



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

Esta licencia es la más restrictiva de las seis licencias principales Creative Commons, permitiendo a otras solo descargar sus obras y compartirlas con otras siempre y cuando den crédito, pero no pueden cambiarlas de forma alguna ni usarlas de forma comercial.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
EVALUACION DE ORIGINALIDAD

ATIT_2024-FIAS-018

CONSTANCIA

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento cuyo título es:

“DISEÑO DE UN RELLENO SANITARIO PARA LA PROVINCIA DE PALPA – ICA, 2022”

Presentado por:

ARTEAGA CONISLLA FRANKLYNG ADAN

Autor(a) del nivel PREGRADO de la Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria El resultado obtenido es **PORCENTAJE DE SIMILITUD del 8%** por el cual se otorga el calificativo de:


APROBADO,

Según Reglamento de Evaluación de la Originalidad

Con CÓDIGO DE MATRÍCULA N° **20162222**

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Ica, 08 de Febrero del 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA
UNIDAD DE INVESTIGACION

Dr. Domingo Jesús Cabel Moscoso
DIRECTOR



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria



TESIS

**Diseño de un relleno sanitario para la provincia de Palpa – Ica,
2022**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Ciencias naturales, ingeniería y tecnologías sostenibles

AUTOR:

Bach. FRANKLYNG ADAN ARTEAGA CONISLLA

ASESOR:

JAIME ANTONIO MARTINEZ HERNANDEZ

ICA - PERÚ

2024

DEDICATORIA

El proyecto de investigación está dedicado a mis padres, hermanos y amistades quienes me han brindado su apoyo incondicional, motivación y consejos para poder alcanzar este logro importante en mi formación profesional.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por su protección infinita y guiarme en el día a día, a mi asesor de tesis por su apoyo constante durante el desarrollo del proyecto, a los docentes de quienes he adquirido nuevos conocimientos y enseñanzas y a la facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria por haberme acogido en sus instalaciones durante mi formación profesional.

INDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	vii
ABSTRACT.....	viii
I. INTRODUCCION	9
1.1 Situación problemática.....	9
1.2 Formulación del problema.....	10
1.2.1 Problema principal	10
1.2.2 Problemas específicos	10
1.3 Antecedentes de la investigación.....	10
1.3.1 Antecedentes internacionales	10
1.3.2 Antecedentes nacionales.....	12
1.3.3 Antecedentes locales	13
1.4 Bases teóricas	14
1.4.1 Residuos sólidos.....	14
1.4.2 Rellenos sanitarios	15
1.5 Marco legal	17
1.6 Justificación e importancia de la investigación	18
1.7 Objetivos de la investigación.....	18
1.7.1 Objetivo general	18
1.7.2 Objetivos específicos.....	18
1.8 Descripción de capítulos	18
II. ESTRATEGIA METODOLOGICA.....	20
2.1. Tipo, Nivel y Diseño de la investigación.....	20
2.2. Población y muestra	20
2.3. Ámbito de estudio	20
2.4. Técnica e instrumento de recolección de la información	20
2.5. Técnica de procesamiento, análisis e interpretación	20
2.6. Análisis e interpretación de los resultados.....	21
III. RESULTADOS.....	22
3.1 Parámetros de generación per cápita (GPC), densidad, y humedad de los residuos sólidos municipales de la provincia de Palpa	22
3.1.1 Cálculo de la población	22
3.1.2 Parámetros de los residuos sólidos	23
3.2 Estudios básicos que contribuyen a seleccionar la ubicación del relleno sanitario.	24
3.2.1 Clase y composición de los residuos sólidos	24
3.2.2 Factores climáticos, suelo y relieve del terreno	26
3.3 Tipo y método de construcción del relleno sanitario.	27

3.4 Requerimientos técnicos para el diseño del relleno sanitario.	28
3.4.1 Proyección de la generación de residuos sólidos municipales	28
3.4.2 Volumen útil del relleno sanitario	28
3.4.3 Área requerida para el relleno sanitario	30
3.4.4 Volumen de la celda diaria	31
3.4.5 Producción y manejo de lixiviados.....	31
3.4.6 Canal de escorrentía pluvial.	34
IV. DISCUSIÓN.....	35
V. CONCLUSIONES	36
VI. RECOMENDACIONES	37
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38
VIII. ANEXOS	41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01.	Generación Per Cápita (GPC) de los residuos sólidos municipales	23
Tabla 02.	Densidad de residuos sólidos municipales	23
Tabla 03.	Humedad de los residuos orgánicos.....	23
Tabla 04.	Clase de residuos sólidos generados en la provincia de Palpa	24
Tabla 05.	Puntos geográficos del terreno para el relleno sanitario.....	26
Tabla 06.	Criterios de selección del suelo para el relleno sanitario en Llipata – Palpa.....	26
Tabla 07.	Datos de la población de la provincia de Palpa.....	28
Tabla 08.	Proyección de Generación de RSM	28
Tabla 09.	Volumen mínimo útil del relleno sanitario	29
Tabla 10.	Diseño de celdas para la disposición final	30
Tabla 11.	Área total del relleno sanitario manual	30
Tabla 12.	Volumen de la celda diaria	31
Tabla 13.	Generación de lixiviados	32
Tabla 14.	Volumen de recepción de la poza de lixiviados.....	33
Tabla 15.	Cálculo de la potencia de la bomba para recircular lixiviados	33

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01.	Método de construcción “trinchera o zanja”	16
Figura 02.	Método de construcción “de área”	17
Figura 03.	Método de construcción “combinado”.....	17
Figura 04.	Composición de residuos sólidos domiciliarios	25
Figura 05.	Composición de residuos sólidos no domiciliarios	25
Figura 06.	Modelo de la trinchera.....	29

RESUMEN

El proyecto de investigación tiene por objetivo diseñar un relleno sanitario para la provincia de Palpa, Ica, 2022. La metodología estuvo basada en un estudio aplicado y no experimental de nivel descriptivo. Respecto al desarrollo del proyecto se tuvo como información base la guía de diseño de relleno sanitario del MINAM, datos censales del 2017 INEI y la caracterización de residuos sólidos de Palpa. De los resultados obtenidos la generación Per cápita domiciliaria resultó 0.40 kg/hab/día y municipal 0.423 kg/hab/día. La densidad promedio de los residuos sólidos municipales es 171.58 kg/m³ y la humedad es de 45.78%. El periodo de vida útil considerado para el relleno sanitario es de 5 años, resultando la población de diseño para el año 2028 de 8008 habitantes y una generación de residuos sólidos de 3560.24 kg/día, según este último dato se seleccionó el diseño de un relleno sanitario de tipo manual y para el método de construcción se seleccionó el método de trinchera. Respecto al área total para el relleno sanitario se determinó un espacio de 5 ha.

Palabras claves:

Relleno sanitario, generación per cápita, residuos sólidos.

ABSTRACT

The research project aims to design a sanitary landfill for the province of Palpa, Ica, 2022. The methodology was based on an applied and non-experimental study at a descriptive level. Regarding the development of the project, the MINAM landfill design guide, 2017 INEI census data and the characterization of solid waste from Palpa were used as base information. From the results obtained, the household generation per capita was 0.40 kg/inhabitant/day and municipal generation was 0.423 kg/inhabitant/day. The average density of municipal solid waste is 171.58 kg/m³ and the humidity is 45.78%. The useful life period considered for the landfill is 5 years, resulting in the design population for the year 2028 of 8008 inhabitants and a generation of solid waste of 3560.24 kg/day. According to this last data, the design of a landfill was selected manual type toilet and for the construction method the trench method was selected. Regarding the total area for the landfill, a space of 5 hectares is calculated.

Keywords:

Sanitary landfill, per capita generation, solid waste.

I. INTRODUCCION

1.1 Situación problemática

La gestión inadecuada de los residuos sólidos municipales trae consecuencias directas e indirectas en la salubridad de la población, el mal manejo genera riesgos de una posible transmisión de vectores y por consecuencia la propagación de enfermedades; así mismo, la quema y disposición a cielo abierto de los residuos generan un impacto a la calidad del aire y entorno por el smog ocasionado, como también lo producen los gases y sustancias generadas producto de la degradación de residuos orgánicos [1]. En el mismo sentido, estos residuos al estar expuestos alteran las condiciones estéticas del entorno, afectando la visibilidad paisajista de la ciudad o ambiente natural el cual se denomina contaminación visual [2].

En la actualidad, los residuos sólidos son eliminados en espacios adaptados para su disposición final denominados botaderos. Estos ambientes son utilizados para eliminar desechos de diferentes tipos como químicos, peligrosos, municipales y electrónicos provenientes de diferentes fuentes generadoras. Sin embargo, a pesar de ser espacios puntuales de disposición, se administran de manera inadecuada y se enfrentan a cambios constantes del entorno que los rodea que interfieren con sus procesos internos e impiden tener un funcionamiento óptimo como es el caso de un relleno sanitario. [3]

El Banco mundial en un informe publicado en el 2018, expone que a nivel global se producen más de 2000 millones de toneladas de residuos sólidos anuales y que esa cifra para el 2030 superará la exorbitante cantidad de 2,500 millones y medio de toneladas de residuos, si las condiciones son constantes para el año 2050 la cantidad superaría los 3,400 millones de toneladas, por eso es fundamental que los residuos que se vierten en los rellenos sanitarios puedan ser tratados de una manera correcta, ya que solo el 37% son dispuestos de manera eficiente en estas estructuras, de la misma manera alrededor del 30% son gestionados por las autoridades competentes de manera eficiente, y un 19% de los residuos sólidos son aprovechados de manera sostenible [4].

A nivel nacional de acuerdo al MINAM en el año 2020, los residuos sólidos alcanzados en ese año fueron de 7,9 millones de toneladas, distribuidas en las diferentes regiones demográficas, a las cuales corresponde costa (76%), sierra (17%) y selva (6%); y según el Ministerio del Ambiente a nivel nacional solo se cuenta con 33 rellenos sanitarios, siento necesidad evidente de satisfacer de infraestructura para la gestión de los residuos sólidos [5].

La provincia de Palpa ubicada en el departamento de Ica alberga 7,748 personas en el ámbito jurisdiccional [6], esta población produce alrededor de una tonelada y media de residuos sólidos diarios, de acuerdo con datos del MINAM, en el año 2020 se llegó recolectar una cifra de 389 toneladas de residuos [7, pp. 441-450], la totalidad de estos se debe eliminar a través de un relleno sanitario, pero no se cuenta con esta estructura sanitaria, esta se dispone a 7 Km del centro de la ciudad en un botadero a cielo abierto.

Frente al problema planteado se observa la necesidad de investigar y plantear el esquema propuesto para el diseño de un relleno sanitario en la Provincia de Palpa, teniendo como premisa que es de necesidad pública.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema principal

¿Cuál es el diseño de relleno sanitario para la provincia de Palpa, 2022?

1.2.2 Problemas específicos

PE1: ¿Cuáles son los parámetros de generación per cápita (GPC), densidad, y humedad de los residuos sólidos municipales de la provincia de Palpa?

PE2: ¿De qué manera los estudios básicos contribuyen a identificar la ubicación del relleno sanitario para la provincia de Palpa?

PE3: ¿Cuál es el tipo y método de construcción del relleno sanitario para la provincia de Palpa?

PE4: ¿Cuáles son los requerimientos técnicos del diseño del relleno sanitario para la provincia de Palpa?

1.3 Antecedentes de la investigación

1.3.1 Antecedentes internacionales

G. Ozbay et al., En EE.UU, realizaron la propuesta del diseño y operación de un relleno sanitario efectivo que tenga impactos mínimos sobre las personas y el medio ambiente, para ello en el estudio buscó resaltar los impactos negativos que tienen los vertederos sobre la salubridad de las personas e impactos sobre el ambiente, también esbozar la necesidad de prácticas de gestión adecuadas para mitigar estos efectos, se llegó a las conclusiones que podemos practicar el reciclaje del 70% de residuos generados, se puede minimizar las cantidades de origen naturales originales de estos materiales, y esto puede eliminar problemas ambientales, financieros, sociales y de salubridad comunitaria; las empresas de gestión de residuos deben hacer cumplir normas estrictas sobre rellenos y las personas deben asumir la responsabilidad de reducir su generación de residuos, lo que reducirá tanto la toxicidad como las cantidades de

generación de residuos sólidos que son llevados a tratar en los sistemas de rellenos sanitarios [8].

K. Parameswari et al., Realizaron el diseño de un relleno sanitario considerando medidas técnicas y las medidas de gestión, como la separación de residuos orgánicos e inorgánicos, así mismo investigar los parámetros de los residuos sólidos municipales para diseñar el relleno con un enfoque de ingeniería, y reducir los efectos negativos ocasionados sobre el ambiente; entre los resultados se llegó a elegir una zona adecuada para verter los residuos sólidos generados en Muscat mediante el análisis de la geología, el lineamiento y el mapa de contorno del área de estudio. El relleno sanitario propuesto está ubicado en Al Jafnayn, Gobernación de Mascate, Sultanato de Omán. El área propuesta es de alrededor de 72.890 m²; se concluye el estudio sugiriendo el diseño de un relleno sanitario modificado con celdas orgánicas e inorgánicas útiles para la recuperación de energía de biomasa y la generación de compost. El área se estratifica en celdas orgánicas e inorgánicas [9].

R. Ambat, realizó un diseño esquemático de un vertedero de residuos sólidos con el sistema de Relleno Sanitario a fin de que pueda ser utilizado como ejemplo de cálculo. La metodología estándar usada del estudio es a nivel internacional donde se realiza diariamente el cubrimiento de desechos estratificado por capas de sustratos de manera que se minimice el potencial de perturbaciones que se presenten. Los resultados de este estudio indican que para una producción de 1.194.399,50 m³ de residuos sólidos, considerando el sitio de disposición final se diseñe para cubrir las necesidades de diez años y una altura de acopio de hasta 20 m, se requiere una superficie de 2,3 ha. Siendo las Dimensiones de la celda: 6,00 m de ancho, 0,85 m de alto, 10,61 m de largo, y la cobertura de suelo requerida cuando el factor sólido del suelo es 1,15 es de 22,56 m³/día [10].

O. Oluwadare, en Nigeria, realizó el diseño de un relleno sanitario para la gestión eficiente en residuos sólidos de Ado –Ekiti, se hizo de gran énfasis en la determinación de la vida útil/año y la ubicación de un sitio adecuado. En este estudio se diseñó un sistema de relleno sanitario de 3,6 m de profundidad, 30,3 m de ancho y 72,8 m de largo. Del análisis de los resultados obtenidos también se indicó que los desechos descomponibles (55,516%) se generan más que los no descomponibles (44,484%) especialmente en Ado Ekiti [11].

