

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental

Tesis

**Propuesta de un diseño de relleno sanitario en el
distrito de Pachamarca, provincia Churcampa ,
Huancavelica, 2022**

Brayam Filbert Muñoz Estrada

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Ambiental

Huancayo, 2024

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TESIS

A : Felipe Nestor Gutarra Meza
Decano de la Facultad de Ingeniería

DE : Steve Dann Camargo Hinostraza
Asesor de tesis

ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de tesis

FECHA : 26 de febrero de 2024

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para saludarlo y en vista de haber sido designado asesor de la tesis titulada: "**PROPUESTA DE UN DISEÑO DE RELLENO SANITARIO EN EL DISTRITO DE PACHAMARCA PROVINCIA CHURCAMP, HUANCVELICA - 2022**", perteneciente al/la/los/las estudiante(s) **BRAYAM FILBERT MUÑOZ ESTRADA**, de la E.A.P. de **Ingeniería Ambiental**; se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 8 % de similitud (informe adjunto) sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores SI NO
(Nº de palabras excluidas: 05)
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI NO

En consecuencia, se determina que la tesis constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad.

Recae toda responsabilidad del contenido de la tesis sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios de legalidad, presunción de veracidad y simplicidad, expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales – RENATI y en la Directiva 003-2016-R/UC.

Esperando la atención a la presente, me despido sin otro particular y sea propicia la ocasión para renovar las muestras de mi especial consideración.

Atentamente,



Asesor de tesis

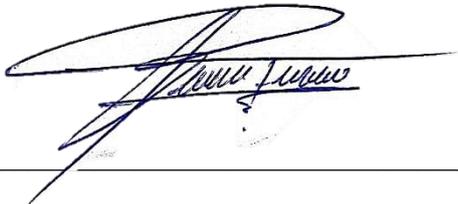
DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD

Yo, **Brayam Filbert Muñoz Estrada**, identificado(a) con Documento Nacional de Identidad No. 60047265, de la E.A.P. de **Ingeniería Ambiental** de la Facultad de Ingeniería la Universidad Continental, declaro bajo juramento lo siguiente:

1. La tesis titulada: "**PROPUESTA DE UN DISEÑO DE RELLENO SANITARIO EN EL DISTRITO DE PACHAMARCA PROVINCIA CHURCAMP, HUANCVELICA - 2022**", es de mi autoría, la misma que presento para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas, por lo que no atenta contra derechos de terceros.
- 3.
4. La tesis es original e inédita, y no ha sido realizado, desarrollado o publicado, parcial ni totalmente, por terceras personas naturales o jurídicas. No incurre en autoplagio; es decir, no fue publicado ni presentado de manera previa para conseguir algún grado académico o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, pues no son falsos, duplicados, ni copiados, por consiguiente, constituyen un aporte significativo para la realidad estudiada.

De identificarse fraude, falsificación de datos, plagio, información sin cita de autores, uso ilegal de información ajena, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a las acciones legales pertinentes.

26 de febrero de 2024.



Brayam Filbert Muñoz Estrada

DNI. No. 60047265

PROPUESTA DE UN DISEÑO DE RELLENO SANITARIO EN EL DISTRITO DE PACHAMARCA PROVINCIA CHURCAMPÁ, HUANCÁVELICA – 2022

ORIGINALITY REPORT

8%

SIMILARITY INDEX

5%

INTERNET SOURCES

3%

PUBLICATIONS

6%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	Submitted to Universidad Continental Student Paper	5%
2	hdl.handle.net Internet Source	2%
3	dspace.unitru.edu.pe Internet Source	<1%
4	Submitted to Universitas Diponegoro Student Paper	<1%
5	repositorio.upt.edu.pe Internet Source	<1%
6	repositorio.continental.edu.pe Internet Source	<1%
7	repositorio.unp.edu.pe Internet Source	<1%
8	repositorio.urp.edu.pe Internet Source	<1%

9

RIVAS OYOLA NILTON ERNESTO. "EIA-SD Categoría II de la Infraestructura de Disposición Final, Planta de Valorización y Centro de Acopio de Residuos Sólidos Municipales del Proyecto Mejoramiento y Ampliación de la Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales en la Ciudad de Ferreñafe y Ampliación del Servicio de Disposición Final para las Ciudades de Pueblo Nuevo y Manuel Antonio Mesones Muro, Provincia de Ferreñafe, Departamento de Lambayeque-IGA0017525", R.G.M. N°0177-2019-MPF/GM, 2022

Publication

<1 %

10

PERU WASTE INNOVATION S.A.C. - PWI S.A.C.. "EIA-SD del Proyecto Relleno Sanitario, Planta de Tratamiento de Residuos Orgánicos y Planta de Separación de Residuos Inorgánicos Reciclables para la Ciudad de Orcopampa-IGA0002853", R.D. N° 568-2015/DSB/DIGESA/SA, 2021

Publication

<1 %

11

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Student Paper

<1 %

12

tesis.usat.edu.pe

Internet Source

<1 %

13

CONSORCIO FICHTNER GMBH & CO. KG -
CONSULTORIA Y DIRECCION DE PROYECTOS
- CYDEP S.A.S.. "DIA del Proyecto Relleno
Sanitario para el Distrito de Pozuzo, Provincia
de Oxapampa, Departamento de Pasco-
IGA0000132", R.D. N° 484-
2014/DSB/DIGESA/SA, 2020

Publication

<1 %

14

purl.org
Internet Source

<1 %

15

GONZALES CUADRADO RICHARD VIRGILIO.
"PMR de la Municipalidad Distrital de
Monobamba 2019-IGA0014724", R.A. N° 181-
2019-DA-MDM, 2021

Publication

<1 %

16

"Instrumento de evaluación dinámica basado
en cómics para medir la comprensión lectora
en alumnos de tercero básico", Pontificia
Universidad Catolica de Chile, 2016

Publication

<1 %

17

Submitted to Universidad Nacional de San
Cristóbal de Huamanga

Student Paper

<1 %

18

AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE
SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - AMBIDES
S.A.C.. "DIA del Proyecto Relleno Sanitario
Manual y Planta de Aprovechamiento de

<1 %

Residuos Sólidos del Distrito de Hualla,
Provincia de Víctor Fajardo, Región Ayacucho-
IGA0002266", R.D. N° 163-
2013/DSB/DIGESA/SA, 2022

Publication

19

CONSORCIO ORIENTAL CONSULTANTS-
CESEL-GEA. "DIA del Proyecto Ampliación y
Mejoramiento de la Gestión Integral de los
Residuos Sólidos Municipales en los Centros
Poblados Urbanos de las Localidades de
Pedro Ruiz Gallo, Shipasbamba, San Carlos,
Cuispes, Churuja y San Pablo de Valera y los
Centros Rurales de Suyubamba, Chosgón,
San Gerónimo y Cocachimba, Provincia de
Bongará - Amazonas-IGA0000863", R.A. N°
160-2016-MPB, 2021

<1 %

Publication

20

GUERRERO TORRES YOEL RICARDO. "EIA-SD
del Proyecto Denominado Mejoramiento y
Ampliación de la Gestión Integral de Residuos
Sólidos Municipales en la Ciudad de Cerro de
Pasco, Provincia de Pasco - Pasco-
IGA0018159", R.G. N° 0119-2022-GMPP-A/GM,
2022

<1 %

Publication

21

PERU WASTE INNOVATION S.A.C. - PWI S.A.C..
"EIA-SD del Proyecto Relleno Sanitario, Planta
de Tratamiento de Residuos Orgánicos y

<1 %

Planta de Separacion de Residuos Inorgánicos
Reciclables para el Distrito, Provincia y
Departamento de Puno-IGA0000666", R.D. N°
06-2013/DSB/DIGESA/SA, 2020

Publication

22

AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE
SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - AMBIDES
S.A.C.. "EIA-SD del Proyecto Planta de
Transferencia de Residuos Sólidos
Inorgánicos de la Localidad de Chiclayo-
IGA0003707", R.D. N° 364-
2015/DSB/DIGESA/SA, 2020

<1 %

Publication

Exclude quotes On

Exclude matches < 5 words

Exclude bibliography On

AGRADECIMIENTOS

Gracias a dios por darle la vida a mis padres, por bendecir mi hogar y también por haberme permitido conocerle, agradezco a mis padres por apoyarme durante la elaboración de la presente tesis, por su paciencia, su comprensión y sobre todo su confianza y amor, así mismo también agradezco al Mg. Ing. Steve Dann Camargo Hinostraza por guiarme durante el desarrollo de esta tesis.

Agradezco también a todas las personas que me apoyaron, me dieron alientos y creyeron en la realización de esta tesis que es un nuevo triunfo para mí.

DEDICATORIA

En memoria a Dios todo poderoso que es el forjador de mi vida, el que guía mi camino y me levanta de cada tropiezo.

A mis padres por brindarme siempre ese apoyo incondicional en cada cosa que hago y por formarme como una persona con buenos principios.

A todas las personas que me apoyaron y creyeron en mí, para que esta tesis se concluya y se convierta en un paso más en esta escalera de la vida.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	2
DEDICATORIA	3
RESUMEN	9
INTRODUCCIÓN	11
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.....	13
1.1. Planteamiento y formulación del problema	13
1.1.1. Problema general	15
1.1.2. Problemas específicos.....	15
1.2. Objetivos	16
1.2.1. Objetivo general.....	16
1.2.2. Objetivos específicos	16
1.3. Justificación e importancia.....	17
1.4. Hipótesis.....	17
1.5. Operacionalización de variables.....	18
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	19
2.1. Antecedentes de la investigación	19
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	19
2.1.2. Antecedentes nacionales	20
2.1.3. Antecedentes regionales y locales	22
2.2. Bases teóricas	26
2.1.1. Residuos sólidos.....	26
2.1.2. Clasificación de los residuos sólidos:	26
2.1.3. Los procesos de los residuos solidos	27
2.1.4. Tipos de disposición final de los residuos sólidos	27
2.1.5. Clasificación del relleno sanitario según su tipo de operación	28
2.1.6. Método constructivo del relleno sanitario.....	29
2.1.7. Criterios para la selección de área para el relleno sanitario.....	31
2.1.8. Parámetros del relleno sanitario.....	32
2.2. Definición de términos básicos	34
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	36
3.1. Método y alcance de la investigación	36
3.1.1. Método general	36
3.1.2. Método específico.....	36
3.1.3. Tipo de investigación.....	36
3.1.4. Nivel de investigación.....	36
3.2. Diseño de la investigación.....	36

3.3.	Población y muestra	37
3.3.1.	Población.....	37
3.3.2.	Muestra	37
3.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	37
3.4.1.	Técnicas	37
3.4.2.	Instrumentos.....	37
3.4.3.	Materiales.....	38
3.4.4.	Procedimientos.....	39
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN		43
4.1.	Estudio de caracterización de residuos sólidos en el distrito de Pachamarca provincia Churcampá, Huancavelica.....	43
4.1.1.	Estudio de caracterización de residuos sólidos domiciliarios.....	43
4.1.2.	Estudio de caracterización de residuos sólidos no domiciliarios y especiales	51
4.2.	Resultados de la ubicación del relleno sanitario en el distrito de Pachamarca provincia Churcampá, Huancavelica - 2022.	59
4.2.1.	Propuestas de ubicación para el relleno sanitario	59
4.2.2.	Calificación de alternativas.....	70
4.3.	Dimensionamiento del relleno sanitario.....	71
4.3.1.	Selección del método	72
4.3.2.	Cálculo de la cantidad de residuos sólidos a disponer.....	72
4.3.3.	Proyección de la generación de residuos sólidos.....	73
4.3.4.	Capacidad útil del relleno sanitario.....	74
4.3.5.	Área total del relleno sanitario.....	75
4.3.6.	Capacidad útil de diseño	76
4.3.7.	Cálculo de la generación de lixiviados	78
4.3.8.	Distribución general de la infraestructura.....	80
5.	Discusión de resultados.....	81
CONCLUSIONES		83
RECOMENDACIONES.....		84
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		86

Índice de Tablas

Tabla 1 Materiales utilizados en la investigación	39
Tabla 2 Equipos utilizados en la investigación.....	40
Tabla 3 Resultados de la generación per cápita de los residuos sólidos domiciliarios	44
Tabla 4 Resultados de la proyección de la población al año 2022	44
Tabla 5 cantidad de residuos sólidos del distrito de Pachamarca	45
Tabla 6 cálculo de la densidad de residuos sólidos de cada día.....	46
Tabla 7 promedio de la densidad de los residuos sólidos domiciliarios	48
Tabla 8 Composición física de los residuos sólidos domiciliarios	48
Tabla 9 Porcentaje de humedad de los residuos sólidos domiciliarios.....	51
Tabla 10 Número de fuentes de generación del tipo no domiciliarios en el distrito de Pachamarca	51
Tabla 11 Generación diaria y anual de residuos provenientes de establecimientos comerciales	52
Tabla 12 Generación diaria y anual de residuos provenientes de hoteles.....	52
Tabla 13 Generación diaria y anual de residuos provenientes de restaurantes.....	53
Tabla 14 Generación diaria y anual de residuos provenientes de instituciones públicas y privadas.....	53
Tabla 15 Generación diaria y anual de residuos provenientes de instituciones educativas.....	54
Tabla 16 Generación diaria y anual de residuos provenientes del barrido de calles ...	54
Tabla 17 Generación diaria y anual de residuos especiales provenientes de ferias.....	55
Tabla 18 Generación total de residuos sólidos municipales no domiciliarios	55
Tabla 19 Densidad de los residuos sólidos municipales no domiciliarios.....	56
Tabla 20 composición física de los residuos sólidos en establecimientos comerciales	57
Tabla 21 Porcentaje de humedad de los residuos sólidos no domiciliarios.....	59
Tabla 22 Porcentaje de humedad de los residuos sólidos especiales.....	59
Tabla 23 Calificación de propuestas para la ubicación del relleno sanitario	71
Tabla 24 Proyección de la población al año 2032	73
Tabla 25 Proyección de la generación de residuos sólidos.....	74
Tabla 26 Volumen mínimo útil.....	75
Tabla 27 Cálculo de la capacidad útil de diseño.....	76

Tabla 28 Volumen anual de residuos dispuestos	77
Tabla 29 Precipitación anual promedio del relleno sanitario.....	78
Tabla 30 Producción de aguas lixiviadas del relleno sanitario del distrito de Pachamarca	79

Índice de figuras

Figura 1 Método de trinchera o zanja	29
Figura 2 Método de área	30
Figura 3 Combinación de ambos métodos.....	30
Figura 4 Rangos de tamaño de muestra para la caracterización de RSM.....	41
Figura 5 composición de los residuos sólidos domiciliarios en el distrito de Pachamarca	50
Figura 6 Composición de los residuos sólidos de establecimientos comerciales	58
Figura 7 Mapa de ubicación del anexo mitoccasa donde se instalará el relleno sanitario.....	61
Figura 8 Mapa de ubicación del barrio Texas.....	62
Figura 9 Mapa del área de influencia del relleno sanitario propuesta A	63
Figura 10 Mapa del área de influencia del relleno sanitario propuesta B.....	64
Figura 11 Mapa de ruta de acceso a la propuesta A	65
Figura 12 Mapa de ruta de acceso a la propuesta B.....	66
Figura 13 Mapa de la ubicación de las áreas naturales protegidas por el estado.....	67
Figura 14 Mapa de sitios arqueológicos del distrito de Pachamarca	68
Figura 15 Mapa de uso de suelo de la propuesta A	69
Figura 16 Mapa de uso de suelo de la propuesta B.....	70
Figura 17 Método trinchera para realizar el relleno sanitario.....	72
Figura 18 Producción de aguas lixiviadas en un relleno sanitario.....	78

RESUMEN

La presente tesis titulada “Propuesta de un diseño de relleno sanitario en el distrito de Pachamarca provincia Churcampa, Huancavelica – 2022” busca proponer un diseño de relleno sanitario en el distrito de Pachamarca, se realizó una investigación del tipo pura o básica con un diseño de investigación no experimental transversal del tipo descriptivo. La población fue de 616 viviendas el cual comprende a toda la población del distrito de Pachamarca, la muestra también corresponde a las 616 viviendas.

Para realizar el estudio de caracterización de residuos sólidos se tomó como referencia a la guía para la caracterización de residuos sólidos municipales que fue elaborado por el MINAM (2019), para los residuos sólidos del tipo domiciliario se tuvo la participación de 85 viviendas y ayudó a determinar la generación per-cápita que es de 0.49 kg/hab/día y la densidad que es de 106.75 kg/m³. En la composición de residuos sólidos se tuvo un 51% de residuos orgánicos, un 27% de residuos inorgánicos y un 22% de residuos no aprovechables, además, en el análisis de humedad se tuvo un resultado de 36.61%. En los residuos sólidos del tipo no domiciliario se tuvo los siguientes resultados: la generación de residuos sólidos para los establecimientos comerciales es de 61.28 kg/día, en los hoteles es de 11.35 kg/día, restaurantes 33.03 kg/día, instituciones públicas y privadas 4.74 kg/día, instituciones educativas 23.35 kg/día y del barrido de calles 17.63 kg/día, además, en el análisis de humedad se tiene un resultado de 31.57 %.

