.2 Por su peligrosidad	21
2.2.3 Por su naturaleza	21
2.2.4 Por su gestión	22
2.3 El servicio de aseo urbano	22
2.3.1 Separación de residuos sólidos	23
2.3.2 Almacenamiento y presentación	24
2.3.3 Recolección y transporte	24
2.3.4 Barrido y limpieza	25
2.3.5 Transferencia	25
2.3.6 Aprovechamiento	27
2.3.7 Tratamiento	28
2.3.8 Disposición final de los residuos sólidos	29
2.4 Gestión integral de residuos sólidos municipales	29
2.4.1 Gestión política y administrativa	29

2.4.2 Legislación y normatividad de residuos sólidos en el Perú	29
2.5 ¿Qué es un relleno sanitario?	31
2.5.1 Tipos de rellenos sanitarios	32
2.5.2 Métodos de construcción de un relleno sanitario	32
2.6 Reacciones que se generan en un relleno sanitario	37
2.6.1 Cambios físicos	37
2.6.2 Reacciones químicas.....	37
2.6.3 Reacciones biológicas.....	37
2.7 Principios básicos de un relleno sanitario.....	38
Capítulo 3	39
3.1 Información Básica	39
3.1.1 Aspectos Demográficos	39
3.1.2 Generación de residuos sólidos municipales en poblaciones pequeñas	43
3.1.3 Características de los residuos sólidos municipales en poblaciones pequeñas.....	44
3.1.4 Generación de residuos sólidos no domiciliarios del área urbana de Vice	49
3.1.5 Generación total de residuos sólidos municipales, Área Urbana 2022.....	50
3.1.6 Diseño de la zona de transferencia	50
3.1.7 Diseño del relleno sanitario.....	52
Capítulo 4	75
4.1 Almacenamiento de los RSM	75
4.1.1 Almacenamiento domiciliario	75
4.2 Recolección y Transporte de los RSM	80
4.3 Zona de transferencia de los RSM.....	85
4.4 Disposición final de los RSM.....	86
Conclusiones	87
Recomendaciones	88
Referencias.....	89
Apéndices	92

Apéndice A. Encuesta de percepción del servicio de limpieza pública y aspectos socioeconómicos de los generadores domiciliarios.....	93
Apéndice B. Datos de los participantes del estudio de caracterización de residuos sólidos domiciliario.....	100
Planos	101
Plano A. Plano de planta general del área destinada para la construcción del relleno sanitario en el distrito de Vice.....	102
Plano B. Plano Topográfico del área destinada para la construcción del relleno sanitario en el distrito de Vice	103



Lista de tablas

Tabla 1 Población censada del distrito de Vice	15
Tabla 2 Centros Poblados del 2017 del distrito de Vice	16
Tabla 3 ventajas y limitaciones de un relleno sanitario	35
Tabla 4 Población del distrito de Vice (2007-2017)	39
Tabla 5 Tasa de crecimiento de la población del distrito de Vice	41
Tabla 6 Población proyectada del distrito de Vice al año 2032	42
Tabla 7 Generación Per-cápita de residuos sólidos distrital (Kg/hab./Día)	43
Tabla 8 Proyección de la generación total de Residuos Sólidos Domiciliarios 2022	43
Tabla 9 Densidad de los Residuos Sólidos Domiciliarios sin compactar 2022	44
Tabla 10 Composición de los Residuos Sólidos Domiciliarios del Distrito de Vice 2022	45
Tabla 11 Contenido de humedad de los Residuos Domiciliarios 2017	47
Tabla 12 Generación de los Residuos Sólidos no Domiciliarios del Área Urbano del Distrito de Vice al 2017	49
Tabla 13. datos para cálculo del volumen compactado de RSM diarios y anuales del distrito de vice	55
Tabla 14 Volumen de RSM diarios y anuales del distrito de Vice	56
Tabla 15 Volumen de material de cobertura	58
Tabla 16 Volumen de material de cobertura	59
Tabla 17 Volumen del relleno sanitario por año.....	60
Tabla 18 Cantidad de residuos sólidos recolectados por año.....	64

Lista de figuras

Figura 1 Ubicación del distrito de Vice	13
Figura 2 Mapa limítrofe de Vice	14
Figura 3 Localización de la Zona de estudio	15
Figura 4 El problema del manejo de los residuos sólidos	20
Figura 5 Gestión integral de los RSM	22
Figura 6 Separación de residuos en botaderos de basura	23
Figura 7 Contenedores para almacenamiento de RSM	24
Figura 8 Recolección y transporte de RSM	25
Figura 9 Estación de transferencia – carga directa	26
Figura 10 Estación de transferencia – Almacenamiento y carga	27
Figura 11 Método de trinchera o zanja	33
Figura 12 Método de área aplicado en depresiones	34
Figura 13 Aplicación del método combinado en un relleno sanitario	35
Figura 14 Composición porcentual de Residuos Sólidos Domiciliarios de Vice 2022	47
Figura 15 Ubicación de la estación de transferencia	51
Figura 16 Diseño de ruta de la estación de transferencia – relleno sanitario	52
Figura 17 Relación entre el tipo de suelo, el coeficiente de permeabilidad y su aceptación para drenaje y relleno sanitario.	53
Figura 18 Condiciones climatológicas e hidrológicas favorables	54
Figura 19 Taludes recomendados en corte	63
Figura 20 Localización y características de los pozos para el monitoreo de agua	71
Figura 21 Parámetros para medir la calidad del agua y lixiviado	72
Figura 22 Tipos de recipientes para almacenaje de residuos sólidos en el Distrito de Vice ...	75
Figura 23 Cantidad de recipientes utilizados para almacenamiento de residuos	76
Figura 24 Cantidad de días en los que se alcanza el límite de almacenamiento	77
Figura 25 Viviendas que realizan segregación de residuos sólidos en casa	78
Figura 26 Viviendas que reciben el servicio de recolección	80
Figura 27 Intervalo de tiempo de recolección de residuos en el Distrito de Vice	81
Figura 28 Horario de recolección de residuos en el Distrito de Vice	82

Figura 29 Disposición de residuos sólidos en las viviendas del distrito de Vice 83

Figura 30 Calificación del servicio de recolección de residuos del distrito de Vice 84



Introducción

En el primer capítulo, se presenta información de la situación social, económica y demográfica del distrito de Vice que viene padeciendo un gran problema debido a la falta de gestión para el control y manejo de los residuos sólidos municipales.

En el segundo capítulo, se presentan los fundamentos teóricos para el desarrollo de un sistema de gestión de residuos sólidos urbanos y las normas vigentes que regulan su funcionamiento conforme a ley, además de considerar parámetros establecidos que limitan el uso de diversas metodologías para el diseño o estructuración del sistema de gestión más adecuado.

En el tercer capítulo se realiza el diseño de las unidades seleccionadas para el Sistema de gestión de residuos sólidos urbanos, tomando como primer punto los cálculos de carácter demográfico, también la generación urbana que hay en el distrito de Vice y además cálculos volumétricos y algunas recomendaciones para el funcionamiento del proyecto.

En el cuarto capítulo se muestra un análisis de resultados de los cálculos realizados para el diseño del proyecto y la presentación de una guía de Gestión óptima de los residuos sólidos en el Distrito de Vice que aporte al adecuado tratamiento de estos residuos y promover una cultura de cuidado medio ambiental.



Capítulo 1

Descripción del distrito de Vice

1.1 Ubicación geográfica y localización de la zona de estudio

1.1.1 Ubicación

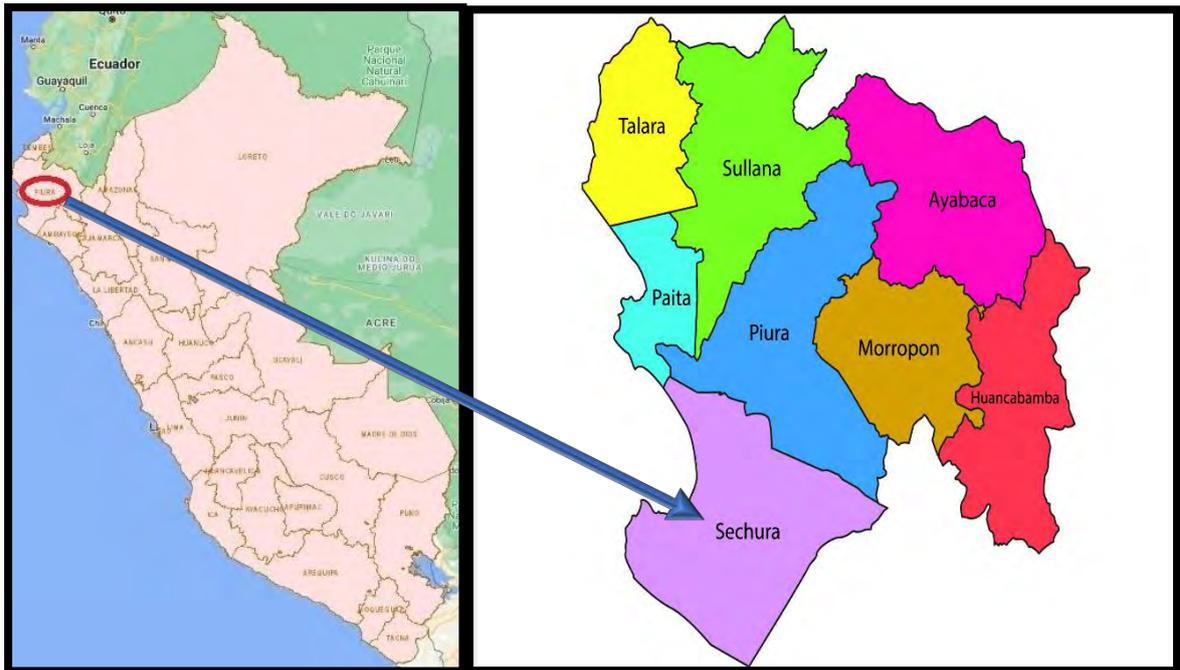
El distrito de Vice es uno de los seis distritos que conforman la provincia de Sechura, ubicado en la costa norte del Perú en el departamento de Piura, tal y como se observa en la figura 1.

Está situado a 35 km de la ciudad de Piura, comprende una extensión territorial de 324,62 km² y una altitud de 15 msnm.

Según el Instituto Nacional de estadística e informática, el distrito de Vice, presenta las siguientes coordenadas geográficas 5°25'20" sur y 80° 46' 35" oeste del meridiano de Greenwich.

Figura 1

Ubicación del distrito de Vice



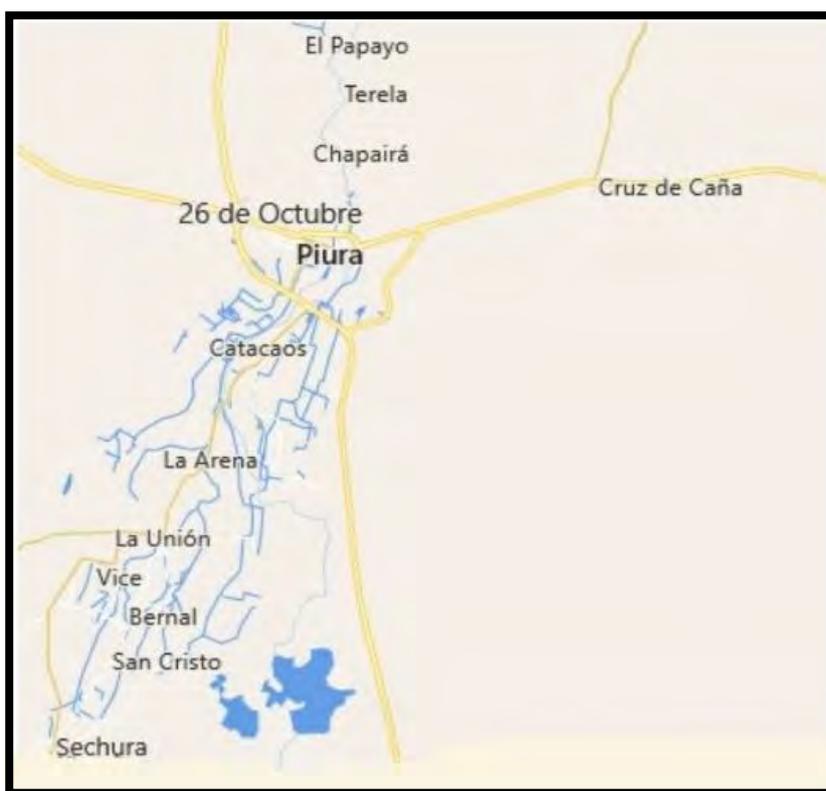
Nota. Adaptado de (INEI, Sistema de Información Geográfica, s.f.)

Los límites del distrito de Vice se pueden observar en la figura 2.

- Por el norte: Con el distrito de La Unión (Piura)
- Por el Este: Con Bernal y Rinconada Llicuar
- Por el Sur: Con el distrito de Sechura (capital de la provincia)
- Por el Oeste: Con el Océano Pacífico

Figura 2

Mapa limítrofe de Vice



Nota. Adaptado de (iperu.org, s.f.)

1.1.2 Localización

La zona de estudio abarca todo el Distrito de Vice y finaliza en el botadero municipal, el cual está localizado al costado de la carretera Vice-Playa San Pablo, a 7 km del centro, por trocha carrozable se llega a dicha zona en 5 min, tal y como se aprecia en la figura 3.

Figura 3*Localización de la Zona de estudio**Nota.* Adaptado de (Google Earth, s.f.)

1.2 Características demográficas, sociales y económicas de la población

1.2.1 Población

De acuerdo con los resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda al año 2017 el Distrito de Vice cuenta con una población total de 16290 habitantes, presenta un 97.47% en el área Urbana y un 2.53% en Rural. Tal como se puede apreciar en la Tabla 1.

Tabla 1*Población censada del distrito de Vice*

Año	Población	
	Rural	Urbano
2017	412	15878
Total	16290 habitantes	

Nota. Adaptado de (INEI, 2022)

1.2.2 Características socio demográficas y número de viviendas

El Distrito de Vice está conformado por Centros Poblados, distribuidos tal y como se muestran en la Tabla 2:

Tabla 2

Centros Poblados del 2017 del distrito de Vice

Centro Poblado	Zona
Vice	Urbano
Chalaco	Urbano
Letirá	Urbano
Becará	Urbano
Santa Rosa de Satuyo	Rural
Santa Isabel	Rural
Sánchez	Rural
San Luis	Rural
El Bendito	Rural
Chalaco Alto	Rural

Nota. Adaptado de (INEI, 2022)

Asimismo, el Distrito de Vice cuenta con un total de 4299 Viviendas en total, de las cuales 4194 corresponden a la zona Urbana y 105 a la zona Rural. (INEI, Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas, 2022)

1.2.3 Servicios de la vivienda

Los servicios básicos con los que debe contar una vivienda no están cubiertos al 100% en diversos anexos y centros poblados del distrito, dicha situación se refleja con mayor

proporción en el ámbito rural, para aquellas viviendas que no cuentan con algunos servicios como corresponde.

La población cuenta con el servicio de energía eléctrica al 80% de todo el distrito, los cuales disponen de este servicio de forma permanente, es decir las 24 horas del día. (INEI, Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas, 2022).

Respecto al servicio de agua potable, actualmente la mayoría de las viviendas cuentan con dicho servicio con un porcentaje que asciende al 91%, a excepción de aquellos que aún no han sido conectados a la red principal por estar en los anexos más alejados. Cabe destacar que el servicio brindado no son las 24 horas del día, dado que hay algunas deficiencias en la planta de agua potable del distrito para poder abastecer a todos los ciudadanos. (INEI, Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas, 2022)

Asimismo, el alcantarillado cuyo porcentaje de personas que cuentan con dicho servicio es del 69 %, y el 1.5 % para las viviendas que utilizan letrina y/o pozo negro o ciego, y el resto de la población no cuenta con ningún tipo de servicio higiénico en su vivienda. (INEI, Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas, 2022)

1.2.4 Factores Socioeconómicos

1.2.4.1 Situación Social. La población del distrito de Vice cuenta con un gran desarrollo en diversos sectores productivos, los cuales permiten mejorar y tener una gestión sostenible de los recursos naturales, una gran producción en el sector pesquero, agrario, turístico y también en educación a nivel urbano y gran parte en la zona rural, sin embargo, con una falta de cultura por parte de la población, dado que muchos pobladores siguen arrojando la basura en lugares inadecuados, afectando la salud pública y el medio ambiente.

1.2.4.1.1 Educación. En la actualidad el distrito de Vice cuenta con 40 Instituciones de Educación de menores, 04 Instituciones de educación Secundaria, 14 de educación primaria, 18 de educación Inicial-Jardín, 07 PRONOEI y 01 centro de educación Especial. (MINISTERIO DE EDUCACION, 2022)

Como se puede corroborar el distrito de Vice cuenta con Instituciones que brinda el Servicio de Educación Básica Regular, sin embargo, no existen Instituciones de Educación Superior, por lo que afecta considerablemente a los alumnos que no cuentan con los recursos económicos necesarios para ir a estudiar a la ciudad, sobre todo a aquellos que viven en la zona rural, por lo que obligatoriamente trabajan desde temprana edad.

1.2.4.1.2 Salud. En el distrito de Vice existe el Servicio de Salud en la mayoría de sus centros poblados, excepto en aquellos ubicados en la zona rural, teniendo como

Establecimiento principal al Centro de Salud de Vice que es de categoría II, sin embargo, todavía existe la problemática de que no se pueden atender emergencias en horario nocturno, puesto que para poder brindar este servicio se debe subir a categoría III.

Por lo antes mencionado, muchas veces se dificulta la cobertura al servicio nocturno, afectando a la población de manera que se propicia el aumento de la tasa de morbilidad y mortalidad, sobre todo para aquellos que no tienen la posibilidad económica de llevar a sus pacientes a una clínica u hospital.

1.2.4.1.3 Obras de saneamiento y otros. La población del distrito de Vice cuenta con el servicio de agua potable, el cual es brindado por la municipalidad del distrito con una frecuencia de tres veces por semana, lo cual resulta insuficiente para cubrir las necesidades básicas. Además, la calidad del agua no es tan buena, dado que presenta deficiencias en su tratamiento, ya que es salobre y en su mayoría afecta a los niños.

No se sabe con exactitud la cantidad de población que cuenta con telefonía móvil, pero se puede estimar que más del 60% del distrito cuenta con un teléfono móvil.

1.2.4.1.4 Situación actual del botadero municipal. El botadero municipal del distrito de Vice se encuentra en una situación crítica debido a que cuenta con las siguientes deficiencias:

- No cuenta con cerco perimétrico.
- No cuenta con servicio de vigilancia permanente.
- Las áreas de reciclaje y lombricultura están en completo abandono.
- Se han realizado quemas clandestinas por parte de personas ajenas a la municipalidad distrital de Vice.
- No cuenta con grupos formales para realizar las actividades de segregación y reciclaje.
- No cuenta con el servicio de agua potable.

1.2.4.2 Situación económica. La población del distrito de Vice tiene una población económicamente activa. Las actividades económicas más relevantes son la agricultura y la pesca; sin embargo, durante los últimos años viene creciendo la demanda de mano de obra para actividades en el sector minero. Respecto a la agricultura, existen áreas acondicionadas para el sembrío de cultivos y una red de sistema de agua regulada para riego de los cultivos; los servicios públicos, los servicios de transporte, y el comercio complementan las actividades de la población de Vice.

1.2.4.2.1 Actividad Agrícola. Es una de las actividades que más predomina en el distrito, la cual se desarrolla de manera tradicional y en algunos trabajos con el aporte de maquinaria, con las limitaciones del clima y algunas deficiencias para el riego, el cual se realiza por gravedad.

El principal cultivo que se desarrolla por campaña agrícola que ocupa la mayor superficie es el arroz, en menor escala el algodón, maíz amarillo duro, camote y otros, etc.

1.2.4.2.2 Actividad Pesquera. Es también una de las actividades que más predomina en el distrito, la cual permite llevar el sustento a muchos hogares, desde la más simple que es la pesca artesanal, hasta lo más complejo que es la pesca industrial que se realiza con tecnología avanzada en lanchas. Los peces que más predominan por estas áreas son la caballa, bonito, lisa, entre otros.



Capítulo 2

Fundamentos teóricos

2.1 Los residuos sólidos

“Son residuos sólidos aquellas sustancias, productos o subproductos en estado sólido o semisólido de los que su generador dispone, o está obligado a disponer, en virtud de lo establecido en la normatividad nacional o de los riesgos que causan a la salud y el ambiente, para ser manejados a través de un sistema de gestión ambiental de residuos” (Congreso de la república, 2000).

Figura 4

El problema del manejo de los residuos sólidos



Nota. Adaptado de (Ruiz, 2014)

2.2 Clasificación de los residuos sólidos

2.2.1 Por su origen

2.2.1.1 Residuos sólidos domiciliarios. “Son aquellos residuos generados en las actividades domésticas realizadas en los domicilios, constituidos por restos de alimentos, periódicos, revistas, botellas, embalajes en general, latas, cartón, pañales descartables, restos de aseo personal y otros similares” (Congreso de la república, 2000).

2.2.1.2 Residuos comerciales. “Son aquellos generados en establecimientos comerciales de bienes y servicios, tales como: centros de abasto, restaurantes, supermercados, tiendas, bares, bancos, centros de convenciones, oficinas de trabajo, etc. Estos residuos están constituidos mayormente por papel, plásticos, latas, entre otros”. (Congreso de la república, 2000)

2.2.1.3 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” (Congreso de la república, 2000).