S. Barteka y E. Cherotich, realizaron el diseño de un relleno sanitario en la división central de Kapchorwa, el estudio se realizó en la jurisdicción del municipio; se determinó como fuentes principales de generación de residuos sólidos; los de origen residenciales, de origen comercial e

institucionales. Se recopilaron datos cualitativos para realizar la caracterización de los residuos sólidos y datos cuantitativos para medir las tasas de generación, la muestra y volumen de los residuos sólidos, la cantidad de recuperables y todos los demás fenómenos que se pueden cuantificar. Como población de estudio se consideró a los residentes de la división central de Kapchorwa. De los resultados se obtuvo una tasa de producción diaria por persona de 0,65 kg/día; la instalación de almacenamiento de lixiviados con dimensiones 2,5m x 3,2m x 3m, una superficie de 8m² (2.5m x 3.2m) y un volumen total de 24m³; la densidad de compactación de residuos calculados fue de 0.5ton/m³, y el área total del relleno sanitario arriba en 50,172.829 m² [12].

1.3.2 Antecedentes nacionales

J. Ricaldi et al. Realizaron el diseño de un relleno sanitario para la localidad El Tambo – Huancayo a través del aprovechamiento de los residuos sólidos, el desarrollo del proyecto tuvo como base la guía de diseño de relleno sanitario establecido por ley. De acuerdo a los resultados obtenidos el área requerida es 6.51 Ha con 1,084 metros perimetrales, así mismo el lugar establecido se encuentra ubicado distante a las viviendas más cercanas (630 metros), y a la fuente de agua más cercana Río Shullcas (2,761 metros). El esquema estructural del relleno sanitario tiene una totalidad de operaciones semiautomatizadas, el cual contara con 10 zanjas de 121.18 m. de largo, 35 m. de ancho y una profundidad de 4 m, además de 365 celdas; así mismo se contará con una planta de valorización y una de compostaje de los desechos de origen orgánico, también se contará con instalaciones básicas de balanza, servicios sanitarios, cafetín, todas instalaciones tienen un ciclo de vida aproximado de 10 años [13].

A. Flores, y S. Cubas, realizaron un trabajo de investigación que tuvo como objetivo diseñar una estructura de disposición final de residuos sólidos en Jepelacio - San Martín. Para cumplir con los objetivos se tuvieron que realizar las siguientes fases: clasificación de los desechos, determinar la zona superficial y volumétrica de la estructura sanitaria, ubicación, calcular el impacto al medio ambiente de la estructura a diseñar. Este estudio se enfocó en un método no experimental de tipo descriptiva; para el diseño se consideró una vida útil de 15 años para el relleno sanitario, el cual tendrá la capacidad de albergar 3.5 toneladas de residuos por día, el volumen acumulado de residuos durante la etapa operativa ronda los 46,239.122 m³, por lo que se determinó que se necesitan 2.384ha de terreno [14].

Y. Merino, realizo el diseño de un relleno sanitario teniendo en cuenta la clasificación de los residuos sólidos municipales de la comunidad de Morro Sama - Tacna. Las etapas de elaboración fueron: realizar los cálculos dimensionales como el área, la volumetría, vida útil y analizar la producción por persona y la densidad de residuos generados, así mismo se llevo a

cabo un estudio de caracterización de los residuos domiciliarios, para ello se tomo en cuenta la guía proporcionada por el Ministerio del Ambiente, los hallazgos principales de la investigación fueron que la población de la comunidad genera 0,393 Kg de residuos por persona de manera diaria, de la caracterización se obtuvo que los principales componentes de los desechos son de origen orgánico 24% y de origen inorgánico 20%, la densidad de los desechos generados es de 0.531 kg por persona por día, llegando a un promedio anual de 442.26 Kg / m³, la característica física mas importante es la humedad con casi 50%. Respecto a las dimensiones de la estructura sanitaria se proyecto en base a una vida útil de 10 años, donde el volumen requerido es de 1,602 m³ [15].

J. Perez, realizo el diseño de un relleno sanitario para la localidad de Cachicadán – La Libertad, bajo los principios y normativas establecidas por el MINAM y normas de construcción. en el desarrollo del proyecto se hizo la caracterización de Residuos Sólidos Municipales, un estudio de selección de área y se dimensiono la infraestructura. De los cálculos realizados se determinó que la generación de residuos sólidos municipales para el año 2019 es de 1,1 Tn/día, por lo que se seleccionó el diseño de un relleno sanitario de tipo manual, con el método de construcción combinado, el volumen calculado de recepción total es de 9997,56m³, así mismo se estimó una vida útil de 10 años para el relleno sanitario [16].

C. Chambergo, realizo una investigación con el objetivo de proponer un diseño de un relleno sanitario que cumpla con las especificaciones técnicas en la comunidad de Zaña - Chiclayo. El estudio corresponde a una investigación descriptiva propositiva, no experimental porque se realizó mediante la observación del fenómeno en el lugar de aplicación, los datos se manipularon de forma cuantitativa. De los hallazgos se concluyó que el distrito posee una densidad poblacional de 9394 en su zona urbana, y genera 0.59 Kg diarios por persona, el auge hace que el aumento poblacional sea del 1%, para el diseño del relleno sanitario se seleccionó el método de zanja y relleno sanitario de tipo manual, la proyección de la producción de residuos sólidos fue en base a un periodo de 10 años, resultando una cantidad de 28.093 toneladas anuales acumuladas y el área calculada para el relleno sanitario fue de 2.435 ha. con un volumen de celda de 12.98 m³ [17].

1.3.3 Antecedentes locales

No se encontraron estudios de investigación del ámbito local.

1.4 Bases teóricas

1.4.1 Residuos sólidos

Según [18, p. 34], los residuos sólidos son aquellos materiales, sustancias o elementos de desecho ya sea en fase sólida, semisólida o aquellos líquidos o gases sobrantes que se encuentren en pequeñas cantidades dentro de un recipiente, que se generan producto del uso de un bien o de la adquisición de un servicio el cual tras haber cumplido su vida útil el poseedor se desprende, para ser manejados mediante la valorización de los residuos y finalmente su disposición final en una infraestructura adecuada.

Se componen principalmente de materiales de desecho provenientes de actividades como la producción, transformación o utilización de bienes de consumo. todos estos desechos en su mayoría se pueden reciclar o reutilizar con un procesamiento adecuado el cual sería favorable para reducir la cantidad de residuos destinados a su disposición final. [19]

1.4.1.1 Clasificación de residuos sólidos

los residuos sólidos se pueden clasifican según la autoridad pública encargada de su gestión: residuos municipales y residuos no municipales; y según el manejo que se les da: residuos sólidos peligrosos y residuos sólidos no peligrosos [18, p. 15].

4.1.1.2 Residuos sólidos de gestión municipal

Los municipios tienen como responsabilidad implementar un sistema de limpieza pública y de manejo de residuos sólidos que comprende la provisión de infraestructuras y transporte para el servicio de recolección y disposición final de los residuos sólidos municipales. [20]

Los residuos sólidos municipales o residuos de gestión municipal, están constituidos por residuos provenientes de los domicilios y de la limpieza y barrido de espacios públicos, también se incluyen aquellos residuos provenientes de actividades comerciales y urbanas cuyos desechos tengan similitud con los del servicio de limpieza pública [18, p. 34].

4.1.1.3 Caracterización de los residuos sólidos municipales

La caracterización de residuos sólidos municipales es un estudio que se realiza en un determinado ámbito geográfico, generalmente por distritos, a fin de recolectar datos característicos de los residuos sólidos tales como: la cantidad, composición, cantidad y humedad; el cual tendrá como objetivo planificar una correcta gestión de los residuos sólidos en el ámbito municipal, desde su generación hasta su disposición final; además busca mejorar el servicio de limpieza de los espacios públicos [21].

Los estudios de caracterización de residuos sólidos del ámbito municipal se deben actualizar cada 5 años, así mismo no debe tener un periodo de antigüedad mayor a 5 años si se requiere para fines de diseño [22, p. 21].

1.4.2 Rellenos sanitarios

Los rellenos sanitarios son sitios de eliminación de residuos sólidos que se construyen mediante la planificación y la adopción de técnicas de ingeniería que aseguran el control de los desechos y evitan el contacto con el agua superficial mediante la instalación de un drenaje bien diseñado y bien construido. Otras características incluyen la excavación y esparcimiento de materiales del suelo para cubrir la masa de desechos, la compactación de desechos en capas más pequeñas, la eliminación de lixiviados de los desechos en lagunas o estructuras similares, la ventilación de los desechos y, lo que es más importante, el aislamiento de la geología circundante. Estos rellenos sanitarios modernos se basan en el concepto de aislar los rellenos sanitarios del medio ambiente para la adecuada estabilización de los desechos y hacerlos inocuos mediante tratamientos biológicos, químicos y físicos [23]. Los rellenos sanitarios requieren un fondo protegido donde la basura se entierra en capas y se comprime como un sólido compacto para garantizar la seguridad de los desechos acumulados y la facilidad de descomposición. La proyección, la etapa constructiva de los rellenos sanitarios requieren una planificación suficiente desde el inicio hasta la etapa posterior a su operación. Los requisitos de ubicación, construcción y operación son mucho más estrictos que otros tipos de infraestructuras de disposición final. Por lo tanto, se considera que los rellenos sanitarios tienen el menor impacto en el medio de desarrollo de la población y la salubridad de la comunidad [24].

1.4.2.1 Tipos de rellenos sanitarios

De acuerdo a la guía del MINAM [22, p.15] existen tres tipos de relleno sanitario: relleno mecanizado, semimecanizado y relleno manual.

El Relleno sanitario mecanizado, se diseña para poblaciones desarrolladas que producen más de 50 toneladas diarias de residuos sólidos, respecto a los trabajos de operación como el esparcido, compactación y cobertura de residuos sólidos se realiza mediante el uso exclusivo de equipos mecánicos como el tractor de oruga, cargador frontal y otros [22, p. 15].

El Relleno sanitario semimecanizado, se diseña para poblaciones semidesarrolladas que producen más de 6 toneladas diarias hasta las 50 toneladas diarias de residuos sólidos, los trabajos de operación como el esparcido, compactación y cobertura de los residuos sólidos se realizan mediante el uso de equipos mecánicos y para completar los trabajos del confinamiento de residuos se puede utilizar herramientas manuales [22, p. 14].

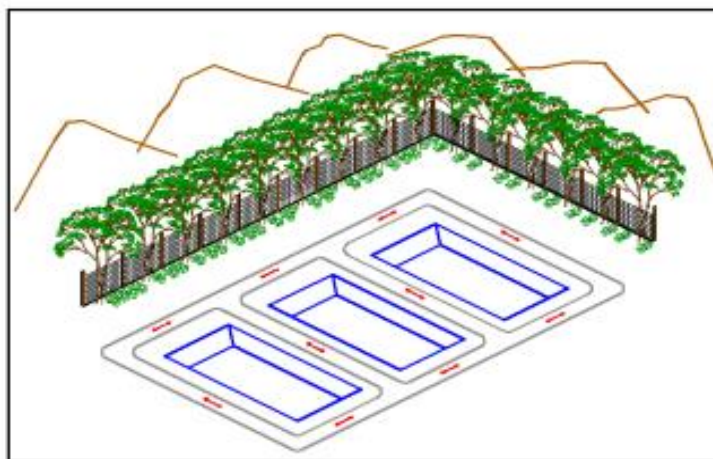
El Relleno sanitario manual, se diseña para poblaciones pequeñas que producen hasta 6 toneladas de residuos sólidos al día. los trabajos de operación como el esparcido, compactación

y cobertura de los residuos se realiza con herramientas de uso manual como rastrillos, palas, pisones, entre otros. Este tipo de relleno sanitario solo requiere el uso de equipos pesados para la adecuación del sitio [22, p. 13].

1.4.2.2 Método de disposición final

Método de trinchera o zanja, es utilizado generalmente para terrenos con pendientes planas y suelos no rocosos para su fácil excavación. El relleno sanitario se construye mediante la excavación de zanjas de acuerdo a las dimensiones determinadas, en el interior deben contener dispositivos que impermeabilicen el terreno y se deben construir drenes de recolección, ambos para controlar y evitar la infiltración de lixiviados. en la operación del relleno sanitario los residuos sólidos se depositan al interior de la trinchera o zanja para luego ser cubiertos y compactados con material adecuado según la norma vigente. Para zonas de alta precipitación se debe considerar el manejo de las aguas de escorrentía, ya que pueden ingresar a las trincheras (celdas) y generar un incremento en la cantidad del líquido percolado, deteriorando el funcionamiento del sistema [25, p. 44].

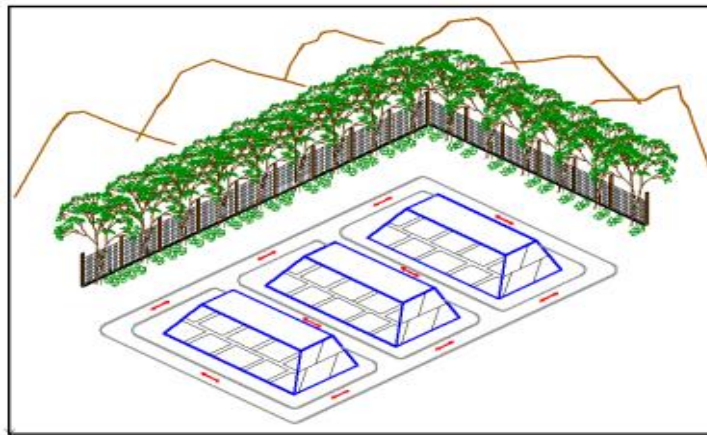
Figura 01. Método de construcción “trinchera o zanja”



Fuente: MINAM. [25, p.44]

Método de área, es utilizado en terrenos planos o semiplanos. La construcción se realiza mediante la excavación de celdas en la pendiente natural del terreno tomando en cuenta sus características y permeabilidad a fin lograr una estabilidad en el terreno y evitar deslizamientos en la etapa operativa. La disposición de residuos sólidos se realiza en base al talud apisonándose contra él, siendo recubiertos diariamente con una capa de tierra. Se continúa la operación avanzando sobre el terreno, conservando una pendiente suave a medida que se eleva el relleno hasta la altura proyectada [25, p.14].

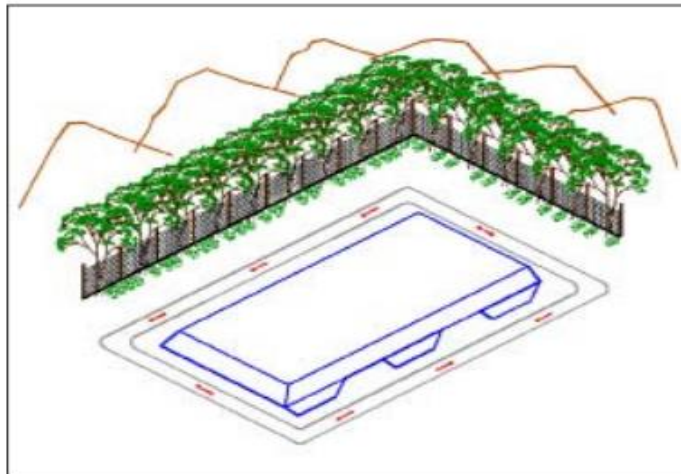
Figura 02. Método de construcción “de área”



Fuente: MINAM. [25, p.45]

Combinación de ambos métodos, es utilizado generalmente para construcción de rellenos sanitarios en terrenos planos, su operación inicia por el método de trinchera y culmina por el método de área. este tipo de construcción se caracteriza por ocupar áreas de poca dimensión y lograr un mayor volumen útil de disposición final; así mismo se puede aprovechar como cobertura el material extraído de la excavación [25, p. 45].