Para determinar la ubicación del relleno sanitario se tomó como referencia la guía para la opinión técnica favorable del estudio de selección de área para infraestructuras de tratamiento, transferencia y disposición final de residuos sólidos, se realizó la evaluación de dos propuestas de ubicación los cuales fueron el Centro Poblado de Mitoccasa y el Barrio Texas, en el cual se aplicó los criterios de selección, como es la distancia a la población más cercana, distancia a fuentes de agua superficial, área de terreno, estimación de vida útil, disponibilidad de terreno, accesibilidad al sitio, área natural protegida, área arqueológica, uso actual de suelo y barrera natural sanitaria, se obtuvo un puntaje de 4.88 para el Centro Poblado de Mitoccasa y un puntaje de 4.1 para el Barrio Texas, mostrando resultados más óptimos el centro poblado de Mitoccasa.

Para determinar el dimensionamiento del relleno sanitario se tomó como referencia a la guía de: Diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario manual, y se obtuvieron los siguientes resultados: el relleno sanitario tendrá una vida útil de 10.59 años, será del tipo manual con el método de trinchera o zanja, tendrá un volumen útil acumulado de 10035.11 m³. para lo cual será necesario 3 zanjas cada uno con un largo superior de 65m, un ancho superior de 25m, altura de 2.5m, largo inferior de 60 m y un ancho inferior de 20 m. además, es necesario un área mínima de 5173.24 m².

Palabras claves: Residuos sólidos, estudio de caracterización, ubicación del relleno sanitario, dimensionamiento, relleno sanitario.

ABSTRACT

This thesis entitled "Proposal for a sanitary landfill design in the district of Pachamarca, Churcampa province, Huancavelica - 2022" seeks to propose a sanitary landfill design in the district of Pachamarca, a pure or basic investigation was carried out with a non-experimental cross-sectional research design of the descriptive type. The population was 616 homes, which includes the entire population of the Pachamarca district, the sample also corresponds to the 616 homes.

To carry out the solid waste characterization study, the Guide for the characterization of municipal solid waste that was prepared by MINAM (2019) was taken as a reference. For solid waste of the household type, 85 households participated and helped determine the per-capita generation, which is 0.49 kg/inhab/day and the density, which is 106.75 kg/m³. In the composition of solid waste there was 51% organic waste, 27% of inorganic waste and 22% of unusable waste, in addition, in the moisture analysis there was a result of 36.61%. In non-domestic solid waste, the following results were obtained: the generation of solid waste for commercial establishments is 61.28 kg/day, in hotels it is 11.35 kg/day, restaurants 33.03 kg/day, public and private institutions 4.74 kg/day, educational institutions 23.35 kg/day and street sweeping 17.63 kg/day, in addition, in the moisture analysis there is a result of 3.157%.

To determine the location of the sanitary landfill, the Guide for the favorable technical opinion of the area selection study for solid waste treatment, transfer and final disposal infrastructures was taken as a reference, the evaluation of two location proposals was carried out, which were the Mitoccasa Population Center and the Texas Neighborhood, in which the selection criteria were applied, such as the distance to the nearest population, distance to surface water sources, land area, useful life estimation, land availability, accessibility to the site, protected natural area, archaeological area, use current soil and natural sanitary barrier, a score of 4.88 was obtained for the Mitoccasa Populated Center and a score of 4.1 for the Barrio Texas, showing more optimal results for the Mitoccasa populated center.

To determine the dimensioning of the sanitary landfill, the Guide for: Design, construction, operation, maintenance and closure of manual sanitary landfill was taken as a reference, and the following results were obtained: the sanitary landfill will have a useful life of 10 years, the sanitary landfill will be of the manual type with the trench or ditch method, it will have an accumulated useful volume of 9948.53 m³. for which 3 trenches will be necessary, each with a length of more than 65m, a width of more than 25m, a height of 2.5m, bottom length 60m and bottom width 20m. In addition, a minimum area of 5173.24 m² is necessary.

Keywords: Solid waste, characterization study, location of the sanitary landfill, sizing, sanitary landfill.

INTRODUCCIÓN

Si la gestión de residuos sólidos en el Perú es realizada por una persona natural o jurídica, la ley general de residuos sólidos y los lineamientos de la política ambiental nacional del Perú(1).

Hoy, relleno sanitario se refiere a una instalación de disposición final de residuos sólidos que no se pueden reciclar ni utilizar, minimizando su impacto ambiental y reduciendo los riesgos e impactos en la salud de dichos residuos por procesos reducidos, planificados y diseñados son los mejores porque son eficientes, económicos y tienen la menor inversión de capital, este es el método de disposición final conocido y más popular(2).

El relleno sanitario manual es una técnica para la remoción de residuos sólidos del suelo sin causar daño o peligro a la salud y seguridad del público. No hay daño al medio ambiente durante o después de la operación. Esta técnica utiliza principios de ingeniería para mantener los desechos en un área lo más pequeña posible y realiza trituración y compresión diarias para reducir el volumen. También predice problemas potenciales causados por líquidos y gases producidos en rellenos sanitarios manuales debido a la descomposición de materia orgánica (3).

Existen límites para las técnicas de llenado manual. La compactación del material es ineficaz y, por tanto, la estabilidad del cuerpo de desechos no soporta grandes altitudes. Esta situación requiere más espacio, lo que resulta en una mayor producción de lixiviados. Sin embargo, estas limitaciones son generalmente la solución más práctica para ciudades autónomas, pequeñas comunidades, pueblos aislados y ciudades con financiación insuficiente(4).

Actividades infantiles que siempre desperdician. Sin embargo, en el mundo de los consumidores de hoy, la cantidad generada es enorme y para muchas personas el término “basura” es sinónimo de problemas. En las ciudades, el problema se ve agravado por la densidad de población. Se estima que la producción mundial per cápita supera 1 kg por día(5). El problema de los residuos sólidos domiciliarios existe en la mayoría de las ciudades y pueblos pequeños debido a una mala administración y tiende a agravarse en algunas áreas por muchos factores como el rápido crecimiento de la población y la concentración en el mercado de las áreas urbanas y el desarrollo industrial. Debido a los cambios en los hábitos de consumo y al uso generalizado de envases, embalajes y materiales desechables, la cantidad de residuos ha aumentado significativamente (6).

La generación de residuos depende de factores como el consumo, el poder adquisitivo y los hábitos. Por ejemplo, las grandes ciudades de los Estados Unidos producen un promedio de 1.5 a 3 kg por persona por día. Sin embargo, para los países de América Latina, donde los recursos son limitados y se necesita tiempo para desarrollar una cultura de reciclaje, el relleno sanitario es una opción segura en el mediano a corto plazo que respeta el medio ambiente y en comparación con otros métodos como el ‘incinerador’(7).

La Organización Panamericana de la Salud reconoció la situación y afirmó: “Dado que un relleno sanitario no requiere de recursos técnicos o financieros importantes para operar, es un negocio al alcance de la ciudad y su uso. Hemos impulsado la forma definitiva de disposición de residuos sólidos.

La Agenda 21 conocida como Cumbre de la Tierra fue creada en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Desarrollo Ambiental en Río de Janeiro, República Federal de Brasil, en junio de 1992 (8). Ministerio del Ambiente (MINAM) propone implementar lineamientos de diseño, construcción y operación con la participación de los diferentes departamentos que conforman la “Red de instituciones de formación profesional en manejo integral de residuos sólidos, rellenos sanitarios para brindar a los municipios y proveedores de servicios de gestión de residuos sólidos (EPSRS) herramientas flexibles para implementar una agencia nacional de infraestructura para la disposición final de los residuos sólidos municipales” (1). La ciudadanía debe participar en el proceso de finalización del diagnóstico, colaborar en la identificación de problemas y comprometerse a resolverlos. Esto permite realizar encuestas y talleres con las partes interesadas, teniendo en cuenta las organizaciones públicas y privadas clave y las organizaciones de la sociedad civil. La caracterización de los residuos sólidos permite obtener información básica sobre las características de los residuos sólidos, en este caso municipales, incluyendo residuos domésticos y no vivos respectivamente. Esta información permite la planificación técnica y operativa de la gestión de residuos sólidos. Dos o más parcelas preseleccionadas se consideran alternativas para aprobar la evaluación y no se permiten los vertederos como alternativas para la evaluación. Cada zona debe estar identificada por su nombre oficial o de referencia (2).

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento y formulación del problema

Según el Banco Mundial en un informe publicado el 2018 denominado *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050* (9), menciona que los residuos sólidos son uno de los problemas más importantes a nivel mundial, además, en todo el mundo se genera anualmente 2010 millones de toneladas de residuos sólidos urbanos, si no se toman medidas correctivas se espera que para el 2050 los residuos crezcan en un 70% en comparación con los niveles actuales, la generación de estos en habitante/día es de 0.74 kg aproximadamente, aunque puede variar según los ingresos económicos (9).

En América latina y el Caribe, el 30% del total de residuos municipales, es decir, al menos 145.000 toneladas, aun se disponen en botaderos, se queman o se realizan otras prácticas inadecuadas (10). Así mismo el promedio de residuos sólidos domiciliarios generado es de 0.6 kg/hab/día y los residuos sólidos urbanos es de 0.9 kg/hab/día, además, los residuos sólidos domiciliarios representan un 76% de los residuos sólidos urbanos (6). El manejo de residuos sólidos tiene diversas etapas como son: generación, almacenamiento, recolección, transporte, transferencia, tratamiento y disposición final, en Latinoamérica el manejo de residuos sólidos se da solo en 2 etapas que son recolección y disposición final olvidando el tratamiento, reciclaje y aprovechamiento de los residuos sólidos, del mismo modo se deja al lado la disposición final adecuada minimizando los impactos negativos al ambiente, la mayoría de los países utilizan los famosos botaderos a cielo abierto sin el cuidado necesario y siguen recolectando los residuos sin una previa clasificación(11).

Según el Organismo de Evaluación y Fiscalización ambiental (OEFA) en el Perú diariamente se genera 19000 toneladas de residuos sólidos municipales, esto equivalente a casi 7 millones de toneladas al año, así mismo en el Perú existen solo 34 rellenos sanitarios donde se dispone un 52 % del total de residuos generados y el 48% restante son vertidos en los botaderos, estas prácticas informales acarrear riesgos a la salud de la población, tanto a las comunidades que se ubican a su alrededor como también a los trabajadores informales de los botaderos (9). A la misma vez, todas estas prácticas tienen impactos ambientales graves, se contaminan los cuerpos de agua superficial y subterráneos, se emiten gases de efecto invernadero y contaminantes tóxicos al aire sin dejar de al lado la contaminación al suelo (10)

La mala gestión de residuos sólidos municipales siempre fué un problema debido a las dificultades que puede acarrear, no solo impactos en el ambiente sino también en la salud de la población. A si mismo tras la pandemia del COVID-19 se incrementaron la cantidad de residuos sólidos, sobre todo los biocontaminados los cuales son generados

principalmente por pacientes COVID-19. dichos residuos podrían convertirse en vehículos transmisores del COVID-19 y complicar la situación en la que nos encontramos por la mutación y las nuevas variantes del virus (12).

En el distrito de Pachamarca provincia Churcampa región Huancavelica la gestión de residuos sólidos se resume solo en cuatro procesos que son: la generación, recolección, transporte y disposición final, la recolección de los residuos sólidos se da 2 veces a la semana por el personal de la Municipalidad distrital de Pachamarca, seguidamente es llevado al botadero informal ubicado en el barrio Texas a unos 3 kilómetros de la plaza principal de Pachamarca, estos residuos son dispuestos sin un previo tratamiento o reciclaje para minimizar los impactos. En la fase de disposición final, como antes mencionado se lleva a un botadero en el cual todos los residuos sin excepción son quemados al aire libre generando así gases de efecto invernadero altamente tóxicos. Estas malas prácticas de quemar los residuos sólidos se llevan durante ya casi 4 años. La población menciona que ya se quejaron con la municipalidad, pero no obtuvieron ninguna acción por parte de ellos.

Los residuos sólidos se queman durante varios días siendo notorio desde varios kilómetros de distancia, así mismo emanan un olor putrefacto y muy desagradable que las corrientes de viento llevan a lugares transitados como son los recreos turísticos, los residuos sólidos en su mayoría son residuos orgánicos y no logran quemarse, además, estos residuos se encuentran al aire libre y no son cubiertos con tierra provocando la propagación de roedores y moscas que incluso se pueden observar en los recreos turísticos, Es así como la gestión de residuos sólidos en el distrito de Pachamarca se encuentra en un estado crítico.

1.1.1. Problema general

- ¿La propuesta de diseño de un relleno sanitario mejorará la gestión de residuos sólidos en el distrito de Pachamarca provincia Churcampa región Huancavelica 2022?

1.1.2. Problemas específicos

- ¿Cómo hallar la generación per cápita, densidad, clasificación y humedad de los residuos sólidos del distrito de Pachamarca provincia Churcampa, Huancavelica – 2022?
- ¿Dónde será la ubicación del relleno sanitario del distrito de Pachamarca provincia Churcampa, Huancavelica – 2022?
- ¿Cuál será el volumen y área del diseño del relleno sanitario en el distrito de Pachamarca provincia Churcampa, Huancavelica – 2022?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

- Proponer un diseño de relleno sanitario en el distrito de Pachamarca provincia Churcampa, Huancavelica - 2022.

1.2.2. Objetivos específicos

- Realizar el estudio de caracterización de residuos sólidos en el distrito de Pachamarca provincia Churcampa, Huancavelica - 2022.
- Determinar la ubicación del relleno sanitario en el distrito de Pachamarca provincia Churcampa, Huancavelica - 2022.
- Determinar el dimensionamiento del relleno sanitario en el distrito de Pachamarca provincia Churcampa, Huancavelica - 2022.

1.3. Justificación e importancia

El presente trabajo tiene como finalidad proponer un diseño de las dimensiones del relleno sanitario partiendo de un estudio de caracterización de residuos sólidos para mejorar la gestión de residuos sólidos y por ende, poder reducir la contaminación ambiental y los problemas a la salud que trae el botadero informal de residuos sólidos municipales en el distrito de Pachamarca, provincia Churcampa, región Huancavelica. Este distrito tiene 5 centros poblados más el distrito capital, de los cuales, la recolección de residuos se da 2 veces por semana solo en el distrito capital y 2 centros poblados más cercanos como Paltamarca y Ccoyllorpancca, todos los residuos recolectados son llevados a un botadero ubicado en el barrio Texas a 2 km del distrito de Pachamarca, este botadero no cuenta con cercos perimétricos para impedir la entrada de animales y personas.

Los problemas que se ocasionan tienen mayor relevancia cuando estos residuos son quemados al aire libre sin tomar consideración la gran cantidad de gases tóxicos que se libera al ambiente, este acto genera mal olor en un radio de 500 m de distancia, cabe mencionar que el botadero también se encuentra cercano a un recreo turístico. El humo que se genera por la incineración de los residuos sólidos para reducir su tamaño es notorio a varios kilómetros de distancia gracias a la geografía del distrito. Además, este botadero es foco infeccioso de enfermedades ya que no se toma control de roedores, moscas y zancudos que se reproducen en el mismo.

Por lo que en la presente tesis el objetivo es proponer el diseño de un relleno sanitario para el distrito de Pachamarca, con esto se espera ayudar con los estudios preliminares para una posterior ejecución y así reducir los impactos que tiene en la calidad de aire, suelo y agua, además, de reducir los riesgos a la salud de las personas y animales cerca de allí.

1.4. Hipótesis

Sampieri menciona “no en todas las investigaciones cuantitativas se plantean hipótesis, sólo se formulan hipótesis cuando se pronostica un hecho o dato” (13), en la presente investigación se tiene por objeto proponer un diseño de un relleno sanitario en el distrito de Pachamarca como estudios preliminares para la ejecución del proyecto, por lo que no se pronostica ningún hecho.