2.2.1.4 Residuos de los establecimientos de atención de salud. “Son aquellos residuos generados en los procesos y en las actividades para la atención e investigación médica en establecimientos como: hospitales, clínicas, centros y puestos de salud, laboratorios clínicos, consultorios, entre otros afines” (Congreso de la república, 2000).

2.2.1.5 Residuos de las actividades de construcción. “Son aquellos residuos fundamentalmente inertes que son generados en las actividades de construcción y demolición de obras, tales como: edificios, puentes, carreteras, represas, canales y otras afines a éstas” (Congreso de la república, 2000).

2.2.1.6 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” (Congreso de la república, 2000).

2.2.2 Por su peligrosidad

2.2.2.1 Residuos sólidos peligrosos. “Son peligrosos aquéllos que por sus características o el manejo al que son o van a ser sometidos representan un riesgo significativo para la salud o el ambiente (Congreso de la república, 2000).

Se considerarán peligrosos los que presenten por lo menos una de las siguientes características: auto combustibilidad, explosividad, corrosividad, reactividad, toxicidad, radiactividad o patogenicidad.

2.2.2.2 Residuos sólidos no peligrosos. “Son todos aquéllos que por sus características o el manejo al que son o van a ser sometidos no representan un riesgo significativo para la salud o el ambiente” (Congreso de la república, 2000).

2.2.3 Por su naturaleza

2.2.3.1 Residuos orgánicos. “Son aquellos residuos de origen biológico que se descomponen naturalmente, generando gases (dióxido de carbono, metano, etc.) y lixiviados en los lugares de tratamiento y disposición final. Pueden reaprovecharse como mejoradores de suelo y fertilizantes (compost, humus, etc.)” (Organismo de evaluación y fiscalización ambiental - OEFA, 2014).

2.2.3.2 Residuos inorgánicos. “Residuos de origen mineral o producidos industrialmente que no se degradan con facilidad. Pueden ser reaprovechados mediante procesos de reciclaje” (Organismo de evaluación y fiscalización ambiental - OEFA, 2014).

2.2.4 Por su gestión

2.2.4.1 Residuos de gestión municipal. “Son aquellos generados en domicilios, comercios y por actividades que generan residuos similares a estos, cuya gestión ha sido encomendada a las municipalidades” (Congreso de la república, 2000).

La gestión de estos residuos es de responsabilidad del municipio 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 (Organismo de evaluación y fiscalización ambiental - OEFA, 2014).

2.2.4.2 Residuos de gestión no municipal. “Son aquellos residuos generados en los procesos o actividades no comprendidos en el ámbito de gestión municipal” (Organismo de evaluación y fiscalización ambiental - OEFA, 2014).

2.3 El servicio de aseo urbano

“El servicio de aseo urbano es el encargado del mantenimiento de la ciudad libre de los desechos sólidos producidos por sus habitantes” (Ministerio de salud, 1983).

Se desarrolla mediante el cumplimiento de las siguientes actividades: Separación, almacenamiento, presentación para su recolección, barrido, transporte, tratamiento y disposición sanitaria final de los residuos sólidos. El generador de residuos es responsable de las tres primeras actividades, la municipalidad o institución encargada de prestar el servicio es responsable de las demás.

Figura 5

Gestión integral de los RSM



Nota. Adaptado de (Grupo Caresny, s.f.)

Como se puede observar en la figura 04 los generadores de residuos sólidos municipales (RSM) ya sean provenientes de viviendas, industrias o comercio se convierten en usuarios del servicio de aseo y son los encargados de la separación y clasificación de sus residuos; actualmente se aplican métodos de reutilización y reciclaje; para posteriormente almacenarlos y presentarlos en un lugar y horario determinado por el ejecutor del servicio.

Por su parte la municipalidad o la institución encargada del servicio es responsable del barrido y limpieza de las vías y lugares públicos, transporte, recolección, tratamiento y disposición final de los RSM en un relleno sanitario. Además, se puede obtener un beneficio económico y ambiental al procesar y tratar estos residuos.

2.3.1 Separación de residuos sólidos

La separación de los residuos sólidos de la fuente se realiza de manera manual y se puede realizar en el origen de los residuos, en las calles, en el vehículo recolector o en el lugar de disposición final siendo este último el más frecuente en los botaderos de basura. La separación de los residuos la suelen realizar los denominados segregadores que son personas de bajos recursos que buscan obtener un sustento económico ya sea reciclando o reutilizando algunos de los desechos. Esta actividad la realizan en condiciones insalubres, sin la protección de un seguro social.

Figura 6

Separación de residuos en botaderos de basura



Nota. Adaptado de (Grupo ciudad saludable, s.f.)

Un paso fundamental para la exitosa recuperación de residuos es separarlos en el punto de origen y es el generador quien tiene la responsabilidad de hacerlo. (Jaramillo, 2002)

2.3.2 Almacenamiento y presentación

Almacenamiento se llama a la adecuada disposición inicial de los desechos sólidos producidos en la ciudad, para su recolección. (Ministerio de salud, 1983)

El almacenamiento es responsabilidad del generador de residuos y estos deben ser colocados en recipientes apropiados tomando en cuenta la cantidad y el tipo de desechos. Los recipientes deben tener dimensiones y pesos específicos para que sean fáciles de manipular por los operarios encargados de la recolección y deben ser cubiertos con sus respectivas tapas ajustadas para evitar el contacto con el medio ambiente, el ingreso de agua y de vectores.

Presentación se llama a la ubicación de los recipientes contenedores de los RSM en los lugares, días y horarios indicados por la municipalidad o la institución encargada de prestar el servicio de recolección. La presentación es también responsabilidad de los generadores de residuos.

Figura 7

Contenedores para almacenamiento de RSM



Nota. Adaptado de (Agencia Peruana de Noticias Andina, 2016)

2.3.3 Recolección y transporte

Recolección se llama a la actividad realizada por la municipalidad o la institución encargada de prestar el servicio que consiste en el retiro técnico sanitario de los RSM. El personal encargado de realizar esta labor debe contar con la indumentaria adecuada y con los equipos de protección necesarios como son: guantes, mascarillas, botas y solo serán utilizados para esta labor.

El transporte de los RSM contempla desde el punto de recogida hasta las estaciones de transferencia o de disposición final.

La recolección y transporte es la actividad más costosa del servicio de aseo urbano; en la mayoría de los casos representa entre el 80 y 90% del costo total. (Jaramillo, 2002)

Figura 8

Recolección y transporte de RSM



Nota. Adaptado de (Ministerio del Ambiente, 2014)

Los vehículos de transporte deben reunir las características específicas para cumplir con la actividad pueden ser camiones o compactadoras para las ciudades y otros medios de transporte para lugares con poblaciones pequeñas como triciclos, carretas con tracción animal, etc.

2.3.4 Barrido y limpieza

El barrido y limpieza consiste en mantener los espacios de actividad común y vías públicas libres de los residuos que arrojan transeúntes, mercaderes, asistentes a eventos sociales como desfiles, marchas, convenciones, etc. El mantenimiento de estos ambientes debe ser diario y es responsabilidad de la entidad encargada del servicio de aseo.

2.3.5 Transferencia

La estación de transferencia de residuos sólidos municipales es un conjunto de equipos e instalaciones donde se lleva a cabo el traslado de dichos residuos.

La transferencia es el traslado de RSM desde un vehículo de recolección pequeño hasta uno de mayor capacidad. (Jaramillo, 2002). Cuando el lugar de disposición final se encuentra a más de 20 km de distancia del punto de recojo se suelen utilizar zonas de transferencia para evitar problemas económicos y reducir los tiempos de viaje.

Zona de transferencia es una instalación necesaria, legalmente establecida, en la cual se realiza el traslado de los desechos sólidos de los vehículos de recolección, a los medios de transporte que los lleva a la disposición final. (Ministerio de salud, 1983)

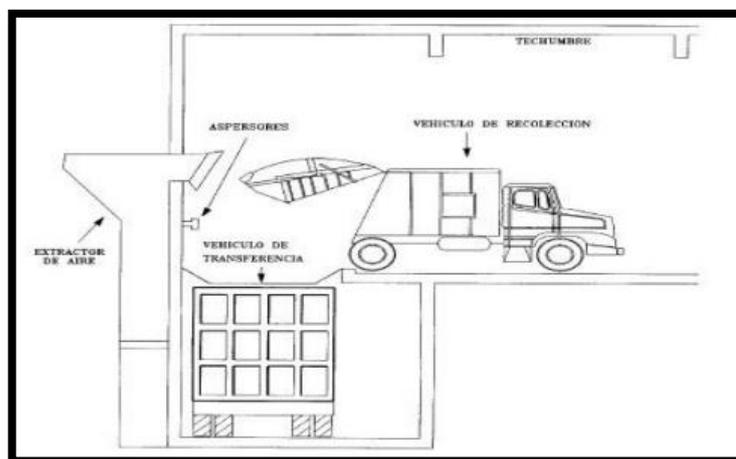
-Tipos de estación de estación de transferencia:

2.3.5.1 Carga directa. En las estaciones de carga directa los residuos en vehículos recolectores se vacían directamente al vehículo utilizado para transportarlos al lugar de evacuación final, o en instalaciones para compactar residuos en vehículos de transporte y poder llevarlos al lugar de evacuación final, o en balas de residuos clasificados que se transportan al lugar de disposición final.

Se puede observar en la figura 9 una Estación de transferencia de carga directa.

Figura 9

Estación de transferencia – carga directa



Nota. Adaptado de (Medina Gonzáles, 2009)

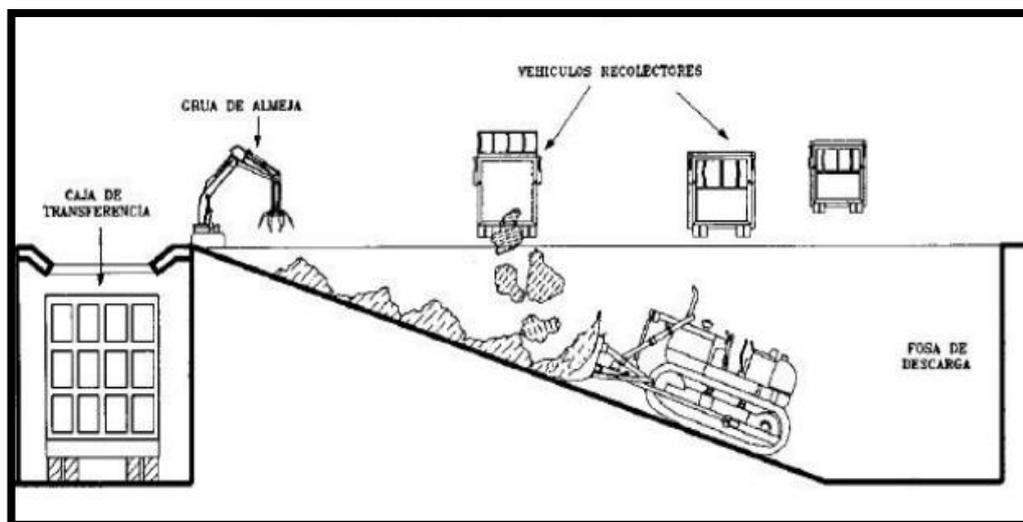
2.3.5.2 Almacenamiento y carga. En las estaciones de almacenamiento y carga o también conocidos como estaciones de carga indirecta, se utilizan áreas de almacenamiento y equipos mecanizados para mover los residuos y alimentar los vehículos de transferencia. Dicha estación está diseñada para almacenar residuos (normalmente entre 1 y 3 días).

Los residuos se descargan indirectamente en los vehículos de transferencia, cuentan con locales para el almacenamiento de los residuos que pueden ser fosas de almacenamiento o plataformas en donde posteriormente los residuos son cargados en los vehículos de transferencia con equipos auxiliares. (Medina Gonzáles, 2009)

Se puede observar en la figura 10 una Estación de transferencia de almacenamiento y carga.

Figura 10

Estación de transferencia – Almacenamiento y carga



Nota. Adaptado de (Medina Gonzáles, 2009)

2.3.6 Aprovechamiento

El aprovechamiento que se puede obtener de la reutilización, el reciclaje y el empleo constructivo de los RSM ayuda a mantener un medio sostenible entre el hombre y la naturaleza preservando los recursos naturales del planeta. Por ende, una adecuada gestión de RSM.

2.3.6.1 La reutilización. El reúso o reutilización consiste en la recuperación de residuos sólidos sin sufrir ninguna transformación ya sea por su forma o función como por ejemplo botellas PET, materiales metálicos, cartón o madera.

Existen residuos que pueden ser restaurados, es decir, refabricados en los que se ha realizado un proceso de desmontaje para su adecuada limpieza, revisión, reemplazo de partes, ensamble y reutilización como por ejemplo motores y sistemas de refrigeración o aire acondicionado.

2.3.6.2 Las 4 R del reciclaje. Reducir, reciclar, reutilizar y recuperar son acciones que deben practicarse cotidianamente siendo necesario aprender a utilizar mejor los recursos evitando así una mayor generación de residuos.

2.3.6.2.1 Reducir. Consiste en realizar un cambio en el modo de obtención o uso de recursos para disminuir la generación de residuos como por ejemplo comprando productos contenidos en envases biodegradables, consumir más productos naturales, utilizar bolsas de tela, evitar el uso innecesario de papel, etc.

2.3.6.2.2 Reciclar. El reciclaje es un proceso mediante el cual los residuos se incorporan al proceso industrial como materia prima para su transformación en un nuevo producto de composición semejante (vidrios, papel, plástico y cartón). (Jaramillo, 2002)

2.3.6.2.3 Reutilizar. Consiste en prolongar al máximo la vida útil de las cosas sin la necesidad de destruirlas o desechándolas como por ejemplo utilizando las hojas de papel por ambos lados, donar objetos que ya no se crean útiles pero que lo pueden ser para otras personas, utilizar envases retornables, etc.

2.3.6.2.4 Recuperar. Consiste en la utilización de residuos para la fabricación de otro nuevo consiguiendo que el proceso sea lo menos dañino posible para el medio ambiente. Por ejemplo, creando obras de arte con materiales metálicos o plásticos, también utilizando neumáticos en parques infantiles.

2.3.6.3 Uso energético. Se aplica el uso energético en el aprovechamiento al tomar un residuo o sustancia y utilizarlo como fuente de energía mediante diferentes procesos como por ejemplo el bio-gas obtenido de la digestión anaerobia de residuos orgánicos o el calor obtenido producto de la incineración de basura.

2.3.7 Tratamiento

El tratamiento que se le dará a los residuos tiene como objetivo la disminución de los riesgos para la salud y del factor contaminante. Para cumplir con el objetivo se debe optar por la mejor solución en cuanto a condiciones técnicas, sociales, económicas y ambientales. Los principales tratamientos para los residuos son: el compostaje, la lombricultura y la incineración.

Los tratamientos mencionados no son considerados como soluciones definitivas puesto que dejan residuos los cuales serán dispuestos en un relleno sanitario.

2.3.7.1 El compostaje. El compostaje es un proceso en el que aprovechando las propiedades bacteriológicas de microorganismos presentes en los residuos orgánicos se puede reducir el contenido de estos en la basura dando como resultado el compost. Este producto es similar al humus y puede ser usado para mejorar los suelos.

Para que la construcción de una planta de compostaje sea factible se debe realizar un estudio de mercado a fin de conocer si el producto puede ser comercializado fácilmente, la falta de un mercado potencial ha significado el fracaso de muchas plantas en el mundo.

2.3.7.2 La Lombricultura. La lombricultura es un proceso en el cual se utilizan ciertos residuos orgánicos como alimento para el cultivo lombriz específica llamada *Eisenia foétida* que transforma estos desechos en humus y proteína de los cuales se puede obtener un beneficio económico.

2.3.7.3 Incineración. La incineración de los residuos sólidos permite una disminución drástica del volumen de desechos al reducirlos a un valor cercano al 10% del volumen inicial.

Este proceso se lleva a cabo mediante el uso de hornos especiales en los que se garantizan todas las condiciones técnicas para lograr la combustión evitando la contaminación del aire como suele suceder en las quemas a cielo abierto. Es posible utilizar residuos con alto poder calórico interior (desechos orgánicos, plásticos, papel y cartón) como combustible para generar energía eléctrica. Esta práctica se conoce como generación de energía a partir de residuos o energía de residuos y consiste en la quema controlada de residuos para producir vapor, el cuál impulsa una turbina que genera electricidad. Este método de generación de energía se considera una forma de energía renovable, ya que utiliza materiales que de otro modo se desecharían.

2.3.8 Disposición final de los residuos sólidos

La disposición final es la última actividad del servicio de aseo urbano adonde los residuos serán llevados. El único método admisible para la disposición final es el relleno sanitario.

2.4 Gestión integral de residuos sólidos municipales

La gestión de RSM se basa en una serie de actividades relacionadas al control del servicio de aseo urbano buscando la mejor relación con la salud pública, el medio ambiente, la economía, ingeniería y otros aspectos ambientales que cumplan con las expectativas públicas.

La gestión integral de los residuos muestra una perspectiva más amplia en el manejo de los residuos centrándose en el control desde la fuente de generación para reducir los volúmenes producidos evitando que se conviertan en un peligro para la salud pública.

2.4.1 Gestión política y administrativa

El alcalde es el máximo representante de las municipalidades encargado del mantenimiento y limpieza de la ciudad, de velar por la salud pública y de la mejora constante en la calidad de vida la población por lo que el futuro de su gestión política depende de su desempeño en estos ámbitos.

Por ende, el adecuado manejo de los RSM depende de la correcta administración pública y la capacidad de gestión de los funcionarios encargados de la municipalidad.

2.4.2 Legislación y normatividad de residuos sólidos en el Perú

2.4.2.1 Ley general del ambiente. La ley general del ambiente N° 28611 da a conocer que es derecho de todos los ciudadanos el vivir en un ambiente limpio y saludable. Pero también nos menciona en el artículo 1° que es deber de los ciudadanos mantener sano el medio ambiente en el que vivimos. Además, en el artículo 119° establece por ley el manejo de los RSM.

Artículo 1.- Del objetivo. La presente Ley es la norma ordenadora del marco normativo legal para la gestión ambiental en el Perú. Establece los principios y normas básicas para

asegurar el efectivo ejercicio del derecho a un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, así como el cumplimiento del deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, con el objetivo de mejorar la calidad de vida de la población y lograr el desarrollo sostenible del país. (Congreso de la república, 2005)

Artículo 119.- Del manejo de los residuos sólidos. La gestión de los residuos sólidos de origen doméstico, comercial o que siendo de origen distinto presenten características similares a aquellos, son de responsabilidad de los gobiernos locales. Por ley se establece el régimen de gestión y manejo de los residuos sólidos municipales. (Congreso de la república, 2005)

2.4.2.2 Ley general de salud. La ley general de salud N° 26842 en los artículos 104°, 106° y 107° del capítulo VIII de la protección del medio ambiente menciona que:

Artículo 104º.- Toda persona natural o jurídica, está impedida de efectuar descargas de desechos o sustancias contaminantes en el agua el aire o el suelo, sin haber adoptado las precauciones de depuración en la forma que señalan las normas sanitarias y de protección del ambiente. (Congreso de la república, 1997)

Artículo 106º.- Cuanto la contaminación del ambiente signifique riesgo o daño a la salud de las personas, la Autoridad de Salud de nivel nacional dictará las medidas de prevención y control indispensables para que cesen los actos o hechos que ocasionan dichos riesgos y daños. (Congreso de la república, 1997)

Artículo 107º.- El abastecimiento de agua, alcantarillado, disposición de excretas, reúso de aguas servidas y disposición de residuos sólidos quedan sujetos a las disposiciones que dicta la Autoridad de Salud competente, la que vigilará su cumplimiento. (Congreso de la república, 1997)

2.4.2.3 Ley general de residuos sólidos. La ley general de residuos sólidos N° 27314 modificada por el decreto legislativo 1065 dicta en su artículo 1°:

Artículo 1.- Objeto. La presente Ley establece derechos, obligaciones, atribuciones y responsabilidades de la sociedad en su conjunto, para asegurar una gestión y manejo de los residuos sólidos, sanitaria y ambientalmente adecuada, con sujeción a los principios de minimización, prevención de riesgos ambientales y protección de la salud y el bienestar de la persona humana. (Congreso de la república, 2000)

Además, en el artículo 10° menciona el rol que tienen las municipalidades en la gestión de residuos.

Artículo 10.- Municipalidades Distritales. Las municipalidades distritales son responsables por la prestación de los servicios de recolección y transporte de los residuos sólidos indicados en el artículo anterior y de la limpieza de vías, espacios y monumentos

públicos en su jurisdicción. Los residuos sólidos en su totalidad deberán ser conducidos directamente a la planta de tratamiento, transferencia o al lugar de disposición final autorizado por la Municipalidad Provincial, estando obligados los municipios distritales al pago de los derechos correspondientes. (Congreso de la república, 2000)

2.4.2.4 Ley orgánica de municipalidades. La ley orgánica de municipalidades N° 27972 en su artículo 80°, inciso 3.1 dicta una función exclusiva de las municipalidades distritales referida al servicio de aseo urbano.