Figura 03. Método de construcción “combinado”



Fuente: MINAM. [25, p.45]

1.5 Marco legal

Para ejecutar las acciones de un diseño del relleno sanitario se necesita una revisión de las principales bases normativas del territorio peruano que ejercen sobre el tema, como la Ley N° 28611- Ley General del Ambiente, que establece que todos los individuos del territorio nacional tienen el derecho a desarrollarse en una comunidad saludable y a un ambiente equilibrado, además de poder aprovechar todos los recursos disponibles de manera eficiente. La Ley N° 27972 - Ley Orgánica de Municipalidades, que establece acerca del saneamiento y salud ambiental que es obligación de las entidades municipales verificar y fiscalizar el procedimiento

de disposición de los RR.SS. de su jurisdicción; por otro lado, tenemos D.L. N° 1278 - Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, que como propósito estableció criterios para la buena gestión de manera segura y eficiente y mantener las condiciones saludables del ambiente y la comunidad.

1.6 Justificación e importancia de la investigación

El proyecto “diseño de un relleno sanitario para la Provincia de Palpa – Ica, 2022”, se justifica como estudio de investigación, porque forma parte de la información base requerida para una futura construcción e implementación de un relleno sanitario, el cual urge y es necesaria para mitigar las consecuencias ambientales ocasionadas por la mala disposición que tienen los residuos sólidos y que se asocian con la proliferación de vectores y sustancias contaminantes perjudicando la salud poblacional palpeña. Asimismo, es relevante porque permitirá proponer un diseño para que sea tomado en cuenta por las autoridades en busca de reducir los problemas sanitarios de la localidad.

La importancia de este estudio se enfoca en mejorar las condiciones de calidad de vida de la población de palpa mediante el diseño una infraestructura de disposición final eficiente que asegure el correcto manejo de residuos sólidos y que cumpla con las especificaciones técnicas de los reglamentos de construcción y normativa ambiental nacional.

1.7 Objetivos de la investigación

1.7.1 Objetivo general

Diseñar un relleno sanitario para la provincia de Palpa, Ica, 2022.

1.7.2 Objetivos específicos

- OE1:** Determinar los parámetros de generación per cápita (GPC), densidad, y humedad de los residuos sólidos municipales de la provincia de Palpa.
- OE2:** Describir los estudios básicos que contribuyen a seleccionar la ubicación del relleno sanitario para la provincia de Palpa.
- OE3:** Describir el tipo y método de construcción del relleno sanitario para la provincia de Palpa.
- OE4:** Describir los requerimientos técnicos para el diseño del relleno sanitario de la provincia de Palpa.

1.8 Descripción de capítulos

El estudio se encuentra distribuido por los siguientes capítulos, en el I capítulo se presenta la introducción, en esta parte se analiza la realidad problemática a través de un contexto internacional, nacional y local así como la presentación de los problemas, objetivos e hipótesis;

en el II capítulo tenemos la estrategia metodológica que presenta el diseño del tipo, nivel y enfoque de la investigación, la población y muestra y las técnicas e instrumentos empleados; en el III capítulo se presentan los resultados del estudio a través de tablas y gráficos; en el IV capítulo tenemos la discusión de resultados donde se compara los hallazgos de este estudio con las investigaciones previas y similares a esta investigación; en el capítulo V se presenta las conclusiones el cual se obtienen de los resultados y objetivos del proyecto; en el capítulo VI las recomendaciones; en el capítulo VII las referencias bibliográficas que se utilizaron para darle sustento teórico y científico al estudio; y finalmente en el VIII capítulo los anexos, que es la información complementaria de la investigación.

II. ESTRATEGIA METODOLOGICA

2.1. Tipo, Nivel y Diseño de la investigación

El tipo de investigación fue aplicada, de diseño no-experimental y de nivel descriptivo.



M: muestra poblacional del área urbana de la provincia de Palpa.

O: diseño de un relleno sanitario.

2.2. Población y muestra

Población:

La población estará constituida por 3372 viviendas urbanas de la provincia de Palpa según información proporcionada por el INEI, 2017. [26]

Muestra:

Estará constituida por 113 viviendas del área urbana de la provincia de Palpa de acuerdo al rango de viviendas para el tamaño de la muestra establecida en la guía del EC-RSM, donde establece que para más de 1000 hasta 5000 viviendas el tamaño de la muestra, incluida las muestras de contingencia (20%) será 113 viviendas. [21, p.25]

2.3. Ámbito de estudio

La investigación se realizó en la Provincia de Palpa, Ica.

2.4. Técnica e instrumento de recolección de la información

Una de las técnicas aplicadas fue la observación no experimental apoyado del instrumento guía de diseño, construcción y operación de un relleno sanitario como parte del manual del MINAM.

Otra de las técnicas aplicadas fue la inmersión en campo apoyada en planos, y GPS referencial.

También aplico como técnica la revisión de información apoyada en instrumentos como revistas científicas e internet.

2.5. Técnica de procesamiento, análisis e interpretación

Por las características de la investigación, se diseñarán y aplicaron las siguientes etapas:

Etapas 1:

Revisión bibliográfica de los antecedentes internacionales, nacionales y locales, asimismo para las definiciones conceptuales de:

- Residuos sólidos
- Relleno Sanitarios
- Guía de diseño de construcción y operación de los rellenos sanitarios
- Caracterización de los residuos sólidos municipales
- Normativa nacional e internacional

Etapa 2:

Sistematización de la información en fichas textuales.

Etapa 3:

Formulación del problema, en relación a la situación problemática.

Etapa 4:

Definición de objetivos, se formulará los objetivos específicos para el diseño del relleno sanitario de la provincia de Palpa.

Etapa 5:

Evaluación de las bases teóricas y su relación con los objetivos de la investigación.

Etapa 6:

Trabajo de Campo, mediante la observación y registro de datos de identificación de la zona para el diseño del relleno sanitario de acuerdo a la guía establecida por el MINAM.

Etapa 7:

Sistematización de la información y contrastación de los resultados sobre diseño del relleno sanitario para la Provincia de Palpa.

Etapa 8:

Elaboración de conclusiones, recomendaciones y entrega del informe final.

2.6. Análisis e interpretación de los resultados.

Se aplicó la estadística descriptiva e inferencial para tratar y procesar los datos recolectados e interpretar los resultados.

III. RESULTADOS

3.1 Parámetros de generación per cápita (GPC), densidad, y humedad de los residuos sólidos municipales de la provincia de Palpa.

Para determinar los parámetros característicos de los residuos sólidos, se calculó como primera instancia la población actual en la provincia de Palpa en el 2023, haciendo uso de la cuantificación de habitantes registrados en el último censo del año 2017 del INEI y aplicando el método geométrico:

$$P = P * (1 + r)^n$$

Donde:

P: representa la población inicial real que se evidencia en el último proceso censal

r: representa la tasa de crecimiento poblacional

n: es la cantidad determinados en años que se necesitan para realizar una progresión del incremento de población en la Provincia de Palpa considerando una cantidad base de población inicial (Pi).

3.1.1 Cálculo de la población

P: 7748 pobladores de la provincia de Palpa en el año 2017 de acuerdo a los datos del último censo 2017. [27, p. 262]

r : 0.3% de la tasa de crecimiento poblacional del distrito de Palpa. [27, p. 24]

n : 2023 – 2017 = 6 años

$$P = P * (1 + r)^n$$

$$P = 7748 (1 + 0.003)^6$$

$$P = 7888.5$$

$$P = 7889 \text{ pobladores.}$$

Como resultado se proyecta una población en el año 2023 de 7889 pobladores en la provincia de Palpa.

3.1.2 Parámetros de los residuos sólidos

Tabla 01. Generación Per Cápita (GPC) de los residuos sólidos municipales

Población al 2023	GPC domiciliario (kg/pers)	Generación total domiciliario (kg/pers)	Generación total no domiciliario (kg/día)	Generación municipal (kg/día)	GPC Municipal * día	Generación total (año)
A	B	C=A*B	D	E=C+D	F=E/A	E*365 /1000
7889	0.40	3155.6	181.49	3337.09	0.423	1218.04

De la tabla anterior se obtiene que la GPC de residuos sólidos producidos en las viviendas es 0.40 kg por habitante mientras que la GPC de residuos sólidos municipales es 0.423, así mismo se evidencia que la zona urbana de la provincia de Palpa genera hasta 3.34 toneladas de RS*día.

Tabla 02. Densidad de residuos sólidos municipales

	Sin compactar (kg/m3)	Compactado (kg/m3)	General (kg/m3)
Residuos sólidos domiciliarios	121.1	216.06	168.58
Residuos sólidos no domiciliarios y especiales	121.37	227.79	174.58
Promedio	117.24	221.93	171.58

Los residuos sólidos municipales tienen una densidad sin compactar de 117.24 kg/m³ y una densidad compactada de 221.93 kg/m³; respecto a la densidad general está representada por 171.58 kg/m³.

Tabla 03. Humedad de los residuos orgánicos

Muestra	Humedad (%)
Primera muestra	45.22
Segunda muestra	47.86
Tercera muestra	44.31

De la tabla anterior se obtiene que la humedad promedio de los residuos sólidos municipales es 45.79%. esta información se obtuvo de los datos registrados en la municipalidad de la provincia de Palpa.

3.2 Estudios básicos que contribuyen a seleccionar la ubicación del relleno sanitario.

La selección del sitio se realizó tomando como información base la Guía de diseño del MINAM, que comprende una serie criterios para la correcta ubicación del relleno sanitario.

3.2.1 Clase y composición de los residuos sólidos

Tabla 04. Clase de residuos sólidos generados en la provincia de Palpa

Clases de residuos	Cantidad (Kg/día)
Res. domiciliarios	3155.6
Establecimientos comerciales	53.71
Hospedajes	7.20
Puntos de comida	63.76
Empresas del estado y privadas	1.05
Limpieza pública	34.16
Res. especiales	21.61

Según las diversas características tipologías de los residuos sólidos, en la ciudad de Palpa se generan residuos de origen domiciliario; residuos de los diversos establecimientos comerciales como tiendas, bodegas, cabinas de internet, boticas; residuos de hospedajes; residuos de los puntos de comida como restaurantes, cevicherías; residuos que se generan de la limpieza pública y residuos especiales generados de los grifos, madereras y vidrierías. Así mismo, según datos del EC-RSM al día se generan un promedio de 93% de residuos sólidos domiciliarios y el 7% corresponden a los residuos sólidos no domiciliarios.

Figura 04. Composición de residuos sólidos domiciliarios

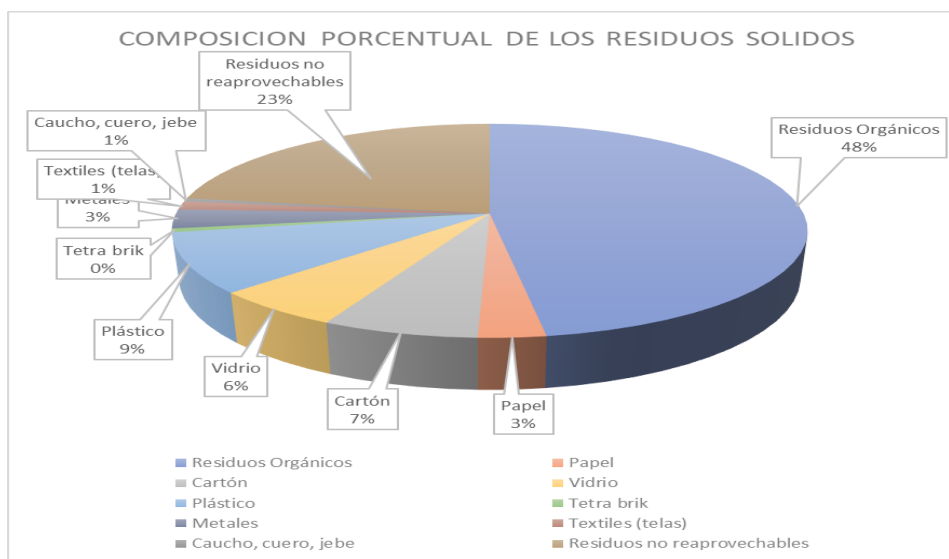
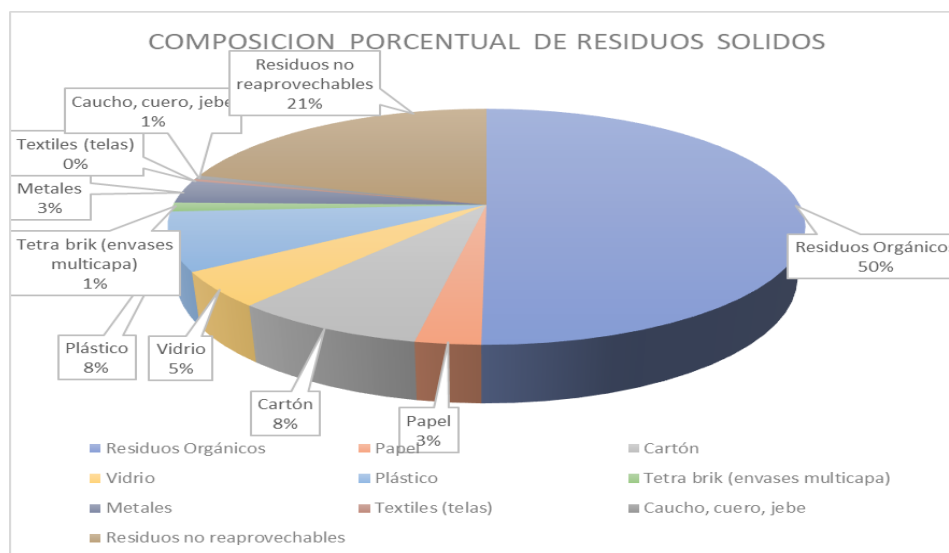


Figura 05. Composición de residuos sólidos no domiciliarios



Según los gráficos mostrados se evidencia que en la zona urbana de la provincia de Palpa se generan residuos aprovechables de origen orgánico e inorgánico y residuos no aprovechables. La producción de residuos inorgánicos como el cartón, vidrios, plásticos, entre otros permite su aprovechamiento mediante con una correcta gestión municipal, que como resultado disminuye la cantidad de desechos destinados a la disposición final; así como también ocurre con los residuos aprovechables orgánicos como restos de verduras, frutas que en su mayoría provienen de los puntos de comida. Respecto a los residuos sólidos no aprovechables en su mayoría lo componen las bolsas plásticas, residuos sanitarios, de medicamentos entre otros.

3.2.2 Factores climáticos, suelo y relieve del terreno

Dentro de los factores de selección del área es importante evaluar las condiciones climáticas y características del terreno de las alternativas propuestas. En cuanto al estudio de investigación, se ha determinado como única alternativa el sector Llipata, tal sector ha sido evaluado por Zuzunaga [28, p. 76], en su estudio de factores de riesgo para selección de área del relleno sanitario de la localidad de Palpa como un espacio adecuado para la ubicación del relleno sanitario.