1.5. Operacionalización de variables

VARIABLES		DESCRIPCIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Interviente	RESIDUOS SÓLIDOS	Cualquier tipo de objeto, elemento o sustancia la mayoría con características sólidas que resultan del uso o del consumo de un bien en actividades industriales, domésticas, comerciales, de servicio o institucionales.	En los residuos sólidos se toma en cuenta la cantidad y el tipo de residuo sólido como, industriales, hospitalarios, comerciales, domiciliarios y de construcción.	Tipo de residuos sólidos	industriales, hospitalarios, comerciales, domiciliarios, construcción de	Razón/proporción
				Cantidad de residuos sólidos	Cantidad de masa	Kg
Dependiente	DISEÑO DEL RELLENO SANITARIO	El relleno sanitario es una práctica de almacenamiento final de basura en la superficie, utilizando principios de ingeniería para almacenar los residuos sólidos sin afectar a la salud pública y la calidad ambiental.	En un relleno sanitario se toma en cuenta el tiempo de vida útil, así mismo también, el tipo de relleno sanitario entre ellos manual, mecanizado y semi-mecanizado, además es importante el volumen y el área del relleno sanitario.	Vida útil del relleno sanitario.	Tiempo	Años
				Tipo de relleno sanitario	Manual, mecanizado, semi-mecanizado.	Razón/proporción
				Volumen del Relleno Sanitario	Metros cúbicos por un tiempo determinado	(m ³ /año)
				Área del Relleno sanitario	Metros cuadrados	(m ²)

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

En la tesis titulada “PROPUESTA PARA EL DISEÑO DEL NUEVO RELLENO SANITARIO PARA EL MUNICIPIO DE AGUACHICA – CESAR, realizado en la Universidad Católica de Colombia, plantea como objetivo proponer el diseño de un relleno sanitario para el Municipio de Aguachica en Cesar con un análisis cuantitativo de producción de gases y lixiviados, Su metodología fue recopilar información necesaria para la estimación de la población futura, cantidad de residuos que ingresarán al relleno sanitario, además se procedió a determinar la localización del sitio en el cual se realizará el diseño del relleno sanitario obteniendo como resultados una población de 129293 habitantes para el año 2047 y una ubicación de 5 km de la cabecera municipal, Asimismo, recomienda hacer la cobertura diaria de los residuos sólidos que ingresa al relleno sanitario”(14).

En la tesis titulada “DISEÑO DE UN RELLENO SANITARIO MANUAL PARA EL RECINTO “CRISTÓBAL COLÓN - PROVINCIA DE ESMERALDAS, se tuvo como objetivo diseñar un relleno sanitario manual para el recinto Cristóbal Colón provincia de Esmeraldas; destinado a la disposición final de los residuos sólidos” el cual se realizó “en función de fuentes de investigación primarias y secundarias. Dentro de las fuentes primarias o de campo, se aplicó dos técnicas de investigación: encuestas y observación directa; mientras que en las fuentes secundarias, se utilizó revisión bibliográfica de estudios y tesis realizadas en el área del proyecto obteniendo como resultado que la producción per cápita real de 0.27 kg/hab/día, así como, su composición física, dando a conocer los residuos con mayor porcentaje de generación como son: 58.03% materia orgánica, 3.75% fundas plásticas, 3.06% botellas PET y 3.27%, papel” además, el autor recomienda replicar este tipo proyectos para pequeñas poblaciones de la región costa, dependiendo de las especificaciones de cada sitio, con el fin de proporcionar una buena disposición de los residuos sólidos, evitando daños en la salud pública y ambiente”(15)

En el artículo científico “TRATAMIENTO BIOLÓGICO DEL LIXIVIADO GENERADO EN EL RELLENO SANITARIO EL GUAYABAL DE LA CIUDAD SAN JOSÉ DE CÚCUTA tuvo como objetivo realizar un diagnóstico de calidad y cantidad del lixiviado generado en el relleno sanitario El Guayabal de la ciudad San José de Cúcuta, su metodología fue monitoreo de calidad y cantidad del lixiviado y arranque y operación de los sistemas a escala laboratorio con un sistema de biodiscos

en sus resultados y conclusiones mencionan que de acuerdo con el monitoreo de calidad y cantidad del lixiviado generado en el relleno sanitario El Guayabal, el caudal del lixiviado está en función de muchos factores. Tales como las condiciones meteorológicas del área de influencia, la cantidad y composición de los residuos sólidos dispuestos en el relleno sanitario, las actividades propias de la operación del relleno sanitario, entre otros, además, el sistema de biodiscos mostró una alta remoción de nitrógeno amoniacal; esto es muy importante, ya que este elemento causa eutrofización en fuentes hídricas. La eliminación del nitrógeno principalmente se ejerce por los procesos de nitrificación y desnitrificación que allí ocurren” (16).

En la investigación científica “Referentes mundiales en sistemas de gestión de residuos sólidos su objetivo fue identificar y describir los sistemas de gestión de residuos sólidos en América latina, tras una investigación cualitativa se obtuvo como resultado que países como Alemania, Suiza, Bélgica, Japón, Países Bajos, Suecia, Dinamarca y Noruega son los líderes en esta gestión, entretanto, para América Latina se vivencian bajos niveles de recuperación y tratamiento de residuos sólidos”(17).

En la tesis “LOCALIZACIÓN DE UN RELLENO SANITARIO EN EL CANTÓN NARANJAL, MEDIANTE PROCESO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO BASADO EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA el objetivo fue determinar la localización de los posibles lugares para un nuevo relleno sanitario en el cantón Naranjal, mediante el proceso de análisis jerárquico basado en sistemas de información geográfica” su metodología fue caracterizar la zona del actual relleno sanitario del cantón Naranjal e identificar las zonas con mayor y menor idoneidad para el emplazamiento de un nuevo sitio de disposición final de desechos sólidos obteniendo como resultado las coordenadas geográficas concernientes al sitio de disposición final de desechos sólidos naranjaleños, son las siguientes: 1: 0647956.26 9706330.10 2: 0648341.23 9706335.10 3: 0648286.58 9706205.04 4: 0648048.03 9706182.89 y 5: 0647956.59 9706162.09. además, el autor recomienda realizar estudios geohidrológicos, estructurales, edafológicos y tectónicos; pues, la evaluación de ellos demostrará la existencia o no de peligros geológicos vinculados con la ubicación del sitio”(15)

2.1.2. Antecedentes nacionales

En la tesis titulada “ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN DE UN RELLENO SANITARIO PARA LA LOCALIDAD DE TEMBLADERA - DISTRITO DE YONÁN se tuvo como objetivo realizar un estudio de pre factibilidad para la instalación de un relleno sanitario para la localidad de Tembladera, distrito de Yonán para lo cual se tomó información de estudios

realizados anteriormente como información estadística del INEI, informes de los Centros de Salud, y encuestas periódicas realizadas por la municipalidad, encuesta anual realizada por la municipalidad a la población, informe de registros de ingreso de residuos sólidos en los centros de acopio, Registros de actas de conformación de grupos de acción ciudadana a través de la oficina de desarrollo comunitario, etc., además uno de sus resultado fue que se necesitan 2.87 has, el cual incluye el área de almacenamiento de residuos sólidos y también áreas de apoyo: enfermería, vestuarios, talleres, administrativas. El relleno tendrá 10 años de operación donde necesitarán 5 celdas y podrá generar 2440.09 t CO₂. Y el autor recomienda sensibilizar para poder realizar proyectos de sistema de gestión ambiental y además concientizar a la población, puesto que no existe una cultura de cuidado del medio ambiente en la localidad de Tembladera” (18).

En la tesis titulada “DETERMINACION Y DIMENSIONAMIENTO DE RELLENO SANITARIO PARA EL DISTRITO DE SICUANI; CUSCO, 2016, tuvo como objetivo determinar y dimensionar un relleno sanitario para la disposición final de los residuos sólidos generados en el distrito de Sicuani, Cusco su metodología fue la evaluación del sitio propuesto para la instalación del relleno sanitario del distrito de Sicuani, obteniendo un total de 440.1 puntos; calificando la totalidad de criterios, esto corresponde a un 83.04% del puntaje total que establece la guía para la opinión técnica favorable de estudio de selección de área para infraestructuras de tratamiento, transferencia y disposición final de residuos sólidos elaborado por DIGESA, Además, su recomendación es en caso de construirse un relleno sanitario en el sitio propuesto se deberán establecer metodologías para que el relleno sanitario sea operado adecuadamente para evitar efectos de contaminación sobre las zonas aledañas”(5)

En la investigación titulada “UN ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA DE LA GESTIÓN MUNICIPAL DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL PERÚ Y SUS DETERMINANTES, tuvo como objetivo evaluar la gestión municipal de RSM mediante diversos indicadores económicos y ambientales referidos por la literatura, empleando el Registro Nacional de Municipalidades, provisto por el INEI, y data complementaria sobre contaminación” en sus resultados y conclusiones caracterizó la situación de la gestión de los RSM actualmente en el Perú, En la investigación se revisa literatura concerniente al marco normativo y legal, así como los antecedentes de la literatura existente para el Perú Además, ofreció dos propuestas metodológicas para la medición de la eficiencia de dicha gestión de RSM a nivel de municipalidades provinciales y municipalidades distritales, una mediante indicadores de gestión y otra por medio del método análisis envolvente de datos” (19).

En la tesis “EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA DE RELLENO SANITARIO PARA LA LOCALIDAD DE OCUVIRI, DISTRITO DE OCUVIRI, PROVINCIA DE LAMPA – PUNO. Tiene como objetivo evaluar el diseño de la infraestructura de relleno sanitario para la localidad de Ocuvirí para lo cual determinó la generación per cápita, producción de residuos domésticos, porcentaje de residuos domésticos, cobertura y porcentaje de aprovechamiento de residuos orgánicos e inorgánicos, como resultado se obtuvo la generación de residuos sólidos municipales a disponer por cada año durante los 10 años de vida útil del relleno sanitario y el autor recomienda realizar en los distritos en cuestión campañas de sensibilización de gran impacto positivo sobre reducción y reusó de residuos sólidos en la fuente”(20).

En la tesis titulada “DISEÑO DE UN RELLENO SANITARIO PARA EL DISTRITO DE PARCOY – LA LIBERTAD 2016 plantea como objetivo diseñar un relleno sanitario manual para minimizar la contaminación generada por residuos sólidos municipales del distrito de Parcoy – Pataz – La Libertad”, su metodología fue realizar el diagnóstico y la descripción geográfica y poblacional del distrito, este constituirá un análisis poblacional, una descripción geográfica, topográfica e hidrográfica, flora, fauna y clima, así mismo se analizó, la economía del distrito. Como resultados se obtuvo que la población es de 15.451 habitantes con una generación de residuos sólidos de 8,795.10 Kg/Día o 8.795 Tn/Día. Además, se recomienda realizar estudios técnicos complementarios como análisis de suelo, geológico, hidrogeológicos, compactación en el área destinada para realizar el relleno sanitario, para que complemente y respalde el estudio referencial de selección del sitio, así como en la fase de diseño y otros realizados en el presente proyecto” (4).

2.1.3. Antecedentes regionales y locales

En la tesis titulada “ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES PARA EL DISEÑO DE UN RELLENO SANITARIO EN EL DISTRITO DE CHAMBARÁ, el objetivo fue elaborar un estudio de caracterización de residuos sólidos municipales para el diseño de un relleno sanitario en el distrito de Chambará, provincia de Concepción – Junín, en la presente investigación se realizó el estudio de caracterización de residuos sólidos de una muestra de 107 viviendas, los resultados obtenidos fueron, para los residuos sólidos domiciliarios la generación per cápita es de 0.177 kg/hab/día, la composición de los residuos orgánicos es de 171.80 kg/día, los residuos inorgánicos es de 243 kg/día, la densidad promedio es de 114.39 kg/m³ y el análisis de humedad para los residuos

domiciliarios es de 69.25%. Para los residuos sólidos no domiciliarios la generación per cápita para los establecimientos comerciales es de 24.59 kg/día, las instituciones públicas de 1.10 kg/día, mercados de 3.96 kg/día, restaurantes de 4.90 kg/día y para barrido y limpieza pública es de 4.29 kg/día, en el análisis de humedad para los residuos sólidos no domiciliarios referente al mercado es de 71.40 %. De la misma manera se realizó el diseño del relleno sanitario obteniendo como resultados para 10 años de vida útil, tiene un volumen acumulado de 5691.99 m³. lo cual requiere de 11 zanjas de 9 m de ancho por 19.52 m de largo, para ello se necesita un área aproximadamente de 2466.53 m² que equivale a 0.25 hectáreas. En esta tesis se recomienda procesar e iniciar un tratamiento a los residuos que predominan, en este caso a los residuos orgánicos para la obtención de compost(21).

En la tesis titulada “DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES PARA POBLACIONES PEQUEÑAS, el objetivo fue diseñar una planta de residuos sólidos municipales y seleccionar el sitio en la localidad de Huacrapuquio - Huancayo – Junín la metodología fue hallar la cantidad de residuos generados en la localidad de Huacrapuquio, describir la situación actual, se realizó el estudio de caracterización de residuos sólidos, y el estudio de selección de sitio. Como resultados se obtuvo que la producción per-cápita de residuos sólidos domiciliarios en la localidad de Huacrapuquio, es de 0.325 kg/hab/día de residuos domiciliarios y siendo este el promedio ponderado de los resultados validados del per cápita de los 7 días, además se recomienda dar inicio al desarrollo de un plan de manejo integral de residuos sólidos, que contemple el diseño de las rutas de recolección, educación y concientización ambiental y realizar un estudio de impacto ambiental previo a la construcción de la planta”(8)

En la tesis “PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS PARA EL DISTRITO DE EL TAMBO SEGÚN LAS RECOMENDACIONES DE LA AGENDA 21. el objetivo fue diseñar un plan de manejo de residuos sólidos urbanos para las condiciones del distrito de El Tambo, según las recomendaciones de la agenda 21. para lo cual su metodología fue escribir las variables en estudio y analizar su comportamiento para la inferencia de las características de la población y acerca del manejo de los residuos sólidos (peso, composición física etc.) en el distrito de El Tambo, como resultado se obtuvo que, el 3.94 % corresponde a papel, el 2.72 % a cartones, el 5.91 % a plásticos, el 6.06 % a vidrios, el 2.28 % a metales, el 19.87 % a Residuos de cocina, el 54.93 % a residuos de alimentos y el 4.25 % a residuos de jardín# de acuerdo a ello se diseñará el plan de manejo según la agenda 21. Además, en la tesis se recomienda la construcción e implementación de las infraestructuras de:

relleno sanitario para la disposición final de los residuos, Una planta de tratamiento de residuos sólidos y las lagunas de oxidación de las aguas residuales, a fin de no seguir contaminando el aire, los ríos y suelos de nuestro distrito”(22).

En la tesis “GESTIÓN TRANSDISCIPLINARIA DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA POLÍTICA AMBIENTAL DE LA REGIÓN JUNÍN el objetivo fue “Evaluar el estado situacional de la gestión actual de residuos sólidos en la política ambiental de la región Junín, para lo cual se hizo una “revisión de los hechos y datos recopilados en las capitales de provincias de la región Junín, lo que permitió interpretar su realidad en relación con las variables seleccionadas, obteniendo como resultado la generación per cápita de residuos sólidos en la provincia es de 0.530 kgs./hab./día, siendo la generación estimada 349.37 tm/día y 127.520 tm/año Los distritos de Huancayo: 100tm/día., Tambo: 127.15tm/día y Chilca: 70.76tm/día. Generan el 85% con 298 tm/día, además recomienda Incorporar el enfoque de Gestión Transdisciplinaria de residuos sólidos en la Política Ambiental Regional”(23).

En la tesis titulada “ESTUDIO DE LA CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES, PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA GESTIÓN AMBIENTAL MUNICIPAL EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO DE TUNÁN–PROVINCIA HUANCAYO –JUNÍN – 2017. el objetivo fue realizar un estudio de caracterización de los residuos sólidos municipales para la implementación de propuestas de mejora en la gestión ambiental municipal, con enfoque participativo, 22 que pueda ser replicado en otros distritos de la región de Junín, para lo cual la metodología consistió en describir la generación, composición, densidad y humedad de los residuos sólidos domiciliarios generados en el distrito de San Jerónimo de Tunán, y analizar el manejo de éstos, para implementar propuestas de mejora para la gestión municipal en el manejo de los residuos sólidos, los resultados fueron materia orgánica en mayor cantidad con 31.3%, la generación per cápita de 0.26 kg/hab-día. La generación de residuos sólidos por parte de los establecimientos comerciales de la ciudad es 0.47 Tn/día y la densidad promedio de los residuos sólidos a nivel distrital es de 108.47 Kg/m³, además se recomienda propiciar el reconocimiento de las oportunidades y beneficios socioambientales del reúso y reciclaje, tanto para el vecino como para la municipalidad de San Jerónimo de Tunán”(24).

En la tesis “GESTION DE LOS RESIDUOS SOLIDOS EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS DE NIVEL PRIMARIA EN EL DISTRITO DE HUANDO – HUANCABELICA, tiene como objetivo proporcionar un instrumento de gestión ambiental para lograr un manejo adecuado de los residuos sólidos que se generan en

las Instituciones Educativas del distrito de Huando y a nivel regional como nacional, para ello su metodología fue a través del método inductivo se desarrollaron el diagnóstico actual del manejo y los pesos de los residuos sólidos de las Instituciones Educativas y a través del método deductivo se conoce la situación actual del manejo de los residuos sólidos y la generación per cápita por la población educativa, los resultados fueron una producción per cápita de 0.04 kg/hab/día de residuos, predominando en 35.0% la materia orgánica, 4.0% cartón; una densidad promedio de 87.3 kg/m³ comprobándose el inadecuado tratamiento de restos sólidos por los actores investigados, además se recomienda a la UGEL de Huancavelica implementar mecanismos para la inclusión de instrumentos o planes de gestión de residuos sólidos en los planes de trabajo institucional de las instituciones educativas optimizando recursos en la formación de ciudadanos responsables con los ecosistemas de su entorno”(25).