Artículo 80 inciso 3.1: Proveer del servicio de limpieza pública determinando las áreas de acumulación de desechos, rellenos sanitarios y el aprovechamiento industrial de desperdicios. (Congreso de la república, 2003)

2.4.2.5 Ley que regula la actividad de los recicladores. La ley N° 29419 que regula la actividad de los recicladores en su artículo 1° y 2° menciona:

Artículo 1°. El objetivo del presente Reglamento es regular lo establecido en la Ley N° 29419, Ley que Regula la Actividad de los Recicladores, a fin de coadyuvar a la protección, capacitación y promoción del desarrollo social y laboral de los trabajadores del reciclaje, promoviendo su formalización, asociación y contribuyendo a la mejora en el manejo adecuado para el reaprovechamiento de los residuos sólidos en el país; y en el marco de los objetivos y principios de la Ley N° 27314, Ley General de Residuos Sólidos modificada por Decreto Legislativo N° 1065; su Reglamento, aprobado por Decreto Supremo N° 057-2004-PCM; la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente; y la Ley N° 29419, Ley que Regula la Actividad de los Recicladores. (Congreso de la república, 2010)

Artículo 2°. En concordancia con lo establecido en la Ley N° 29419, Ley que Regula la Actividad de los Recicladores, el presente Reglamento es de cumplimiento obligatorio a nivel nacional para las personas naturales o jurídicas que se dedican a las actividades contempladas en el manejo selectivo de residuos sólidos no peligrosos; y para los actores institucionales establecidos en el artículo 4 de la precitada Ley. (Congreso de la república, 2010)

2.5 ¿Qué es un relleno sanitario?

El relleno sanitario es una instalación destinada a la disposición sanitaria y ambientalmente segura de los residuos sólidos en la superficie o bajo tierra, basados en los principios y métodos de la ingeniería sanitaria y ambiental. (Congreso de la república, 2000)

Es una obra de ingeniería considerada como el único método de disposición final de residuos sólidos admisible ya que minimiza la contaminación y no representa riesgos para la salud pública. Este método consiste en confinar en un área estrecha los residuos dispuestos para proceder a cubrirlos con capas de tierra y compactarlos para reducir su volumen, el proceso se realiza diariamente.

2.5.1 Tipos de rellenos sanitarios

Existen tres tipos de rellenos sanitarios los cuales están en función de la cantidad de residuos generados y de la población:

2.5.1.1 Relleno sanitario manual. Es un tipo de relleno el cual es aplicado en poblaciones menores a 40,000 habitantes con una generación de residuos que no exceda de 20 toneladas por día y que debido a los altos costos de operación y mantenimiento no pueden adquirir equipos pesados.

En este tipo de relleno las operaciones de confinamiento y compactación de residuos pueden llevarse a cabo mediante el trabajo de una cuadrilla de hombres con el uso de herramientas manuales.

2.5.1.2 Relleno sanitario semimecanizado. Es un tipo de relleno aplicado en poblaciones de entre 40,000 a 100,000 habitantes con una generación de residuos de entre 20 a 40 toneladas por día en donde se utilizan equipos pesados de manera parcial como apoyo al trabajo manual para las operaciones de traslado, cobertura y compactado. Se puede utilizar una topadora agrícola equipada con una cuchilla delantera y un rodillo para el proceso de compactación.

2.5.1.3 Relleno sanitario mecanizado. Es un tipo de relleno aplicado en poblaciones mayores a 100,000 habitantes con una generación de residuos exceda las 40 toneladas por día en donde se utilizan en conjunto equipos pesados de manera permanente. Entre los equipos a utilizar se encuentran: retroexcavadora, cargador frontal, tractor compactador y otros para transporte como volquetes.

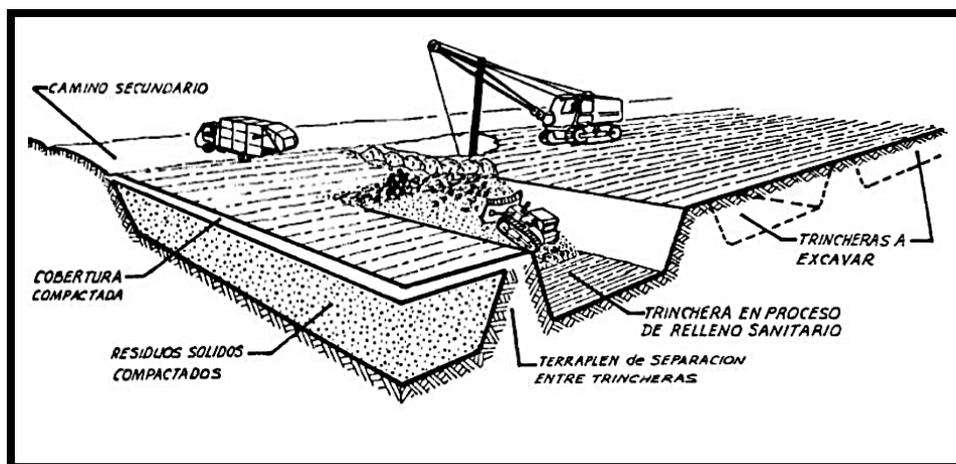
2.5.2 Métodos de construcción de un relleno sanitario

Existen dos métodos para la construcción de un relleno sanitario.

2.5.2.1 Método de trinchera o zanja. Este método consiste en excavar zanjas de dos a tres metros de profundidad mediante el uso del equipo necesario, posteriormente se procede a colocar y acomodar los residuos en las zanjas, se compactan y finalmente se cubren con el material procedente de la excavación.

En periodos de lluvias se deben construir canales en el perímetro de las excavaciones e instalar sistemas de drenaje en el interior de las zanjas con el fin de desviar el agua evitando que se inunden.

El método de trinchera o zanja es aplicado en terrenos con superficies llanas que no presenten nivel freático alto, además se deben evitar los terrenos rocosos puesto que causan dificultad en el proceso de excavación.

Figura 11*Método de trinchera o zanja*

Nota. Adaptado de (Altamirano, Freire, & Gallegos, 2012)

2.5.2.2 Método de área. Este método puede ser aplicado en terrenos en desnivel o áreas abandonas por la actividad minera como canteras.

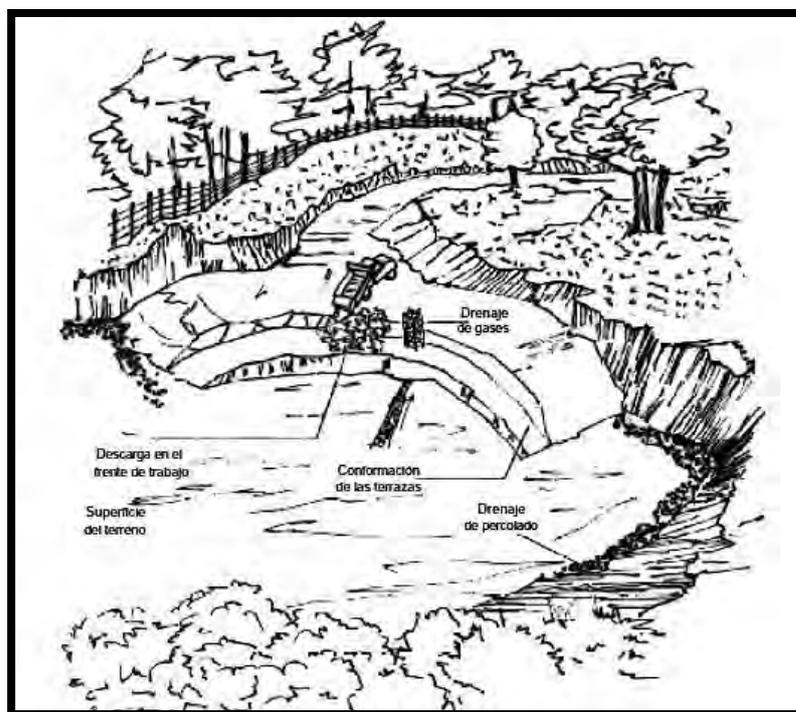
El terreno en el que se depositaran los residuos se debe encontrar en estado natural para luego ser a elevado algunos metros, manteniendo una pendiente suave evitando deslizamientos y logrando mayor estabilidad.

Se utilizará material para la cobertura extraído de zonas aledañas o transportado desde otros lugares.

En este método las celdas del relleno se construyen comenzando desde el fondo hacia arriba apoyándolas en la pendiente del terreno dicho de otro modo la basura se descarga en el fondo, se extiende y compacta contra la base del talud para finalmente ser recubierta con una capa de tierra. Esta operación se realiza diariamente.

Figura 12

Método de área aplicado en depresiones

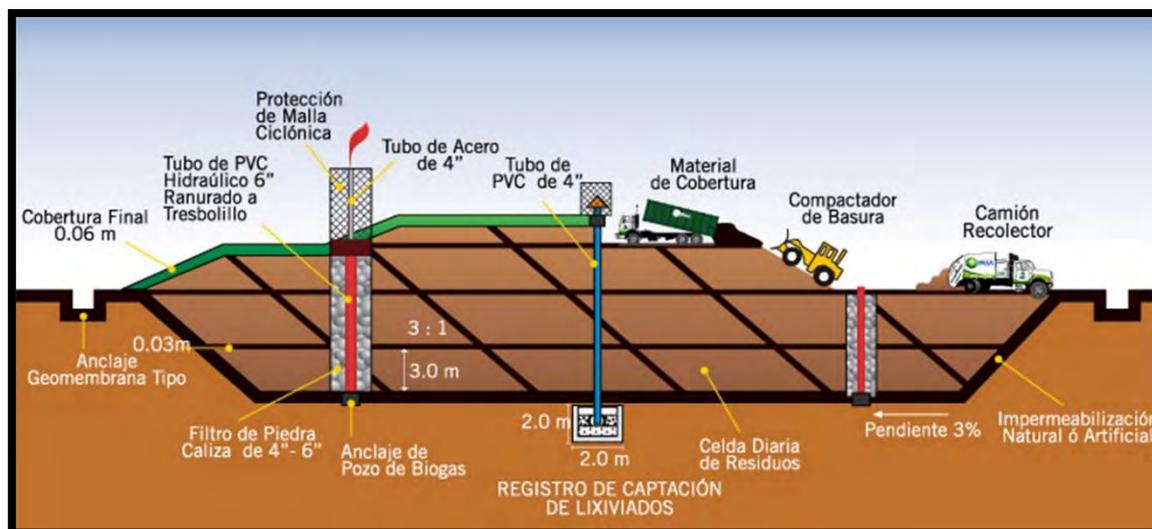


Nota. Adaptado de (Jaramillo, 2002)

2.5.2.3 Método combinado. Este método consiste en la unión de los dos métodos anteriormente mencionados debido a que cuentan con técnicas operacionales similares, aprovechando de manera óptima el terreno y el material de cobertura obteniendo mejores resultados.

Figura 13

Aplicación del método combinado en un relleno sanitario



Nota. Adaptado de (Importancia de los rellenos sanitarios, 2009)

2.5.2.4 Ventajas y limitaciones de un relleno sanitario. En la tabla 3 se resumen las principales ventajas y limitaciones de un relleno sanitario.

Tabla 3

Ventajas y limitaciones de un relleno sanitario

Ventajas	Limitaciones
<p>1. La inversión inicial de capital es inferior a la que se necesita para instaurar el tratamiento de residuos mediante plantas de incineración o de compost.</p>	<p>1. La adquisición del terreno es difícil debido a la oposición de los vecinos al sitio seleccionado por diversas razones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La falta de conocimiento sobre la técnica del 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. • La falta de saneamiento legal del lugar.

<p>2. Tiene menores costos de operación y mantenimiento que los métodos de tratamiento.</p>	<p>2. El rápido proceso de urbanización, que limita y encarece el costo de los pocos terrenos disponibles, lo que obliga a ubicar el relleno sanitario en sitios alejados de la población.</p>
<p>3. Un relleno sanitario es un método completo y definitivo, dada su capacidad para recibir todo tipo de RSM.</p>	<p>3. La vulnerabilidad de la calidad de las operaciones del relleno y el alto riesgo de transformarlo en un botadero a cielo abierto, principalmente por la falta de voluntad política de las administraciones municipales para invertir los fondos necesarios a fin de asegurar su correcta operación y mantenimiento.</p>
<p>4. Genera empleo de mano de obra poco calificada, disponible en abundancia en los países en desarrollo.</p>	<p>4. No se recomienda el uso del relleno clausurado para construir viviendas, escuelas, etc.</p>
<p>5. Recupera gas metano en los rellenos sanitarios que reciben más de 500 t/día, lo que puede constituir una fuente alternativa de energía para algunas ciudades.</p>	<p>5. La limitación para construir infraestructura pesada por los asentamientos y hundimientos después de clausurado el relleno.</p>
<p>6. Su lugar de emplazamiento puede estar tan cerca del área urbana como lo permita la existencia de lugares disponibles, lo que reduce los costos de transporte y facilita la supervisión por parte de la comunidad.</p>	<p>6. Se requiere un monitoreo luego de la clausura del relleno sanitario, no solo para controlar los impactos ambientales negativos, sino también para evitar que la población use el sitio indebidamente.</p>
<p>7. Permite recuperar terrenos que se consideraban improductivos o marginales, tornándolos útiles para la construcción de parques, áreas recreativas y verdes, etc.</p>	<p>7. Puede ocasionar impacto ambiental de largo plazo si no se toman las previsiones necesarias en la selección del sitio y no se ejercen los controles para mitigarlos. En rellenos sanitarios de gran tamaño conviene analizar los efectos del tráfico vehicular, sobre todo de los camiones que transportan los residuos por las vías que confluyen al sitio y que producen</p>

	polvo, ruido y material volante. En el vecindario el impacto lo generan los líquidos, gases y malos olores que pueden emanar del relleno.
8. Un relleno sanitario puede comenzar a funcionar en corto tiempo como método de eliminación de residuos.	8. Los predios o terrenos situados alrededor del relleno sanitario pueden devaluarse.
9. Se considera flexible porque puede recibir mayores cantidades adicionales de residuos con poco incremento de personal.	9. En general, no puede recibir residuos peligrosos.

Nota. Adaptado de (Jaramillo, 2002)

2.6 Reacciones que se generan en un relleno sanitario

Existen diferentes cambios que se presentan en los RSM tales como: físicos, químicos y biológicos. Estos serán definidos a continuación.

2.6.1 Cambios físicos

Los cambios físicos más importantes se dan en el proceso de compactación de los RSM, asentamientos generados por la consolidación y descomposición de los desechos orgánicos, ingreso de agua al interior de las celdas y difusión de gases dentro y fuera del relleno sanitario.

2.6.2 Reacciones químicas

Las reacciones químicas generadas son: disolución y suspensión de materiales de conversión biológica, evaporación de compuestos químicos y agua, adsorción de compuestos orgánicos volátiles, deshalogenación y descomposición de residuos orgánicos y reacciones de oxido-reducción presentes en sales metálicas. (Jaramillo, 2002)

2.6.3 Reacciones biológicas

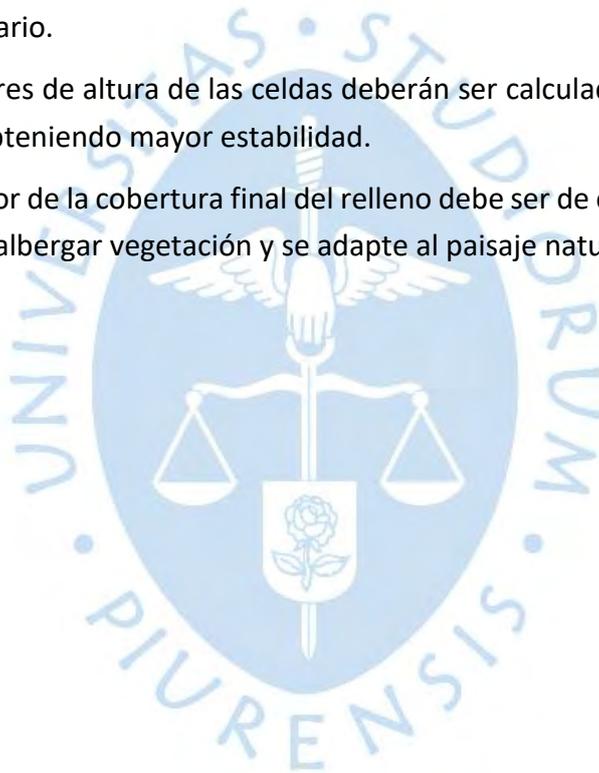
Estas reacciones son producidas por microorganismos aerobios y anaerobios los cuales comienzan el proceso de descomposición consumiendo el oxígeno que queda atrapado en las celdas una vez que los residuos son cubiertos. Durante esta fase llamada fase aerobia se produce bióxido de carbono. Al consumirse el oxígeno, la materia orgánica empieza a

descomponerse sin él en una fase llamada fase anaerobia. Durante esta fase se genera bióxido de carbono, metano, amoníaco y ácido sulfhídrico.

2.7 Principios básicos de un relleno sanitario

Existen procedimientos básicos para la construcción, operación y mantenimiento de un relleno sanitario.

- Se debe realizar una supervisión constante durante la construcción del relleno sanitario a fin de conseguir una infraestructura con alto nivel de calidad, además de monitorear las operaciones diarias de descarga de residuos y cobertura de las celdas para mantener el relleno en óptimas condiciones.
- Instalar mecanismos para la desviación de aguas de escorrentía evitando así su ingreso al relleno sanitario.
- Los valores de altura de las celdas deberán ser calculados diariamente a fin de evitar hundimientos obteniendo mayor estabilidad.
- El espesor de la cobertura final del relleno debe ser de entre 0.40 a 0.60 metros de manera que pueda albergar vegetación y se adapte al paisaje natural.



Capítulo 3

Recogida de información básica y diseño de los componentes de la gestión de residuos sólidos

3.1 Información Básica

3.1.1 Aspectos Demográficos

Hasta el año 2022 a mediados del mes de diciembre no existe información actualizada de datos realizados por el INEI, por ende, el cálculo de la población se basa en información obtenida por el INEI hasta el año 2017.

3.1.1.1 Población del Proyecto

3.1.1.1.1 Población al año 2017. La población del distrito de Vice cuenta con 16290 habitantes hasta el año 2017 según el INEI.

3.1.1.1.2 Población futura. Para el cálculo de la población futura, se toma como datos de referencia la población del distrito de Vice (Ver Tabla 4) y así calcular la tasa de crecimiento anual con el método geométrico.

Tabla 4

Población del distrito de Vice (2007-2017)

AÑO	POBLACION (Hab)
2007	12719
2008	13038
2009	13397
2010	13700
2011	14077
2012	14482
2013	14799
2014	15186
2015	15527

2016	15895
2017	16290

Nota. Adaptado de (INEI, 2022)

➤ **Cálculo de la población actual**

Método geométrico:

$$P_t = P_i \times (1 + r)^t \quad (3.1)$$

Donde:

Pi: Población inicial

r: Tasa de crecimiento anual (%)

t: Número de años que se desea proyectar a la población

Pt: Población final proyectada después de "t" años

➤ **Cálculo de la tasa de crecimiento poblacional**

$$r = 100 \times \left(\sqrt[t]{\frac{\text{Población final}}{\text{Población inicial}}} - 1 \right) \quad (3.2)$$

Se calcula la tasa de crecimiento del año 2008:

$$r = 100 \times \left(\sqrt[1]{\frac{13038}{12719}} - 1 \right)$$

$$r = 2.50$$

Ahora se calcula la tasa de crecimiento de los años posteriores, desde el año 2009 hasta el 2017, como se observa en la Tabla 5.

Tabla 5

Tasa de crecimiento de la población del distrito de Vice

AÑO	Tasa de Crecimiento (%)
2007	-
2008	2.508
2009	2.753
2010	2.262
2011	2.752
2012	2.877
2013	2.189
2014	2.615
2015	2.245
2016	2.370
2017	2.485

Luego se promedian las tasas de crecimiento de los años 2007 al 2017.

$$r = \frac{\sum_{i=0}^{10} r_i}{10}$$

$$r = \frac{2.508 + 2.753 + 2.262 + \dots + 2.370 + 2.485}{10}$$

$$r = 2.51\%$$

La tasa de crecimiento anual promedio es de 2.51%, el cual se utiliza para calcular la población futura al año 2032 (Población de diseño) del distrito de Vice, el cual se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6

Población proyectada del distrito de Vice al año 2032

Año	Tiempo	Población (Hab)
2022	0	18440
2027	5	20874
2032	10	23629

La población al 2022 es:

$$P_t = P_i \times (1 + r)^t$$

$$P_{2022} = 16\,290 \times (1 + 0.0251)^5$$

$$P_{2022} = 18\,439.63 \approx 18\,440 \text{ habitantes}$$

La población al 2027 es:

$$P_{2027} = 18\,440 \times (1 + 0.0251)^5$$

$$P_{2027} = 20\,873.35 \approx 20\,874 \text{ habitantes}$$

La población al 2032 es:

$$P_{2032} = 20\,874 \times (1 + 0.0251)^5$$

$$P_{2032} = 23\,628.54 \approx 23\,629 \text{ habitantes}$$

3.1.2 Generación de residuos sólidos municipales en poblaciones pequeñas

De la determinación de los residuos sólidos en poblaciones pequeñas se puede decir que la producción predominante es del sector residencial y los cálculos necesarios para su obtención se ven reflejados en los datos obtenidos de las viviendas seleccionadas y encuestadas. Se utilizó formatos en los que se anotaron los pesos generados diariamente por las familias durante el tiempo de muestreo el cual se realizó en un periodo de 8 días y se promediaron los resultados obtenidos del número de habitantes por vivienda dando como resultado la generación Per-cápita.