3.2.2.1 Precipitación pluvial

El sector Llipata, tiene una precipitación pluvial promedio de 30mm de lluvia por año. [28, p. 74].

3.2.2.2 Características del suelo

El sector de Llipata presenta un suelo eriazo con pendiente natural de 1%, siendo un terreno propicio para la construcción de un relleno sanitario por presentar las condiciones apropiadas para una infraestructura de disposición final y aprovechamiento de residuos sólidos, acorde con las normas técnicas y los documentos legales pertinentes [28, p. 74].

Tabla 05. Puntos geográficos del terreno para el relleno sanitario

Vértices	Coordenadas UTM	
	Este	Norte
A	480520.00	8385510.00
B	480490.00	8385890.00
C	480990.00	8385890.00
D	481050.00	8385560.00

Fuente: R. Zuzunaga. [28, p. 76]

Tabla 06. Criterios de selección del suelo para el relleno sanitario en Llipata – Palpa

Nº	CITERIOS	LEY 27314	Alternativa N°1/Llipata
1	Compatibilidad con uso actual y planificación urbana	CE	Zona eriaza
2	Área en el plan integral de Gestión ambiental para RS	CE	Si
3	Superficie disponible	CG	15.00 has
4	Vida (años)	CE	> 5 años
5	Pasivos del ambiente	CE	No

6	Intervalo entre fuentes de aguas superficiales	NC	10.0 Km
7	Intervalo de fuentes de abastecimiento	NC	> 5 Km
8	Opinión de la población	CE	Favorable
9	Barrera sanitaria	CE	Si
10	Material de cobertura	CE	Buena
11	Nivel freático	CG	+ de 60m aprox
12	Características meteorológicas	CG	Media anual 30 mm/año
13	Permeabilidad (suelo)		1 a $5 \cdot 10^{-4}$ cm/seg.apr
14	Topografía del terreno	CG	1%
15	Dirección del viento	CG	W-E
16	Distancia de la población al centro	CE	10 Km
17	Distancia de criaderos	CE	10 Km
18	Área arqueológica	CE	10 Km
19	Área protegida por el estado	CE	No
20	Eventos naturales (inundaciones)	CE	No
21	Propietarios	CE	Del estado
22	Impacto del tránsito	NC	Mínimo
23	Accesibilidad al sitio	NC	8.0 Km
24	Distancia de pistas de aterrizaje	CE	40.0 Km

Nota: CE (Considerado de manera específica), CG (considerado de manera general) y NC (No considerado)

Fuente: R. Zuzunaga. [28, p. 74]

3.3 Tipo y método de construcción del relleno sanitario.

El relleno sanitario será de tipo manual debido a que la población de palpa genera hasta 3.34 toneladas de residuos sólidos por día, siendo esta cantidad menor a 6 toneladas de residuos sólidos, que es la capacidad máxima que un relleno sanitario de tipo manual puede tratar por día.

El método constructivo está determinado por las principales características del lugar, que consta de una pendiente de 1%, suelo eriazado, napa freática profunda mayor a 60 metros sin riesgo de contaminar el lugar. Por tal motivo, se ha considerado el método de construcción de trincheras donde la base de la infraestructura sanitaria estará conformada por una capa de 0.30 metros de espesor de material extraído de las canteras, una membrana de polietileno de alta densidad HDPE de 1.2 mm de espesor, una malla de geotextil no que es tejido con densidad de 300g/m² y una capa granular de protección de 0.15 metros de espesor.

3.4 Requerimientos técnicos para el diseño del relleno sanitario.

los requerimientos técnicos se determinaron en base a las características de la población detallada en la siguiente en la tabla.

Tabla 07. Datos de la población de la provincia de Palpa

Parámetros	Valor	Medida
Población urbana del distrito (2023)	7889	Habitantes
Tasa de crecimiento poblacional	0.3	%
GPC del 2023	0.423	kg/hab-día
Tasa de crecimiento del GPC	1.0	%

3.4.1 Proyección de la generación de residuos sólidos municipales

Como primera instancia se calculó la producción de residuos sólidos durante el periodo de diseño del relleno sanitario.

Tabla 08. Proyección de Generación de RSM

N.º año	Año	Población	GPC	RS Kg/día	RS t/día	RS t/año
0	2023	7889	0.423	3337.09	3.34	1218.04
1	2024	7913	0.427	3380.57	3.38	1233.91
2	2025	7936	0.432	3424.62	3.42	1249.99
3	2026	7960	0.436	3469.24	3.47	1266.27
4	2027	7984	0.440	3514.45	3.51	1282.77
5	2028	8008	0.445	3560.24	3.56	1299.49

De acuerdo a los datos de la tabla anterior, la producción anual de residuos sólidos originada en las viviendas y zonas comerciales de la provincia de Palpa para el año 2024 será 1233.91 toneladas y para el año 2028 se incrementará hasta 1299.49 toneladas, siendo estos 5 años el periodo de tiempo que operará el relleno sanitario.

3.4.2 Volumen útil del relleno sanitario

El relleno sanitario tendrá una capacidad mayor que el volumen útil. Donde el V° útil es la sumatoria de todos los volúmenes anuales de residuos sólidos que se van a disponer durante el lapso de vida del relleno, los cuales se obtendrán en función de:

- Total, de residuos a disponer

- Densidad de residuos sólidos compactados
- Material para cobertura
- Periodo de tiempo (5 años)

Tabla 09. Volumen mínimo útil del relleno sanitario

Año	RS (t/año)	Densidad de RS compactados (t/m ³)	V ^o anual de residuos (m ³)	V ^o de residuos + material de cobertura (20%)	V ^o mínimo útil (m ³)
0	1218.04	0.6	2030.06	2436.08	
1	1233.91	0.6	2056.51	2467.82	
2	1249.99	0.6	2083.31	2499.97	15100.94
3	1266.27	0.6	2110.46	2532.55	
4	1282.77	0.6	2137.96	2565.55	
5	1299.49	0.6	2165.81	2598.98	

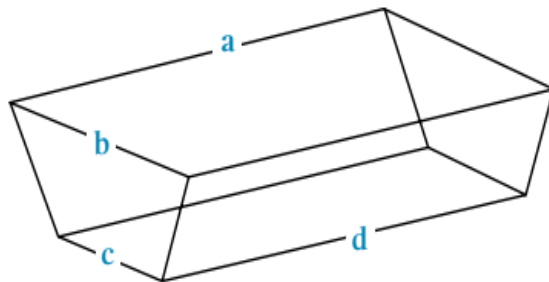
De acuerdo a lo señalado en la tabla anterior, el relleno sanitario deberá acoger un volumen mínimo de 15100.94 m³ durante el periodo de operatividad.

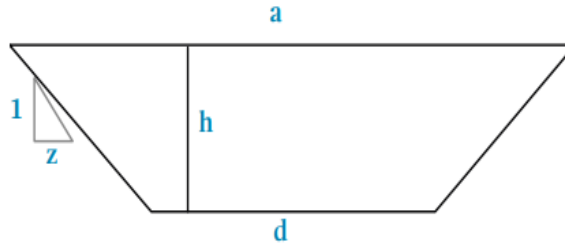
Por lo tanto, la celda de disposición final debe tener un volumen mayor al volumen obtenido.

Para diseñar el volumen de las celdas se tiene en cuenta el método de áreas y altura proporcionada por la guía de diseño de relleno sanitario: [22, p. 55]

$$Volumen = \frac{1}{3}h(a \times b + c \times d + \sqrt{(a \times b) \times (c \times d)})$$

Figura 06. Modelo de la trinchera.





Fuente: MINAM. [22, p. 55]

Tabla 10. Diseño de celdas para la disposición final

Descripción	Dimensiones					Volumen (m ³)
	a	b	c	d	h	
Trinchera	65	50	38	53	6	15644.83

De acuerdo a la tabla anterior la capacidad de almacenaje es de $15644.83 > 15100.94$.

Por otra parte, por tratarse de un suelo plano, se consideró para la celda una inclinación de talud de 1 en 1, entonces a medida que se avanza un metro de manera vertical también se avanzará un metro de manera horizontal.

3.4.3 Área requerida para el relleno sanitario

El área se proyecta a partir del volumen y altura ($m^3/m = m^2$) que debe tener la celda para soportar los residuos.

$$= \frac{15644.83 \text{ m}^3}{6 \text{ m}} = 2607.47 \text{ m}^2$$

6 m

Además, es necesario considerar dentro de la infraestructura para manejo de residuos sólidos aparte de las celdas de DF, otros ambientes como las vías de acceso, SS, HH, ambiente de seguridad, etc. Entonces se incluirá 40% más al área respectiva.

Tabla 11. Área total del relleno sanitario manual

Área de DF del RS (m ²)	40% áreas administrativas	Área total (m ²)	Área total (ha)	Área mínima MINAM (has)	Área para Relleno sanitario manual -Palpa (has)
2607.47	1042.988	3650.458	3.7	5	5

En la tabla anterior se determinó el área del terreno de relleno sanitario manual resultando ser de 3.7 hectáreas, pero que por motivos técnicos se ha considerado 5 hectáreas, además de tener en cuenta que el área mínima recomendable para rellenos sanitarios manuales es de 5 ha de acuerdo a lo establecido por la guía de rellenos sanitarios del MINAM, [22, P. 25].

3.4.4 Volumen de la celda diaria

El volumen de la celda que albergará a los residuos sólidos por cada día, se obtiene con la siguiente información:

- RS * día que se pone a disposición (tn) = 3.34
- Densidad de cada celda para los RS (t/m³) = 0.6
- V° de material (cobertura) = 0.2 (20%)
- Altura de la celda * día = 0.6
- Frente de descarga = 5 m, Según Guía para disposición final de RS. [22]

Tabla 12. Volumen de la celda diaria

Cantidad promedio de RS * día	D de los RS en la celda (t/m³)	Volumen de RS (m³)	V° de material de cobertura (m³)	V° de la celda diaria (m³)	h de la celda diaria (m)	Área de la celda diaria (m²)	Frente de descarga	Avance transversal
A	B	C=A/B	D=C*0.20	E=C+D	F	G=E/F	H	I=G/H
3.34	0.6	5.57	1.11	6.7	0.6	11.1	5	2.23

En la tabla podemos apreciar que el volumen de residuos sólidos por día será de 6.7 m³ incluido el material de cobertura; así mismo considerando una altura promedio de 0.6 metros de residuos sólidos diarios y un frente de descarga de 5 m tal como lo estipula la Guía para la disposición final de residuos sólidos, se obtiene un avance transversal de 2.23 m por día.

3.4.5 Producción y manejo de lixiviados

la generación de lixiviados se obtuvo mediante el método suizo establecido en la guía de relleno sanitario del MINAM [25, p. 53].

$$Q = 1/t PxAxK$$

Donde:

Q: corresponde al caudal medio de lixiviado (l/seg)

P : precipitación media anual (mm/año)

A: área superficial del relleno (m²)

t : número de segundos en un año (31536000 seg/año)

K: coeficiente de compactación de residuos (relleno débilmente compactado: 25 y 50% k= (0.25 a 0.50).

Tabla 13. Generación de lixiviados

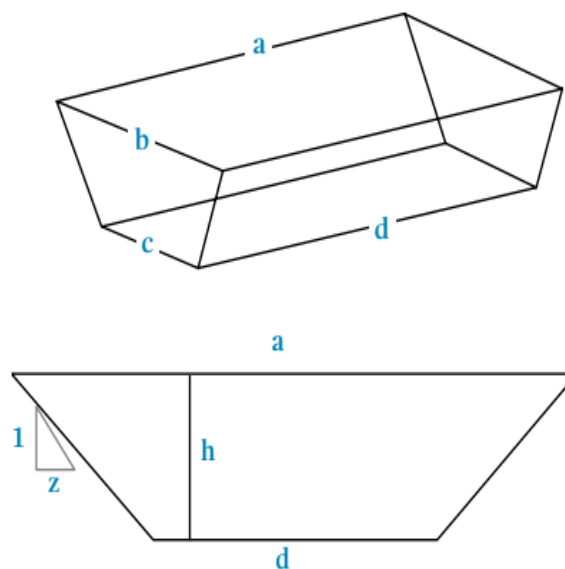
Precipitación anual (mm/año)	Área del relleno (m ²)	Nº de seg/año	Grado de compactación	de Caudal medio de Lixiviado (l/seg)	Caudal medio de lixiviado (l/día)	Caudal de lixiviado (m ³ /año)
30	2607.47	31536000	0.5	0.001	107.16	39.11

De acuerdo a los datos obtenidos en la tabla anterior, los lixiviados generados en las celdas de disposición final del relleno sanitario alcanzaran los 107.16 litros por día y por año se estima una producción de 39.11 m³.

Siguiendo con el esquema, para la elaboración del diseño de la poza de lixiviados se tiene: fórmula para obtener el volumen a través del método de trincheras.

$$Volumen = \frac{1}{3} h(a \times b + c \times d + \sqrt{(a \times b) \times (c \times d)})$$

Figura 07: Modelo de la trinchera, [22, p. 55]



Fuente: MINAM. [22, p. 174]

Donde se tiene que:

a : Largo de la base mayor

b : Ancho de la base mayor

c : Ancho de la base menor

d : Largo de la base menor

h : Altura

Tabla 14. Volumen de recepción de la poza de lixiviados.

Descripción	Dimensiones					Volumen (m ³)
	a	b	c	d	h	
Trinchera	1.5	1	0.5	1	1	1.14

De la tabla anterior se obtiene que la poza permitirá almacenar 1.14 m³, siendo este mayor que el caudal de lixiviados producidos en un día correspondiente a 0.10m³; entonces la dimensión que tendrá la poza será óptimo para almacenar el total de lixiviados generados en el relleno sanitario.

Por otro lado, también se requiere realizar la **recirculación de lixiviados** mediante bombeo para eliminar progresivamente la concentración de contaminantes.

Este procedimiento se realiza succionando el líquido de la poza de almacenamiento y trasladarlo hacia la cota más alta para que posteriormente sea insertado a la celda por aspersión mediante tuberías PET.

Este procedimiento se calculará mediante la siguiente fórmula:

$$P = \frac{Q \times H}{E}$$

Donde:

P : Potencia (hp)

Q: Caudal de bombeo en un periodo de 10 minutos (l/seg)

HDT: Altura dinámica total (m)

E: Eficiencia (%)

Tabla 15. Cálculo de la potencia de la bomba para recircular lixiviados

Equipo	Caudal de recirculación (l/s)	HDT (m)	Eficiencia	Potencia de bomba
Electrobomba	0.179	8	70	0.0340

Los datos obtenidos en la tabla anterior muestran que teniendo en cuenta una altura dinámica total de 8 metros, la potencia del equipo es 0.034 hp, pero como no existen electrobombas con ese valor entonces se considera una potencia mínima de 1 hp.