2.2. Bases teóricas

2.1.1. Residuos sólidos

Se considera residuos sólidos a cualquier tipo de objeto, elemento o sustancia la mayoría con características sólidas que resultan del uso o del consumo de un bien en actividades industriales, domésticas, comerciales, de servicio o institucionales(26). De la misma manera es considerado residuo sólido a aquel que proviene del barrido y la limpieza de vías públicas, poda de césped y árboles. También están los residuos sólidos que no tienen características de peligrosidad y están divididas en aprovechables y no aprovechables(27).

2.1.2. Clasificación de los residuos sólidos:

El Decreto Legislativo N° 1278 en el artículo 31. menciona que, “Los residuos se clasifican, de acuerdo al manejo que reciben, en peligrosos y no peligrosos, y según la autoridad pública competente para su gestión, en municipales y no municipales”(28), de la misma manera, de acuerdo a su composición química tenemos residuos sólidos orgánicos e inorgánicos(29).

2.1.2.1. Residuos sólidos peligrosos

“Son residuos sólidos peligrosos aquellos que, por sus características o el manejo al que son o van a ser sometidos, representan un riesgo significativo para la salud o el ambiente”(28).

2.1.2.2. Residuos sólidos no peligrosos

“Son residuos que por sus características no representan daño para el medio ambiente” (21).

2.1.2.3. Residuos sólidos municipales

Son aquellos residuos que se generan en los domicilios, comercios y cualquier actividad generadora de residuos semejantes a estos cuya gestión fue otorgada a las municipalidades (30).

2.1.2.4. Residuos sólidos no municipales

“Los residuos del ámbito de gestión no municipal o residuos no municipales, son aquellos de carácter peligroso y no peligroso que se generan en el desarrollo de actividades extractivas, productivas y de servicios. Comprenden los generados en las instalaciones principales y auxiliares de la operación”(28).

2.1.2.5. Residuos sólidos municipales especiales

Según la guía para la caracterización de residuos sólidos municipales, “los residuos sólidos especiales son aquellos que, por su volumen o características, requieren de un manejo particular, residuos de laboratorios de ensayos ambientales y similares, lubricantes, centros veterinarios, centros comerciales, ferias, residuos de demolición o remodelación de edificaciones de obras menores”(29).

2.1.2.6. Residuos sólidos orgánicos

Según el artículo “la problemática de los desechos sólidos”, estos residuos son “los que incluyen los putrescibles (que se degradan rápidamente y producen mal olor durante la descomposición), papel, cartón, caucho y madera”(31).

2.1.2.7. Residuos sólidos inorgánicos

“Son aquellos residuos que no pueden ser degradados o desdoblados naturalmente, o bien si esto es posible sufren una descomposición demasiado lenta. Estos residuos provienen de minerales y productos sintéticos”(29).

2.1.3. Los procesos de los residuos sólidos

El D.L N° 1278. establece los procesos que comprenden los residuos sólidos(28), estos se muestran a continuación.

- i. Barrido y limpieza de espacios públicos
- ii. Segregación
- iii. Almacenamiento
- iv. Recolección
- v. Valorización
- vi. Transporte
- vii. Transferencia
- viii. Tratamiento
- ix. Disposición final

2.1.4. Tipos de disposición final de los residuos sólidos

2.1.4.1. Botadero

Este es un lugar en el cual se almacenan todos los residuos sólidos sin ningún tipo de medida de seguridad, estos residuos no se seleccionan, no se compactan ni se cubren a diario, por lo que se generan olores fuertes, gases y líquidos que contaminan. La mayoría de las veces existen personas que reciclan y crían cerdos en un botadero poniendo en riesgo la salud de las personas y contaminan el medio (3). También, es la “Acumulación inapropiada de residuos en vías y espacios

públicos, así como en áreas urbanas, rurales o baldías que generan riesgos sanitarios o ambientales. Estas acumulaciones existen al margen de la Ley y carecen de autorización”(28).

2.1.4.2. Relleno sanitario

Es el lugar donde se llevan los residuos sólidos que trata de disponer capas de residuos sobre el suelo antes impermeabilizado para no contaminar aguas subterráneas y acuíferos, la ventaja más resaltante de los rellenos sanitarios es que se puede recuperar áreas que ambientalmente se degradaron por la minería, así mismo también de terrenos considerados marginales(7). Los rellenos sanitarios se pueden clasificar en manual, semi mecanizado y mecanizado dependiendo de la cantidad de residuos generados por día(2).

El relleno sanitario es una práctica de almacenamiento final de basura en la superficie, utilizando principios de ingeniería para almacenar los residuos sólidos en un espacio previamente implementada con los dispositivos para el manejo y control de gases y líquidos que se generan debido a la descomposición del material orgánico que se encuentra en los residuos sólidos con el objetivo de no afectar a la salud pública y la calidad ambiental(2).

2.1.4.3. Incineración

“Consiste en quemar los desechos hasta convertirlos en ceniza, para este proceso se necesita hornos especiales”(21).

2.1.5. Clasificación del relleno sanitario según su tipo de operación

2.1.5.1. Relleno sanitario manual

Según la “Guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario manual, el esparcido, compactación y cobertura de los residuos se realiza mediante el uso de herramientas manuales como rastrillos, pico, entre otros, además, la capacidad de operación diaria no excede las 20 toneladas de residuos”(2).

2.1.5.2. Relleno sanitario semi mecanizado

“La capacidad máxima de operación diaria no excede las 50 toneladas de residuos y los trabajos de esparcido, compactación y cobertura de los residuos se realizan con el apoyo de equipo mecánico y herramientas manuales para complementar los trabajos del confinamiento de residuos”(2).

2.1.5.3. Relleno sanitario mecanizado

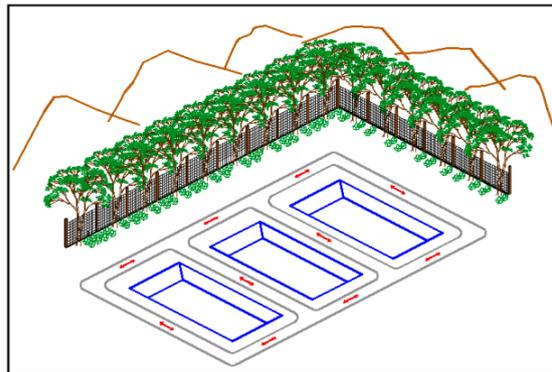
“La capacidad máxima de operación diaria no excede las 50 toneladas de residuos y la operación se realiza solamente con equipos mecánicos como el tractor de oruga, cargador frontal”(2).

2.1.6. Método constructivo del relleno sanitario

2.1.6.1. Método de trinchera o zanja

“Este método es generalmente utilizado en terrenos con pendientes planas y suelos no rocosos para su fácil excavación, donde el nivel freático se encuentra a buena profundidad. Este método consiste en la excavación de zanjas con determinadas dimensiones, seguidamente, los residuos se depositan y acomodan dentro de la trinchera para luego compactarlos y cubrirlos con material apropiado. Para zonas de alta precipitación se debe tener especial cuidado en el manejo de las aguas de escorrentía, ya que pueden ingresar a las trincheras o celdas aumentando la cantidad de lixiviados, por lo que se debe tener especial cuidado”(2).

Figura 1 Método de trinchera o zanja

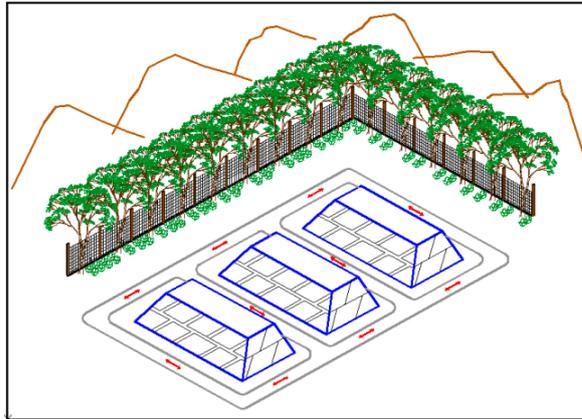


Fuente: (2)

2.1.6.2. Método de área

“Este método es aplicado en terrenos o áreas planas a semi planas, donde no sea viable excavar zanjas o trincheras para disponer y confinar los residuos. De la misma manera, el suelo natural dependiendo de sus características y permeabilidad debe ser acondicionado y nivelado previo a la disposición de residuos. En estos casos, se debe tener identificado la fuente de donde se extraerá el material de cobertura según las características y cantidad necesaria. Las celdas se construyen con una pendiente suave en el talud para evitar deslizamientos y lograr una mayor estabilidad a medida que se eleva el relleno hasta la altura proyectada”(2).

Figura 2 Método de área

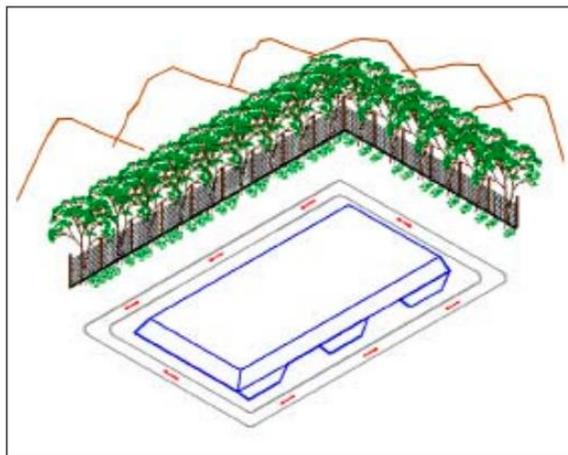


Fuente: (2)

2.1.6.3. Combinación de ambos métodos

“Este método combinado se aplica en terrenos planos, donde se inicia la operación por el método de trinchera culminando por el de área. Las principales ventajas de este método es el empleo de menor área para lograr un mayor volumen útil de disposición final y busca aprovechar al máximo el material de la excavación a emplearse como cobertura. Sin embargo, sólo es posible su aplicación en lugares donde se puede excavar sin afectar el nivel freático y el suelo cuenta con las características adecuadas para ser empleado como material de cobertura”(2).

Figura 3 Combinación de ambos métodos



Fuente: (2)

2.1.7. Criterios para la selección de área para el relleno sanitario

En la selección de área para un relleno sanitario se toman ciertos criterios para no perjudicar a las personas, animales y recursos como el suelo, agua y aire, a continuación, se definen los criterios a considerar según la guía para la opinión técnica favorable de estudio de selección de área para infraestructuras de tratamiento, transferencia y disposición final residuos sólidos (32).

2.1.7.1. Disponibilidad y propiedad del terreno

“Es necesario verificar que los terrenos no tengan impedimentos legales que pongan en riesgo la continuidad de la operación de la infraestructura. Las áreas para los fines de disposición final, no podrán establecerse sobre propiedad privada, concesiones u otros derechos adquiridos previamente, a menos que haya una declaración expresa de necesidad pública, conforme a ley, o medie consentimiento expreso del titular del predio”(32).

2.1.7.2. Localización

“La ubicación del terreno es un criterio importante para la priorización de los posibles sitios donde se implementará la infraestructura, ya que la distancia y el tiempo al centro urbano influirá en el costo de transporte de los residuos sólidos”(32).

2.1.7.3. Restricciones de ubicación

Para ubicar un relleno sanitario, este deberá ubicarse a una distancia determinada a las fuentes de agua superficial, a la población, granjas de animales, aeropuertos, etc. según el reglamento de la ley general del ambiente y sus modificatorias (como) lo indique.

2.1.7.4. Preservación del patrimonio arqueológico, cultural y monumental de la zona.

“Las áreas evaluadas no debe encontrarse dentro de zonas arqueológicas o monumentos históricos. En zonas donde haya evidencia de la existencia de restos arqueológicos, el interesado deberá presentar el Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos (CIRA) que emite el Instituto Nacional de Cultura (INC), del área seleccionada”(32).

2.1.7.5. Identificación de áreas naturales protegidas por el Estado o zonas de amortiguamiento

Las áreas evaluadas no tienen que encontrarse dentro de un área natural protegida ni en las zonas de amortiguamiento.

2.1.7.6. Condiciones hidrológicas

“Deberán considerar el uso de aquellas zonas donde las aguas superficiales se encuentren a una distancia mayor de 500m. del perímetro de las áreas evaluadas. Deberán considerar el uso de aquellas zonas donde las aguas superficiales se encuentren a una distancia mayor de 500m. del perímetro de las áreas evaluadas”(32).

2.1.7.7. Área disponible

“El área disponible para plantas de transferencia y tratamiento evaluadas deben tener la capacidad de operación mínima que la envergadura del proyecto requiere”(32).

2.1.7.8. Vida útil

“La vida útil debe justificar los costos de habilitación e instalación y debe ser compatible con el plan de gestión integral de residuos sólidos de la municipalidad correspondiente, no permitiéndose un periodo menor de 5 años, debiendo sustentar el estimado de la vida útil para cada alternativa”(32).

2.1.7.9. Material de cobertura

“El lugar seleccionado como cantera del material de cobertura debe contar con suficiente material de fácil extracción. Se debe preferir materiales finos areno-arcillosos, además, se deberá garantizar su adquisición durante la vida útil de la infraestructura, siendo recomendable que la cantera de material de cobertura se encuentre dentro del área evaluada o cerca de la misma”(32).

2.1.8. Parámetros del relleno sanitario

2.1.8.1. Crecimiento poblacional

El número de la población es importante para determinar la cantidad total de residuos que se genera, por ello, el cálculo lo realizaremos con una fórmula matemática de crecimiento exponencial que se presenta a continuación.

$$P_f = P_o(1 + r)^n$$

Donde:

Pf: población final

Po: población inicial

r: tasa de crecimiento poblacional

n: intervalo de tiempo en años

2.1.8.2. Generación per cápita de residuos

“La información precisa de generación per cápita (Gpc) de residuos sólidos de una población, se obtiene como uno de los resultados del estudio de caracterización de residuos sólidos en la zona, la misma que estará en función de las condiciones socioeconómicas y hábitos de consumo de la población”(2).

$$Gpc = CRR / Pob$$

Donde:

Gpc: Generación per cápita de residuos sólidos en Kg/hab/día

CRR: Total de residuos recolectados durante los 7 días (kg)

Pob: Población actual proyectada

2.1.8.3. Total de residuos sólidos

Para el cálculo de la cantidad de residuos a disponer es necesario conocer la generación per cápita antes hallada y la población total, se calculará con la siguiente fórmula.

$$CRS = gpc * Pob$$

Donde:

CRS: Cantidad total de residuos sólidos en Kg

Pob: Población actual proyectada

2.1.8.4. Material de cobertura

El material de cobertura se puede obtener de algunos de los métodos constructivos antes mencionados, este material de cobertura se aplica en un rango de 20% a 25% del volumen de los residuos dispuestos compactados(2).

$$Mc = V_{\text{anual compactado}} * (0.20 \text{ o } 0.25)$$

Donde:

Mc: Material de cobertura en m³

V_{anual compactado}: Volumen anual compactado en m³

2.1.8.5. Área requerida

Con los datos que se van hallando como es el volumen anual de residuos sólidos, se puede estimar el área del relleno sanitario tomando en cuenta el tiempo de vida útil y el método constructivo a utilizar(2).

2.3. Definición de términos básicos

- **Diseño**

“Un diseño es el resultado final de un proceso, cuyo objetivo es buscar una solución idónea a cierta problemática particular, pero tratando en lo posible de ser práctico y a la vez estético en lo que se hace”(33).
- **Residuos sólidos**

“Los residuos sólidos implican la basura, los desechos, que generamos las personas en nuestras casas, empleos, es decir, en espacios residenciales, comerciales, o institucionales, los que se generan en el espacio público como consecuencia del barrido y otras acciones de limpieza, y que se hallan en estado sólido”(34).
- **Relleno sanitario**

“El relleno sanitario es un método diseñado para la disposición final de la basura. Este método consiste en depositar en el suelo los desechos sólidos, los cuales se esparcen y compactan reduciéndolos al menor volumen posible para que así ocupen un área pequeña. Luego se cubren con una capa de tierra y se compactan nuevamente al terminar el día”(35).
- **Disposición final**

“Es el proceso de aislar y confinar los residuos peligrosos, en especial los no aprovechables, en lugares especialmente seleccionados, diseñados y debidamente autorizados, para evitar la contaminación y los daños o riesgos a la salud humana y al ambiente”(36).
- **Generación per cápita**

Es la medida de la cantidad de residuos sólidos producidos por una persona en un determinado tiempo y se mide en Kg./hab./día. “En nuestro país la generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios promedio es de 0.53 Kg./hab./día”(2).
- **Generador**

“Persona natural o jurídica que en razón de sus actividades genera residuos, sea como fabricante, importador, distribuidor, comerciante o usuario. También se considera generador al poseedor de residuos peligrosos, cuando no se pueda identificar al generador real y a los gobiernos municipales a partir de las actividades de recolección”(28).