Según el estudio la generación de residuos sólidos Per-cápita fluctúa entre 0.293 Kg/Hab./Día.

Tabla 7

Generación Per-cápita de residuos sólidos distrital (Kg/hab./Día)

Distrito de Vice	Número de viviendas	Generación Per-cápita (GPC) Kg/Hab./día
Área Urbana	4098	0.293

3.1.2.1 Proyección de la generación total de residuos sólidos domiciliarios. La proyección de la producción anual de RSM se estima utilizando las proyecciones de la población y la Generación Per-cápita 2022 y se resume en la siguiente tabla.

Tabla 8

Proyección de la generación total de Residuos Sólidos Domiciliarios 2022

Distrito	Vice
GPC en el distrito de Vice (kg/hab./día)	0.293
Población 2022 (HAB)	18440

Proyección de los Residuos sólidos Domiciliarios (Diarios en Toneladas)	5.403
Proyección de los Residuos Sólidos Domiciliarios (Mensual en Toneladas)	164.34
Proyección de los Residuos Sólidos Domiciliarios (Anual en Toneladas)	1 972.10

En esta tabla se puede observar que la generación diaria de residuos sólidos domiciliarios tiene un valor de 5.403 Ton/Día y la generación anual es de 1 972.10 Ton/Año.

3.1.3 Características de los residuos sólidos municipales en poblaciones pequeñas

3.1.3.1 Densidad de los residuos sólidos domiciliarios. Se presentan los datos de densidad obtenidos dividiendo el peso de los residuos recolectados en Kg entre el volumen en m³ del recipiente donde se almacenaron los residuos sólidos.

Tabla 9

Densidad de los Residuos Sólidos Domiciliarios sin compactar 2022

Días de muestreo	Densidades (Kg/m ³)
Día 1	144.64 Kg/m ³
Día 2	154.85 Kg/m ³
Día 3	127.77 Kg/m ³
Día 4	144.58 Kg/m ³
Día 5	119.68 Kg/m ³
Día 6	148.83 Kg/m ³
Día 7	126.21 Kg/m ³
Promedio Total	138.08 Kg/m ³

Como se observa en la tabla N°09 se obtuvo la densidad de los residuos sólidos domiciliarios sin compactar durante 7 días de muestreo, dando como resultado promedio 138.08 Kg/m³.

3.1.3.2 Composición física de los Residuos Sólidos Domiciliarios. Según el estudio realizado en la composición de residuos sólidos domiciliarios se obtuvo como componente predominante la materia orgánica.

A continuación, se muestran los valores porcentuales obtenidos de composición por tipo de residuo hallado en el estudio.

Tabla 10

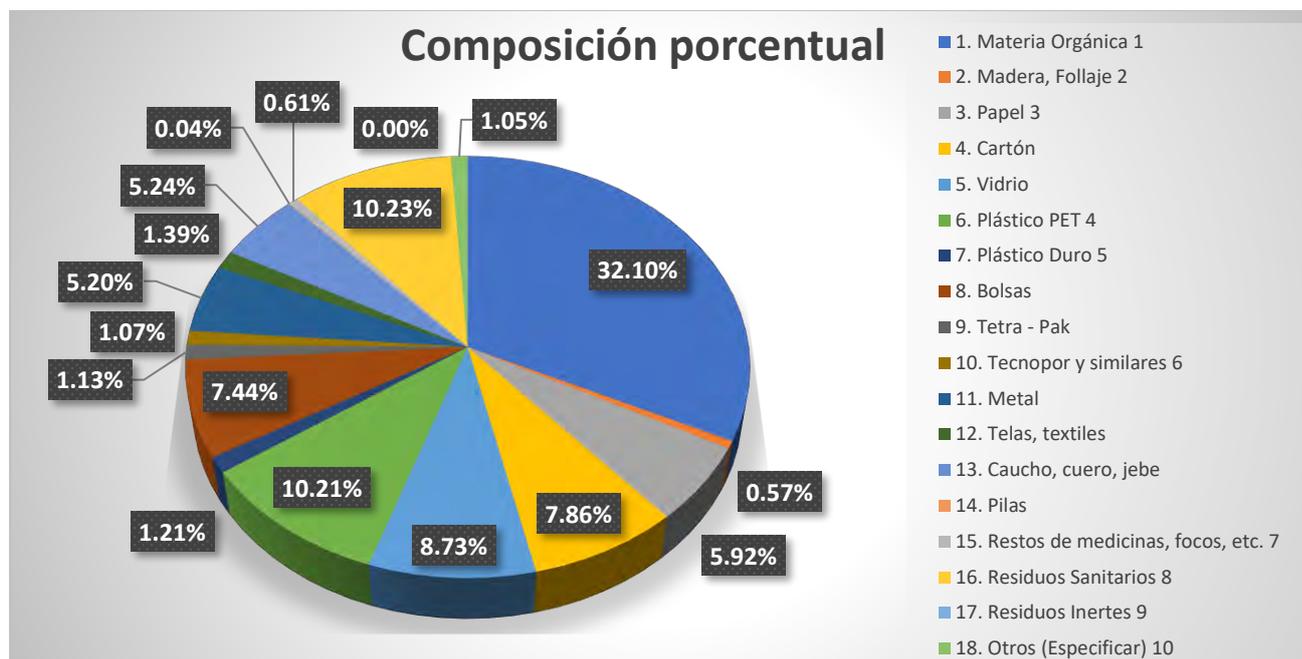
Composición de los Residuos Sólidos Domiciliarios del Distrito de Vice 2022

	Generación de Residuos Sólidos Domiciliarios								Composición porcentual
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Total	
Tipo de residuos sólidos	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	%
1. Materia Orgánica ¹	3.56	1.56	3.63	1.69	2.15	1.84	1.45	15.88	32.10%
2. Madera, Follaje ²	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.28	0.28	0.57%
3. Papel ³	0.45	0.13	0.38	0.62	0.12	1.13	0.10	2.93	5.92%
4. Cartón	0.78	0.47	0.61	0.58	0.29	0.47	0.69	3.89	7.86%
5. Vidrio	0.00	1.12	0.00	0.00	1.89	0.90	0.41	4.32	8.73%
6. Plástico PET ⁴	0.70	0.91	0.40	0.39	1.03	0.83	0.79	5.05	10.21%
7. Plástico Duro ⁵	0.23	0.00	0.00	0.16	0.21	0.00	0.00	0.60	1.21%
8. Bolsas	0.55	0.37	0.35	0.57	0.57	0.69	0.58	3.68	7.44%
9. Tetra - Pak	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.18	0.13	0.56	1.13%

10. Tecnopor y similares ⁶	0.04	0.08	0.26	0.05	0.05	0.05	0.00	0.53	1.07%
11. Metal	0.51	0.77	0.42	0.08	0.53	0.07	0.19	2.57	5.20%
12. Telas, textiles	0.15	0.07	0.00	0.00	0.30	0.00	0.17	0.69	1.39%
13. Caucho, cuero, jebe	0.00	1.82	0.00	0.27	0.00	0.50	0.00	2.59	5.24%
14. Pilas	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.04%
15. Restos de medicinas, focos, etc. ⁷	0.07	0.05	0.00	0.00	0.10	0.08	0.00	0.30	0.61%
16. Residuos Sanitarios, papel higiénico, etc. ⁸	1.44	0.69	0.59	0.25	0.29	0.99	0.81	5.06	10.23%
17. Residuos Inertes ⁹	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%
18. Otros (Especificar) ¹⁰	0.20	0.05	0.07	0.05	0.04	0.05	0.06	0.52	1.05%
Total	8.68	8.09	6.73	4.71	7.82	7.78	5.66	49.47	100%

Figura 14

Composición porcentual de Residuos Sólidos Domiciliarios de Vice 2022



Como se observa en la figura el mayor porcentaje corresponde al componente materia orgánica con 32.10% obteniendo así un 67.90% de materia inorgánica que incluye materiales reciclables como: Plástico PET 10.21%, Vidrio 8.73%, Cartón 7.86%, Papel 5.92%, Metal 5.20%, Plástico duro 1.21%.

3.1.3.3 Humedad. Para el presente estudio los datos de humedad se han extraído del Estudio de caracterización de residuos sólidos municipales del distrito de Vice-2017, los cuales se presentan en la Tabla 11.

Tabla 11

Contenido de humedad de los Residuos Domiciliarios 2017

Composición promedio de residuos sólidos orgánicos (%)	27.99%
(a)	

Día 2	Muestra 1	Muestra 2	Promedio
Porcentajes de humedad de residuos sólidos orgánicos (base húmeda) (%) (b)	70.18%	64.25%	67%

Día 5	Muestra 1	Muestra 2	Promedio
Porcentajes de humedad de residuos sólidos orgánicos (base húmeda) (%) (b)	68.26%	71.18%	70%

Día 7	Muestra 1	Muestra 2	Promedio
Porcentajes de humedad de residuos sólidos orgánicos (base húmeda) (%) (b)	67.45%	73.10%	70%

	Día 2	Día 5	Día 7	Promedio
Porcentajes de humedad de residuos sólidos domiciliarios (base total) (%) (c = a x b)	19%	20%	20%	19%

Nota. Adaptado de (Correa Correa, 2018)

3.1.4 Generación de residuos sólidos no domiciliarios del área urbana de Vice

Los valores de la generación de residuos sólidos no domiciliarios serán tomados del Estudio de caracterización de residuos sólidos municipales del distrito de Vice-2017, los cuales se presentan en la Tabla 12.

Tabla 12

Generación de los Residuos Sólidos no Domiciliarios del Área Urbano del Distrito de Vice al 2017

DISTRITO DE VICE	Generación por I.E./Día	Número	Generación Kg/día	Generación Ton/Día	Generación Ton/Mes	Generación Ton/Año
Instituciones Educativas	3.5	7	24.5	0.025	0.735	8.82
Mercado	9.5			0.0095	0.285	3.42
Poda	144.44			0.144	2.167	6.50
Barrido	206			0.206	6.18	74.16
Comercios	37.03			0.037	1.11	13.33
TOTAL				0.42	10.48	106.23

Nota. Adaptado de (Municipalidad distrital de Vice, 2017)

Se observa en el estudio de caracterización de residuos sólidos del año 2017 un total de 106.23Ton anuales de residuos producidos.

3.1.5 Generación total de residuos sólidos municipales, Área Urbana 2022

Se considera la generación total de residuos sólidos municipales, como la adición de los residuos sólidos domiciliarios y los residuos sólidos no domiciliarios, los cuales se obtuvieron anteriormente con un valor de 1972.10 ton/año y 106.23 ton/año respectivamente, dando como resultado un valor total de 2078.33 ton/año.

3.1.6 Diseño de la zona de transferencia

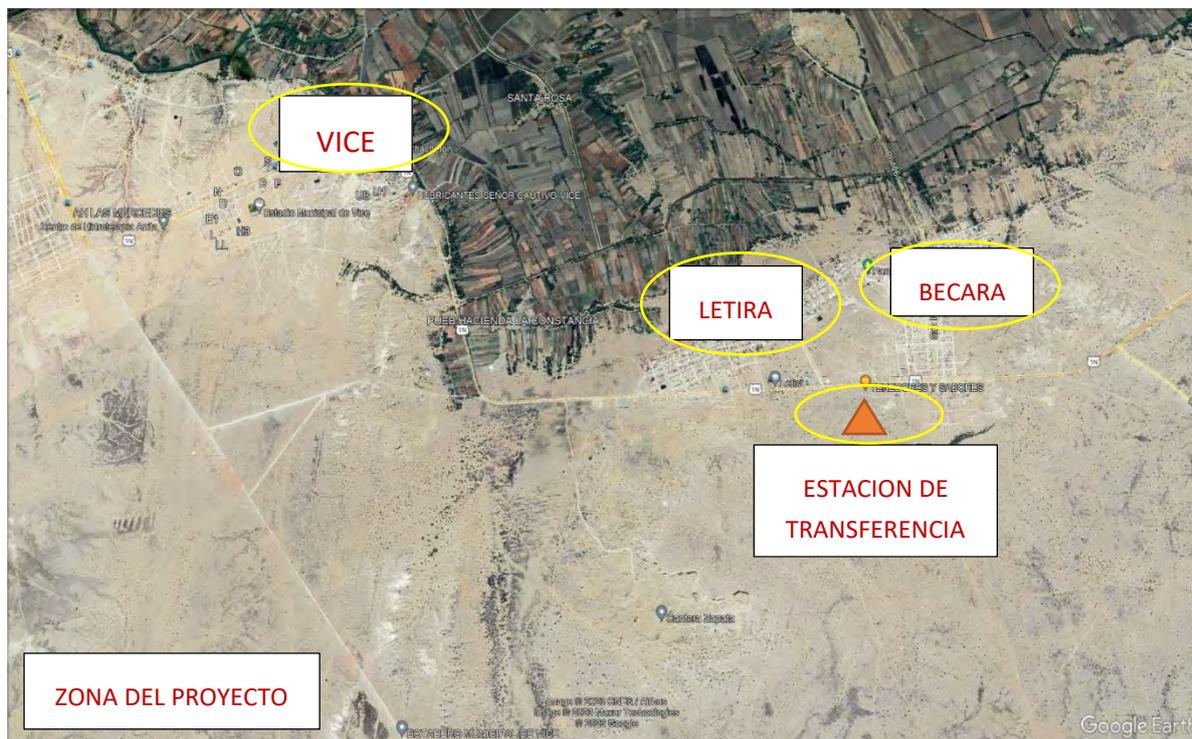
Para el diseño de la zona de transferencia se hará en base a un estudio descriptivo no experimental. Es decir, netamente de carácter cualitativo, donde se puedan señalar sus características y propiedades.

No experimental dado que no se pudo manipular las variables, puesto que las observaciones se realizaron en un momento único en el tiempo, y descriptivo porque la variable se describe como se observa en el ambiente.

3.1.6.1 Ubicación de la estación de transferencia de residuos sólidos. El distrito de Vice cuenta con ocho centros poblados que se describen anteriormente en la Tabla N°02, de los cuales dos se encuentran más alejados del distrito y por ende de la zona del proyecto.

Los centros poblados en cuestión son Letirá y Becará, y se encuentran ubicados a 8.00 y 10.00 km respectivamente de la zona del proyecto. Debido a la posición geográfica de los centros poblados y la disposición de áreas de terreno, se seleccionó como estación de transferencia al centro poblado Letirá, el cual está intermedio entre Becará y la zona del proyecto.

En la Figura 15 se observa la ubicación de la Estación de transferencia.

Figura 15*Ubicación de la estación de transferencia*

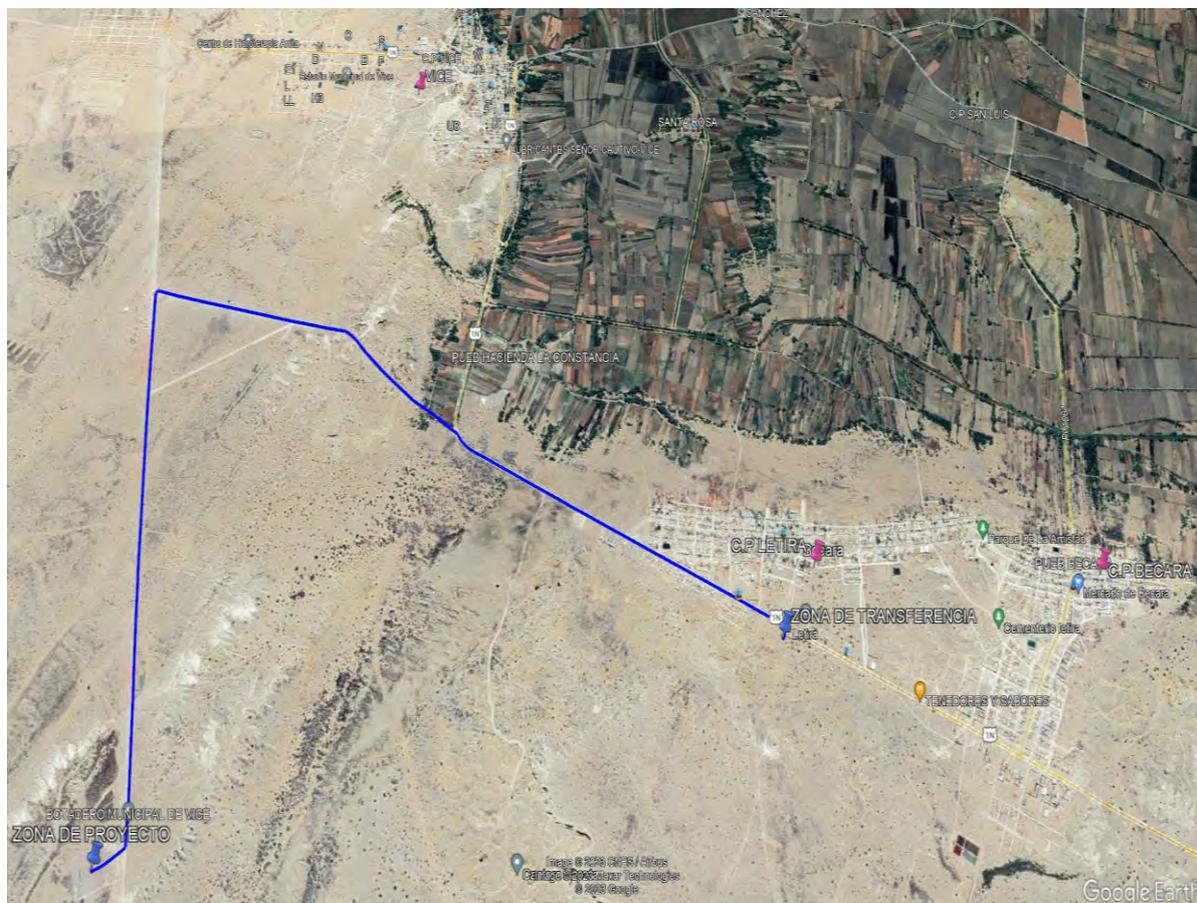
Nota. Adaptado de (Google Earth, s.f.)

3.1.6.2 Diseño de ruta. Para el diseño de la ruta Estación de transferencia- Relleno Sanitario se optó por el camino más óptimo, en la cual la distancia sea la más corta y a su vez que se evite atravesar la zona urbana, considerando que se traslade libremente y se mejore la vía de evitamiento.

En la Figura 16 se observa el diseño de la ruta de la estación de transferencia - relleno sanitario.

Figura 16

Diseño de ruta de la estación de transferencia – relleno sanitario



Nota. Adaptado de (Google Earth, s.f.)

Nota:

El camión madrina (camión de gran tonelaje), saldrá de la estación de transferencia, continuará por Avenida Miguel F. cerro y pasará por dicha carretera frente al centro poblado Letirá, llegará a la curva de la hacienda la constancia, hasta llegar a la vía de evitamiento para salir en el cruce carretera Playa San Pablo y evitamiento; para continuar directo por la carretera hacia Playa San Pablo y voltear a la derecha para llegar al relleno sanitario donde se depositarán los residuos sólidos

3.1.7 Diseño del relleno sanitario

3.1.7.1 Características del terreno. Para la selección del terreno donde se ubicará el relleno sanitario se deben tomar en cuenta las características especiales del suelo y su geología. Estos aspectos advierten sobre posibles desplazamientos, contaminación de las aguas superficiales o infiltraciones de agua que podrían afectar a futuro al relleno sanitario.

Los principales parámetros que se deben tomar en cuenta en la evaluación del terreno son:

3.1.7.1.1 Tipo de suelo. Se prefiere que el relleno sanitario esté ubicado sobre suelos areno-limo-arcilloso, limo-arcilloso o arcillo-limoso evitando los suelos de tipo areno-limosos por su alta permeabilidad. (Jaramillo, 2002)

A continuación, se muestra la figura 17 donde se aprecia que suelos son aptos para un relleno sanitario en relación con su coeficiente de permeabilidad.

Figura 17

Relación entre el tipo de suelo, el coeficiente de permeabilidad y su aceptación para drenaje y relleno sanitario.