3.4.6 Canal de escorrentía pluvial.

Para evitar que la lluvia ingrese al relleno sanitario se debe implementar un canal permanente que corresponda a una zanja de drenaje que impedirá que la lluvia se filtre en la celda. las dimensiones consideradas para canal serán las medidas mínimas establecidas en la guía del MINAM [25], ya que la provincia de Palpa al encontrarse en la costa, presenta precipitaciones escasas durante todo el año. Por lo tanto, el canal debe reunir las siguientes condiciones técnicas:

- La sección trapezoidal debe tener un dimensionamiento de 0.30 de base y 0.5 m de profundidad.
- El canal estará a una distancia no menor de 3 m respecto a la celda de disposición final.
- Tener una pendiente mínima de 1%
- Superficies expuestas de la celda pendiente 2% en dirección al canal
- Sera elaborado con material de concreto liso y una rugosidad de 0.013mm

IV. DISCUSIÓN

Con los hallazgos obtenidos en el presente estudio se puede afirmar que las características de los residuos sólidos municipales son necesarias para elaborar el diseño de rellenos sanitarios para la disposición final de los residuos sólidos, siendo las características de mayor importancia la GPC, densidad y humedad. Sin embargo, estos datos cambian con el tiempo por factores sociales, por tal motivo esta información debe ser actualizada por periodos de cinco años y que son validados en correspondencia con la Guía de caracterización de residuos sólidos municipales – 2019, propuesta por el MINAM y cuyos resultados se encuentran en el estudio.

Por otro lado, es importante mencionar que el terreno es propiedad del Estado y se encuentra debidamente saneado bajo la jurisdicción del distrito de Llipata en la provincia de Palpa y según los resultados obtenidos la ubicación no representa peligro y/o riesgo alguno para la población; además cabe mencionar que el terreno tiene características adecuadas de acuerdo a las normativas nacionales que posibilita la construcción de un relleno sanitario.

Respecto al tipo de relleno sanitario se optó por un sistema de tipo manual ya que la producción de residuos sólidos por día es menor a la capacidad límite que se puede disponer en este tipo de infraestructura de disposición final. En cuanto al método de construcción es viable optar por el método de trincheras ya que de acuerdo a las características y condiciones del lugar favorecen su construcción.

El relleno sanitario tendrá la superficie base de las trincheras impermeabilizado con un material de cobertura HDPE reforzado con geotextil. El cual podrá almacenar los residuos generados en un intervalo de tiempo de cinco años, también tendrá un sistema de manejo de lixiviados. Los materiales lixiviados serán captados mediante un sistema de drenaje localizado en la base de las celdas, se conducirán a la celda de lixiviados y finalmente mediante un sistema de bombeo serán trasladados a su disposición final.

V. CONCLUSIONES

En la provincia de Palpa de acuerdo a los datos obtenidos la generación Per cápita (GPC) domiciliaria para el año 2023 es 0.40 kg/hab/día y municipal 0.423 kg/hsb/día, así mismo la densidad de los residuos sólidos municipales tiene un promedio de 117.24 kg/m³ sin compactar y 221.93 kg/m³ compactados haciendo un promedio general de 171.58 kg/m³. Respecto a la humedad resultó 45.79%.

De los estudios básicos se obtiene que la producción total de residuos sólidos municipales estimada en el 2023 es 3337.09 kg por día, respecto a la precipitación media pluvial de la zona es 30.0 mm anuales y en cuanto a las características del lugar, el suelo es de tipo erizado y presenta una pendiente de 1% en el terreno.

El tipo de relleno sanitario es manual porque al día existe un promedio de 3.34 ton. de residuos sólidos y de acuerdo a la normativa MINAM los rellenos sanitarios manuales albergan hasta 6 toneladas diarias. Como método de disposición final se determinó el método de trincheras ya que las condiciones del lugar como la capa freática 60 m y la pendiente del terreno de 1% son favorables.

De los requerimientos técnicos para el diseño del relleno sanitario, la población proyectada al año 2028 resulta 8008 habitantes y la producción anual de residuos sólidos será 1299.49 toneladas. Respecto a la celda podrá almacenar 15100.94 m³ de residuos en un intervalo de tiempo de cinco años en el cual operará el relleno sanitario, siendo el área requerida de 2607.47 m² y el área total de relleno de 5 ha. En cuanto a la generación de lixiviados serán captados mediante un sistema de drenaje desde la celda y se depositará en una poza de 1.14m³ para ser bombeada con un equipo de 1 hp.

VI. RECOMENDACIONES

A la municipalidad provincial de Palpa, realizar estudios de caracterización de residuos sólidos en periodos no mayores a 5 años, con la finalidad de tener información actualizada, indispensable para futuras investigaciones relacionadas al diseño de infraestructuras sanitarias.

A las autoridades municipales, considerar la construcción del relleno sanitario con el objeto de tener una adecuada disposición final de los residuos sólidos. Así mismo es importante que se considere el lugar definido para el relleno sanitario, ya que sus características son óptimas y cumple con las condiciones establecidas por la normativa nacional.

En cuanto al tipo y método de construcción del relleno sanitario, se debe tener en cuenta lo establecido en el presente estudio; tipo manual y método de trincheras. Para futuras investigaciones es importante proyectar la generación de residuos sólidos por día del último año del periodo de diseño, ya que si su valor resulta ser mayor a 5 toneladas. El relleno sanitario será de tipo semimecanizado.

Respecto a las celdas y poza de lixiviados es importante cumplir con las dimensiones obtenidas en el presente estudio, ya que garantiza que el relleno sanitario opere durante el periodo de vida establecido. Así mismo para futuras investigaciones es importante considerar en el diseño el tipo de material a utilizar en su construcción, así como también el uso de tecnologías más adecuadas para asegurar los criterios de ingeniería.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] J. Liu et al., “CH₄ mitigation potentials from China landfills and related environmental co – benefits”, *Science Advances*. Vol. 4, no. 7, 2018, doi: 10.1126/sciadv.aar8400.
- [2] E. Rondón Toro et al. “Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios”, 2016. [Online], Disponible: <https://hdl.handle.net/11362/40407>. [accedido:20-Jun-2023].
- [3] F. Owusu-Nimo et al., “Characteristics and management of landfill solid waste in Kumasi, Ghana”, *Scientific African*, vol. 3 , e00052, 2019.
- [4] Kaza Silpa et al., “What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050”, Washington, DC: The World Bank, 2018. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10986/30317>
- [5] Ministerio de Ambiente,” Plataforma del Sistema de Información de la Gestión de Residuos Sólidos”, 2020. Disponible: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiZmU4ZmYyZjEtZmEzZi00YzJlThiNzktMWExMmJlMDFjMzdhIiwidCI6IjBlMmFiZjRlLWExZjUtNDFlZi1iOWE0LWm5YWE2ZGQ1NTE4MCI9&pageName=ReportSection>. [accedido:20-mar-2022].
- [6] INEI, “Perú: Crecimiento y distribución de la población total, 2017”, 2018. [online]. Disponible: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1673/libro.pdf [accedió: 23-mar-2022].
- [7] Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), “Perú Anuario de Estadísticas Ambientales 2019”, [Online]. Disponible: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1704/libro.pdf.
- [8] G. Ozbay et al., "Diseño y operación de vertederos efectivos con efectos mínimos sobre el medio ambiente y la salud humana", *Revista de Salud Pública y Ambiental* Vol. 2021, 2021.
- [9] K. Parameswari et al., “Sustainable landfill design for effective municipal solid waste management for resource and energy recovery”. *Materials Today: Proceedings* Vol. 47, n°10, 2021, pp. 2441-2449.
- [10] R. E. Ambat, “Design of end of waste disposal with sanitary landfill method”, *International*

- Seminar of Science and Applied Technology (ISSAT 2020), Vol. 140, 2020, pp. 82-89.
- [11] O. Oluwadare Joshua, “Diseño de relleno sanitario diseñado para la gestión eficiente de residuos sólidos en Ado –Ekiti, suroeste de Nigeria”. Revista de Estudios Multidisciplinarios de Ciencias de la Ingeniería, Vol. 3, n° 9, 2019, pp. 2144-2160.
- [12] S. Barteka, y E. Cherotich, “ Design of a Sanitary Landfill for Kapchorwa Central Division”, trabajo de grado (pregrado), Kampala Internacional University, Uganda, 2019. Disponible:
<https://afribrary.com/works/design-of-a-patient-landfill-for-kapchorwa-central-division>
- [13] J. Ricaldi, M. Huaman, y N. Callupe, “Diseño de un relleno sanitario para la disposición final de los residuos sólidos municipales en el distrito de El Tambo-Huancayo 2021”, trabajo de grado (pregrado), Universidad Continental, Huancayo, 2021. Disponible:
<https://hdl.handle.net/20.500.12394/10203>
- [14] A. Flores Mendoza, y S. J. Cubas Perez, “Diseño de un Relleno Sanitario manual en el distrito de Jepelacio, San Martín”, trabajo de grado (pregrado), Universidad Peruana Unión, Tarapoto, 2020. Disponible:
<http://hdl.handle.net/20.500.12840/3370>
- [15] Y. M. N. Merino Alvino, “Diseño de un relleno sanitario manual para residuos sólidos generados en el centro poblado Morro Sama, Las Yaras-Tacna”, Trabajo de grado (pregrado), Universidad Privada de Tacna, Tacna, 2020. Disponible:
<http://hdl.handle.net/20.500.12969/1690>
- [16] J. M. Pérez Murga, “Diseño de relleno sanitario manual para disminuir la contaminación por disposición inadecuada de residuos sólidos del distrito de Cachicadán-La Libertad”, Trabajo de grado (pregrado), Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, 2020. Disponible:
<http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/16044>
- [17] C. L. Chambergo Quiñones, “Propuesta de un diseño de relleno sanitario manual para residuos municipales en el distrito de Zaña–provincia de Chiclayo, Lambayeque–Perú, 2019”, Trabajo de grado (pregrado), Universidad de Lambayeque, lambayeque, 2020. Disponible:
<https://repositorio.udl.edu.pe/handle/UDL/424>.
- [18] Ministerio del ambiente, “Decreto legislativo que aprueba la ley de gestión integral de residuos sólidos”, 2016, [online], Disponible:
<https://www.gob.pe/institucion/minam/normas-legales/3610-1278>. [accedió: 02-abr-2022].
- [19] C. A. Rivas Arias, “Piensa un minuto antes de actuar : Gestión integral de residuos sólidos”, 2018. [online]. Disponible:
<https://www.mincit.gov.co/getattachment/c957c5b4-4f22-4a75-be4d-73e7b64e4736/17-10->

- 2018-Uso-Eficiente-de-Recursos-Agua-y-Energi.aspx. [accedió: 02-abr-2022].
- [20] Ministerio del Ambiente, “Gestión Integral de Residuos Sólidos”, 2021, [online], Disponible:
https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2248485/1_ppt2021.pdf.pdf?v=1634165515. [accedió: 02-abr-2022].
- [21] Ministerio del Ambiente, "Guía para la Caracterización de Residuos Sólidos municipales", 2019, [online], Disponible:
<https://www.gob.pe/institucion/minam/normas-legales/237043-457-2018-minam>. [accedió: 02-abr-2022].
- [22] Ministerio del ambiente, “Guía para el diseño y construcción de infraestructuras para disposición final de residuos sólidos municipales”,2020, [online], Disponible:
<https://aulaambiental.minam.gob.pe/guia-para-el-diseno-y-construccion-de-infraestructuras-para-disposicion-final-de-residuos-solidos-municipales/>. [accedió: 02-abr-2022].
- [23] N. R. Krishnan, “Design of Modern Sanitary Landfill”, Journal of Environmental Engineering and its Scope, vol. 4, n° 2, 2021, pp. 1-4.
- [24] L. Warlina, y S. Listyarini, “The study of estimation of landfill capacity through dynamic system approach”, Scientifica, vol. 2022, n° 1068111, 2022, pp 1-8, Disponible:
<https://doi.org/10.1155/2022/1068111>
- [25] Ministerio del Ambiente, “Guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario manual” 2011, [online]. Disponible:
<https://sinia.minam.gob.pe/documentos/guia-diseno-construccion-operacion-mantenimiento-cierre-relleno>. [accedio:03-abr-2022].
- [26] Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), “Censos Nacionales de Población y Vivienda 2017”, 2017. [online], Disponible:
https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1541/cuadros/dpto11.xlsx. [accedió: 04-abr-2022]
- [27] Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), “Ica resultados definitivos”, 2018. [online], Disponible:
https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1545/11TOMO_01.pdf. [accedió: 05-abr-2022].
- [28] R. Zuzunaga Morales, “Determinación de factores de riesgo sanitario ambiental para selección de área del relleno sanitario en la localidad de Palpa”, ÑAWPARISUN - Revista de Investigación Científica, Vol. 3, n° 2, 2021. Pp 73-77.

VIII. ANEXOS

Anexo 01: Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLE	MARCO TEORICO	METODOS
<p>PROBLEMA GENERAL: ¿ Cual es el diseño de relleno sanitario para la provincia de Palpa, Ica, 2022?</p> <p>PROBLEMAS ESPECIFICOS: ¿ Cuales son los parámetros de generación per cápita (GPC), densidad, y humedad de los residuos solidos municipales de la provincia de Palpa?</p> <p>¿ De que manera los estudios básicos contribuyen a identificar la ubicación del relleno sanitario para la provincia de Palpa?</p> <p>¿ Cual es el tipo y método de construcción del relleno sanitario para la provincia de Palpa?</p> <p>¿ cuales son los requerimientos técnicos del diseño del relleno sanitario para la provincia de Palpa?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL: Diseñar un relleno sanitario para la provincia de Palpa, Ica, 2022.</p> <p>OBJETIVOS ESPECIFICOS: Determinar los parámetros de generación per cápita (GPC), densidad, y humedad de los residuos solidos municipales de la provincia de palpa.</p> <p>Describir estudios básicos contribuyen a identificar la ubicación del rellenos sanitario para la provincia de Palpa.</p> <p>Describir el tipo y método de construcción del relleno sanitario para la provincia de Palpa.</p> <p>Describir los requerimientos técnicos para el diseño del relleno sanitario de la provincia de Palpa.</p>	<p>No corresponde la presente investigación</p>	<p>Diseño de un relleno sanitario para la provincia de Palpa.</p>	<p>Residuos Solidos</p> <p>Relleno Sanitario</p>	<p>TIPO Y DISEÑO INVESTIGACION: Aplicado no-experimental</p> <p>NIVEL DE INVESTIGACION: Descriptivo</p> <p>MUESTRA: 113 viviendas</p>

Anexo 02: Operacionalización de las variables

Definición conceptual	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicador
Relleno sanitario	Según la "Ley general del residuos sólidos - Ley N° 27314, son infraestructuras de disposición final debidamente equipadas y operadas que permiten disponer de manera sanitario y ambientalmente segura los residuos sólidos" (MINAM, 2019).	"Infraestructura de disposición final de residuos sólidos"	"Característica de los residuos"	"Peso Volumen Densidad Humedad Composición física"
			"Aspectos técnicos de infraestructura"	"estudios básicos capacidad útil vida útil método de construcción Generación de gases generación de lixiviados"