- **Caracterización de residuos sólidos**
“Es una herramienta que nos permite obtener información primaria relacionada a las características de los residuos sólidos, en este caso municipales, la caracterización de residuos sólidos municipales se realiza a través de un estudio, en el cual se obtienen datos tales como: cantidad, densidad, composición y humedad de los residuos sólidos en un determinado ámbito geográfico”(29).
- **Segregación**
“Acción de agrupar determinados componentes o elementos físicos de los residuos sólidos para ser manejados en forma especial”(28).
- **Tratamiento**
“Cualquier proceso, método o técnica que permita modificar la característica física, química o biológica del residuo sólido, a fin de reducir o eliminar su potencial peligro de causar daños a la salud y el ambiente, con el objetivo de prepararlo para su posterior valorización o disposición final”(28).
- **Dimensionamiento**
Proceso para determinar la dimensión o característica correcta o esperada de algo(28).

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Método y alcance de la investigación

3.1.1. Método general

El método utilizado en la presente investigación es el método científico ya que se seguirán una serie de pasos iniciando por la observación para obtener evidencia y datos para lograr realizar el diseño del relleno sanitario y así una vez realizado el proyecto poder reducir la contaminación por residuos sólidos(37).

3.1.2. Método específico

El método específico que se utilizó en la presente investigación fue el deductivo, que tiene una orientación que parte de lo general a algo concreto(38); según Sampieri, es decir, de las leyes y teoría a los datos”(13).

3.1.3. Tipo de investigación

El tipo de investigación utilizado fue la investigación pura o básica porque se estudió un problema, destinado exclusivamente a la búsqueda de conocimiento para elaborar teorías que tienen un amplio alcance permitiendo su fácil comprensión, así mismo para posteriormente dar posibles aplicaciones prácticas a los resultados(39). Como tal, en la presente investigación se pretende dar aplicación al resultado que será el diseño de un relleno sanitario para el distrito de Pachamarca.

3.1.4. Nivel de investigación

El nivel o alcance del estudio fué descriptivo, debido a que se buscó especificar las propiedades y características de los residuos sólidos, buscando recoger información o definir la cantidad de residuos sólidos por persona o generación per cápita, composición, cantidad de los residuos sólidos, el tipo de relleno sanitario y el dimensionamiento(13) .

3.2. Diseño de la investigación

Según Sampieri, la presente investigación es de diseño no experimental transversal del tipo descriptivo ya que la toma de datos se llevará a cabo en un determinado tiempo sin alterar el ambiente o el entorno natural de la población, en este diseño se observan realidades ya existentes y no se genera ninguna situación(13).

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

Se constituyó por las 616 viviendas que generan los residuos sólidos dentro del distrito de Pachamarca, este dato se obtuvo según los censos nacionales del 2017 realizado por el INEI(40).

3.3.2. Muestra

La muestra también corresponde a las 616 viviendas que generan los residuos sólidos, porque la intervención de los objetivos específicos y la aplicación de los resultados será para las 616 viviendas del distrito de Pachamarca.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas

3.4.1.1. Encuesta personal

Consiste en recolectar información a través de preguntas y proposiciones que ya están definidas y sirven para permitir que se cumplan los objetivos de la presente investigación, esto se da gracias a las respuestas que nos proporcionaron los que pertenecen a la población o la muestra según sea el caso.

3.4.1.2. Entrevista personal

Esta técnica nos permitió escuchar el punto de vista de las personas acerca de la gestión de residuos sólidos además de criterios que se debería tomar en cuenta por parte de la municipalidad, para mejorar la gestión de residuos sólidos, todo esto sin desligarse de los objetivos de la investigación.

3.4.1.3. Observación de campo

Es una técnica de recolección de datos que consiste en observar y conocer la situación actual de la zona de estudio y la vida diaria de la población.

3.4.2. Instrumentos

3.4.2.1. Cuestionario

El cuestionario es un medio escrito que recaba información permitiendo acumularlas a través de una serie de preguntas con respuestas codificadas para la posterior puntuación según el análisis de las respuestas obtenidas. facilita acumular y comparar toda la información que se recolectó para sustentar

tendencias de opinión a través de los datos, con esta técnica de evaluación es posible abarcar aspectos cualitativos y cuantitativos(41).

3.4.2.2. Guía entrevista

La entrevista es una de las herramientas más utilizadas para la recolección de datos para las investigaciones, permitiendo la recolección de datos de la persona que hace de fuente de información a través de una interacción oral(42).

3.4.2.3. Observación directa

La observación directa consiste en prestar atención y observar los lugares de muestra y alrededores, se debe anotar la existencia de instalaciones como tiendas, mercados, escuelas, viviendas e infraestructuras presentes en el ámbito del proyecto, así mismo también la ubicación del botadero y el proceso de recolección de residuos sólidos municipales(43).

3.4.3. Materiales

3.4.3.1. Balanza

Se utilizó para medir la masa de los residuos recolectados de los predios participantes, se utilizó una balanza de 30kg de capacidad.

3.4.3.2. Cilindro

Se utilizó un cilindro de metal de medidas uniformes para hallar la densidad de los residuos sólidos.

3.4.3.3. Plástico

Se utilizó para la protección del suelo durante la caracterización de residuos sólidos.

3.4.3.4. Bolsas

Necesario para el almacenamiento de los residuos de las viviendas que fueron partícipes y de la muestra para realizar el análisis de humedad.

3.4.3.5. Wincha

Se utilizó para la medición de la densidad de los residuos sólidos.

3.4.3.6. Caja térmica de tecnopor

Fue necesario como aislante térmico para el transporte de la muestra para el análisis de humedad.

3.4.3.7. Materiales de escritorio

Cuaderno de apuntes, lapiceros, corrector, lápiz, borrador, saca puntas, etiquetas cinta masking y plumones.

3.4.3.8. Laptop

Para el análisis y procesamiento de datos.

3.4.3.9. Herramientas y materiales para la limpieza

Se utilizó escoba y recogedor para la limpieza del lugar donde se realizó el estudio de caracterización de residuos sólidos.

3.4.3.10. Cámara fotográfica

Se tomó fotografías para evidenciar las actividades realizadas.

3.4.3.11. Equipos de protección personal

Son los equipos para salvaguardar el bienestar de quien realizó la actividad, se utilizó guantes, cofia, mascarilla, guardapolvo, lentes de seguridad, zapato de seguridad y botas de jebe.

3.4.4. Procedimientos

3.4.4.1. Etapa de pre-campo

Esta etapa consta de planificar que materiales y equipos van a ser necesarios para alcanzar los objetivos planteados en la presente investigación, a continuación, se presenta un cuadro de los materiales y equipos que fueron utilizados en la investigación.

Tabla 1 Materiales utilizados en la investigación

Material	Unidad de medida	Cantidad
Balanza	Unidad	1
Cilindro	Unidad	1
Plástico	4m x 6m	2
Bolsas	Paquete de 100 u	4
Wincha	Unidad	1
Caja térmica de Tecnopor	Unidad	1
Cuaderno de apuntes	Unidad	1
Lapicero	Unidad	12
Lápiz	Unidad	6
Corrector	Unidad	2

Borrador	Unidad	2
Sacapuntas	Unidad	2
cinta masking	Unidad	4
Plumón indeleble	Unidad	12
Stikers	Unidad	400
Laptop	Unidad	1
Cámara fotográfica	Unidad	1
Escoba	Unidad	1
Recogedor	Unidad	1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2 Equipos utilizados en la investigación

Material	Unidad de medida	Cantidad
Guantes blandos, de nitrilo y neopreno	Par	30
Cofia	Paquete de 100 u	1
Mascarilla	Paquete de 100 u	1
Guardapolvo	Unidad	1
Lentes de seguridad	Unidad	1
Zapato de seguridad	Par	1
Botas de jebe	Par	1

Fuente: Elaboración propia

Además, se identificó el lugar donde se realizará el estudio de caracterización de residuos sólidos, se buscó información de la población total en el distrito de Pachamarca para obtener la muestra y proseguir con el estudio de caracterización de residuos sólidos.

Se realizó el reconocimiento de las viviendas que apoyarán con la recolección de residuos sólidos y de la misma manera se realizó una visita al botadero del distrito de Pachamarca para un reconocimiento de la posible ubicación del relleno sanitario.

3.4.4.2. Etapa de campo

Durante la etapa de campo se realizó diversas actividades con la finalidad de alcanzar los objetivos, estas actividades se describen a continuación.

Se hizo un muestreo del tipo no probabilístico intencional para seleccionar la muestra en el mismo distrito y un muestreo por conveniencia para seleccionar las viviendas dentro del distrito, para hallar el número de muestra se utilizó la siguiente tabla establecida por la guía de caracterización de residuos sólidos municipales del MINAM.

Figura 4 Rangos de tamaño de muestra para la caracterización de RSM

Rangos de Tamaño de Muestras			
Rango de viviendas (N)	Tamaño de Muestra (n)	Muestras de contingencia (20% de n)	Total de muestras domiciliarias
Hasta 500 viviendas	45	9	54
Más de 500 y hasta 1000 viviendas	71	14	85
Más de 1000 y hasta 5000 viviendas	94	19	113
Más de 5000 y hasta 10000 viviendas	95	19	114
Más de 10000 viviendas	96	19	115

Fuente: Guía de caracterización de RSM

De acuerdo con los rangos de tamaño de muestras al distrito de Pachamarca provincia Churcampa, Huancavelica le correspondió trabajar con un total de muestras de 85 viviendas incluyendo las muestras de contingencia que es del 20%.

La recolección de las muestras domiciliarias se realizó durante 8 días, para los cuales se entregó bolsas plásticas debidamente codificadas de manera diaria para que los generadores puedan disponer sus residuos. Para esto, primeramente, se codificó y señaló cada vivienda con un sticker que contempla cada código, así mismo, también, se realizó una pequeña encuesta por cada vivienda participe en el estudio.

En el caso de las muestras no domiciliarias la recolección se realizó de acuerdo a los tipos de generadores, considerando los días que laboran, tal es el caso de instituciones educativas que laboran 5 días a la semana y en el caso de establecimientos comerciales en la clase: Bodegas, en algunas ocasiones 5 veces a la semana y otras 7 veces a la semana.

Después de la recolección se prosiguió con el pesaje y con la determinación de la densidad de los residuos sólidos, para ello se utilizó un cilindro de 0.75 m de

diámetro y 1.20 m de alto, se tomaron las medidas de la altura libre y se anotó en el cuaderno de campo.

También se realizó la caracterización de residuos sólidos según los tipos de generadores y una vez segregado se vuelve a pesar uno de los tipos de residuos.

El horario en que se realizó la recolección diaria de las muestras fue entre las 6:00 am y la 1:00 pm y para movilizar las muestras durante todo el estudio se contrató una moto carga.

Para la determinación de la humedad se sacó muestras de los residuos orgánicos de piezas menores a 2 cm para después colocar en una bolsa hermética con el mínimo de aire en el interior y se colocó en una caja de tecnopor con refrigerante que ya estaba rotulada, después de ello, se llevó a laboratorio.

3.4.4.3. Etapa de laboratorio

Se analizó las muestras de residuos sólidos para la determinación de la humedad.

El laboratorio encargado de analizar las muestras fue el laboratorio de la Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Del Centro Del Perú.

3.4.4.4. Etapa de gabinete

Se consolidó la información utilizando diversos softwares, para el análisis de datos como la masa y densidad de los residuos sólidos recolectados de las 85 viviendas participantes en el estudio de caracterización de residuos sólidos se utilizó Microsoft Excel, para determinar la ubicación del relleno sanitario se utilizó el software ArcGIS y para los planos del dimensionamiento del relleno sanitario se utilizó el AutoCAD.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Estudio de caracterización de residuos sólidos en el distrito de Pachamarca provincia Churcampa, Huancavelica.

4.1.1. Estudio de caracterización de residuos sólidos domiciliarios

Para obtener este resultado se siguió una serie de procedimientos mostrados a continuación.

4.1.1.1. Recolección de muestras de los domicilios

La recolección de las muestras se realizó durante 8 días, a un total de 85 viviendas, para los cuales se entregó bolsas plásticas debidamente codificadas de manera diaria para que los generadores puedan disponer sus residuos. Para esto, primeramente, se codificó y señaló cada vivienda con un sticker que contempla cada código.

El horario en que se realizó la recolección diaria de las muestras fue entre las 6:00 am y la 1:00 pm, seguidamente se llevó las muestras al barrio Texas, distrito Pachamarca para su respectivo pesaje, determinación de volumen y su caracterización; para movilizar las muestras se contrató un camión.

4.1.1.2. Determinación de la generación per-cápita (GPC)

La generación per-cápita de residuos sólidos domiciliarios se determinó de la siguiente manera:

- i. Se creó una hoja de cálculo en Excel para poder procesar los datos obtenidos los cuales fueron: número de vivienda, código, número de personas en la vivienda y la cantidad de residuos generados cada día.
- ii. Se rellenaron los datos conforme se iba extrayendo los datos de las muestras, en caso de las viviendas en las que no se recogieron las muestras se dejó en blanco los casilleros para no sacar una falsa GPC.
- iii. Las muestras que se recolectaron el primer día se consideraron como “día 0”, de la misma manera estos residuos no fueron considerados ya que no se sabe durante cuántos días se guardaron esas muestras, para el cálculo de la GPC se consideró desde el “día 1”.
- iv. Para el cálculo de la generación per cápita domiciliaria primeramente se calculó la generación per cápita de cada domicilio promediando la cantidad

de residuos de los 7 días (del “día 1” al “día 8”) y dividiendo con el número de personas habitantes en la vivienda.

$$GPC_i = \frac{PROMEDIO}{N^{\circ} DE PERSONAS}$$

Seguidamente, se promedió las GPC de cada vivienda participante en el estudio.

$$GPC = \frac{GPC_1 + GPC_2 + GPC_3 + \dots + GPC_n}{n}$$

Tabla 3 Resultados de la generación per cápita de los residuos sólidos domiciliarios

RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS	
GENERACIÓN PER CÁPITA	0.49

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la tabla anterior, tras realizar el estudio de caracterización de residuos sólidos municipales del tipo domiciliarios, los resultados que se obtuvieron para la generación per cápita es de 0.49 Kg/Hab/Día.

4.1.1.3. Cálculo de la cantidad total de residuos sólidos domiciliarios

Para la determinación de la cantidad total de residuos sólidos domiciliarios fue necesario conocer la población actual en el distrito de Pachamarca para ello se realizó una proyección de la población al presente año partiendo de los registros que tiene el INEI que menciona que la población en los censos del año 2017 era de 1972 personas (40). A continuación, se muestran los resultados de la proyección tomando en cuenta que la tasa de crecimiento poblacional es de 1.01%.

Tabla 4 Resultados de la proyección de la población al año 2022

Proyección de la población				
Año	Población inicial (Po)	Tasa de crecimiento anual ®	Tiempo en años (t)	Total
Año 2017	1972			
Año 2018	1972.00	1.01%	1	1991.72
Año 2019	1991.72	1.01%	1	2011.64
Año 2020	2011.64	1.01%	1	2031.76
Año 2021	2031.76	1.01%	1	2052.08
Año 2022	2052.08	1.01%	1	2072.60

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se multiplicó la generación per cápita por la cantidad de habitantes del presente año en el distrito de Pachamarca.

Tabla 5 cantidad de residuos sólidos del distrito de Pachamarca

Año	Población (Hab)	Generación per cápita (kg/hab/día)	Cantidad total de residuos (kg/día)	Cantidad total de residuos (Tn/año)
Año 2022	2073	0.49	1015.28	370.76

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar, la cantidad de residuos sólidos domiciliarios que se genera anualmente en el distrito de Pachamarca es de 370.76 toneladas, este valor se obtuvo, primeramente, hallando la población total en el año 2022, para ello se partió de los censos del año 2017 realizado por el INEI y se realizó una proyección de la población al año 2022 obteniendo un total de 2073 habitantes, seguidamente se multiplicó por la generación per cápita y se obtuvo la cantidad total de residuos sólidos generados.

4.1.1.4. Densidad de los residuos sólidos domiciliarios

Para el cálculo de la densidad se utilizó un cilindro de 0.75 m de diámetro y 1.20 m de alto. El procedimiento se siguió de acuerdo a la guía de caracterización de residuos sólidos propuesta por el MINAM (29)

A continuación, se detallan los procedimientos que se realizó para determinar la densidad de residuos sólidos del tipo domiciliario.