Coefficiente de permeabilidad k (cm/s)
(Escala logarítmica)

k (cm/s)	10 ²	10 ¹	10	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹
Drenaje	Bueno					Malo			Prácticamente impermeable			
Relleno sanitario	Pésimo									Bueno		
Tipo de suelo	Grava gruesa (cascajo)	Arena limpia, arena mezclada con grava			Arena muy fina, suelos orgánicos e inorgánicos, mezcla de limo-arenoso y arcilla				Suelo impermeable modificado por efecto de la vegetación y la intemperización			
					Suelo impermeable; por ejemplo: arcilla homogénea debajo de la zona de intemperización							

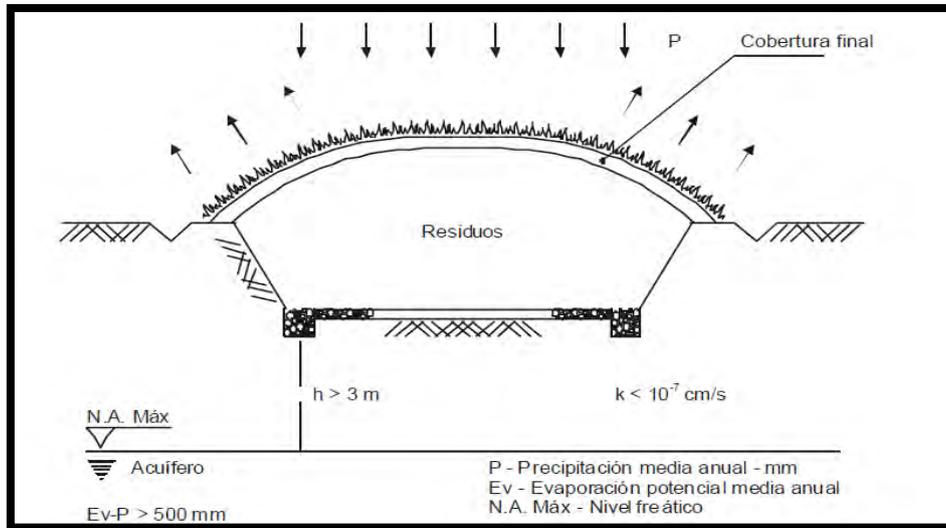
Nota. Adaptado de (Jaramillo, 2002)

3.1.7.1.1 Profundidad del nivel freático. Se prefieren terrenos con profundidad de nivel freático mayor a un metro bien drenados para evitar contaminar las aguas subterráneas por la disposición de los residuos. (Jaramillo, 2002)

3.1.7.1.2 Disponibilidad de material de cobertura. Los terrenos ondulados pueden brindar buenas posibilidades de material de cobertura, al nivelar el terreno y hacer los cortes en las laderas de las depresiones. (Jaramillo, 2002)

3.1.7.2 Condiciones Climatológicas. Para el diseño de la infraestructura del relleno sanitario se deben tener en cuenta datos climatológicos como: la precipitación pluvial, la evaporación, la temperatura y la dirección del viento. (Jaramillo, 2002)

En la Figura 18 se observan las condiciones climatológicas e hidrológicas favorables.

Figura 18*Condiciones climatológicas e hidrológicas favorables**Nota. Adaptado de (Jaramillo, 2002)***3.1.7.3 Selección del tipo de relleno sanitario**

Al tener una producción de residuos sólidos menor a las 20 Ton/día se selecciona el relleno sanitario de tipo manual.

3.1.7.3.1 Volumen de residuos sólidos

Se calcula el volumen diario y anual de RSM compactados y estabilizados que se requiere disponer.

$$1.) V_{diario} = \frac{DC_p}{D_{rsm}}$$

$$2.) V_{anual\ compactado} = V_{diario} \times 365$$

Donde:

V_{diario} = Volumen de RSM por disponer en un día (m³/día)

V_{anual} = Volumen de RSM en un año (m³/año)

DC_p = cantidad de RSM producidos (kg/día)

365 = Equivalente a un año (días)

D_{rsm} = Densidad de los RSM recién compactados (400-500 kg/m³) y del relleno estabilizado (500-600 kg/m³)

En la tabla 13 se presentan los datos para cálculo del volumen compactado de RSM diarios y anuales del distrito de vice.

Tabla 13

Datos para cálculo del volumen compactado de RSM diarios y anuales del distrito de vice

Año	Población (hab)	ppc kg/hab/día	RSD (ton/día)	RSND (ton/día)	Total, RSM (ton/año)
2022	18440	0.293	5.403	0.42	2078.33
2023	18903	0.295	5.580	0.45	2199.66
2024	19377	0.297	5.763	0.46	2271.79
2025	19864	0.300	5.952	0.48	2346.28
2026	20362	0.302	6.147	0.49	2423.21
2027	20874	0.304	6.349	0.51	2502.74
2028	21398	0.306	6.557	0.52	2584.80
2029	21935	0.309	6.772	0.54	2669.55
2030	22486	0.311	6.994	0.56	2757.08
2031	23050	0.313	7.223	0.58	2847.48
2032	23629	0.316	7.460	0.60	2940.90

Dato:

Tomando en cuenta los valores en el año 2022, se obtuvo que el 8% de RSD es equivalente a la cantidad de RSND, por tanto, este valor se utilizó para el cálculo de RSND en los años posteriores hasta completar el periodo de diseño.

Se calcula el volumen de RSM diarios compactados del año 2023:

$$V_{diario} = \frac{(5580 + 446) \text{ kg/día}}{500 \text{ kg/m}^3}$$

$$V_{diario} = 12.05 \text{ m}^3/\text{día}$$

Ahora el Volumen de RSM anuales compactados del año 2023:

$$V_{anual} = (12.05 \text{ m}^3/\text{día}) \times 365 \text{ días}$$

$$V_{anual} = 4399.33 \text{ m}^3$$

Luego se calcula el volumen de RSM diarios y anuales compactados para los años posteriores desde el año 2024 hasta el 2032, tal y como se observa en la Tabla 14.

Tabla 14

Volumen de RSM diarios y anuales del distrito de Vice

Año	Residuos sólidos compactados	
	Diaria (m ³)	Anual (m ³)
2022		
2023	12.05	4399.33
2024	12.45	4543.58
2025	12.86	4692.55
2026	13.28	4846.41
2027	13.71	5005.47

2028	14.16	5169.59
2029	14.63	5339.10
2030	15.11	5514.16
2031	15.60	5694.96
2032	16.11	5881.80

3.1.7.3.2 Volumen de material de cobertura

$$3.) m.c = V_{\text{anual compactado}} \times (0,20 \text{ ó } 0,25)$$

Donde:

m. c. = material de cobertura equivalente al 20 a 25% del volumen de los desechos recién compactado.

Se calcula el volumen de material de cobertura, tomando en cuenta el 20% respecto al volumen de RSM compactados. Se desarrolla el primer calculo para el año 2023.

$$m.c = 4399.33 \text{ m}^3 \times 0,20$$

$$m.c = 879.87 \text{ m}^3$$

Luego se calcula el volumen de material cobertura para los años posteriores, desde el año 2024 hasta el 2032, los cuales se muestran en la Tabla 1

Tabla 15*Volumen de material de cobertura*

Año	Material de cobertura m3	
	Diaría (m ³)	Anual (m ³)
2022		
2023	2.41	879.87
2024	2.49	908.72
2025	2.57	938.51
2026	2.66	969.28
2027	2.74	1001.09
2028	2.83	1033.92
2029	2.93	1067.82
2030	3.02	1102.83
2031	3.12	1138.99
2032	3.22	1176.36

3.1.7.3.3 Volumen del relleno sanitario.

Con los resultados obtenidos de las fórmulas 2 Y 3 se puede calcular el volumen del relleno sanitario para el primer año, así:

$$4.) V_{RS} = V_{anual\ estabilizado} + m.c.$$

Donde:

V_{RS} = Volumen de relleno sanitario (m³/año)

m. c. = material de cobertura (20 a 25% del volumen recién compactado de RSM)

Para calcular el volumen del relleno sanitario total para el año 2023, primero se debe calcular el volumen de residuos sólidos estabilizados.

$$V_{diario} = \frac{(5580 + 446) \text{ kg/día}}{600 \text{ kg/m}^3}$$

$$V_{diario \text{ estabilizado}} = 10.04 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$V_{anual} = 10.04 \text{ m}^3/\text{día} \times 365 \text{ días}$$

$$V_{anual \text{ estabilizado}} = 3666.11 \text{ m}^3$$

Luego se calcula el volumen de residuos sólidos estabilizados para los años posteriores, desde el año 2024 hasta el 2032, tal y como se observa en la Tabla 16.

Tabla 16

Volumen de residuos sólidos estabilizados

Año	Residuos sólidos estabilizados (m³/año)
2022	
2023	3666.11
2024	3786.31
2025	3910.46
2026	4038.68
2027	4171.23
2028	4308.00
2029	4449.25

2030	4595.13
2031	4745.80
2032	4901.50

Con los resultados obtenidos del volumen de residuos sólidos estabilizados y el material de cobertura, se procede al cálculo del volumen del relleno sanitario por año.

Para el año 2023:

$$V_{RS} = 3666.11 + 879.87$$

$$V_{RS} = 4545.97 \text{ m}^3$$

Ahora, se calculan los resultados del volumen del relleno sanitario para los años posteriores, los cuales se muestran en la Tabla 17.

Tabla 17

Volumen del relleno sanitario por año

N°	Año	Relleno sanitario (m ³)
0	2022	
1	2023	4545.97
2	2024	4695.03
3	2025	4848.97
4	2026	5007.96
5	2027	5172.32
6	2028	5341.91

7	2029	5517.07
8	2030	5697.96
9	2031	5884.79
10	2032	6077.86

Para determinar el volumen total ocupado del relleno durante su vida útil se tiene la siguiente fórmula:

$$5.) V_{RSvu} = \sum_{i=1}^n V_{RS}$$

Donde:

V_{RSvu} = Volumen relleno sanitario durante la vida útil (m³)

n = Número de años

Con los resultados obtenidos se calcula el volumen acumulado total para el periodo de diseño.

$$V_{RSvu} = 4545.97 + 4695.03 + 4848.97 + 5007.96 + 5172.32 + 5341.91 + 5517.07 \\ + 5697.96 + 5884.79 + 6077.86 \text{ m}^3$$

$$V_{RSvu} = 52\,789.84 \text{ m}^3$$

3.1.7.4 Cálculo del área requerida. Con el volumen del relleno sanitario podemos calcular el área requerida para la construcción del relleno.

La proyección del relleno sanitario manual debe ser entre 5 a 10 años esto es considerado la vida útil del relleno o el periodo de diseño.

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

Donde:

V_{RS} = Volumen de relleno sanitario (m³/año)

A_{RS} = Área por rellenar sucesivamente (m²)

h_{RS} = Altura o profundidad media del relleno sanitario (m)

En base a la topografía, se determina que la altura media del relleno sanitario es de 1.50 m, luego se calcula el área requerida.

$$A_{RS} = \frac{52789.84 \text{ m}^3}{1.50 \text{ m}}$$

$$A_{RS} = 35\,193.23 \text{ m}^2$$

Y el área total requerida será:

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

Donde:

A_T = Área total requerida (m²)

F = Factor de aumento del área adicional requerida para las vías de penetración, áreas de retiro a linderos, caseta de portería e instalaciones sanitarias, patio de maniobras, etc. Este factor es considerado entre el 20-40 % del área que se deberá rellenar.

Se considera un 30% como factor de aumento de área adicional para las obras y áreas complementarias, luego se calcula el área total requerida:

$$A_T = 1.30 * 35193.23 \text{ m}^2$$

$$A_T = 45\,751.19 \text{ m}^2$$

3.1.7.5 Diseño de talud. Para el relleno sanitario a desarrollar se ha considerado un diseño de talud en corte.

3.1.7.5.1 Talud en corte. Para el diseño del talud del relleno sanitario manual no es necesario realizar estudios de estabilidad considerando que el terreno donde se ubicará es relativamente impermeable y que las alturas de corte no superarán los 5 metros.

Para alturas de corte bajas se considera un único talud y para alturas considerables se requerirá más de un talud en conjunto con la construcción de bermas o bancos intermedios.

En la Figura 19 se muestran los taludes recomendables para cada tipo de suelo en base a la experiencia de varios países.

Figura 19

Taludes recomendados en corte

Tipo de material	Talud recomendable S altura del corte H (m) hasta 5 m	Observaciones
1. Arenas limosas y limos compactos	$\frac{1}{2}$	k = 10-7 cm/s. Descopetar 1:1 la parte superior más intemperizada. Si son materiales fácilmente erosionables, deberá proyectarse talud 1:1
2. Arenas limosas, limo poco compacto	$\frac{1}{4}$	k = 10-7 cm/s contracuneta impermeable. Descopetar 1,5:1 la parte más intemperizada
3. Arenas limosas y limos muy compactos	$\frac{1}{4}$	k = 10-7 cm/s. Descopetar la parte superior suelta
4. Arcillas poco arenosas, firmes y homogéneas	$\frac{1}{2}$	k = 10-8 cm/s. Descopetar 1:1 la parte intemperizada. Si existe flujo de agua, construir subdrenaje
5. Arcillas blandas expansivas	1	k = 10-8 cm/s
Fuente: Tomado y adaptado de Secretaría de Obras Públicas, Departamento de Antioquia, Colombia.		

Nota. Adaptado de (Jaramillo, 2002)

3.1.7.6 Método de zanja o trinchera. Para el diseño del relleno sanitario manual se ha seleccionado el método de zanja en el cual se planificarán excavaciones durante todo el año. Para evitar el uso constante de maquinaria se debe tener en cuenta la vida útil de las zanjas que será de entre 60 a 90 días de tal manera que al culminar la vida útil de estas se tenga el equipo necesario para proceder a excavar nuevas zanjas disponiendo así finalmente de los RSM. (Jaramillo, 2002)

3.1.7.6.1 Volumen de zanja. Tomando en cuenta la vida útil de las zanjas se determina el volumen de excavación y los tiempos de maquinaria necesarios.

$$V_z = \frac{t * DR_r * m. c.}{D_{rsm}}$$

Donde:

V_z = Volumen de zanja (m³)

t = Tiempo de vida útil (días)

DS_r = Cantidad de RSM recolectados (kg/día)

m. c. = Material de cobertura (20-25% del volumen compactado)

D_{rsm} = Densidad de los RSM en el relleno (kg/m³)

Se considera el valor más alto de la cantidad de residuos sólidos recolectados hasta el periodo de diseño y con ese dato calcular el volumen de la zanja que conformará el relleno sanitario.

Los valores de la cantidad de los residuos sólidos recolectados por año se muestran en la Tabla 18.

Tabla 18

Cantidad de residuos sólidos recolectados por año

Año	Cantidad de residuos sólidos		
	RSD (kg/día)	RSND (kg/día)	Total RSM (kg/día)
2022	5402.92	420.00	5822.92
2023	5580.07	446.41	6026.48
2024	5763.03	461.04	6224.08
2025	5951.99	476.16	6428.15

2026	6147.15	491.77	6638.92
2027	6348.90	507.91	6856.81
2028	6557.07	524.57	7081.64
2029	6772.07	541.77	7313.83
2030	6994.11	559.53	7553.64
2031	7223.43	577.87	7801.31
2032	7460.42	596.83	8057.26

El máximo valor de la cantidad de residuos sólidos diarios es igual a 8 057.26 kg/día. Asimismo, el tiempo de vida útil para la zanja es de 60 días, la densidad de residuos estabilizados es de 600 kg/m³ y el material de cobertura es el 20% del material compactado.

$$V_z = \frac{60 \text{ días} * 8\,057.26 \text{ kg/día} * 1.2}{600 \text{ kg/m}^3}$$

$$V_z = 966.87 \text{ m}^3$$

3.1.7.6.2 Dimensiones de la zanja. Se debe considerar para la profundidad de la zanja el nivel freático, tipo de suelo, equipo y costos de excavación. De acuerdo con estos aspectos la profundidad de la zanja debe ser entre 2 a 4 metros.

Se considera un ancho de zanja de entre 3 a 6 metros dependiendo del ancho del equipo a utilizar, esto se aplica para evitar largas distancias de acarreo de la basura y el material de cobertura. (Jaramillo, 2002)

El largo depende de la vida útil de la zanja. Entonces:

$$L = \frac{V_z}{a * h_z}$$

Donde:

L = Largo o longitud de la zanja (m)

V_z = Volumen de la zanja (m³)

a = Ancho (m)

h_z = Profundidad (m)

Para el cálculo de considera una profundidad de zanja de 2m y un ancho de zanja de 6 m, luego tenemos:

$$L = \frac{966.87 \text{ m}^3}{6.00 \text{ m} * 2.00 \text{ m}}$$

$$L = 81 \text{ m}$$

3.1.7.6.3 Tiempo de maquinaria. El tiempo requerido para los trabajos de movimiento de tierras en general dependerá del material del suelo y las características de la maquinaria a utilizar.

$$t_{exc} = \frac{V_z}{R * X * J}$$

Donde:

t_{exc} = Tiempo de la maquinaria para la excavación de la zanja (días)

V_z = Volumen de la zanja (m³)

R = Rendimiento de excavación del equipo pesado (m³/hora)

J = Jornada de trabajo diario (horas/día)

Para el cálculo de considera un rendimiento de la máquina de 14m³/h, luego tenemos:

$$t_{exc} = \frac{966.87 \text{ m}^3}{14 \text{ m}^3/\text{h} * 8 \text{ h/día}}$$

$$t_{exc} = \frac{966.87 \text{ m}^3}{14 \text{ m}^3/\text{h} * 8 \text{ h/día}}$$

$$t_{exc} = 9 \text{ días}$$

3.1.7.6.4 Vida útil del terreno. Para definir la vida útil del terreno debemos suponer un factor para áreas adicionales como serán las vías de circulación, aislamiento y separación entre zanjas. Finalmente se estima el número de zanjas que se podría excavar en el terreno.

$$n = \frac{A_t}{F * A_z}$$

Donde:

n = Número de zanjas

A_t = Área total del terreno (m²)

F = Factor de áreas adicionales 1.2 a 1.4 (20-40%)

A_z = Área de la zanja (m²)

Para el cálculo del número de zanjas tenemos como área disponible un total de 65038.12 m² y un factor de área de adicional de 1.3 (30%), luego tenemos:

{

$$n = \frac{65\ 038.12 \text{ m}^2}{1.3 * (81 * 6) \text{ m}^2}$$

$$n = 103 \text{ zanjas}$$

Entonces la vida útil estará dada por:

$$V_u = \frac{(t_z * n)}{365}$$

Donde:

V_u = Vida útil del terreno (años)

t_z = Tiempo de servicio de la zanja (días)

$$V_u = \frac{60 \text{ días} * 103}{365}$$

$$V_u = 17 \text{ años}$$

Asimismo, se calcula la cantidad de zanjas para el volumen total del relleno sanitario al término de su vida útil que es de diez años, el cual tiene un valor de 52 789.84 m³ y además se sabe que una zanja tiene un tiempo de vida de dos meses y ocupa un volumen de 966.87 m³.

$$966.87 \text{ m}^3 \text{ ---} \rightarrow 1 \text{ zanja}$$

$$52\,789.84 \text{ m}^3 \text{ ---} \rightarrow n \text{ zanjas}$$

$$n = \frac{52\,789.84 \text{ m}^3}{966.87 \text{ m}^3}$$

$$n = 55 \text{ zanjas}$$

3.1.7.8 Generación de lixiviado o percolado

3.1.7.8.1 Cálculo de la generación de lixiviado o percolado. La generación de lixiviado en rellenos pequeños ocurre principalmente durante los periodos de lluvia y algunos días después, y se detiene en los periodos secos. Por ello es recomendable adaptar el método de cálculo para estimar la generación de lixiviado en función de la lluvia en los meses de lluvia en vez de hacerlo en base a todo el año.

Es importante tener en cuenta este criterio para estimar la red de drenaje y almacenamiento de lixiviado en vertederos manuales (depósitos apropiados).

Se utilizan los registros de precipitación correspondientes al mes de mayor lluvia para obtener una buena aproximación del caudal generado usando la siguiente fórmula.

$$Q_{lm} = P * A * K$$

Donde:

Q_{lm} = Caudal medio de lixiviado generado (m³/mes)

P = Precipitación máxima mensual (mm/mes)

A = Área superficial del relleno (m²)

t = Número de segundos en un año (31.536.000 seg/año)

K = Coeficiente que depende del grado de compactación de la basura, cuyos valores recomendados son los siguientes:

Si se trata de rellenos con una baja compactación, cuyo peso específico varía entre 0,4 y 0,7 t/m³, se espera que produzcan una cantidad de lixiviado que oscila entre el 25% y el 50% ($k = 0,25$ a $0,50$) de la precipitación anual promedio en la región donde se encuentra el relleno. En cambio, en el caso de rellenos que presentan una alta compactación, con un peso específico superior a 0,7 t/m³, se calcula que la generación de lixiviado será del orden del 15% al 25% ($k = 0,15$ a $0,25$) de la precipitación media anual correspondiente a la zona del relleno. (Jaramillo, 2002)

Para el cálculo del Caudal medio de lixiviado, se toma en cuenta que la precipitación mensual máxima es 104.2 mm/mes correspondiente al mes de marzo del año 2023. Dato obtenido de la página oficial del SENAMHI. Asimismo, el coeficiente K tiene un valor de 0.50 y el Área superficial del relleno será igual a 35193.23 m², luego tenemos:

$$Q_{lm} = 104.2 \text{ mm/mes} * 35\ 193.23 \text{ m}^2 * 0.50$$

$$Q_{lm} = 1\ 833.57 \text{ m}^3/\text{mes}$$

3.1.7.8.2 Diseño del sistema de drenaje de lixiviado. Se estima el volumen de lixiviado utilizando una ecuación que se utiliza para determinar la cantidad de líquido generado en un área determinada. Esto permite a los gestores de residuos planificar la construcción y mantenimiento de las instalaciones para el tratamiento adecuado del lixiviado.

$$V = Q \times t$$

V = Volumen de lixiviado que será almacenado (m³)

Q = Caudal medio de lixiviado o líquido percolado (m³/mes)

t = Número máximo de meses con lluvias consecutivas (mes)

$$V = 1833.57 \frac{m^3}{mes} \times 2 \text{ meses}$$

$$V = 3667.14 m^3$$

Se puede utilizar el caudal obtenido para determinar las medidas del sistema de zanjas que se utilizará para almacenar el lixiviado. La ecuación siguiente proporciona las dimensiones adecuadas. Si el nivel freático se encuentra a un metro de profundidad y el suelo tiene las características de impermeabilidad recomendadas, las zanjas deben tener al menos 0,6 metros de ancho y 1 metro de profundidad.

$$l = V/a$$

Donde:

l = Longitud de las zanjas de almacenamiento (m)

V = Volumen de lixiviado que será almacenado durante los periodos de lluvia (m³)

a = Área superficial de la zanja (m²)

$$l = \frac{3667.14 m^3}{0.6m * 1m}$$

$$l = 6111.9 m$$

Para evitar la contaminación de aguas subterráneas por infiltración de lixiviados se utilizará geomembrana en la base y el talud del relleno sanitario con un espesor mínimo de 1.2 mm y el uso de geotextil entre la geomembrana.