Anexo 03: Generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios

N° de vivienda	Número de habitantes	Generación de residuos sólidos domiciliarios							Generación per cápita
		Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	
		<i>Kg</i>	<i>Kg</i>	<i>Kg</i>	<i>Kg</i>	<i>Kg</i>	<i>Kg</i>	<i>Kg</i>	<i>Kg/person a/día</i>
1	2	1.12	1.24	0.2	0.39	0.61	1.52	0.11	0.37
2	2	0.84	0.78	0.72	2.04	0.6	2.78	1.2	0.64
3	3	0.56	0.39	0.56	0.68	0.9	1.48	0.94	0.26
4	3	1.36	0.93	0.48	1.12	1.84	1.6	0.61	0.38
5	3	3.34	0.42	1.16	1.63	2.32	1.28	1.54	0.56
6	5	1.54	1.98	1.2	1.65	0.34	2.67	2.35	0.34
7	4	0.94	1.9	0.88	0.42	1.42	1.35	1.89	0.31
8	3	0.65	1.92	2.3	2.48	1.56	0.95	2.02	0.57
9	2	1.99	0.17	2.72	3.94	2.04	0.97	0.19	0.86
10	5	0.2	1.18		0.76	0.38	0.36	2.29	0.15
11	5	2.1	3.21	0.66	1.21	2.16	0.88	0.87	0.32
12	5	2.58	0.67	1.82	5.78	1.54	2.25	2.54	0.49
13	3	0.2		0.09	0.38	2.07	1.33	1.03	0.24
14	3	0.83	0.34	1.3	0.6	0.98	1.82	1.74	0.36
15	3	1.96	1.32	1.34	0.58	1.58	1.24	2.21	0.49
16	3	2.4	0.16		0.68	0.98	1.61	1.85	0.37
17	3	1.75	2.56		1.4	2.85	0.84	1.64	0.53
18	5	0.84	0.82	0.42	5.54	2.07	4.95	1.21	0.45
19	5	1.14	0.8	0.9	1.66	0.77	1.66	1.87	0.25
20	5	1.96	1.4	3.94	3.24		2.66	1.34	0.42

21	5	1.5	1.14	0.66	0.88	1.38	0.97	1.69	0.23
22	4	1.66	0.12	0.96	1.38	1.15	1.98	1.47	0.31
23	10	3.6	1.19	1.81	2.16	1.88	1.39	4.86	0.24
24	3	1.54	0.84	1.28	0.78	1.12	1.72	0.65	0.38
25	4	0.65	1.06	1.24	1.6	1.31	1.63	1.74	0.33
26	3	2.31	0.74	0.98	0.46	1.8	2.64	1.46	0.49
27	6	1.87	4.7	0.22	2.7	0.97	2.48	1.38	0.34
28	2	1.45			0.67	1.67	0.34	0.85	0.36
29	4	1.8	3.06	1.63	0.52	1.14	0.61	2.47	0.40
30	3	1.5	0.24	9.1	1.82	0.7	0.79	1.76	0.76
31	4	1.96	0.3	1.18	1.4	0.97	0.97	1.36	0.29
32	5	1.88	2.55	1.22	0.84	5.8	1.23	1.96	0.44
33	5	1.9	0.92	2.86	1.05	1.54	0.89	0.42	0.27
34	1	2.72	1.65	6.08	2.58	2.28	1.41	1.82	2.65
35	4	1.26		2.09	0.6	1.15	1.83	1.23	0.29
36	4	0.2	1.1		3.68	1.18	0.86	1.24	0.30
37	4	1.21	5.14	1.16	0.65	1.26	3.35	0.97	0.49
38	4	2.36	1.21	0.95	2.4	1.11	0.95	1.14	0.36
39	3	4.02	1.68		1.63	0.34	2.11	1.64	0.54
40	5	5.54	5.86	2.1	0.86	0.56	0.85	1.71	0.50
41	4	2.26	0.92	1.98	1.96	1.24	0.94	1.67	0.39
42	3	0.28	1.14	0.67	0.58	1.14	1.42	0.64	0.28
43	6	0.84	0.35		0.34	1.58	2.22	1.36	0.16
44	2	0.9	0.62	0.21	1.38	0.34	0.97	1.89	0.45
45	3	0.61	1.12	3.26		0.87	1.25	0.94	0.38

46	4	0.54		3.2	0.98	1.16	1.19	2.89	0.36
47	7	2.86	2	1.64	2.37	2.38	1.21	4.56	0.35
48	4	1.68	1.08	2.34	1.54	0.5	1.95	1.95	0.39
49	3	1.72	1.36		0.72	0.57	1.14	1.24	0.32
50	4	2.56	0.5	2.44	0.31	1.36	0.64	1.42	0.33
51	3	0.5	1.01	0.65	1.36	1.31	0.59	1.75	0.34
52	3	0.47	0.48	0.56	1.25	0.93	1.24	0.94	0.28
53	6	1.6	0.41	1.58	2.54	1.17	1.49	1.16	0.24
54	6	2.54		0.96	0.7	0.78	1.36	1.57	0.19
55	4	1.34	0.38	0.61	0.98	1.5	1.76	0.87	0.27
56	6	1.29	0.57	4.7	1.86	1.38	1.19	1.54	0.30
57	3	1.86	1.06	0.92	1.48	0.88	1.72	2.46	0.49
58	5	0.72	0.36	0.2	0.73	0.9	2.31	2.97	0.23
59	2	1.45	0.76	0.7	0.58	0.95	1.41	1.86	0.55
60	3	1.62	1.1	4.6	1.36	2.8	4.81	2.56	0.90
61	7	1.16	1.95	8.04	0.44	0.44	1.38	0.94	0.29
62	4	2.13	0.12	0.7	2.34	1.36	0.89	2.17	0.35
63	4	0.82	0.68	1.75	2.88	0.86	4.5	1.46	0.46
64	3	1.35			1.28	2.1	2.41	1.67	0.42
65	4	1.93	3.32	5.8	0.96	2.5	2.41	4.89	0.78
66	3	1.64	0.58	2.6	0.88	0.87	1.15	2.67	0.49
67	6	0.58	0.22	1.38	0.72	0.96	2.11	1.97	0.19
68	4	1.16	1.36	0.7	0.38	0.92	1.7	1.79	0.29
69	3	0.69	0.48	1.19	1.15	0.56	1.42	0.64	0.29
70	5	1.12	1.44	1.4	1.36	1.35	1.45	2.57	0.31

71	4	3.05	1.28	1.52			1.2	1.94	0.32
72	2	0.89	0.77	0.87	0.34	0.48	1.21	1.75	0.45
73	1	0.52	0.3	0.56	0.2	1.25	0.99	1.85	0.81
74	2	1.64	0.66	2.07	0.84	0.69	1.8	1.35	0.65
75	3	1.6	2.66	0.04	1.9	0.92	0.56	1.76	0.45
76	12	0.2		0.58	0.48	0.58	1.42	1.34	0.05
77	1	1.75	2.88	0.64	0.97	1.24	3.18	1.75	1.77
78	4	0.2	2.82	2.84	5.19	4.4	6.17	3.07	0.88

Anexo 04: Validación de la GPD

$$Z_c = \frac{|\bar{X} - X_{(i)}|}{S}$$

Donde:

\bar{X} : Promedio de la GPC total

X_i : Promedio de la GPC de cada vivienda

Nº de vivienda	GPC	$\bar{X} - X_i$	$(\bar{X} - X_i)/S =$	Zc	Resultado
	kg/persona/día		Zc		
1	0.37	0.08	0.240	0.24	Cumple
2	0.64	-0.19	-0.576	-0.58	Cumple
3	0.26	0.19	0.569	0.57	Cumple
4	0.38	0.07	0.218	0.22	Cumple
5	0.56	-0.11	-0.323	-0.32	Cumple
6	0.34	0.11	0.348	0.35	Cumple
7	0.31	0.14	0.411	0.41	Cumple
8	0.57	-0.12	-0.351	-0.35	Cumple
9	0.86	-0.41	-1.238	-1.24	Cumple
10	0.15	0.30	0.916	0.92	Cumple
11	0.32	0.13	0.403	0.40	Cumple
12	0.49	-0.04	-0.124	-0.12	Cumple
13	0.24	0.21	0.628	0.63	Cumple
14	0.36	0.09	0.266	0.27	Cumple
15	0.49	-0.04	-0.113	-0.11	Cumple
16	0.37	0.08	0.255	0.26	Cumple
17	0.53	-0.08	-0.229	-0.23	Cumple
18	0.45	0.00	-0.009	-0.01	Cumple
19	0.25	0.20	0.602	0.60	Cumple
20	0.42	0.03	0.105	0.10	Cumple
21	0.23	0.22	0.652	0.65	Cumple
22	0.31	0.14	0.420	0.42	Cumple
23	0.24	0.21	0.632	0.63	Cumple
24	0.38	0.07	0.219	0.22	Cumple
25	0.33	0.12	0.365	0.36	Cumple
26	0.49	-0.04	-0.136	-0.14	Cumple
27	0.34	0.11	0.330	0.33	Cumple
28	0.36	0.09	0.286	0.29	Cumple
29	0.40	0.05	0.148	0.15	Cumple
30	0.76	-0.31	-0.932	-0.93	Cumple
31	0.29	0.16	0.483	0.48	Cumple
32	0.44	0.01	0.023	0.02	Cumple

33	0.27	0.18	0.534	0.53	Cumple
34	2.65	-2.20	-6.662	6.66	No cumple
35	0.29	0.16	0.481	0.48	Cumple
36	0.30	0.16	0.470	0.47	Cumple
37	0.49	-0.04	-0.123	-0.12	Cumple
38	0.36	0.09	0.268	0.27	Cumple
39	0.54	-0.09	-0.284	-0.28	Cumple
40	0.50	-0.05	-0.150	-0.15	Cumple
41	0.39	0.06	0.176	0.18	Cumple
42	0.28	0.17	0.517	0.52	Cumple
43	0.16	0.29	0.881	0.88	Cumple
44	0.45	0.00	-0.002	0.00	Cumple
45	0.38	0.07	0.202	0.20	Cumple
46	0.36	0.09	0.286	0.29	Cumple
47	0.35	0.10	0.311	0.31	Cumple
48	0.39	0.06	0.169	0.17	Cumple
49	0.32	0.13	0.390	0.39	Cumple
50	0.33	0.12	0.365	0.36	Cumple
51	0.34	0.11	0.329	0.33	Cumple
52	0.28	0.17	0.517	0.52	Cumple
53	0.24	0.21	0.646	0.65	Cumple
54	0.19	0.26	0.793	0.79	Cumple
55	0.27	0.18	0.558	0.56	Cumple
56	0.30	0.15	0.460	0.46	Cumple
57	0.49	-0.04	-0.134	-0.13	Cumple
58	0.23	0.22	0.655	0.65	Cumple
59	0.55	-0.10	-0.305	-0.31	Cumple
60	0.90	-0.45	-1.356	-1.36	Cumple
61	0.29	0.16	0.476	0.48	Cumple
62	0.35	0.10	0.313	0.31	Cumple
63	0.46	-0.01	-0.038	-0.04	Cumple
64	0.42	0.03	0.092	0.09	Cumple
65	0.78	-0.33	-0.997	-1.00	Cumple
66	0.49	-0.04	-0.136	-0.14	Cumple
67	0.19	0.26	0.791	0.79	Cumple
68	0.29	0.16	0.497	0.50	Cumple
69	0.29	0.16	0.479	0.48	Cumple
70	0.31	0.14	0.438	0.44	Cumple

71	0.32	0.13	0.391	0.39	Cumple
72	0.45	0.00	-0.002	0.00	Cumple
73	0.81	-0.36	-1.091	-1.09	Cumple
74	0.65	-0.20	-0.595	-0.60	Cumple
75	0.45	0.00	0.001	0.00	Cumple
76	0.05	0.40	1.198	1.20	Cumple
77	1.77	-1.32	-4.009	4.01	No cumple
78	0.88	-0.43	-1.308	-1.31	Cumple
79	0.58	-0.13	-0.398	-0.40	Cumple

Promedio	0.45
Desv. Estand	0.33

Anexo 05: Nueva generación per cápita

Nº de vivienda	GPC	$\bar{X} - X_i$
	kg/persona/día	
1	0.37	0.08
2	0.64	-0.19
3	0.26	0.19
4	0.38	0.07
5	0.56	-0.11
6	0.34	0.11
7	0.31	0.14
8	0.57	-0.12
9	0.86	-0.41
10	0.15	0.30
11	0.32	0.13
12	0.49	-0.04
13	0.24	0.21
14	0.36	0.09
15	0.49	-0.04
16	0.37	0.08
17	0.53	-0.08
18	0.45	0.00
19	0.25	0.20
20	0.42	0.03
21	0.23	0.22
22	0.31	0.14
23	0.24	0.21
24	0.38	0.07
25	0.33	0.12
26	0.49	-0.04
27	0.34	0.11
28	0.36	0.09
29	0.40	0.05
30	0.76	-0.31
31	0.29	0.16
32	0.44	0.01

33	0.27	0.18
35	0.29	0.16
36	0.30	0.16
37	0.49	-0.04
38	0.36	0.09
39	0.54	-0.09
40	0.50	-0.05
41	0.39	0.06
42	0.28	0.17
43	0.16	0.29
44	0.45	0.00
45	0.38	0.07
46	0.36	0.09
47	0.35	0.10
48	0.39	0.06
49	0.32	0.13
50	0.33	0.12
51	0.34	0.11
52	0.28	0.17
53	0.24	0.21
54	0.19	0.26
55	0.27	0.18
56	0.30	0.15
57	0.49	-0.04
58	0.23	0.22
59	0.55	-0.10
60	0.90	-0.45
61	0.29	0.16
62	0.35	0.10
63	0.46	-0.01
64	0.42	0.03
65	0.78	-0.33
66	0.49	-0.04
67	0.19	0.26
68	0.29	0.16
69	0.29	0.16
70	0.31	0.14

71	0.32	0.13
72	0.45	0.00
73	0.81	-0.36
74	0.65	-0.20
75	0.45	0.00
76	0.05	0.40
78	0.88	-0.43
79	0.58	-0.13
Promedio	0.4	
Desv. Estand	0.17	

N:	Total de casas	542
Z:	Nivel de confianza 95%	1.96
σ :	Desviación estándar	0.17
E:	Error permisible	0.056
n:	Número de muestras	43

El nuevo número de muestras es menor que la muestra total $43 < 79$

Anexo 06: Densidad de residuos sólidos domiciliarios

DETERMINACION DE LA DENSIDAD								
Dia 1	Cálculo del volumen				Peso (Kg)		Densidad Diaria (Kg/m3)	
	D(m)	Ho (m)	Hf(m)	V Residuos (m3)	Sin compactar	Compactada	Sin compactar	Compactada
toma 1	0.57	0.1	0.95	0.22	27.92	45	126.06	197.34
toma 2	0.58	0.1	0.92	0.23	29.7	42.4		