- i. Se colocó los residuos sólidos en un cilindro de diámetro (D) de 0.75 m y una altura (Hf) de 1.20 m.
- ii. Se levantó el cilindro a una altura de 10 cm a 15 cm con referencia al suelo y se dejó caer, este procedimiento se realizó por 3 veces consecutivas.
- iii. Se midió la altura libre del cilindro (Ho) y el peso de los residuos que contiene cada cilindro.
- iv. Después de medir todas las alturas libres, se prosiguió con el cálculo del v se prosiguió con la suma de las alturas.
- v. Finalmente, para hallar la densidad se dividió el peso total de los residuos entre el volumen total del mismo.

$$\text{Densidad} = \frac{\sum \text{eso del peso de las muestras}}{\sum \text{volumen de residuos}}$$

$$Vr = \pi * (\text{radio del cilindro})^2 * (Hf - Ho)$$

Tabla 6 cálculo de la densidad de residuos sólidos de cada día

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD						
Día 1	Cálculo del volumen				Peso (kg)	Densidad diaria (Kg/m ³)
	D (m)	Ho (m)	Hf (m)	V Residuos (m ³)		
Toma 1	0.75	0.10	1.2	0.49	50.33	107.28
Toma 2	0.75	0.12	1.2	0.48	51.97	
Toma 3	0.75	0.10	1.2	0.49	50.09	
Toma 4	0.75	0.13	1.2	0.47	48.87	
Toma 5	0.75	0.12	1.2	0.48	53.15	
Toma 6	0.75	0.48	1.2	0.32	37.07	

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD						
Día 2	Cálculo del volumen				Peso (kg)	Densidad diaria (Kg/m ³)
	D (m)	Ho (m)	Hf (m)	V Residuos (m ³)		
Toma 1	0.75	0.12	1.2	0.48	49.38	109.76
Toma 2	0.75	0.14	1.2	0.47	53.12	
Toma 3	0.75	0.15	1.2	0.46	45.73	
Toma 4	0.75	0.11	1.2	0.48	56.84	
Toma 5	0.75	0.10	1.2	0.49	50.04	
Toma 6	0.75	0.56	1.2	0.28	36.79	

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD						
Día 3	Cálculo del volumen				Peso (kg)	Densidad diaria (Kg/m ³)
	D (m)	Ho (m)	Hf (m)	V Residuos (m ³)		
Toma 1	0.75	0.15	1.2	0.46	52.51	108.60
Toma 2	0.75	0.13	1.2	0.47	53.74	
Toma 3	0.75	0.13	1.2	0.47	49.13	

Toma 4	0.75	0.10	1.2	0.49	55.75
Toma 5	0.75	0.14	1.2	0.47	46.66
Toma 6	0.75	0.41	1.2	0.35	36.79

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD

Día 4	Cálculo del volumen				Peso (kg)	Densidad diaria (Kg/m ³)
	D (m)	Ho (m)	Hf (m)	V Residuos (m ³)		
Toma 1	0.75	0.15	1.2	0.46	54.08	107.94
Toma 2	0.75	0.14	1.2	0.47	51.90	
Toma 3	0.75	0.13	1.2	0.47	49.64	
Toma 4	0.75	0.11	1.2	0.48	50.36	
Toma 5	0.75	0.13	1.2	0.47	47.27	
Toma 6	0.75	0.74	1.2	0.20	23.33	

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD

Día 5	Cálculo del volumen				Peso (kg)	Densidad diaria (Kg/m ³)
	D (m)	Ho (m)	Hf (m)	V Residuos (m ³)		
Toma 1	0.75	0.10	1.2	0.49	47.96	104.78
Toma 2	0.75	0.11	1.2	0.48	51.76	
Toma 3	0.75	0.10	1.2	0.49	55.12	
Toma 4	0.75	0.11	1.2	0.48	49.53	
Toma 5	0.75	0.14	1.2	0.47	46.27	
Toma 6	0.75	0.61	1.2	0.26	28.49	

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD

Día 6	Cálculo del volumen				Peso (kg)	Densidad diaria (Kg/m ³)
	D (m)	Ho (m)	Hf (m)	V Residuos (m ³)		
Toma 1	0.75	0.15	1.2	0.46	50.37	106.97
Toma 2	0.75	0.14	1.2	0.47	51.44	
Toma 3	0.75	0.12	1.2	0.48	47.80	
Toma 4	0.75	0.13	1.2	0.47	52.33	
Toma 5	0.75	0.12	1.2	0.48	49.10	

Toma 6	0.75	0.85	1.2	0.15	17.85
--------	------	------	-----	------	-------

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD						
Día 7	Cálculo del volumen				Peso (kg)	Densidad diaria (kg/m ³)
	D (m)	Ho (m)	Hf (m)	V Residuos (m ³)		
Toma 1	0.75	0.15	1.2	0.46	54.73	101.92
Toma 2	0.75	0.14	1.2	0.47	52.88	
Toma 3	0.75	0.12	1.2	0.48	49.06	
Toma 4	0.75	0.13	1.2	0.47	48.20	
Toma 5	0.75	0.12	1.2	0.48	50.21	
Toma 6	0.75	0.62	1.2	0.26	11.47	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7 promedio de la densidad de los residuos sólidos domiciliarios

PARÁMETRO	DENSIDAD DIARIA (kg/m ³)							DENSIDAD PROMEDIO kg/m ³
	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6	DIA 7	
DENSIDAD (S)	107.28	109.76	108.60	107.94	104.78	106.97	101.92	106.75

Fuente: Elaboración propia

La densidad promedio de los residuos sólidos domiciliarios sin compactar en el distrito de Pachamarca es de 106.75 Kg/m³. este valor nos puede ayudar a determinar el tamaño de vehículo que es necesario utilizar para el transporte de los residuos sólidos.

4.1.1.5. Composición física de los residuos sólidos domiciliarios

En la siguiente tabla se presenta los resultados del análisis de la composición de los residuos sólidos domiciliarios.

Tabla 8 Composición física de los residuos sólidos domiciliarios

Tipo de residuo sólido	PORCENTAJE PROMEDIO
1.Residuos aprovechables	77.75%
1.1 Residuos orgánicos	50.96%
Residuos de alimentos (restos de comida, cáscaras, restos de frutas, verduras, hortalizas y otros similares)	48.45%
Residuos de maleza y poda (restos de flores, hojas, tallos, grass, otros similares)	2.51%

1.2 Residuos inorgánicos	26.79%
1.2.1 Papel	6.37%
Blanco	4.09%
Periódico	1.21%
Mixto (páginas de cuadernos, revistas, otros similares)	1.07%
1.2.2 Cartón	1.75%
Blanco (liso y cartulina)	0.25%
Marrón (corrugado)	1.02%
Mixto (tapas de cuaderno, revistas, otros similares)	0.48%
1.2.3 Vidrio	3.37%
Transparente	2.18%
Otros colores (marrón – ámbar, verde, azul, entre otros)	0.89%
Otros (vidrio de ventana)	0.30%
1.2.4 Plástico	6.03%
PET-Tereftalato de polietileno (aceite y botellas de bebidas y agua, entre otros similares)	2.81%
PEAD-Polietileno de alta densidad (botellas de lácteos, shampoo, detergente líquido, suavizante)	1.11%
PEBD-Polietileno de baja densidad (empaques de alimentos, empaques de plástico de papel higiénico, empaques de detergente, empaque film)	0.69%
PP-polipropileno (balde, tinas, rafia, estuches negros de CD, tapas de bebidas, táper, bolsas de cereales)	0.59%
PS-Poliestireno (tapas cristalinas de cds, micas, vasos de yogurt, cubetas de helado, envases de lavavajilla)	0.50%
PVC-Policloruro de vinilo (tuberías de agua, desagüe y eléctricas)	0.35%
1.2.5 Tetra brik (envases multiplaca)	2.48%
1.2.6 Metales	5.16%
Latas-hojalata (latas de leche, atún, entre otros)	2.43%
Acero	1.03%
Fierro	1.02%
Aluminio	0.54%
Otros Metales	0.13%
1.2.7 Textiles (telas)	0.72%
1.2.8 Caucho, cuero, jebe	0.90%
2. Residuos no aprovechables	22.25%
Bolsas plásticas de un solo uso	2.97%
Residuos sanitarios (papel higiénico, pañales, toallas sanitarias, excretas de mascotas.)	8.91%
Pilas	0.67%
Tecnopor (poliestireno expandido)	0.37%
Residuos inertes (tierra, piedras, cerámicos, ladrillos, entre otros)	6.53%
Restos de medicamentos	0.55%

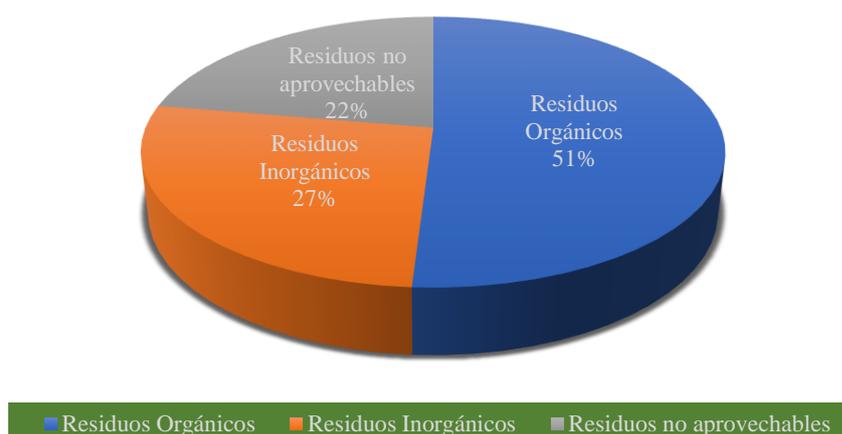
Envolturas de snacks, galletas, caramelos, entre otros	0.84%
Otros residuos no categorizados	1.41%
TOTAL	100.00%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se muestra que los residuos sólidos domiciliarios del distrito de Pachamarca, generan en mayor proporción residuos aprovechables con un 77.75%, de los cuales el 50.96% corresponde a residuos aptos para compost, también se tiene un 26.79% de residuos sólidos inorgánicos que pueden ser reciclados en el cual el papel y el plástico ocupan el 12.4%, finalmente, existe un 22.25% de residuos que son del tipo no aprovechables.

En el siguiente gráfico se muestra la composición de los residuos en porcentajes en manera de resumen.

Figura 5 Composición de los residuos sólidos domiciliarios en el distrito de Pachamarca



Fuente: Elaboración propia

4.1.1.6. Humedad de los residuos sólidos domiciliarios

Este parámetro está referido a la cantidad de humedad que contienen los residuos sólidos, con este valor se puede estimar la generación de lixiviados, además, la presencia de lixiviados ayudará en la fácil degradación de los residuos por microorganismos aerobios y anaerobios.

Para el cálculo de este parámetro se tomó muestras de residuos orgánicos del cuarto día de estudio según la guía para caracterización de residuos sólidos municipales (29).

El procedimiento que se siguió para la toma de muestras es el siguiente:

- i. Después del análisis de composición que se realizó el 4 día se seleccionó una fracción orgánica
- ii. Se realizó el método de cuarteo sucesivamente hasta obtener una muestra un poco mayor a 0.5 Kg, cabe mencionar que el laboratorio en que se realizó el análisis solicitó muestras de 0.5 Kg.
- iii. Se redujo el tamaño de las piezas de los residuos orgánicos a 2 cm aproximadamente.
- iv. Sucesivamente, se guardó la muestra en una bolsa hermética y se cerró con el mínimo de aire en el interior.
- v. Para el transporte se realizó en una caja de tecnopor con refrigerante para la conservación de las muestras.

A continuación, se muestran los resultados del análisis de humedad que se realizó en el laboratorio de la Universidad Nacional Del Centro Del Perú de la Facultad de Ingeniería en industrias alimentarias.

Tabla 9 Porcentaje de humedad de los residuos sólidos domiciliarios

% DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS	% DE HUMEDAD DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS	HUMEDAD EN BASE AL PESO TOTAL DE RESIDUOS ORGÁNICOS
51%	71.84%	36.61%

Fuente: Elaboración propia

4.1.2. Estudio de caracterización de residuos sólidos no domiciliarios y especiales

4.1.2.1. Número de fuentes de generación no domiciliarios.

Primeramente, se realizó un análisis del número de fuentes de generación del tipo no domiciliarios, para ello se obtuvo información de la municipalidad distrital de Pachamarca, esta información se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 10 Número de fuentes de generación del tipo no domiciliarios en el distrito de Pachamarca

Fuente de generación de residuos sólidos no domiciliarios	Número de fuentes de generación	Representación en (%)
Establecimientos comerciales	41	41.41%
Restaurantes	17	17.17%
Hoteles	4	4.04%
Instituciones Públicas y Privadas	2	2.02%
Instituciones Educativas	34	34.34%
limpieza y barrido de espacios públicos	1	1.01%

Total	99	100%
-------	----	------

Fuente: Elaboración propia

Para el cálculo de la generación total de los residuos sólidos municipales no domiciliarios, se analizó tomando en cuenta cada fuente de generación, las cuales se presentarán a continuación.

4.1.2.1.1. Generación de residuos sólidos de establecimientos comerciales

Como fuentes de generación de residuos sólidos en establecimientos comerciales, en el distrito existe solo una clase dentro de establecimientos comerciales denominadas bodegas, las clases restantes como son: peluquerías, centros de entretenimiento, bazares, farmacias o boticas y ferreterías no existen en el distrito de Pachamarca, provincia Churcampa, Huancavelica.

De acuerdo a la guía de caracterización de residuos sólidos municipales propuesta por el MINAM (29), el número de muestras es igual al número de establecimientos comerciales, siendo este de 41 que corresponde a bodegas.

Tabla 11 Generación diaria y anual de residuos provenientes de establecimientos comerciales

ESTABLECIMIENTOS COMERCIALES		
	GENERACIÓN TOTAL (kg/día)	GENERACIÓN TOTAL (kg/Año)
BODEGAS	61.28	
	61.28	22366.99

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se aprecia que la cantidad de residuos sólidos que generan los establecimientos comerciales dentro del distrito de Pachamarca es de 61.28 Kg/día.

4.1.2.1.2. Generación de residuos sólidos de hoteles

De acuerdo a la información registrada se tiene un total de 4 hoteles a nivel de todo el distrito de Pachamarca, estos establecimientos brindan exclusivamente servicios de alojamiento con infraestructura similar a la de las viviendas.

Para la clasificación de los hoteles se consideró el número de habitaciones, en el cual ninguno de los 4 establecimientos tiene más de 10 habitaciones, motivo por el cual se encuentra solo una clase en esta división denominada hoteles.

Tabla 12 Generación diaria y anual de residuos provenientes de hoteles

HOTELES

	GENERACIÓN TOTAL (kg/día)	GENERACIÓN TOTAL (kg/Año)
CLASE 1	11.35	
	11.35	4143.27

Fuente: *Elaboración propia*

Como se aprecia, se tiene una generación diaria de 11.35 kg de residuos sólidos provenientes de hoteles.

4.1.2.1.3. Generación de residuos sólidos de restaurantes

Respecto a esta fuente de generación, se tienen identificadas dos clases, una de ellas es restaurant menú con 17 establecimientos y el otro es restaurant turístico con un total de 3 establecimientos dentro del ámbito del distrito, a continuación, se presentan los resultados del estudio de caracterización de residuos sólidos.

Tabla 13 Generación diaria y anual de residuos provenientes de restaurantes

RESTAURANTES		
	GENERACIÓN TOTAL (kg/día)	GENERACIÓN TOTAL (kg/Año)
Clase 1	21.21	
Clase 2	11.82	
	33.03	12056.70

Fuente: *Elaboración propia*

Como se aprecia en la tabla anterior, se estima una generación de 33.03 kg/día que son provenientes de restaurantes.

4.1.2.1.4. Generación de residuos sólidos de instituciones públicas y privadas

En esta fuente de generación se tienen solo dos instituciones públicas las cuales son la Sede Agraria Pachamarca y la Municipalidad distrital de Pachamarca, en seguida se presentan los resultados del estudio.

Tabla 14 Generación diaria y anual de residuos provenientes de instituciones públicas y privadas

INSTITUCIONES PUBLICAS Y PRIVADAS		
	GENERACIÓN TOTAL (kg/día)	GENERACIÓN TOTAL (kg/Año)
Clase 1	4.74	
	4.74	1730.1

Fuente: *Elaboración propia*

Como se aprecia, se tiene una generación diaria de 4.74 kg de residuos sólidos provenientes de instituciones públicas solamente.

4.1.2.1.5. Generación de residuos sólidos de instituciones educativas

En las instituciones educativas muestreadas se clasificó según el número de estudiantes, en el cual ninguna institución educativa cuenta con más de 200 estudiantes y por ello se identificó solo una clase en cada uno de los niveles.

En este estudio se determinó una Generación Per Cápita (GPC) por alumno en el nivel primario de 0.03kg/persona/día, en el nivel primario es de 0.02 kg/persona/día y en el nivel secundario es de 0.05 kg/persona/día.

A si mismo se tiene a las Instituciones Educativas denominadas Educación Básica Especial (EBE) con una GPC de 0.06 kg/persona/día, y la otra denominada Centro de Educación Básica de Adultos (CEBA) con una GPC de 0.05 kg/persona/día, en seguida, se muestran los resultados del estudio.