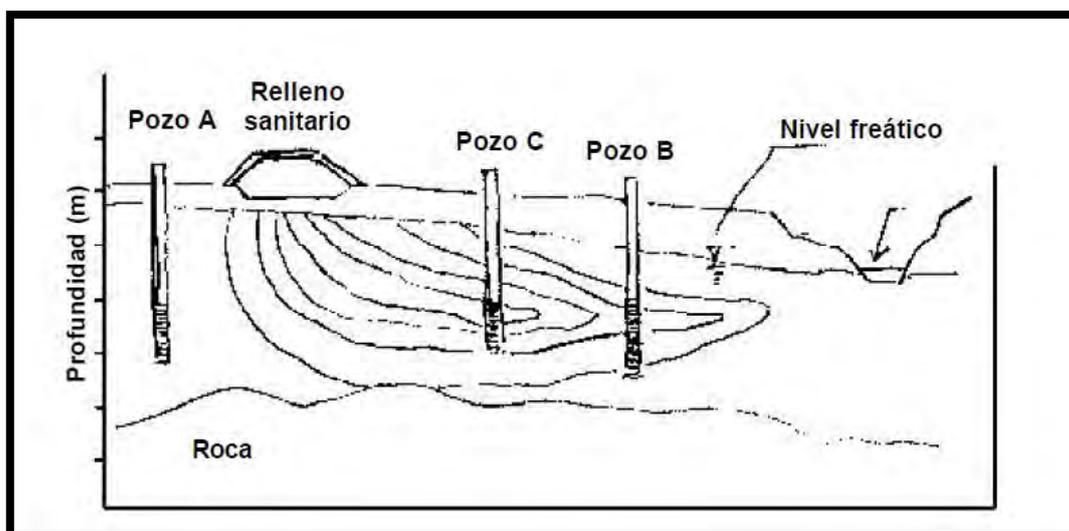
Además de incluir drenes y chimeneas de evacuación para el control de gases producidos de manera natural al descomponerse la materia orgánica depositada en el relleno sanitario.

3.1.7.9 Monitoreo de la calidad del agua. Existen ciertas regulaciones ambientales y de seguridad que deben ser cumplidas por un relleno sanitario manual, especialmente en lo que respecta a las aguas superficiales y subterráneas. Para evitar el riesgo de inundaciones, es recomendable contar con pozos de monitoreo. Si el suelo es limo-arcilloso con un coeficiente de permeabilidad (k) menor a 10^{-7} cm/seg y el espesor del suelo por encima del nivel freático es mayor a un metro, las posibilidades de contaminación de las aguas subterráneas disminuyen significativamente.

3.1.7.9.1 Localización de los pozos de monitoreo. Se necesitan 3 o 4 pozos de monitoreo ubicados a 10, 20 y 50 m del área del relleno y drenaje del líquido percolado. Si los mantos freáticos están cerca, los pozos pueden ser excavados manualmente para tomar muestras del agua subterránea. (Jaramillo, 2002)

Figura 20

Localización y características de los pozos para el monitoreo de agua.



Nota. Adaptado de (Jaramillo, 2002)

3.1.7.9.2 Parámetros más representativos para el análisis de aguas y lixiviado. En la figura N°22 se encuentran los parámetros más comunes para analizar la calidad del agua

subterránea, superficial y del lixiviado de un relleno sanitario. Se recomienda hacer análisis intensivos durante los primeros meses y reducir la frecuencia una vez que se obtengan valores constantes.

Figura 21

Parámetros para medir la calidad del agua y lixiviado

Parámetro	Agua superficial	Agua subterránea	Lixiviado
pH	X	X	X
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO) (mg/L)	X	X	X
Demanda química de oxígeno (DQO) (mg/L)	X	X	X
Temperatura (°C)	X	X	X
Hierro total (mg/L)	X	X	
Carbono orgánico total (COT) (mg/L)			
Nitratos (mg/L)	X		X
Cloruros (mg/L)	X	X	X
Sulfatos (mg/L)		X	X
Recuento total de colonias (colonias/mL)	X	X	X
Conductividad (umhos/cm)			X
Sólidos suspendidos totales	X		X
Metales pesados (Hg, Cd, Pb, Cr, Fe, Zn, Cu, Ni)			X

Nota. Adaptado de (Jaramillo, 2002)

3.1.7.10 Cálculo de la celda diaria. Se recomienda una altura de 1 a 1,5 metros para la celda diaria debido a la baja compactación lograda por la operación manual y para proporcionar una mayor estabilidad mecánica a los terraplenes del relleno sanitario. El avance y el ancho de la celda se calculan a partir del volumen diario de residuos compactados y se procura mantener un frente de trabajo estrecho. (Jaramillo, 2002)

3.1.7.10.1 Cantidad de RSM que se debe disponer. La cantidad de basura para diseñar la celda diaria se puede obtener a partir de la cantidad de basura producida diariamente:

$$DS_{rs} = DS_p \times (7/d_{hab})$$

DS_{rs} = Cantidad media diaria de RSM en el relleno sanitario (kg/día)

DS_p = Cantidad de RSM producidos por día (kg/día)

d_{hab} = Días hábiles o laborables en una semana (normalmente $d_{hab} = 5$ ó 6 días, y aun menos en los municipios más pequeños)

El máximo valor de la cantidad de residuos sólidos diarios es igual a 8 057.26 kg/día y los días operativos en el relleno sanitario serán 6, luego tenemos:

$$DS_{rs} = 8\,057.26 \text{ kg/día} \times (7/6)$$

$$DS_{rs} = 9\,400.14 \text{ kg/día}$$

3.1.7.10.2 Volumen de la celda diaria.

$$V_c = \frac{DS_{rs}}{D_{rsm}} * m. c.$$

V_c = Volumen de la celda diaria (m³)

D_{rsm} = Densidad de los RSM recién compactados en el relleno sanitario manual, 400-500 kg/m³

$m. c.$ = Material de cobertura (20-25%)

Es importante señalar que la densidad utilizada para la basura recién compactada es menor que la densidad de la basura estabilizada que se utiliza para calcular el volumen.

$$V_c = \frac{9\,400.14 \text{ kg/día}}{500 \text{ kg/m}^3} * 1.20$$

$$V_c = 22.56 \text{ m}^3/\text{día}$$

3.1.7.10.3 Dimensiones de la celda diaria.

- Área de la celda

$$A_c = \frac{V_c}{h_c}$$

A_c = Área de la celda (m²/día)

h_c = Altura de la celda (m) - límite 1,0 m a 1,5 m.

$$A_c = \frac{22.56 \text{ m}^3/\text{día}}{1 \text{ m}}$$

$$A_c = 22.56 \text{ m}^2/\text{día}$$

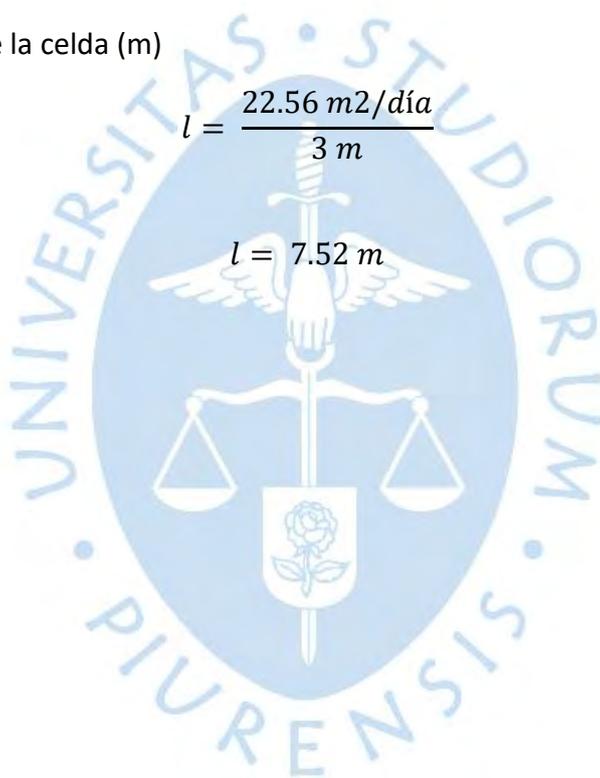
a = El ancho de la celda se establece según el frente de trabajo requerido para la descarga de basura por los vehículos recolectores. En pequeñas comunidades, donde solo uno o dos vehículos descargan a la vez, el ancho se establece entre 3 y 6 metros.

El valor del ancho de la celda es igual a 3 m, luego tenemos:

- Largo de la celda (m)

$$l = \frac{22.56 \text{ m}^2/\text{día}}{3 \text{ m}}$$

$$l = 7.52 \text{ m}$$



Capítulo 4

Análisis de Resultados y elaboración de una guía de Gestión óptima de los residuos en el Distrito de Vice

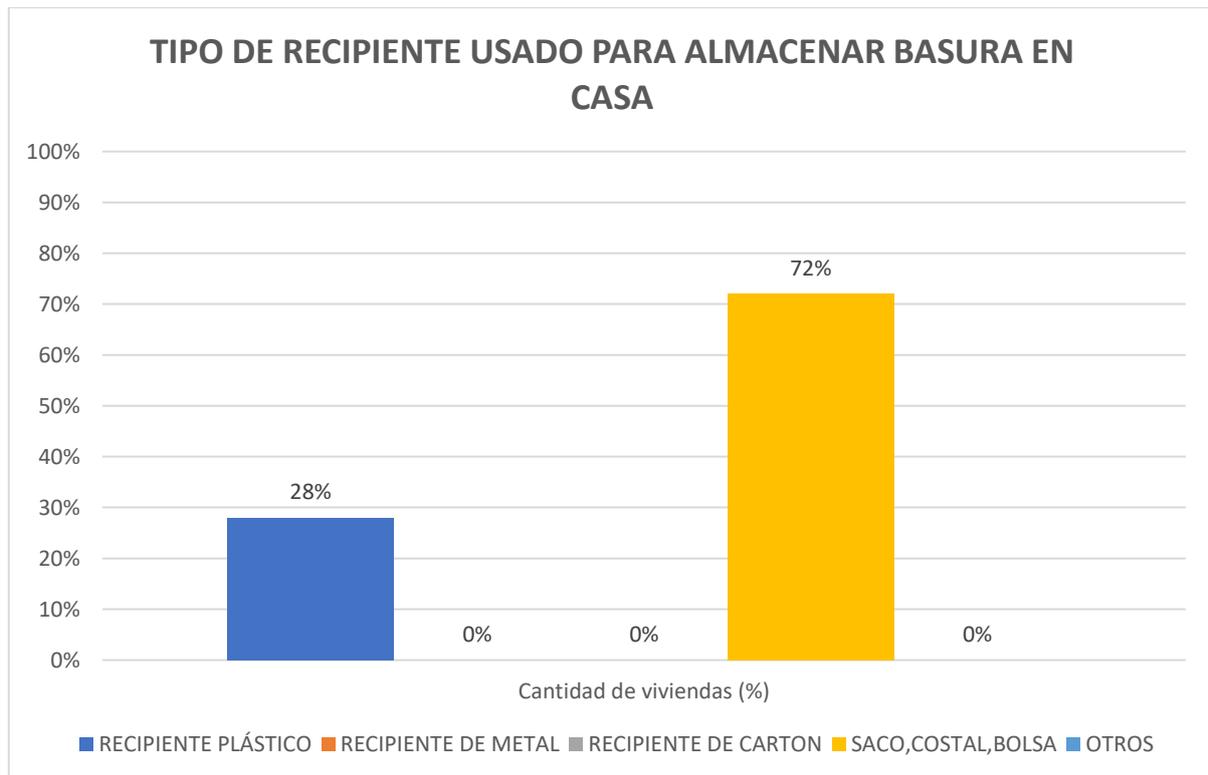
4.1 Almacenamiento de los RSM

4.1.1 Almacenamiento domiciliario

Según los datos obtenidos de las viviendas encuestadas, el tipo de recipiente que más se utiliza para almacenar basura en casa es saco/costal/bolsa con un 72% de uso, lo que muestra que están utilizando materiales no sostenibles y que podrían ser reemplazados por alternativas más amigables con el medio ambiente. Luego se tienen las viviendas que utilizan recipientes plásticos con un 28% de uso, lo que sugiere que hay una oportunidad para fomentar el uso de recipientes reutilizables y reducir el consumo de plástico de un solo uso. Y por último en una cantidad nula el uso de recipientes de cartón, recipientes de metal y otros tal como se puede observar en la figura 22.

Figura 22

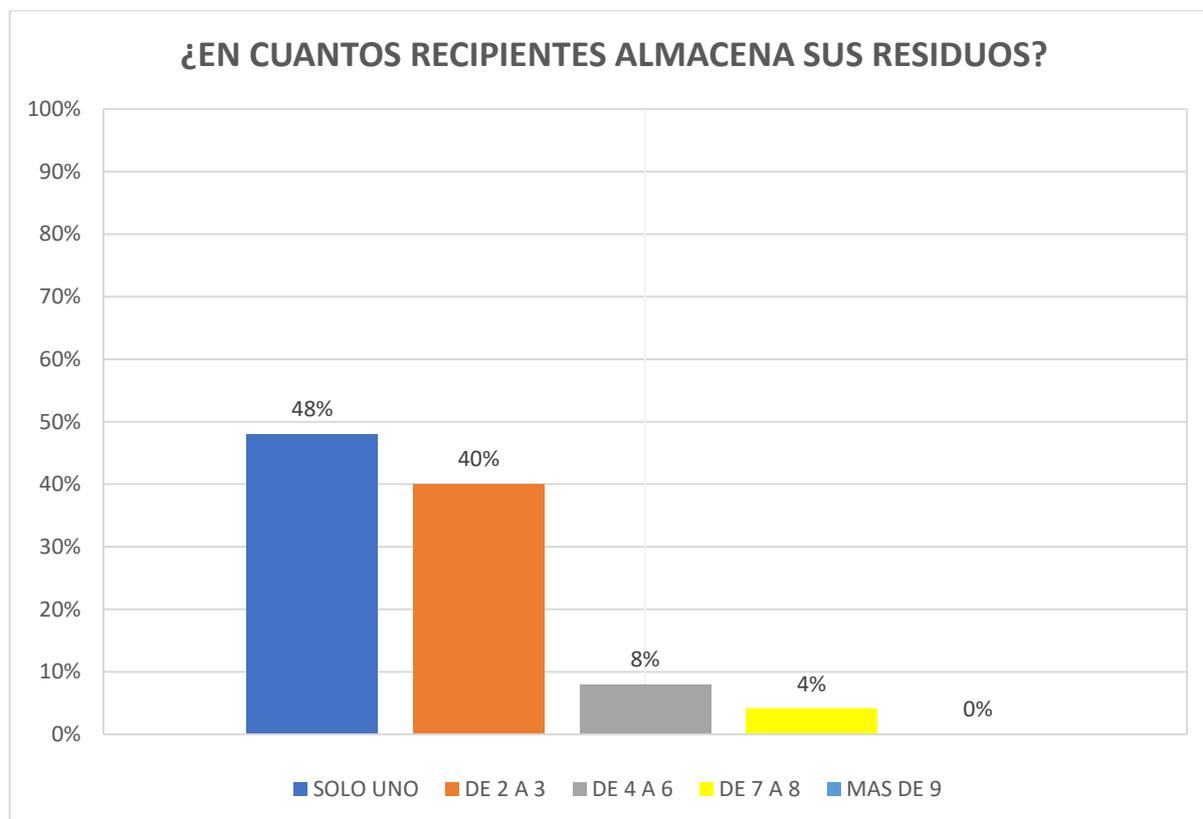
Tipos de recipientes para almacenaje de residuos sólidos en el Distrito de Vice



En la figura 23 se muestra que de las viviendas encuestadas el 48% almacena sus residuos en solo un recipiente, lo que indica que pueden estar mezclando diferentes tipos de residuos y no están separando adecuadamente los residuos reciclables. Luego tenemos que el 40% utiliza de 2 a 3 recipientes, el 8% de 4 a 6 y por último el 4% de 7 a 8 recipientes, lo que supone que están separando adecuadamente los residuos reciclables y no reciclables. Sin embargo, aún hay espacio para mejorar y adoptar prácticas más sostenibles y responsables en la gestión de residuos.

Figura 23

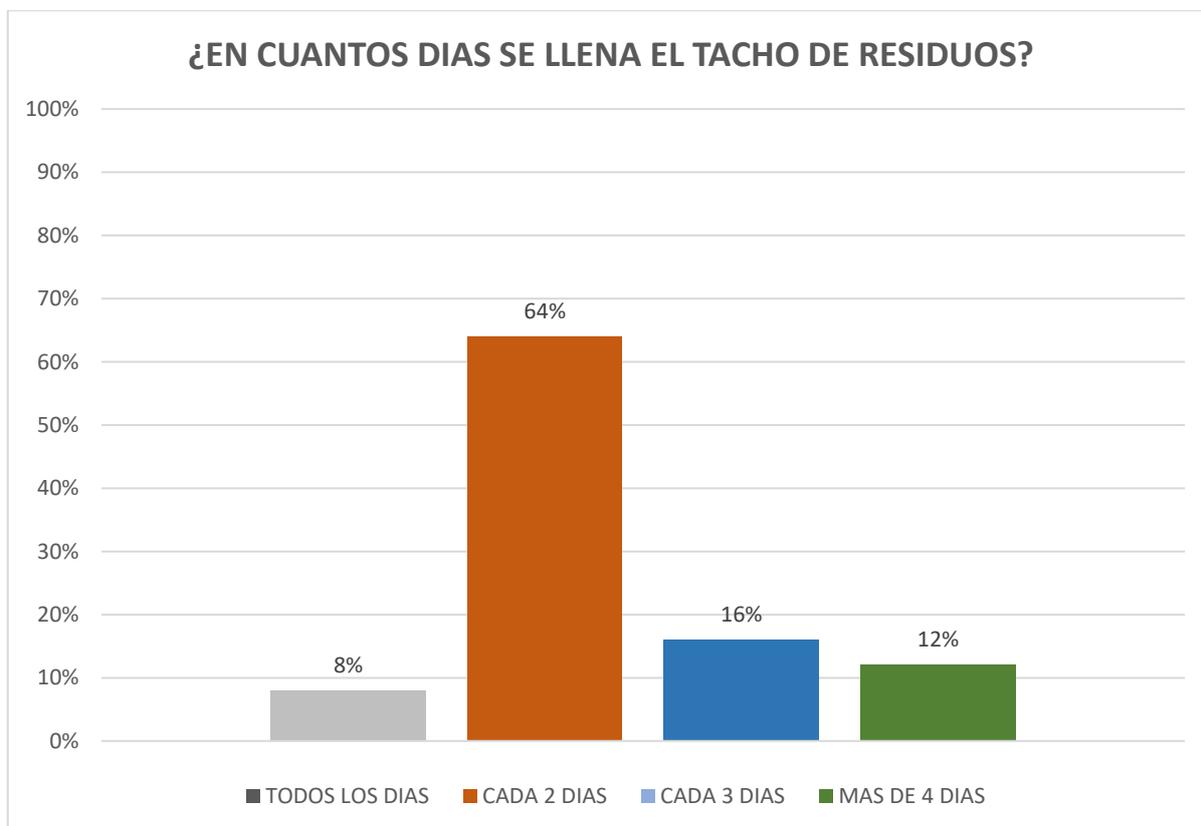
Cantidad de recipientes utilizados para almacenamiento de residuos



En el siguiente gráfico observamos que el mayor porcentaje de las viviendas encuestadas llenan totalmente los tachos de basura cada dos días con el 64%, lo que sugiere que están generando una cantidad considerable de residuos en sus hogares. Mientras que solo el 8% de viviendas encuestadas indicaron que sus tachos de residuos se llenan todos los días, así mismo el 12% demuestra que demora más de 4 días en llenar los tachos, lo que sugiere que la mayoría de las personas están predispuestas a tomar medidas para reducir la cantidad de residuos que generan en sus hogares.