DETERMINACION DE LA DENSIDAD								
Dia 2	Cálculo del volumen				Peso (Kg)		Densidad Diaria (Kg/m3)	
	D(m)	Ho (m)	Hf(m)	V Residuos (m3)	Sin compactar	Compactada	Sin compactar	Compactada
toma 1	0.57	0.1	0.95	0.22	24.02	46.7	117.99	202.3
toma 2	0.58	0.1	0.92	0.23	27.1	40.95		

DETERMINACION DE LA DENSIDAD								
Dia 3	Cálculo del volumen				Peso (Kg)		Densidad Diaria (Kg/m3)	
	D(m)	Ho (m)	Hf(m)	V Residuos (m3)	Sin compactar	Compactada	Sin compactar	Compactada
toma 1	0.57	0.1	0.95	0.22	17.04	31.16	86.03	154.59
toma 2	0.58	0.1	0.92	0.23	21.8	37.24		

DETERMINACION DE LA DENSIDAD								
Dia 4	Cálculo del volumen				Peso (Kg)		Densidad Diaria (Kg/m3)	
	D(m)	Ho (m)	Hf(m)	V Residuos (m3)	Sin compactar	Compactada	Sin compactar	Compactada
toma 1	0.57	0.1	0.95	0.22	37	64.24	156.6	262.27
toma 2	0.58	0.1	0.92	0.23	29.33	52.7		

DETERMINACION DE LA DENSIDAD								
Dia 5	Cálculo del volumen				Peso (Kg)		Densidad Diaria (Kg/m3)	
	D(m)	Ho (m)	Hf(m)	V Residuos (m3)	Sin compactar	Compactada	Sin compactar	Compactada
toma 1	0.57	0.1	0.95	0.22	18.36	55.18	103.7	226.96
toma 2	0.58	0.1	0.92	0.23	27.96	41.78		

DETERMINACION DE LA DENSIDAD								
Dia 6	Cálculo del volumen				Peso (Kg)		Densidad Diaria (Kg/m3)	
	D(m)	Ho (m)	Hf(m)	V Residuos (m3)	Sin compactar	Compactada	Sin compactar	Compactada
toma 1	0.57	0.1	0.95	0.22	31.14	43.21	147.14	222.14
toma 2	0.58	0.1	0.92	0.23	28.16	47.26		

DETERMINACION DE LA DENSIDAD								
Dia 7	Cálculo del volumen				Peso (Kg)		Densidad Diaria (Kg/m3)	
	D(m)	Ho (m)	Hf(m)	V Residuos (m3)	Sin compactar	Compactada	Sin compactar	Compactada
toma 1	0.57	0.1	0.95	0.22	22.12	4581	110.17	246.8
toma 2	0.58	0.1	0.92	0.23	26.04	51.7		

PARÁMETRO	DENSIDAD DIARIA (kg/m3)							DENSIDAD PROMEDIO
	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6	DIA 7	kg/m3
Sin compactar	126.06	117.99	86.03	156.6	103.7	147.14	110.17	121.1
Compactado	197.34	202.3	154.59	262.27	226.96	222.14	246.8	216.06

Anexo 07: Densidad de residuos sólidos no domiciliarios

DETERMINACION DE LA DENSIDAD								
Dia 1	Cálculo del volumen				Peso (Kg)		Densidad Diaria (Kg/m3)	
	D(m)	Ho (m)	Hf(m)	V Residuos (m3)	Sin compactar	Compactada	Sin compactar	Compactada
toma 1	0.57	0.1	0.95	0.22	16.17	39.81	80.28	184.6
toma 2	0.58	0.1	0.92	0.23	21.18	41.36		

DETERMINACION DE LA DENSIDAD								
Dia 2	Cálculo del volumen				Peso (Kg)		Densidad Diaria (Kg/m3)	
	D(m)	Ho (m)	Hf(m)	V Residuos (m3)	Sin compactar	Compactada	Sin compactar	Compactada
toma 1	0.57	0.1	0.95	0.22	32.19	49.53	134.76	238.18
toma 2	0.58	0.1	0.92	0.23	23.92	46.7		

DETERMINACION DE LA DENSIDAD								
Dia 3	Cálculo del volumen				Peso (Kg)		Densidad Diaria (Kg/m3)	
	D(m)	Ho (m)	Hf(m)	V Residuos (m3)	Sin compactar	Compactada	Sin compactar	Compactada
toma 1	0.57	0.1	0.95	0.22	26.05	39.4	123.51	190.83
toma 2	0.58	0.1	0.92	0.23	30.03	44.89		

DETERMINACION DE LA DENSIDAD								
Dia 4	Cálculo del volumen				Peso (Kg)		Densidad Diaria (Kg/m3)	
	D(m)	Ho (m)	Hf(m)	V Residuos (m3)	Sin compactar	Compactada	Sin compactar	Compactada
toma 1	0.57	0.1	0.95	0.22	29.36	50.43	138.96	243.9
toma 2	0.58	0.1	0.92	0.23	28.7	52.87		

DETERMINACION DE LA DENSIDAD								
Dia 5	Cálculo del volumen				Peso (Kg)		Densidad Diaria (Kg/m3)	
	D(m)	Ho (m)	Hf(m)	V Residuos (m3)	Sin compactar	Compactada	Sin compactar	Compactada
toma 1	0.57	0.1	0.95	0.22	24.67	49.59	115.92	239.39
toma 2	0.58	0.1	0.92	0.23	28.32	55.82		

DETERMINACION DE LA DENSIDAD								
Dia 6	Cálculo del volumen				Peso (Kg)		Densidad Diaria (Kg/m3)	
	D(m)	Ho (m)	Hf(m)	V Residuos (m3)	Sin compactar	Compactada	Sin compactar	Compactada
toma 1	0.57	0.1	0.95	0.22	30.23	51.21	134.92	229.21
toma 2	0.58	0.1	0.92	0.23	29.95	49.73		

DETERMINACION DE LA DENSIDAD								
Dia 7	Cálculo del volumen				Peso (Kg)		Densidad Diaria (Kg/m3)	
	D(m)	Ho (m)	Hf(m)	V Residuos (m3)	Sin compactar	Compactada	Sin compactar	Compactada
toma 1	0.57	0.1	0.95	0.22	26.8	58.84	121.26	268.51
toma 2	0.58	0.1	0.92	0.23	26.83	59.22		

PARÁMETRO	DENSIDAD DIARIA (kg/m3)							DENSIDAD PROMEDIO
	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6	DIA 7	kg/m3
Sin compactar	80.28	134.76	123.51	138.96	115.92	134.92	121.26	121.37
Compactado	184.6	238.18	190.83	243.9	239.29	229.21	168.51	227.79

Anexo 08: Residuos sólidos no domiciliarios y especiales

Establecimientos comerciales: Bodegas

N°	Días que labora en la semana	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Verificación	Promedio (kg/día)	Promedio corregido (Kg/día)	Total de generadores	Generación total (Kg/día)
1	7		0.82	0.48	0.56	0.98	0.59	0.36	OK	0.541	0.54		
2	6	1.36	0.46	1.16	0.54	1.18		0.91	OK	0.935	0.94		
3	7	1.4	0.98	3.58	1.11	1.71	0.37	0.92	OK	1.439	1.44		
4	6	2.88	0.86	1.62	0.66	0.99			OK	1.168	1.17		
5	6	1.73	0.77	1.21	0.79	1.82		1.19	OK	1.252	1.25		
6	7	5.9	0.92	2.98	3.42	2.88	1.63	1.99	OK	2.817	2.82		
7	7			1.96	0.84		0.51	0.9	OK	0.601	0.60		
8	7	1.56	0.9	1.76	0.9	0.58	1.39		OK	1.013	1.01		
9	7	0.52	1.14			0.54	0.44		OK	0.377	0.38		
10	6		1.46	2.84	1.4	3.2		1.08	OK	1.663	1.66		
TOTAL											1.69	10	16.87

Establecimientos comerciales: Verdulerías

N°	Días que labora en la semana	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Verificación	Promedio (kg/día)	Promedio corregido (Kg/día)	Total de generadores	Generación total (Kg/día)
1	6	3.97		2.6	1.96	1.35			OK	1.647	1.65		
2	7	0.94	2.12	2.52		1.91	1.31		OK	1.257	1.26		
TOTAL											2.904	2	5.81

Establecimientos comerciales: Tienda de alimento balanceado para aves

N°	Días que labora en la semana	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Verificación	Promedio (kg/día)	Promedio corregido (Kg/día)	Total de generadores	Generación total (Kg/día)	
1	7	0.81	0.54	0.53	1.1	0.6	0.29	0.73	OK	0.657	0.66			
TOTAL												0.66	1	0.66

Establecimientos comerciales: Librerías

N°	Días que labora en la semana	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Verificación	Promedio (kg/día)	Promedio corregido (Kg/día)	Total de generadores	Generación total (Kg/día)	
1	7	0.32	0.61			0.64	0.38	0.44	OK	0.341	0.34			
2	6	0.28	0.26	0.14	0.11	0.42	0.31		OK	0.25	0.25			
TOTAL												0.59	2	1.19

Establecimientos comerciales: Tiendas de ropa

N°	Días que labora en la semana	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Verificación	Promedio (kg/día)	Promedio corregido (Kg/día)	Total de generadores	Generación total (Kg/día)	
1	7	0.26	0.18		0.3	1.14	0.94		OK	0.403	0.40			
2	6	2.14	1.18	2.1	1.16	1.11		1.34	OK	1.505	1.51			
3	7	1.26	1.12		1.08	0.11		1.33	OK	0.7	0.7			
TOTAL												2.61	3	7.82

Establecimientos comerciales: Cabinas de internet

N°	Días que labora en la semana	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Verificación	Promedio (kg/día)	Promedio corregido (Kg/día)	Total de generadores	Generación total (Kg/día)
1	6	0.1	0.08	0.18	0.19	0.15	0.52	0.24	OK	0.243	0.24		
TOTAL											0.24	1	0.24

Establecimientos comerciales: Panaderías

N°	Días que labora en la semana	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Verificación	Promedio (kg/día)	Promedio corregido (Kg/día)	Total de generadores	Generación total (Kg/día)
1	5		0.32	1.31	0.96	1.3			OK	0.778	0.78		
2	6	0.3	0.49	2.86	1.12	5.2	1.27	1.35	OK	2.098	2.10		
TOTAL											2.88	2	5.75

Establecimientos comerciales: Ferreterías

N°	Días que labora en la semana	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Verificación	Promedio (kg/día)	Promedio corregido (Kg/día)	Total de generadores	Generación total (Kg/día)
1	6	1.36	0.51	0.36		1.05		0.6	OK	0.647	0.65		
2	7	0.65	1.12	1.04	1.32	1.38	1	1.5	OK	1.144	1.14		
TOTAL											1.79	2	3.58

Establecimientos comerciales: Boticas y farmacias

N°	Días que labora en la semana	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Verificación	Promedio (kg/día)	Promedio corregido (Kg/día)	Total de generadores	Generación total (Kg/día)	
1	6		1.51	0.23	0.11	0.21		0.19	OK	0.375	0.38			
2	7	0.16	1.06	0.19	0.62	0.18	0.96	0.23	OK	0.486	0.49			
3	7	0.23		0.34	1.01	0.46	0.81	0.11	OK	0.423	0.42			
4	7	0.14	0.36	0.23	0.09	0.36			OK	0.169	0.17			
5	7	0.03	0.24		0.41	0.95		0.25	OK	0.269	0.27			
TOTAL												1.72	5	8.60

Establecimientos comerciales: Centros de entretenimiento

N°	Días que labora en la semana	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Verificación	Promedio (kg/día)	Promedio corregido (Kg/día)	Total de generadores	Generación total (Kg/día)	
N°		Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7						
1	7	0.4	0.04	0.26	0.15	0.56	0.07	0.18	OK	0.237	0.24			
2	7	0.3	1.18	1.16	1.04	1.28	3.16	1.35	OK	1.353	1.35			
TOTAL												1.59	2	3.18

Hoteles

N°	Días que labora en la semana	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Verificación	Promedio (kg/día)	Promedio corregido (Kg/día)	Total de generadores	Generación total (Kg/día)	
1	7	1.02	0.16	1.03	1.01	1.02	1.4	1.19	OK	0.976	0.98			
2	7	1.08		1.08	1.16	1.09	1.37		OK	0.826	0.83			
3	7	0.06	0.48	0.53	1.31		1.8		OK	0.597	0.60			
TOTAL												2.40	3	7.20

Fuentes de comida: Restaurantes

N°	Días que labora en la semana	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Verificación	Promedio (kg/día)	Promedio corregido (Kg/día)	Total de generadores	Generación total (Kg/día)
1	7	1.43	0.49	1.04	1.01	1.06	1.19	1.14	OK	1.051	1.05		
2	7	2.76		1.3	1.08	1.01	2.01	2.1	OK	1.466	1.47		
3	7	2.6	1.05	1.09	1.06	1.78	1.51	1.07	OK	1.451	1.45		
4	6	3.63	1.18	1.48	3.01	1.11		1.03	OK	1.907	1.91		
5	7	1.09	1.08	1.7	1.03	1.33	1.3	1.02	OK	1.221	1.22		
6	7	1.06	0.5		1.1	1.02		1.07	OK	0.679	0.68		
TOTAL											7.78	6	46.65

Fuentes de comida: Cevichería

N°	Días que labora en la semana	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Verificación	Promedio (kg/día)	Promedio corregido (Kg/día)	Total de generadores	Generación total (Kg/día)
1	7	0.09		1.31	1.06	1.32	2.18	1.84	OK	1.114	1.11		
2	7	0.97	1.17	2.19		1.06	2.21	1.16	OK	1.251	1.25		
TOTAL											2.37	2	4.73

Fuentes de comida: Comida rápida

N°	Días que labora en la semana	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Verificación	Promedio (kg/día)	Promedio corregido (Kg/día)	Total de generadores	Generación total (Kg/día)
1	7	3.2	1.5	1.08	2.19	1.41	2.36	1.76	OK	1.929	1.93		
2	7	0.66	2.17			1.21	0.84	0.78	OK	0.809	0.81		
TOTAL											2.74	2	5.47

Fuentes de comida: Pollerías

N°	Días que labora en la semana	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Verificación	Promedio (kg/día)	Promedio corregido (Kg/día)	Total de generadores	Generación total (Kg/día)	
1	7	1.3	2.69	0.67	2.09	1.49	3.14	1.04	OK	1.774	1.77			
2	7	1.2	0.6	3.13	2.48	1.98	1.04	1.19	OK	1.660	1.66			
TOTAL												3.43	2	6.87

Instituciones públicas y privadas: Municipio

N°	Días que labora en la semana	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Verificación	Promedio (kg/día)	Promedio corregido (Kg/día)	Total de generadores	Generación total (Kg/día)	
N°		Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Verificación					
1	6	1.78		1.04	0.78	0.41		0.32	OK	0.722	0.72			
TOTAL												0.72	1	0.72

Instituciones públicas y privadas: Comisaría

N°	Días que labora en la semana	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Verificación	Promedio (kg/día)	Promedio corregido (Kg/día)	Total de generadores	Generación total (Kg/día)	
1	7	0.21	0.28	0.06	0.14	0.55	1.08		OK	0.331	0.33			
TOTAL												0.33	1	0.33