Tabla 15 Generación diaria y anual de residuos provenientes de instituciones educativas

	GENERACIÓN TOTAL (kg/día)	GENERACIÓN TOTAL (kg/Año)
Clase 1	11.09	
Clase 2	6.31	
Clase 3	5.54	
Clase 4	0.41	
Clase 5	2.22	
	23.35	8521.93

Fuente: Elaboración propia

Como se aprecia, se tiene una generación diaria de 23.35 kg de residuos sólidos provenientes de instituciones educativas que pertenecen al distrito de Pachamarca.

4.1.2.1.6. Generación de residuos sólidos de barrido de calles

En esta fuente de generación, el distrito de Pachamarca cuenta con solo una ruta en la que se realiza el barrido de calles, esta es en el distrito capital.

A continuación, se presenta los resultados del estudio en el cual se consideró solo una ruta de 2.5 km.

Tabla 16 Generación diaria y anual de residuos provenientes del barrido de calles

BARRIDO DE CALLES	
GENERACIÓN TOTAL (kg/día)	GENERACIÓN TOTAL (kg/Año)

VIA RURAL	30.21	
	30.21	11025.09

Fuente: Elaboración propia

Como se aprecia, se tiene una generación diaria de 30.21 kg de residuos sólidos provenientes del barrido de calles que se realiza solo en el distrito capital.

4.1.2.1.7. Generación de residuos sólidos especiales – Ferias

En el distrito Pachamarca se realiza una feria por semana y este corresponde a residuos sólidos especiales, a continuación, se presenta los resultados del estudio obteniendo la generación por día para realizar un cálculo correcto en la cantidad de residuos sólidos anuales.

Tabla 17 Generación diaria y anual de residuos especiales provenientes de ferias.

FERIAS		
	GENERACIÓN TOTAL (kg/día)	GENERACIÓN TOTAL (kg/Año)
CLASE 1	17.63	
	17.63	6435.47

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar, se tiene una generación diaria de 17.63 kg de residuos sólidos especiales provenientes de la feria que se desarrolla todos los jueves en el distrito de Pachamarca, Churcampa, Huancavelica.

4.1.2.2. Total de residuos sólidos municipales no domiciliarios y especiales.

En el distrito de Pachamarca se generan distintas cantidades de residuos según el tipo de generadores, entre ellos residuos que pueden ser reaprovechados, a continuación, se muestran los resultados de la generación total de residuos sólidos no domiciliarios en un día dentro del ámbito municipal.

Tabla 18 Generación total de residuos sólidos municipales no domiciliarios

Nº	FUENTE DE GENERACIÓN NO DOMICILIARIOS Y ESPECIALES	GENERACIÓN TOTAL (KG/DÍA)	GENERACIÓN TOTAL (TN/AÑO)
1	Establecimientos comerciales	61.28	
2	Hoteles	11.35	
4	Restaurantes	33.03	
5	Instituciones públicas y privadas	4.74	

6	Instituciones educativas	23.35	
7	Barrido de calles	30.21	
8	Ferias	17.63	
		181.59	

Fuente: Elaboración propia

Como se observa, se tiene que en el distrito de Pachamarca, el total de residuos sólidos no domiciliarios fué estimada en 181.59 kg/día, este valor en comparación a otros distritos es muy bajo y esto se debe a la población total del distrito de Pachamarca, provincia Churcampa, Huancavelica.

4.1.2.3. Densidad de los residuos sólidos no domiciliarios

Para el cálculo de la densidad de los residuos sólidos no domiciliarios se tomó en cuenta la recolección de residuos de todas las fuentes de generación del tipo no domiciliario y especiales. Para la determinación de la densidad se utilizó un cilindro de 0.75m de diámetro y 1.2 m de altura.

A continuación, se presenta los resultados de la densidad de los residuos sólidos no domiciliarios.

Tabla 19 Densidad de los residuos sólidos municipales no domiciliarios

Número de día	Total de kilogramos/día	Sumatoria de alturas	Número de mediciones de la altura	Diámetro del cilindro en (m)	Densidad (Kg/m ³)
Establecimientos comerciales	61.28	0.82	1	0.75	169.16
Hoteles	11.35	0.32	1	0.75	80.28
Restaurantes	33.03	0.52	1	0.75	143.78
Instituciones públicas y privadas	4.74	0.14	1	0.75	76.64
Instituciones educativas	23.35	0.37	1	0.75	142.85
Barrido de calles	30.21	0.53	1	0.75	129.02
Ferias	17.63	0.27	1	0.75	147.80
Densidad Promedio (Kg/m³)					127.08

Fuente: Elaboración propia

La densidad promedio de los residuos sólidos sueltos que pertenecen a los no domiciliarios en el distrito de Pachamarca es de 127.08 Kg/m³. este valor nos puede ayudar a determinar el tamaño de vehículo que es necesario utilizar para el transporte de los residuos sólidos.

4.1.2.4. Composición física de los residuos sólidos no domiciliarios

Para determinar la composición de los residuos sólidos no domiciliarios se consideró residuos provenientes de establecimientos comerciales, en el cual, se determinó una subclase denominado bodegas.

Tabla 20 Composición física de los residuos sólidos en establecimientos comerciales

Tipo de residuo sólido	PORCENTAJE PROMEDIO
1.Residuos aprovechables	82.05%
1.1 Residuos Orgánicos	40.40%
Residuos de alimentos (restos de comida, cáscaras, restos de frutas, verduras, hortalizas y otros similares)	37.22%
Residuos de maleza y poda (restos de flores, hojas, tallos, grass, otros similares)	3.19%
1.2 Residuos Inorgánicos	41.65%
1.2.1 Papel	7.03%
Blanco	2.02%
Periódico	2.84%
Mixto (páginas de cuadernos, revistas, otros similares)	2.09%
1.2.2 Cartón	7.62%
Blanco (liso y cartulina)	1.36%
Marrón (corrugado)	5.55%
Mixto (tapas de cuaderno, revistas, otros similares)	0.72%
1.2.3 Vidrio	8.02%
Transparente	4.65%
Otros colores (marrón – ámbar, verde, azul, entre otros)	3.37%
Otros (vidrio de ventana)	0.00%
1.2.4 Plástico	11.01%
PET-Tereftalato de polietileno (aceite y botellas de bebidas y agua, entre otros similares)	4.03%
PEAD-Polietileno de alta densidad (botellas de lácteos, shampoo, detergente líquido, suavizante)	2.26%
PEBD-Polietileno de baja densidad (empaques de alimentos, empaques de plástico de papel higiénico, empaques de detergente, empaque film)	2.30%
PP-polipropileno (baldes, tinas, rafia, estuches negros de CD, tapas de bebidas, tapers, bolsas de cereales)	0.90%
PS-Poliestireno (tapas cristalinas de cds, micas, vasos de yogurt, cubetas de helado, envases de lavavajilla)	1.19%
PVC-Policloruro de vinilo (tuberías de agua, desagüe y eléctricas)	0.34%
1.2.5 Tetra brik (envases multiplaca)	0.35%
1.2.6 Metales	6.39%
Latas-hojalata (latas de leche, atún, entre otros)	4.80%
Acero	0.65%

Fierro	0.57%
Aluminio	0.37%
Otros Metales	0.00%
1.2.7 Textiles (telas)	0.79%
1.2.8 Caucho, cuero, jebe	0.43%
2. Residuos no aprovechables	17.95%
Bolsas plásticas de un solo uso	4.85%
Residuos sanitarios (papel higiénico, pañales, toallas sanitarias, excretas de mascotas.)	4.63%
Pilas	0.68%
Tecnopor (poliestireno expandido)	1.75%
Residuos inertes (tierra, piedras, cerámicos, ladrillos, entre otros)	3.06%
Restos de medicamentos	0.37%
Envolturas de snacks, galletas, caramelos, entre otros	1.48%
Otros residuos no categorizados	1.13%
TOTAL	100.00%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se muestra que los residuos sólidos no domiciliarios provenientes de establecimientos comerciales del distrito de Pachamarca, generan en mayor proporción residuos aprovechables con un 82.05%, de los cuales el 40.40% corresponde a residuos aptos para compost, también se tiene un 41.65% de residuos sólidos inorgánicos que pueden ser reciclados en el cual el papel y el plástico ocupan el 18.04%, finalmente, existe un 17.95% de residuos que son del tipo no aprovechables.

En el siguiente gráfico se muestra la composición de los residuos en porcentajes en manera de resumen.

Figura 6 Composición de los residuos sólidos de establecimientos comerciales



Fuente: Elaboración propia

4.1.2.5. Humedad de los residuos sólidos no domiciliarios

Para la determinación de la humedad de los residuos sólidos no domiciliarios se siguió el mismo protocolo y cadena de custodia que en los residuos domiciliarios. Del mismo modo, se tomó 01 muestra de los residuos provenientes de los centros comerciales y en el caso de los residuos especiales se tomó la muestra proveniente de la feria que se realiza todos los jueves en el distrito de Pachamarca.

A continuación, se presentan los resultados de humedad de los residuos sólidos no domiciliarios.

Tabla 21 Porcentaje de humedad de los residuos sólidos no domiciliarios

% DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS (%)	% DE HUMEDAD DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS	HUMEDAD EN BASE AL PESO TOTAL DE RESIDUOS ORGÁNICOS
40.40%	78.14%	31.57%

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla anterior, el contenido de humedad para los residuos sólidos no domiciliarios es de 31.57% en relación al porcentaje total de los mismos.

Del mismo modo, los residuos sólidos especiales tienen un contenido de humedad de 37.87%, estos son provenientes de la única fuente de generación de residuos sólidos especiales que es ferias.

Tabla 22 Porcentaje de humedad de los residuos sólidos especiales

% DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS (%)	% DE HUMEDAD DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS	HUMEDAD EN BASE AL PESO TOTAL DE RESIDUOS ORGÁNICOS
46.51%	81.42%	37.87%

Fuente: Elaboración propia

4.2. Resultados de la ubicación del relleno sanitario en el distrito de Pachamarca provincia Churcampa, Huancavelica - 2022.

4.2.1. Propuestas de ubicación para el relleno sanitario

Para determinar la ubicación del relleno sanitario se siguió una serie de procedimientos según la guía para la opinión técnica favorable de estudio de selección de área para infraestructuras de tratamiento, transferencia y disposición final residuos sólidos (32).

En la selección de la ubicación o área del relleno sanitario se tuvieron 2 propuestas en el cual se elaboró un listado de requerimientos de cada propuesta para su posterior evaluación. A continuación, se detallan los requerimientos.

4.2.1.1. Disponibilidad y propiedad del terreno.

a) Propuesta A:

En esta propuesta se tiene al centro poblado de Mitoccasa, este anexo se ubica en un punto central para los 5 centros poblados del distrito de Pachamarca, este terreno pertenece al centro poblado de Ccoyllorpancca y está a nombre de la comunidad, ellos se encuentran dispuestos a ceder el terreno para mejorar la gestión de residuos sólidos del distrito de Pachamarca.

b) Propuesta B:

Como propuesta número 2 tenemos al terreno de la Municipalidad distrital de Pachamarca con una extensión superficial de 10.000 m² ubicado en el barrio Texas, se ubica cerca al distrito capital Pachamarca, parte de este terreno actualmente sirve como botadero de residuos sólidos del distrito.

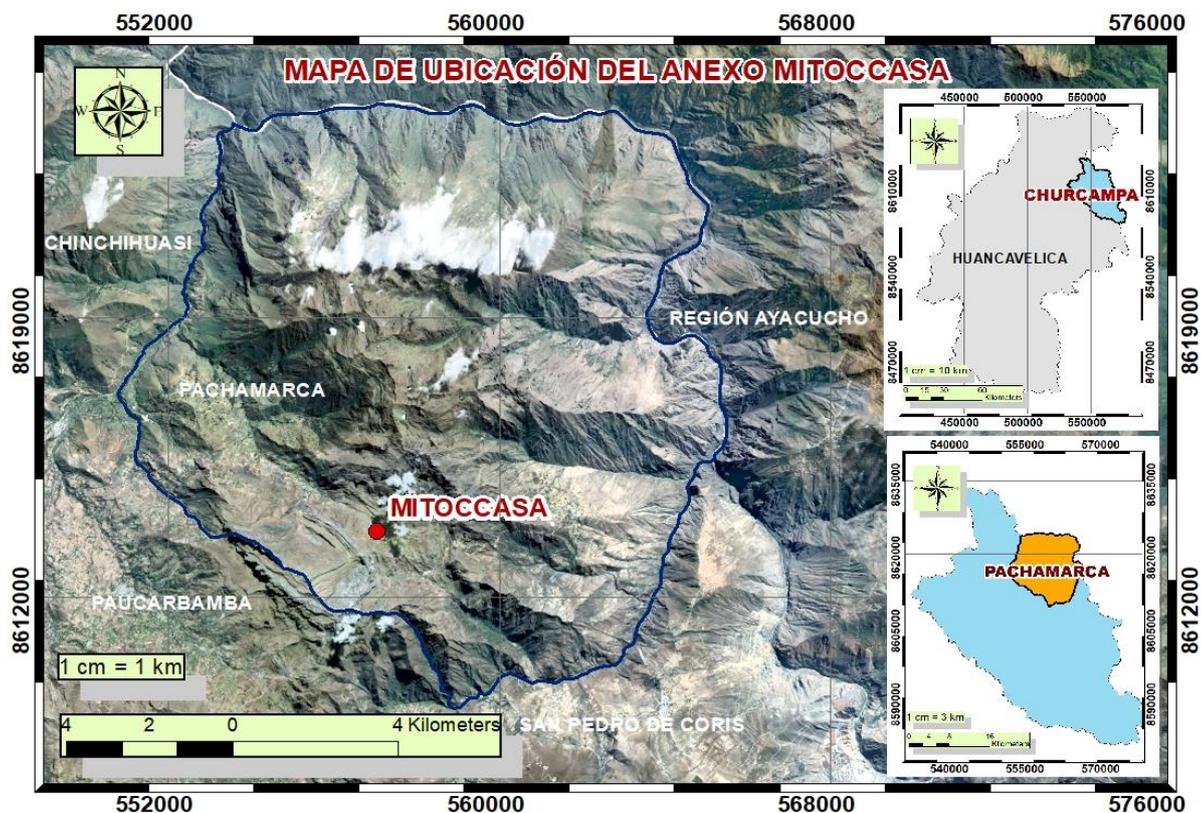
4.2.1.2. Ubicación

a) Propuesta A

En el Anexo de Mitoccasa se ubican terrenos de gran extensión pertenecientes al centro poblado de Ccoyllorpancca, mismos que no se utilizan y son terrenos con pastos naturales solo con la presencia de hichu.

A continuación, se presenta un mapa elaborado en el programa ArcGIS de la ubicación del anexo en el que se propone la ubicación del relleno sanitario manual.

Figura 7 Mapa de ubicación del Anexo Mitoccasa donde se instalará el relleno sanitario

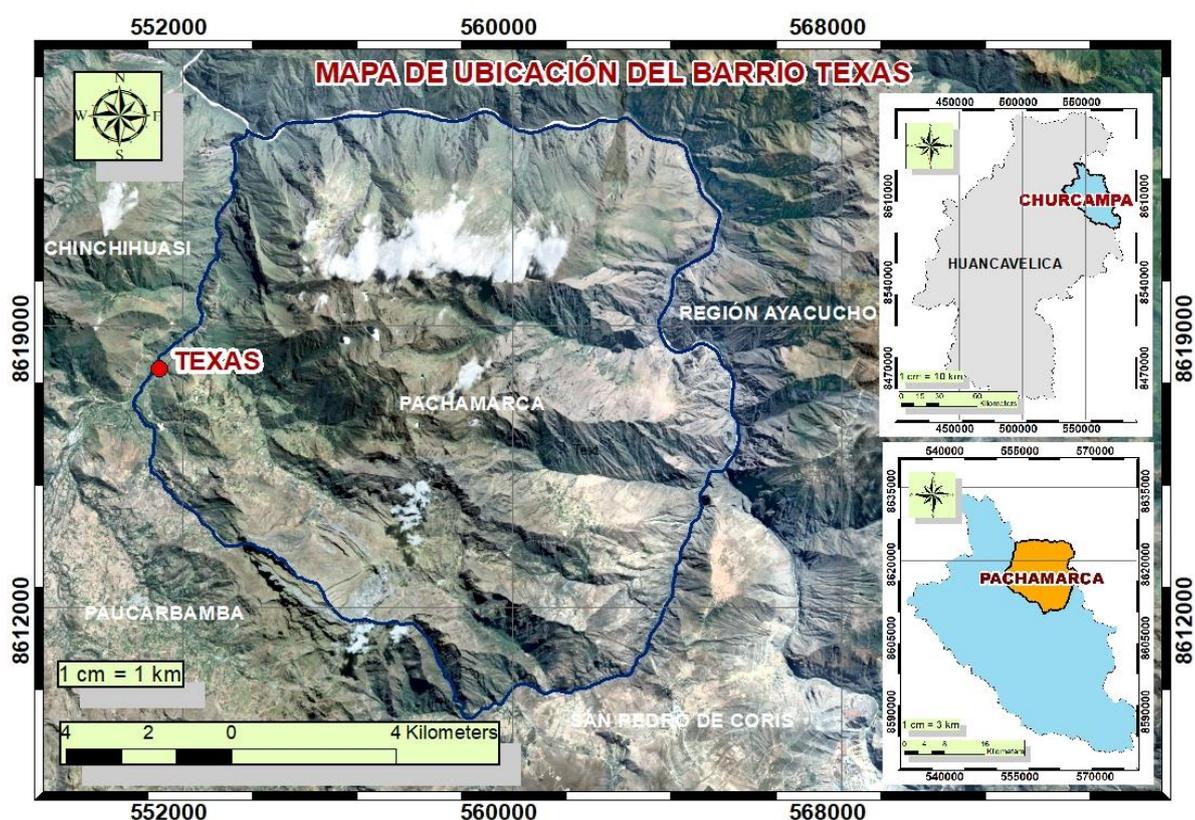


Fuente: Elaboración propia

b) Propuesta B

El barrio Texas se ubica aproximadamente a 1 km del distrito capital, en ese lugar la municipalidad distrital tiene un terreno de 1 ha. La cual, una pequeña parte viene funcionando como botadero municipal desde el año 2017.