Figura 24

Cantidad de días en los que se alcanza el límite de almacenamiento

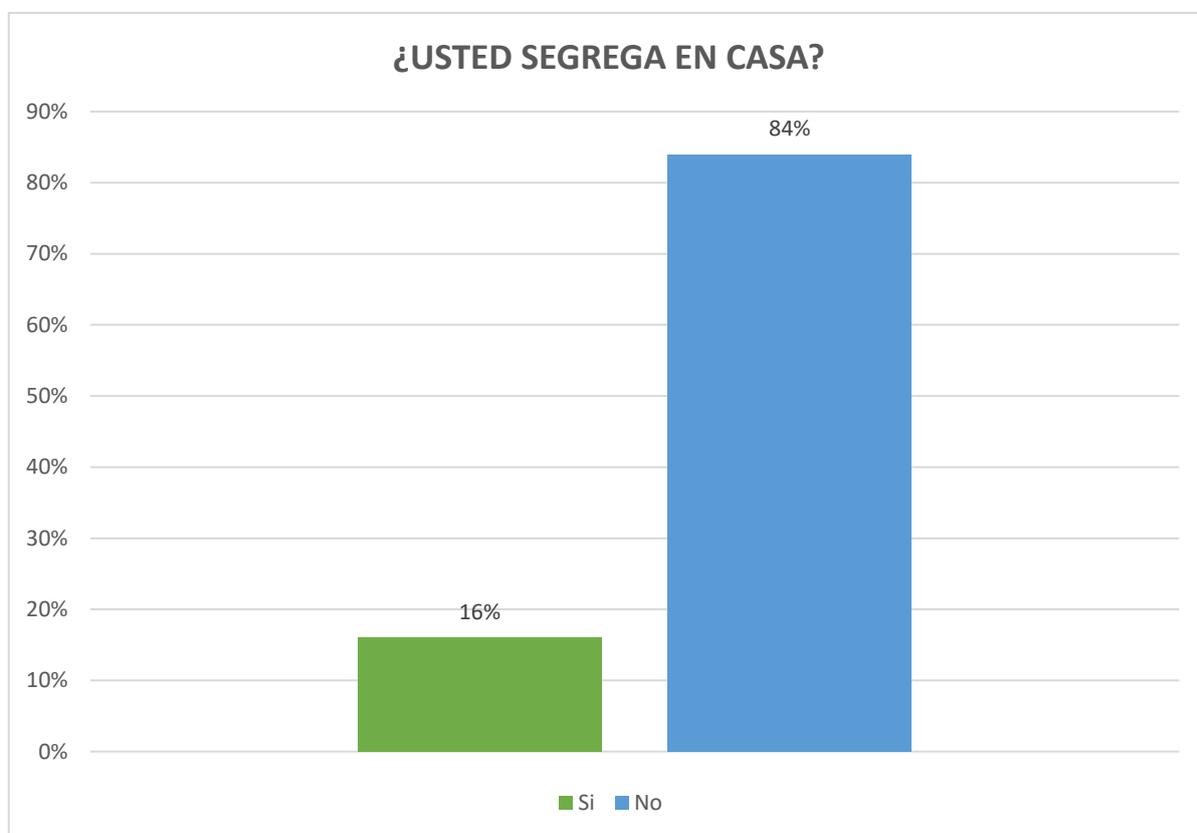


De acuerdo con los datos obtenidos la mayoría de las viviendas encuestadas no segrega (almacenamiento selectivo) en casa con un 84% de familias, lo que indica que hay una falta de conciencia ambiental y que se necesita educación y concientización sobre la importancia de la segregación de residuos para el cuidado del medio ambiente.

Sin embargo, una cantidad no significativa de viviendas (16%) sí segregan en casa. Esto sugiere que hay un grupo de personas que están tomando medidas para reducir su impacto ambiental y que están dispuestas a hacer cambios en su estilo de vida para cuidar el medio ambiente. Esto es un buen indicio y se podría trabajar en la educación y concientización de la población para que más personas adopten estas prácticas.

Figura 25

Viviendas que realizan segregación de residuos sólidos en casa



Para un adecuado almacenamiento de los residuos sólidos se debe tener en cuenta los siguientes pasos:

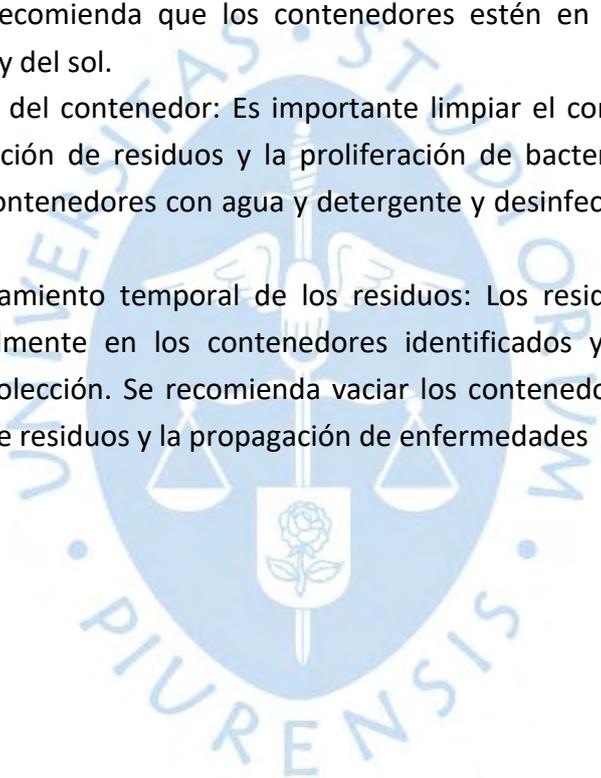
✓ Selección del contenedor: El primer paso es seleccionar el contenedor adecuado para el tipo de residuo que se va a almacenar. Los contenedores deben ser resistentes, fáciles de limpiar y con tapas herméticas para evitar la propagación de olores y la entrada de insectos y animales.

✓ Identificación del contenedor: Cada contenedor debe estar claramente identificado con el tipo de residuo que se va a almacenar. Esto ayuda a evitar la confusión y el mal manejo de los residuos.

✓ Ubicación del contenedor: Los contenedores deben estar ubicados en un lugar fresco, seco y bien ventilado. Además, deben estar alejados de las áreas de comida y de las zonas de cultivo. Se recomienda que los contenedores estén en un área cubierta para protegerlos de la lluvia y del sol.

✓ Limpieza del contenedor: Es importante limpiar el contenedor regularmente para evitar la acumulación de residuos y la proliferación de bacterias y malos olores. Se recomienda lavar los contenedores con agua y detergente y desinfectarlos con una solución de agua y cloro.

✓ Almacenamiento temporal de los residuos: Los residuos sólidos deben ser almacenados temporalmente en los contenedores identificados y ubicados en el lugar adecuado hasta su recolección. Se recomienda vaciar los contenedores regularmente para evitar la acumulación de residuos y la propagación de enfermedades



4.2 Recolección y Transporte de los RSM

De la información obtenida la mayoría de las viviendas encuestadas reciben el servicio de recolección de residuos lo que representa un 96% de las viviendas, esto nos muestra que el servicio de recolección de residuos es ampliamente utilizado y valorado por la población.

Solo un pequeño porcentaje de las viviendas encuestadas (4%) indicaron que no reciben el servicio de recolección de residuos. Lo que significa que hay una minoría de personas que viven en áreas donde el servicio de recolección de residuos no está disponible o que optan por manejar sus residuos de otra manera.

Figura 26

Viviendas que reciben el servicio de recolección

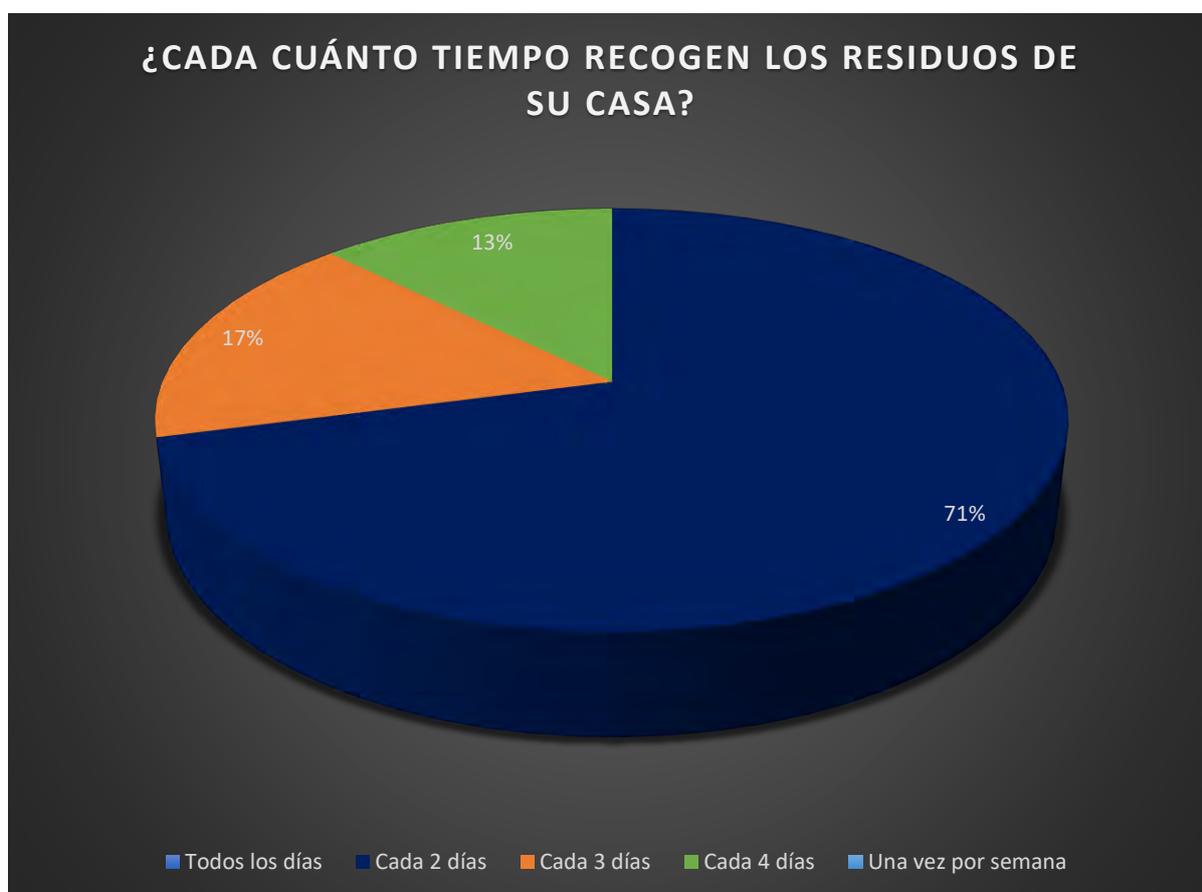


El 71% de las viviendas encuestadas indicaron que los residuos de su casa se recogen cada 2 días. Esto sugiere que la recolección de residuos es un servicio bastante frecuente y regular para la mayoría de los usuarios.

Mientras que el 13% de viviendas indicaron que los residuos de su casa se recogen cada 4 días, lo que sugiere que hay una minoría de usuarios que reciben el servicio con menos frecuencia. Es posible que esto se deba a que viven en áreas menos pobladas o que generan menos residuos que otros hogares.

Figura 27

Intervalo de tiempo de recolección de residuos en el Distrito de Vice



La recolección de residuos se lleva a cabo en la mañana para un 76% de las viviendas encuestadas, lo que puede ser beneficioso para mantener las calles limpias durante el día. Sin embargo, es importante que se realice una recolección regular y frecuente para evitar problemas de salud pública.

Un porcentaje significativo de viviendas (20%) afirma que la recolección se realiza en la madrugada, lo que puede evitar congestiones de tráfico y permitir un acceso más fácil a las calles. Sin embargo, es importante que se realice de manera respetuosa con los residentes locales y se evite hacer ruido excesivo en horas de descanso.

Figura 28

Horario de recolección de residuos en el Distrito de Vice



Las familias de las viviendas encuestadas en su mayoría dejan sus residuos frente a su casa o en una esquina cercana. Lo puede deberse a la comodidad de no tener que caminar largas distancias para deshacerse de los residuos, o tal vez porque no hay un vehículo recolector disponible en su área.

Una minoría entrega sus residuos al personal de recolección. Esto puede deberse a que no tienen acceso a un vehículo recolector o porque prefieren entregar los residuos directamente a una persona en lugar de arrojarlos al vehículo recolector.

Figura 29

Disposición de residuos sólidos en las viviendas del distrito de Vice

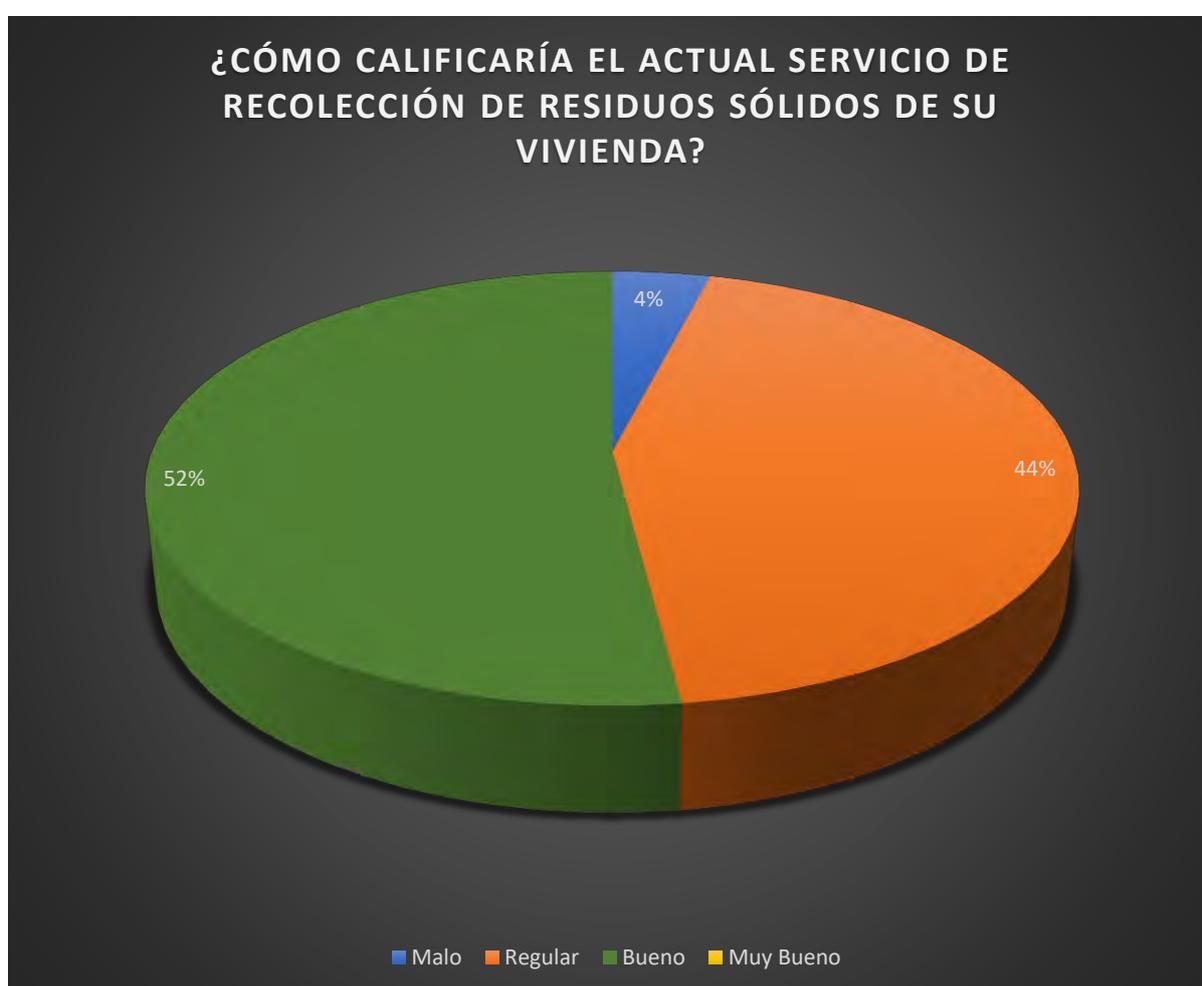


La mayoría de las viviendas encuestadas (52%) califican el servicio de recolección de residuos sólidos de su vivienda como "Bueno". Esto sugiere que, en general, el servicio de recolección de residuos sólidos en la zona es satisfactorio para la mayoría de los encuestados.

Sin embargo, una cantidad significativa de viviendas (44%) califican el servicio como "Regular". Esto sugiere que hay un margen de mejora en el servicio de recolección de residuos sólidos en la zona, y que las autoridades podrían tomar medidas para mejorar la calidad del servicio y satisfacer mejor las necesidades de la comunidad.

Figura 30

Calificación del servicio de recolección de residuos del distrito de Vice



Para la correcta recolección y transporte de los residuos sólidos se debe tener en cuenta los siguientes pasos:

✓ Planificación de la ruta: Primero se debe planificar la ruta de recolección de residuos sólidos. Esto incluye la identificación de las áreas que se van a cubrir, la frecuencia de recolección y los vehículos necesarios para llevar a cabo la tarea.

✓ Selección del vehículo: Es importante seleccionar el vehículo adecuado para la recolección de residuos sólidos. El vehículo debe ser lo suficientemente grande para transportar los residuos y estar equipado con los accesorios necesarios para la carga y descarga de los contenedores.

✓ Identificación del personal: El personal encargado de la recolección de residuos sólidos debe estar debidamente identificado con uniformes y equipos de protección personal. Además, deben estar capacitados en el manejo adecuado de los residuos y en la prevención de accidentes.

✓ Recolección de los residuos: Durante la recolección de los residuos, se deben seguir las normas y regulaciones establecidas por las autoridades locales y nacionales. Se recomienda que los residuos sean recogidos en contenedores identificados y ubicados en el lugar adecuado. Además, se debe evitar la manipulación manual de los residuos para prevenir lesiones y enfermedades.

✓ Transporte de los residuos: Una vez que los residuos han sido recolectados, se deben transportar a la zona de transferencia para ser segregados y posteriormente trasladados a la zona de disposición final. Es importante que los vehículos de transporte estén debidamente equipados para evitar la propagación de olores y la entrada de insectos y animales. Además, se debe asegurar que los residuos estén debidamente cubiertos durante el transporte para evitar la dispersión de estos.

4.3 Zona de transferencia de los RSM

La ubicación de la estación de transferencia es un factor clave en la gestión eficiente de los residuos sólidos. En este caso, se seleccionó el centro poblado Letirá como la ubicación óptima para la estación de transferencia debido a su posición geográfica intermedia y la disposición de áreas de terreno. Al seleccionar una ubicación adecuada para la estación de transferencia, se puede optimizar el proceso de recolección y transporte de los residuos sólidos, reducir los costos asociados y mejorar la salud pública y el medio ambiente.

Además, el diseño de una ruta óptima para el transporte de residuos sólidos es esencial para minimizar los costos y reducir el impacto ambiental. En este caso, se optó por una ruta que evita la zona urbana y utiliza la vía de evitamiento, lo que permite trasladarse libremente y mejorar la eficiencia del transporte. Al diseñar una ruta óptima, se pueden reducir los costos asociados con el transporte de residuos sólidos, minimizar el impacto ambiental y mejorar la calidad de vida de la comunidad.

4.4 Disposición final de los RSM

Para una gestión óptima en la disposición final de residuos sólidos se recomienda la construcción de un relleno sanitario como la mejor alternativa para el tratamiento de los residuos. Para esto se deben contemplar los siguientes pasos:

✓ Selección del sitio: El primer paso es elegir un sitio adecuado para el relleno sanitario. Este debe estar alejado de áreas residenciales, cuerpos de agua y zonas de cultivo. Además, se debe tener en cuenta la topografía del terreno, la calidad del suelo y la disponibilidad de agua.

✓ Diseño del relleno sanitario: Una vez que se ha seleccionado el sitio, se procede a diseñar el relleno sanitario. El diseño debe incluir la ubicación de las celdas de disposición, los caminos de acceso, la ubicación de la oficina administrativa, el área de almacenamiento de materiales, etc.

✓ Construcción del relleno sanitario: Una vez que se ha completado el diseño, se procede a la construcción del relleno sanitario. Se deben seguir las especificaciones técnicas y los estándares de construcción establecidos por las autoridades locales y nacionales.

✓ Operación del relleno sanitario: Una vez que el relleno sanitario ha sido construido, se procede a su operación. Esto incluye la disposición adecuada de los residuos, la compactación de los mismos, el monitoreo de la calidad del agua subterránea, la gestión de los gases de vertedero, la gestión de la fauna y la flora, entre otros.

✓ Mantenimiento del relleno sanitario: Es importante realizar el mantenimiento regular del relleno sanitario para asegurar su correcto funcionamiento. Esto incluye la reparación de los caminos de acceso, la limpieza de los canales de drenaje, la reparación de la maquinaria, entre otros.

Es importante tener en cuenta que el diseño y la construcción de un relleno sanitario deben ser realizados por profesionales capacitados y con experiencia en el tema. Además, se deben seguir todas las normativas y regulaciones establecidas por las autoridades locales y nacionales para garantizar la seguridad y el bienestar de la comunidad y el medio ambiente.