Limpieza pública

N°	Numero días que se brindan el servicio en la semana	Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Verificación	Promedio (kg/día)	Promedio corregido (Kg/día)	Total de Km lineales que se barren en el distrito	Generación total (Kg/día)	
1	6		4.04	5.02	15.7	5.06	5.64	7.6	11.41	OK	9.0783	9.08			
2	6		19.03	9.8	21.5	19.08	22.3	15.89	20.89	OK	21.4150	21.42			
3	6		7.18	7.14	11.46	11.03	10.35	6.24	9.6	OK	10.5000	10.50			
4	6		7.09	11.99	7.89	14.74	11.2	7.56	16.25	OK	12.7867	12.79			
5	6		6.16	5.94	6.14	6.15	6.08	11.2	9.95	OK	8.6033	8.60			
TOTAL													12.48	2.74	34.186

Residuos especiales: Lubricentos

N°	Días que labora en la semana	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Verificación	Promedio (kg/día)	Promedio corregido (Kg/día)	Total de generadores	Generación total (Kg/día)	
1	7	1.06	3.03	2.56	1.84	0.74	2.08	1.61	OK	1.845714286	1.85			
TOTAL												1.85	1	1.85

Residuos especiales: Talleres mecánicos

N°	Días que labora en la semana	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Verificación	Promedio (kg/día)	Promedio corregido (Kg/día)	Total de generadores	Generación total (Kg/día)	
1	6	0.62	1.02			0.22	0.48		OK	0.59	0.5			
2	7	0.14	0.78	0.9	1.14	0.66	0.49		OK	0.69	0.69			
3	7		0.34	0.56	7.32	0.1	0.38	0.73	OK	1.57	1.57			
4	5	1.18	0.2	0.14	1.1	0.1			OK	0.54	0.39			
5	7		0.74	0.52	0.82	0.38	1.04	0.89	OK	0.73	0.73			
TOTAL												0.78	5	3.88

Residuos especiales: Puestos de venta de productos agroquímicos

N°	Días que labora en la semana	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Verificación	Promedio (kg/día)	Promedio corregido (Kg/día)	Total de generadores	Generación total (Kg/día)
1	7	2.12	1.03	0.89	1.14	0.56		0.87	OK	0.944	0.94		
2	7	0.25	1.12	1.15	3.41	1.16	0.54		OK	1.090	1.09		
3	7	0.34	0.75	0.86		0.59	0.62		OK	0.451	0.45		
4	7	1.23	1.26		1.26		1.11	0.46	OK	0.760	0.76		
TOTAL											3.25	4	12.98

Residuos especiales: Maderera

N°	Días que labora en la semana	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Verificación	Promedio (kg/día)	Promedio corregido (Kg/día)	Total de generadores	Generación total (Kg/día)
1	7	5.11	2.01	1.18	2.14	1.16	1.03	2.04	OK	2.096	2.096	1	2.10
TOTAL											2.096		

Residuos especiales: Vidriería

N°	Días que labora en la semana	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Verificación	Promedio (kg/día)	Promedio corregido (Kg/día)	Total de generadores	Generación total (Kg/día)
1	6	0.56	1.04		2.03	1.23			OK		0.81	1	0.81
TOTAL											0.81		

Anexo 09: Composición de los residuos sólidos domiciliarios

TIPO DE RESIDUO SÓLIDO	COMPOSICIÓN							TOTAL	COMPOSICIÓN PORCENTUAL
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7		
	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	%
1. Residuos aprovechables	50.04	43.37	49.33	44.6	71.31	38.16	44.84	341.65	77.40
1.1. Residuos Orgánicos	36.86	27.22	31.11	24.85	40.93	21.86	27.11	209.94	47.56
Residuos de alimentos (restos de comida, cascara, restos de frutas, verduras, hortalizas y otros similares)	31.95	24.33	28.63	21.95	37.06	19.67	21.87	185.46	42.02
Residuos de maleza y poda (restos de flores, hojas, tallos, grass, otros similares)								0	0.00
Otros orgánicos (estiércol de animales menores, huesos y similares)	4.91	2.89	2.48	2.9	3.87	2.19	5.24	24.48	5.55
1.2. Residuos Inorgánicos	13.18	16.15	18.22	19.75	30.38	16.3	17.73	131.71	29.84
1.2.1. Papel	0.34	1.31	4.5	0.9	2.79	1.4	1.77	13.01	2.95
Blanco	0.09	0.41	1.7	0.46	0.9	0.76	0.85	5.17	1.17
Periódico	0.07	0.14	0.54	0.18	0.19	0.25	0.28	1.65	0.37
Mixto (páginas de cuadernos, revistas, otros similares)	0.18	0.76	2.26	0.26	1.7	0.39	0.64	6.19	1.40
1.2.2. Cartón	3.44	4.9	4.33	2.51	9.01	2.5	3.48	30.17	6.84
Blanco (liso y cartulina)	0.42	0.64	0.47	0.18	0.86	0.43	0.76	3.76	0.85
Marrón (Corrugado)	2.48	3.14	3.26	1.92	5.21	1.98	1.97	19.96	4.52
Mixto (tapas de cuaderno, revistas, otros similares)	0.54	1.12	0.6	0.41	2.94	0.09	0.75	6.45	1.46
1.2.3. Vidrio	2.02	4.21	1.96	5.33	6.14	4.16	1.75	25.57	5.79
Transparente	0.52	0.98	0.86	2.18	1.85	0.94	0.88	8.21	1.86
Otros colores (marrón – ámbar, verde, azul, entre otros)	0.64	1.96	0.84	0.97	1.93	2.57	0.87	9.78	2.22
Otros (vidrio de ventana)	0.86	1.27	0.26	2.18	2.36	0.65		7.58	1.72
1.2.4. Plástico	4.03	3.35	5.25	5.78	7.43	5.35	8.87	40.06	9.08
PET-Tereftalato de polietileno (1) (aceite y botellas de bebidas y agua, entre otros similares)	1.41	1.52	2.89	2.46	3.16	1.38	3.94	16.76	3.80
PEAD-Polietileno de alta densidad (2) (botellas de lácteos, shampoo, detergente líquido, suavizante)	0.24	0.28	0.36	1.82	1.52	1.6	1.36	7.18	1.63
PEBD -Polietileno de baja densidad (4) (empaques de alimentos, empaques de plástico de papel higiénico, empaques de detergente, empaque film)	0.71	0.26	0.31	0.54	0.63	0.84	0.95	4.24	0.96

PP-polipropileno (5) (balde, tinas, rafia, estuches negros de CD, tapas de bebidas, tapers)	0.84	0.45	0.39	0.72	0.86	0.64	1.42	5.32	1.21
PS -Poliestireno (6) (tapas cristalinas de Cds, micas, vasos de yogurt, cubetas de helado, envases de lavavajilla)	0.64	0.75	0.81	0.24	1.26	0.8	0.82	5.32	1.21
PVC-Policloruro de vinilo (3) (Tuberías de agua, desagüe y eléctricas)	0.19	0.09	0.49			0.09	0.38	1.24	0.28
1.2.5. Tetra brik (envases multicapa)	0.4	0.3	0.47	0.23	0.21	0.43	0.4	2.44	0.55
1.2.6. Metales	1.94	1.77	1.45	2.29	2.69	1.44	1.11	12.69	2.87
Latas-hojalata (latas de leche, atún, entre otros)	1.8	1.72	0.89	0.71	1.44	1.21	0.55	8.32	1.88
Acero								0	0.00
Fierro	0.14			0.72	1.16			2.02	0.46
Aluminio								0	0.00
Otros Metales		0.05	0.56	0.86	0.09	0.23	0.56	2.35	0.53
1.2.7. Textiles (telas)	0.96	0.31	0.22	1.22	1.96	0.63	0.26	5.56	1.26
1.2.8. Caucho, cuero, jebe	0.05	0	0.04	1.49	0.15	0.39	0.09	2.21	0.50
2. Residuos no reaprovechables									22.60
Bolsas plásticas de un solo uso	1.26	2.54	2.16	2.19	4.96	3.14	4.84	21.09	4.78
Residuos sanitarios (Papel higiénico/Pañales/toallas sanitarias, excretas de mascotas.)	2.19	2.26	3.19	2.24	2.54	1.84	2.4	16.66	3.77
Pilas	0.09		0.15	0.56			0.22	1.02	0.23
Tecnopor (poliestireno expandido)	0.62	0.63		0.24		0.21	0.23	1.93	0.44
Residuos inertes (tierra, piedras, cerámicos, ladrillos, entre otros)	5.24	3.49	6	6.16	6.38	8.05	5.22	40.54	9.18
Restos de medicamentos	0.09	0.06	0.84	0.26	0.65	0.58	0.49	2.97	0.67
Envolturas de snacks, galletas, caramelos, entre otros	0.95	1.15	1.86	1.23	1.25	0.92	1.16	8.52	1.93
Otros residuos no categorizados	0.19	1.21	0.24	0.56	3.28	0.57	0.97	7.02	1.59
TOTAL	60.67	54.71	63.77	58.04	90.37	53.47	60.37	441.4	100.00

Anexo 10: Composición de los residuos sólidos no domiciliarios

TIPO DE RESIDUO SÓLIDO	COMPOSICIÓN							TOTAL	COMPOSICIÓN PORCENTUAL
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7		
	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	%
1. Residuos aprovechables	47.2	44.6	58.81	62.55	54.35	52.54	108.19	356.19	79.36
1.1. Residuos Orgánicos	33.12	25.95	39.91	35.67	35.06	28.17	86.93	225.37	50.22
Residuos de alimentos (restos de comida, cascara, restos de frutas, verduras, hortalizas y otros similares)	26.06	18.7	31.6	24.52	27.01	19.78	23.51	167.31	37.28
Residuos de maleza y poda (restos de flores, hojas, tallos, grass, otros similares)	4.01	5.06	2.85	6.55	5.84	3.3	60.16	33.17	7.39
Otros orgánicos (estiércol de animales menores, huesos y similares)	3.05	2.19	5.46	4.6	2.21	5.09	3.26	24.89	5.55
1.2. Residuos Inorgánicos	14.08	18.65	18.9	26.88	19.29	24.37	21.26	130.82	29.15
1.2.1. Papel	1.34	1.3	2.12	1.57	3.03	3.05	2.45	12.53	2.79
Blanco	0.47	0.09	0.82		0.35	0.77	1.19	3.09	0.69
Periódico	0.32		0.21		0.14	0.36	0.35	0.72	0.16
Mixto (páginas de cuadernos, revistas, otros similares)	0.55	1.21	1.09	1.57	2.54	1.92	0.91	8.72	1.94
1.2.2. Cartón	3.62	4.63	5.89	4.92	5.77	7.49	6.3	37.08	8.26
Blanco (liso y cartulina)	0.08	0.28			0.58	0.54	0.5	1.5	0.33
Marrón (Corrugado)	2.84	3.36	5.3	3.32	5.01	6.35	4.6	30.66	6.83
Mixto (tapas de cuaderno, revistas, otros similares)	0.7	0.99	0.59	1.6	0.18	0.6	1.2	4.92	1.10
1.2.3. Vidrio	2.4	2.88	3.44	5.88	2.92	3.09	3.67	21.57	4.81
Transparente	0.9	1.31	2.38	2.86	1.19	2.26	1.71	11.61	2.59
Otros colores (marrón – ámbar, verde, azul, entre otros)	0.73	0.45	0.25	0.8	0.61	0.5	1.96	4.29	0.96
Otros (vidrio de ventana)	0.77	1.12	0.81	2.22	1.12	0.33	0	5.67	1.26
1.2.4. Plástico	4.74	5.46	4.37	6.99	5.38	7.11	5.81	35.96	8.01
PET-Tereftalato de polietileno (1) (aceite y botellas de bebidas y agua, entre otros similares)	1.93	3.8	1.84	2.85	1.13	3.9	2.98	17.27	3.85
PEAD-Polietileno de alta densidad (2) (botellas de lácteos, shampoo, detergente líquido, suavizante)	0.97	0.17	1.22	2.18	1.54	1.08	1.58	8.62	1.92
PEBD -Polietileno de baja densidad (4) (empaques de alimentos, empaques de plástico de papel higiénico, empaques de detergente, empaque film)	0.86	0.52	0.51	1.17	1.25	0.24	0.64	4.35	0.97
PP-polipropileno (5) (balde, tinas, rafia, estuches negros de CD, tapas de bebidas, tapers)	0.75	0.41	0.26	0	0.91	1.45	0.25	3.29	0.73

PS -Poliestireno (6) (tapas cristalinas de Cds, micas, vasos de yogurt, cubetas de helado, envases de lavavajilla)	0.23	0.56	0.54	0.74	0.55	0.44	0.28	2.34	0.52
PVC-Policloruro de vinilo (3) (Tuberías de agua, desagüe y eléctricas)				0.05			0.08	0.09	0.02
1.2.5. Tetra brik (envases multicapa)	0.61	0.81	0.96	0.86	0.57	1.05	0.69	5.55	1.24
1.2.6. Metales	1.18	3.21	1.59	5.19	1.39	1.99	1.86	14.28	3.18
Latas-hojalata (latas de leche, atún, entre otros)	0.86	1.29	0.94	1.8	0.89	0.98	1.54	7.4	1.65
Acero					0.06			0.04	0.01
Fierro	0.3	1.92	0.51	3.39	0.37	0.94	0.32	6.66	1.48
Aluminio								0	0.00
Otros Metales	0.02		0.14		0.07	0.07		0.18	0.04
1.2.7. Textiles (telas)	0.06	0.31	0.19	0.3		0.5	0.07	1.43	0.32
1.2.8. Caucho, cuero, jebe	0.13	0.05	0.34	1.17	0.23	0.09	0.41	2.42	0.54
2. Residuos no reaprovechables	15.4	12.87	17.49	15.05	11.55	10.13	16.43	92.62	20.64
Bolsas plásticas de un solo uso	3.86	2.24	5.58	4.26	3.1	2.8	3.91	24.23	5.40
Residuos sanitarios (Papel higiénico/Pañales/toallas sanitarias, excretas de mascotas.)	0.46	0.14	0.96	0.75	1.16	0.74	0.52	3.88	0.86
Pilas		0.03			0.03	0.04		0.04	0.01
Tecnopor (poliestireno expandido)	0.79	0.99	0.84	1.36	0.87	0.92	0.98	5.97	1.33
Residuos inertes (tierra, piedras, cerámicos, ladrillos, entre otros)	9.36	7.74	8.66	7.56	5.18	4.34	10.13	51.84	11.55
Restos de medicamentos	0.39	0.61	0.55	0.54	0.31	0.37	0.26	2.33	0.52
Envolturas de snacks, galletas, caramelos, entre otros	0.54	0.59	0.57	0.58	0.9	0.88	0.63	3.79	0.84
Otros residuos no categorizados		0.53	0.33			0.04		0.54	0.12
TOTAL	62.6	57.47	76.3	77.6	65.9	62.67	124.62	448.81	100