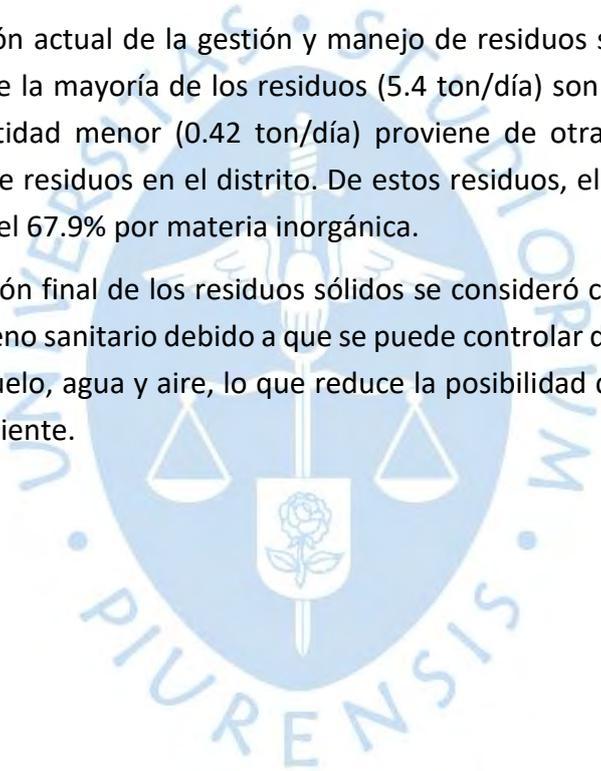
Conclusiones

El diseño de un sistema de gestión integral del manejo de los residuos sólidos en el distrito de Vice es esencial para prevenir la contaminación ambiental y proteger la salud pública. Es por ello, que el diseño de un sistema de gestión óptimo contribuirá a que las personas comprendan cómo almacenar, recolectar y transportar adecuadamente los residuos sólidos.

El distrito de Vice necesita implementar programas de concientización que son fundamentales para garantizar el éxito de una adecuada gestión de los residuos sólidos. Las autoridades locales y nacionales pueden trabajar en conjunto con la comunidad para educar y concientizar sobre la importancia de la segregación, almacenamiento, recolección y transporte adecuado de los residuos sólidos.

De la información actual de la gestión y manejo de residuos sólidos en el distrito de Vice se puede decir que la mayoría de los residuos (5.4 ton/día) son generados en hogares, mientras que una cantidad menor (0.42 ton/día) proviene de otras fuentes. En total, se generan 5.92 ton/día de residuos en el distrito. De estos residuos, el 32.1% está compuesto por materia orgánica y el 67.9% por materia inorgánica.

Para la disposición final de los residuos sólidos se consideró como la mejor opción la construcción de un relleno sanitario debido a que se puede controlar de manera más eficiente la contaminación del suelo, agua y aire, lo que reduce la posibilidad de efectos negativos en la salud y el medio ambiente.



Recomendaciones

Que las familias cumplan con el horario de recogida, es decir sacar los RSM, cuando esté por llegar el vehículo recolector, y no con mucha antelación dado que los perros u otros animales pueden esparcir los residuos.

Mantenimiento frecuente de las unidades de recogida, para evitar que por desperfectos se disminuya la capacidad de recogida.

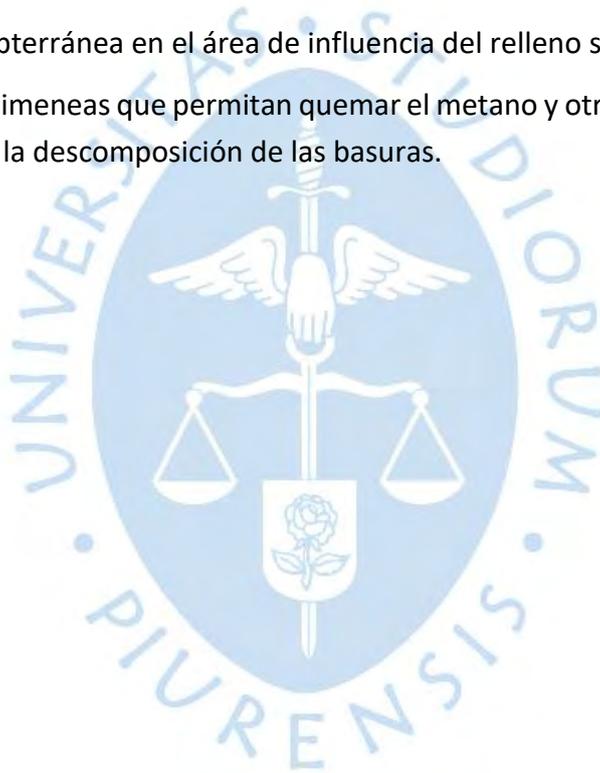
Mantener informada a la población de posibles cambios de horario de recogida.

Disponer de una garita de control en el relleno sanitario para llevar el control de los residuos depositados.

Disponer de celdas especiales para residuos tóxicos y peligrosos.

Monitoreo del agua subterránea en el área de influencia del relleno sanitario.

Implementar chimeneas que permitan quemar el metano y otros gases que se generan como consecuencia de la descomposición de las basuras.



Referencias

- Agencia Peruana de Noticias Andina. (06 de junio de 2016). *Andina*. Obtenido de Andina: <https://andina.pe/agencia/noticia-sullana-instalan-300-contenedores-para-almacenar-los-residuos-solidos-615914.aspx>
- Altamirano, G., Freire, A., & Gallegos, D. (16 de julio de 2012). "PRODUCCION DE ELECTRICIDAD MEDIANTE LA CAPTURA Y APROVECHAMIENTO DEL BIOGAS DE UN RELLENO SANITARIO". Obtenido de "PRODUCCION DE ELECTRICIDAD MEDIANTE LA CAPTURA Y APROVECHAMIENTO DEL BIOGAS DE UN RELLENO SANITARIO": <https://www.slideserve.com/amie/produccion-de-electricidad-mediante-la-captura-y-aprovechamiento-del-biogas-de-un-relleno-sanitario>
- Congreso de la república. (15 de julio de 1997). Ley general de salud. *De la protección del ambiente para la salud*. Lima, Perú.
- Congreso de la república. (20 de julio de 2000). Ley general de los residuos sólidos. *Disposiciones complementarias, transitorias y finales*. Lima, Perú.
- Congreso de la república. (20 de julio de 2000). Ley general de residuos sólidos. *Manejo de residuos sólidos*. Lima, Perú.
- Congreso de la república. (20 de julio de 2000). Ley general de residuos sólidos. *Disposiciones generales*. Lima, Perú.
- Congreso de la república. (20 de julio de 2000). Ley general de residuos sólidos. *Autoridades municipales*. Lima, Perú.
- Congreso de la república. (27 de mayo de 2003). Ley orgánica de municipalidades. *Las competencias y funciones específicas*. Lima, Perú.
- Congreso de la república. (13 de octubre de 2005). Ley general del ambiente. *Política nacional del ambiente y gestión ambiental*. Lima, Perú.
- Congreso de la república. (2005). Ley general del ambiente. *Calidad de vida*. Lima, Perú.
- Congreso de la república. (03 de junio de 2010). Ley orgánica que regula la actividad de los recicladores. *Disposiciones generales*. Lima, Perú.
- Correa Correa, D. M. (2018). ELABORACIÓN DEL PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA EL DISTRITO DE VICE, PROVINCIA SECHURA 2017. *ELABORACIÓN DEL PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA EL DISTRITO DE VICE, PROVINCIA SECHURA 2017*. Piura, Chulucanas, Perú.
- Google Earth. (s.f.). *Google Earth*. Recuperado el 26 de Noviembre de 2022, de https://earth.google.com/web/@-5.44035275,-80.79462686,3215.70884477a,0d,35y,-0h,44.9714t,0r?utm_source=earth7&utm_campaign=vine&hl=es-419

- Grupo Caresny. (s.f.). *Plan de Manejo Ambiental Perú*. Obtenido de Plan de Manejo Ambiental Perú: <https://caresny.com/plan-manejo-residuos-solidos.html>
- Grupo ciudad saludable. (s.f.). *ciudad saludable*. Obtenido de ciudad saludable: <https://www.ciudadsaludable.org/>
- INEI. (2022). *Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas*. Recuperado el 29 de Noviembre de 2022, de Sistemas de consultas de base de datos: <http://censos2017.inei.gob.pe/redatam/>
- INEI. (s.f.). *Sistema de Información Geográfica*. Recuperado el 26 de Noviembre de 2022, de Sistema de Consulta de Centros Poblados: <http://sige.inei.gob.pe/test/atlas/>
- iperu.org. (s.f.). *Distrito de Vice*. Recuperado el 26 de Noviembre de 2022, de <https://www.iperu.org/distrito-de-vice-provincia-de-sechura>
- Jaramillo, J. (2002). Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales . Antioquia, colombia .
- Medina Gonzáles, A. (2009). Diseño de estaciones de transferencia de residuos sólidos para los municipios de Atoyac de Alvarez, Benito Juárez y Tecpan de Galeana. *Universidad Nacional Autónoma de México*. México, D.F., México. Recuperado el 24 de Diciembre de 2022, de <http://132.248.9.195/ptd2009/noviembre/0651464/Index.html>
- MINISTERIO DE EDUCACION. (2022). *ESCALE*. Recuperado el 30 de Noviembre de 2022, de Servicios Educativos: <https://escale.minedu.gob.pe/web/inicio/padron-de-iiie;jsessionid=91368d77522bf31980a462e21a9d>
- Ministerio de salud. (1983). Reglamento de aseo urbano. Lima, Perú.
- Ministerio del Ambiente. (2014). *“Implementar la disposición final segura de residuos .* Obtenido de “Implementar la disposición final segura de residuos : https://www.mef.gob.pe/contenidos/presu_publico/migl/metas/MINAM_tipoC_2014.pdf
- Municipalidad distrital de Vice. (2017). Estudios de Caracterización de Residuos Sólidos. *ECRS*. Sechura, Sechura, Perú.
- Ochoa, I. (Veintidós de Noviembre de 2009). *Importancia de los rellenos sanitarios*. Obtenido de Importancia de los rellenos sanitarios: <http://educacionambientalunihah.blogspot.com/>
- Organismo de evaluación y fiscalización ambiental - OEFA. (diciembre de 2014). *Fiscalización ambiental en residuos sólidos de gestión municipal provincial*. Obtenido de OEFA: <http://www.oefa.gob.pe/>
- Ruiz, J. L. (27 de octubre de 2014). *El Problema del Manejo de los Desechos Sólidos Urbanos en Guayana y Venezuela*. Recuperado el 28 de Octubre de 2022, de

<https://juanlinaresruiz.blogspot.com/2014/10/el-problema-del-manejo-de-los-desechos.html?m=1>

SENAMHI. (30 de MARZO de 2023). *DATOS HIDROMETEREOLÓGICOS*. Obtenido de DATOS HIDROMETEREOLÓGICOS: <https://www.senamhi.gob.pe/servicios/?p=estaciones>



Apéndices



Apéndice A. Encuesta de percepción del servicio de limpieza pública y aspectos socioeconómicos de los generadores domiciliarios

Número de encuesta: _____ Fecha: _____

Encuestador: _____

Código de vivienda: _____ Zona: _____ Estado: _____

I. DATOS GENERALES

1.	Familia:	
2.	Dirección:	
3.	Teléfono:	

II. CARACTERISTICAS DE LA VIVIENDA

4.	Tenencias de la vivienda	
	Propia	a
	Alquilada	b
	Alquiler - venta	c
	Otro (señale)	d

5.	Material	
	Adobe	a
	Madera	b
	Material noble	c
	Quincha / Estera	d
	Otro (Señale)	e

6.	Uso del predio	
	Solo vivienda	a
	Vivienda y Acti. Comercial	b
	Actividad Comercial	c

7.	Servicio de vivienda	
	Red de agua	a
	Energía eléctrica	b
	Red de desagüe	c
	Teléfono	d
	Tv cable	e
	Internet	f
	Todos	g

III. CARACTERISTICAS ECONOMICAS

8. **Cuántas personas habitan su vivienda**

Una persona	a
2 o 3 personas	b
4 a 6 personas	c
Más de 6 personas	d

9. **Servicio de vivienda**

Menor a 300 soles	a
Entre 300 y 750 soles	b
Entre 750 y 1200 soles	c
Entre 1200 y 2500 soles	d
Más de 2500 soles	e

10. **Cuáles son los 4 gastos familiares que prioriza al mes**

Energía eléctrica	a
Agua y desagüe	b
Teléfono / Celular	c
Alimentos	d
Tv cable / Internet	e
Salud	f
Educación	g
Combustible	h
Vestimenta	i
Vivienda (alquiler)	j
Otro	k

11. **En total, ¿cuánto es el gasto familiar mensual?**

Menor a 300 soles	a
Entre 300 y 750 soles	b
Entre 750 y 1200 soles	c
Entre 1200 y 2500 soles	d
Más de 2500 soles	e

IV. GENERACIÓN Y ALIMENTACIÓN DE R.S.S.

12. **¿Recipiente donde almacena sus residuos sólidos?**

Recipiente de plástico	a
Recipiente de metal	b
Recipiente de cartón	c
Saco, Costal, bolsa	d
Otro	e

13. **¿En cuántos recipientes almacena sus residuos?**

Solo uno	a
2 a 3	b
4 a 6	c
7 a 8	d
Más de 9	e

14

¿En cuántos días se llena el tacho de residuos?	
Todos los días	a
Cada 2 días	b
Cada 3 días	c
Más de 4 días	d

15

¿Cómo califica el manejo de los residuos en su vivienda?	
Malo	a
Regular	b
Bueno	c
Muy Bueno	d

V. RECOLECCIÓN Y PAGO DEL SERVICIO

16

Usted recibe el servicio de recolección de residuos	
Si	a
No (Pase a la pregunta 21)	b

17

¿Quién está recolectando los residuos de su vivienda?	
Municipalidad	a
Empresa	b
Empresa - Municipalidad	c
Recojo informal	d
Otro:	e

18

¿Cada cuánto tiempo paga por el servicio?	
Todos los meses	a
Trimestral	b
Semestral	c
Anual	d
Otro:	e

19

¿Cuánto paga por el servicio que recibe?	
Menos a 3 soles	a
Entre 3 y 6 soles	b
Entre 6 y 9 soles	c
Entre 9 y 12 soles	d
Más de 12 soles	e

20

¿Cada cuánto tiempo recogen los residuos de su casa?	
Todos los días	a
Cada 2 días	b
Cada 3 días	c
Cada 4 días	d
Una vez por semana	e

21

¿En qué horario se realiza la recolección?	
Mañana	a
Tarde	b
Noche	c
Madrugada	d
Más de 2 turnos	e

22

¿Cómo dispone los residuos fuera de su vivienda?	
Arroja al vehículo recolector	a
Entrega al personal de recolección	b
Lo deja frente a su casa	c
Lo deja frente en una esquina	d
Otro	e

23

¿Usted segrega en casa?	
Si (pase a la pregunta 24)	a
No (pase a la pregunta 25)	b

24

¿Si separa residuos?	
En 2 grupos	a
Solo los orgánicos	b
Solo los inorgánicos	c
Para reciclaje	d
Otro	e

25

¿No separa residuos?	
No tengo tiempo para ello	a
No sabía que se puede hacer	b
No sé cómo se hace	c
Es muy trabajoso	d
Otro	e

VI. PERCEPCIÓN DEL SERVICIO

26

¿Cómo calificaría el actual servicio de limpieza pública de la ciudad?	
Malo	a
Regular	b
Bueno	c
Muy Bueno	d

27

¿Cómo calificaría el actual servicio de recolección de residuos sólidos de su vivienda?	
Malo	a
Regular	b
Bueno	c
Muy Bueno	d

28

¿Con que frecuencia se debe recoger los residuos sólidos de su vivienda?	
Todos los días	a
Cada 2 días	b
Cada 3 días	c
Cada 4 días	d
Una vez por semana	e

29

¿Qué horario es el más adecuado para recoger los residuos de su vivienda?	
Mañana	a
Tarde	b
Noche	c
Madrugada	d
Más de 2 turnos	e

30

¿Cómo califica el servicio del obrero del servicio de recolección y limpieza pública de la ciudad?	
Malo	a
Regular	b
Bueno	c
Muy Bueno	d

31

¿Cuál considera es el principal problema de la recolección de RR. SS de la ciudad?	
Escasa participación del ciudadano	a
Escasos vehículos y personas	b
Desinterés del municipio	c
Los vecinos no pagan por el servicio	d
Otro	e

32	¿Qué debería hacer la municipalidad para mejorar la gestión de RR. SS en la ciudad?	
	Aumentar la frecuencia de recolección	a
	Educar y propiciar la participación de los vecinos	b
	Mejorar cantidad / calidad de vehículos	c
	Privatizar el servicio	d
	Otro	e

33	¿Cómo calificaría el actual servicio de limpieza pública de la ciudad?	
	Adecuada y razonable	a
	Es excesiva	b
	Se debe reajustar	c
	No pago por que no recibo el servicio	d
	Otro	e

VII. NECESIDADES DE SENSIBILIZACIÓN

34	¿Ha recibido alguna capacitación sobre temas de residuos sólidos en los últimos 12 meses?	
	Si	a
	No (pase a la pregunta 36)	b

35	¿Qué entidad lo brinda?	
	Municipalidad	a
	ONG	b
	Empresa	c
	Institución de salud	d
	Otro	e

36	¿Ha recibido ha visto alguna información sobre RR.SS? ¿Por qué medio?	
	Por radio y Tv	a
	Folletos, afiches, periódicos, etc.	b
	Internet, redes sociales	c
	Otro	d

37	¿Por qué medio te gustaría recibir información sobre RR. SS?	
	Capacitaciones, charlas, talleres	a
	Uso de medios audiovisuales	b
	En Internet	c
	Mezcla de varios	d
	Otro	e

38

¿Qué días es el más adecuado para recibir una charla sobre residuos sólidos?	
Lunes	a
Martes	b
Miércoles	c
Jueves	d
Viernes	e
Sábado	f
Domingo	g

39

¿Qué horario es el más adecuado?	
Mañana	a
Tarde	b
Noche	c

VIII. PAGO DEL SERVICIO

40

¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por el servicio?	
Menor a 3 soles	a
Entre 3 y 6 soles	b
Entre 6 y 9 soles	c
Entre 9 y 12 soles	d
Más de 12 soles	e

41

¿Prefiere que el cobro de servicio sea?	
Independiente	a
Con los pagos que realiza en la Municipalidad	b
Con los recibos de agua	c
Con los recibos de luz	d
Otro	e

Apéndice B. Datos de los participantes del estudio de caracterización de residuos sólidos domiciliar

Fecha	07. De Enero de 2023						
Número	Código	Dirección	UBI/CP/AAHH	Nombres y Apellidos	DNI	Número de habitantes	Forma
1	"	Calle Bolognesi # 111 - Vice	Vice	Asucena H. Vargas Centillo	45554926	5	XXXX
2	"	Calle Francisco Bolognesi - # 384	Vice	Milka Dereyra Ptochu Panta	76931121	7	XXXX C/ Pacheco
3	"	Calle Francisco Bolognesi - # 356	Vice	Maritza Liliana Kumichi Panta	41064137	3	XXXX
4	"	Calle Alfonso Ugarte - # 565	Vice	Heydi Granella Chapilliquén Arevalo	73135946	4	XXXX
5	"	AA-HH Virgen del Carmen - S/N	Vice	Eisela Noemí Panta S/Lupu	72732852	6	XXXX C/ Pacheco
6	"	Calle San Isidro - # 505	Vice	Jose María Bancayán Correa	42546324	5	XXXX
7	"	Calle 02 de mayo # 226 - Vice	Vice	Yolma de Bocapne Violeta	02757649	5	XXXX V. Gómez
8	"	Calle 02 de mayo # 243	Vice	Sociveta Eche Ruiz	80262474	3	XXXX J. Sánchez
9	"	Calle San Jacinto # 305	Vice	Lucy Pazo Huertas	02837028	7	XXXX
10	"	Jirón Tacna - # 236	Vice	Mariela Antón Temoche	40320902	5	XXXX A. S. S.
11	"	Jirón Piura - # 237	Vice	David Navarro Fiestas	70929288	4	XXXX
12	"	Jirón Piura - # 312	Vice	Lidia Fiestas Taboada	02759144	4	XXXX
13	"	Jirón Piura - # 321	Vice	Rita chapilliquén Tume	02759154	4	XXXX
14	"	Calle San Martín - # 285	Vice	Fernando Buenaventura Eche Zeta	72970841	2	XXXX
15	"	Calle Aguato Ruiz Paiva - # 238	Vice	Violeta Elizabeth Paiva Chunga	02660044	4	XXXX V. S. S.
16	"	La Primavera - San José	San José	Martha Ruiz Temoche	42065272	5	XXXX
17	"	Calle Lima - lado Sur	San José	Juan Domingo Talva Chunga	73508401	4	XXXX
18	"	Calle Miguel F. Cerro	San José	Jose Angel Paiva Eche	02757944	7	XXXX
19	"	Calle Piura - S/N	San José	Lucero Edeline Iparague R.	71445693	4	XXXX L. S. S.
20	"	Calle Areguipa - # 20	San José	Eleyne Lisbeth Fiestas Ch	76960324	4	XXXX R. S. S.
21	"	AA-HH Los Mercedes - Mz H - Lote 1	Las Mercedes	Fátima del Rosario Cortés Jacinto	76129325	4	XXXX
22	"	Calle Miguel F. Cerro - San José - Vice	San José	María Madleny Chunga de Santos	02809349	4	XXXX
23	"	Calle Trujillo - Mz M - Lote 25	San José	Denza Elizabeth Chapilliquén Eche	45204675	5	XXXX
24	"	Calle Julio Rodríguez - # 491	Vice	Jenny Victoria Ruiz Panta	47151878	4	XXXX
25	"	Avenida Miguel F. Cerro - # 361	Vice	Melissa Alhely Fiestas Chapilliquén	70919342	4	XXXX

Planos



Plano B. Plano Topográfico del área destinada para la construcción del relleno sanitario en el distrito de Vice