Figura 8 Mapa de ubicación del barrio Texas



Fuente: Elaboración propia

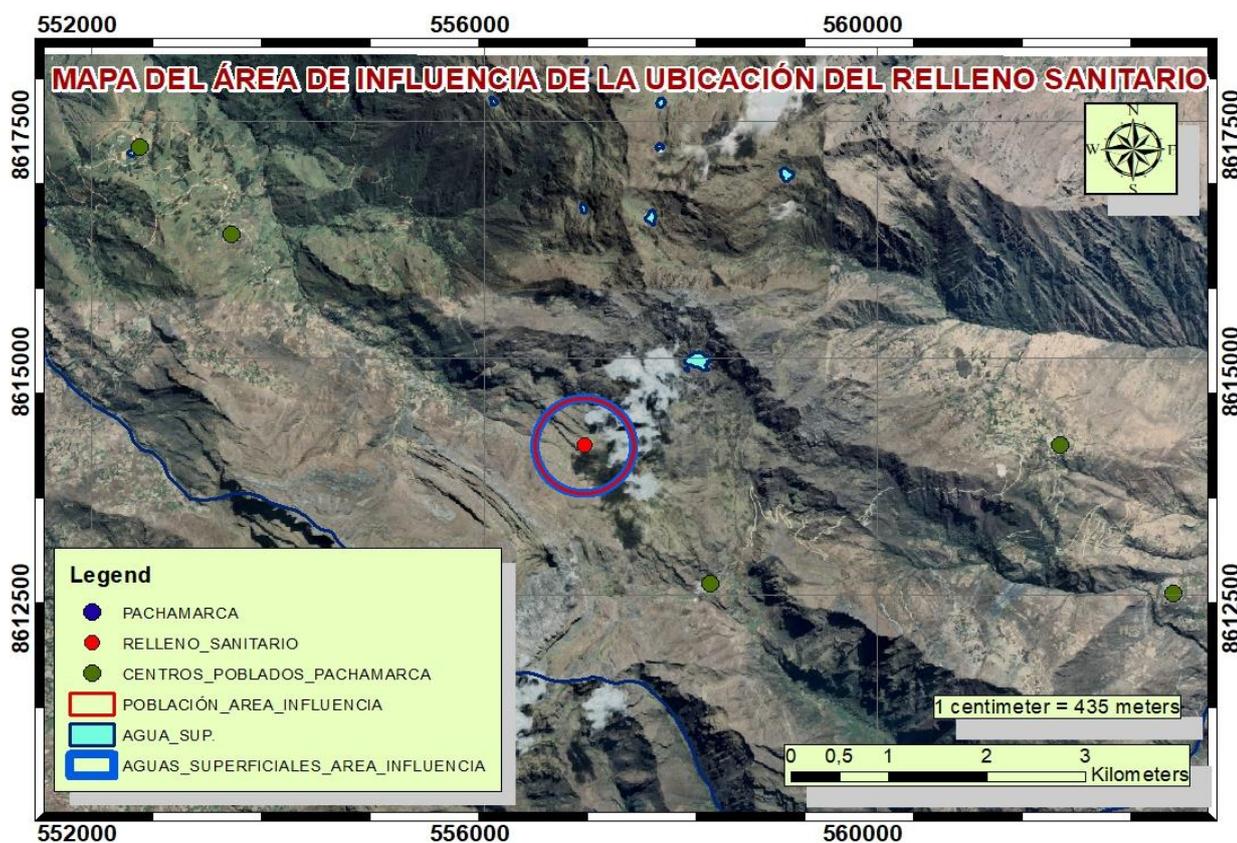
4.2.1.3. Restricciones de ubicación

Según el reglamento de la ley general de residuos sólidos, DECRETO SUPREMO N° 014-2017-MINAM y su modificatoria, DECRETO SUPREMO N° 001-2022-MINAM, el artículo 110 señala: “Condiciones para la ubicación de infraestructuras de disposición final de residuos sólidos”, el relleno sanitario se debe ubicar mínimamente a 500 m de distancia de la población más cercana y mayor a 500 metros a las fuentes de agua superficial(44). A continuación, se presentan los resultados del mapa de área de influencia de la posible ubicación del relleno sanitario de ambas propuestas.

a) Propuesta A

A continuación, se presenta el mapa de la posible ubicación del relleno sanitario con una distancia mayor a 500 m al centro poblado más cercano que es el centro poblado de Villamayo y una distancia mayor a 500 m a las fuentes de agua superficial.

Figura 9 Mapa del área de influencia del relleno sanitario propuesta A



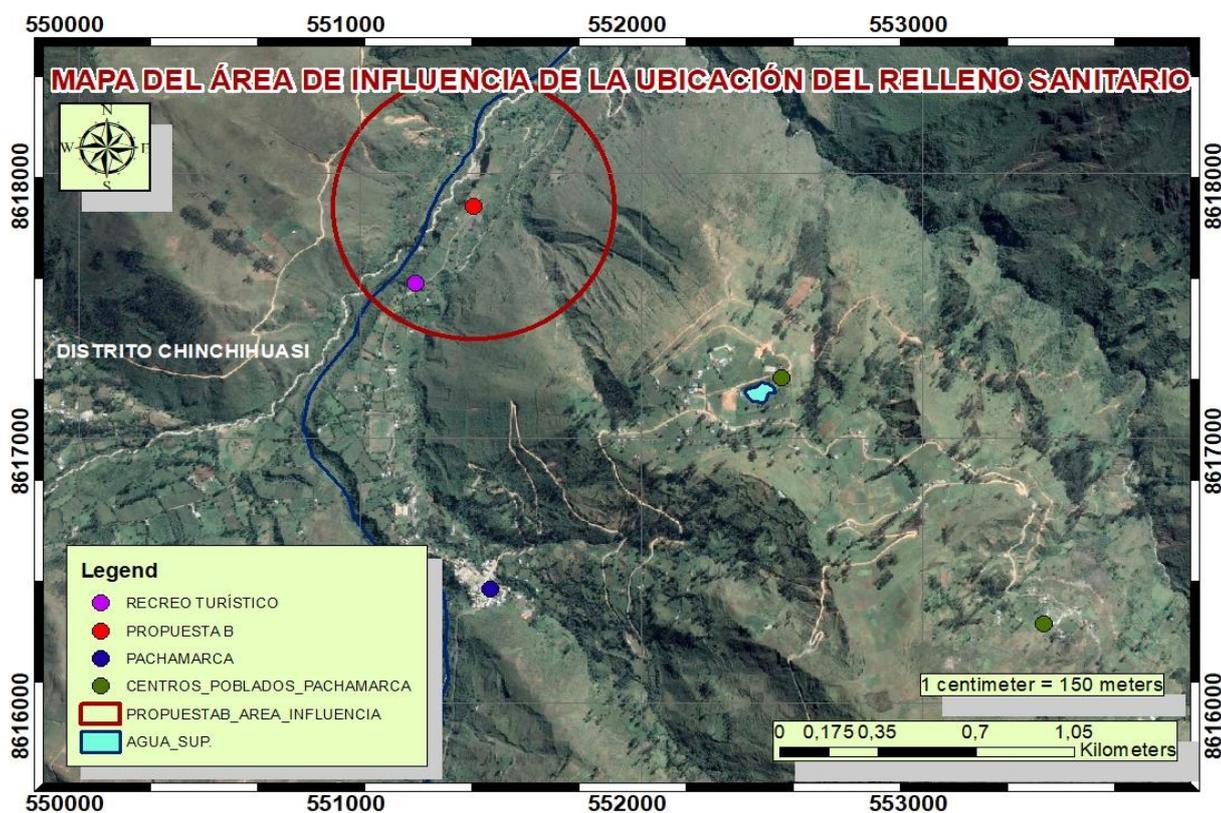
Fuente: Elaboración propia

En el mapa anterior se puede apreciar el área de influencia de la posible ubicación del relleno sanitario del distrito de Pachamarca, en el cual el centro poblado más cercano que es Villamayor, no se ubica dentro del área de influencia de color rojo, además, las fuentes de agua superficial, tampoco se encuentran dentro del área de influencia de color celeste.

b) Propuesta B

A continuación, se presenta el mapa de la posible ubicación del relleno sanitario con una distancia mayor a 500 m al centro poblado más cercano que viene a ser el distrito capital y una distancia mayor a 500 m a las fuentes de agua superficial.

Figura 10 Mapa del área de influencia del relleno sanitario propuesta B



Fuente: Elaboración propia

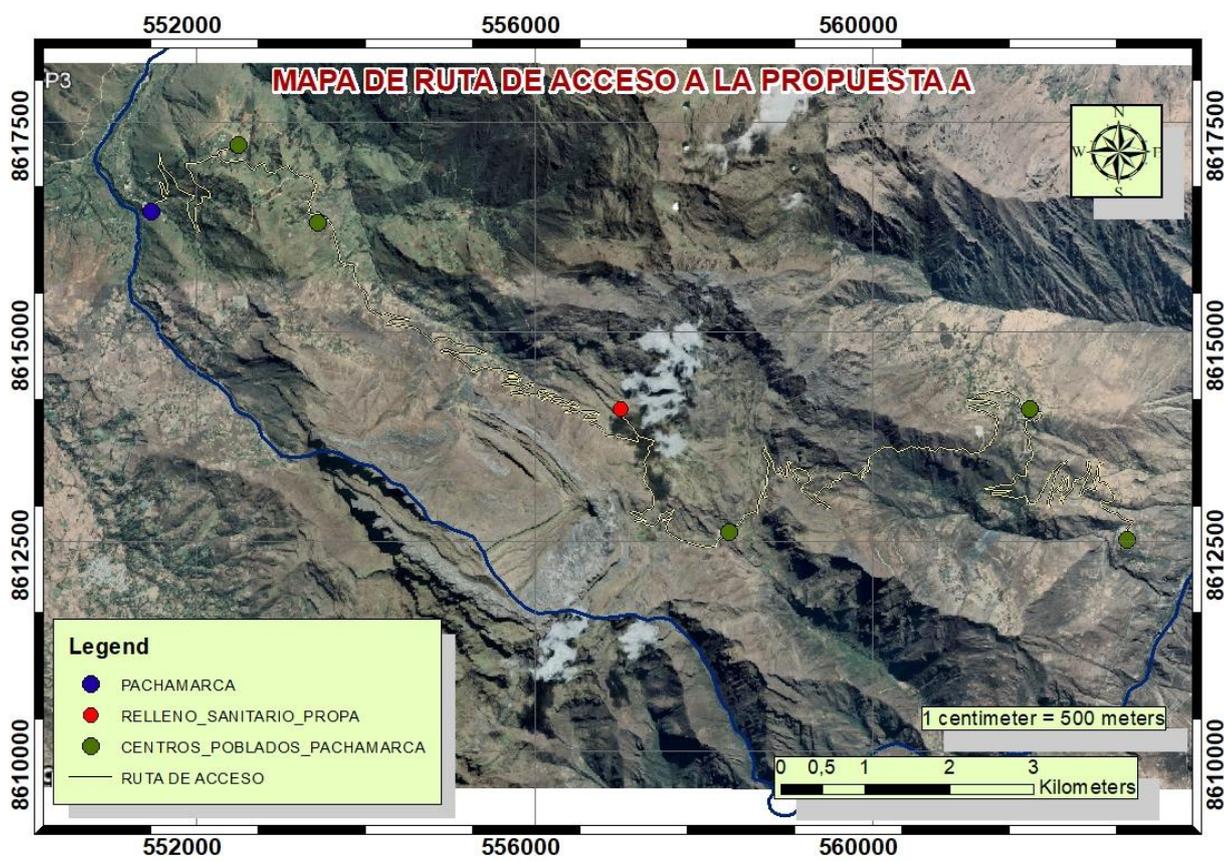
En la presente propuesta se puede observar que dentro del área de influencia se observa la ubicación de un recreo turístico el cual es tomado como referencia para la calificación posterior para la elección del relleno sanitario.

4.2.1.4. Accesibilidad al sitio

a) Propuesta A

A continuación, se presenta el mapa de ruta de acceso a la propuesta A ubicado en el anexo Mitoccasa.

Figura 11 Mapa de ruta de acceso a la propuesta A



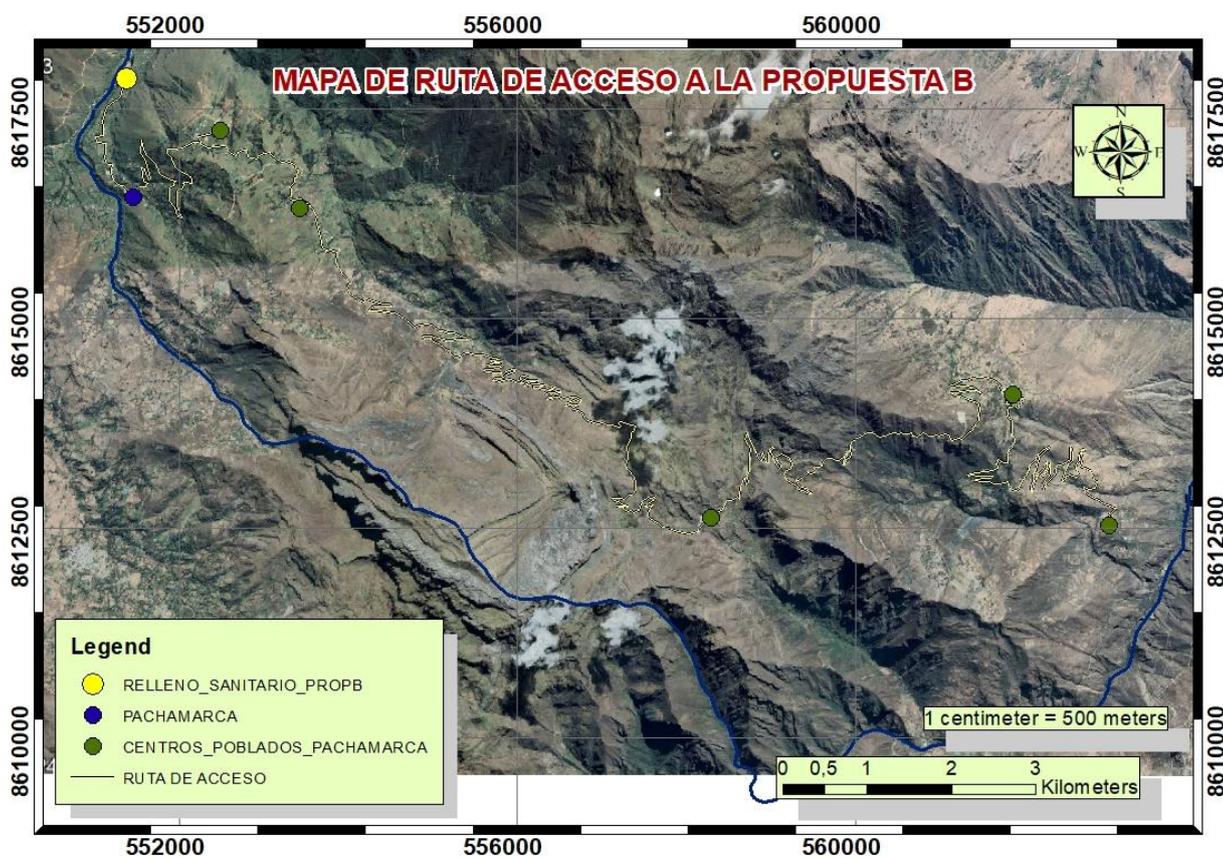
Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior se puede apreciar las rutas de acceso a la propuesta A de la ubicación del relleno sanitario, la ubicación de la propuesta permite tener rutas de acceso de distancia similar entre centro poblado más alejado que es Patibamba con el distrito capital Pachamarca.

b) Propuesta B

A continuación, se presenta el mapa de ruta de acceso a la propuesta B ubicado en el barrio Texas.

Figura 12 Mapa de ruta de acceso a la propuesta B



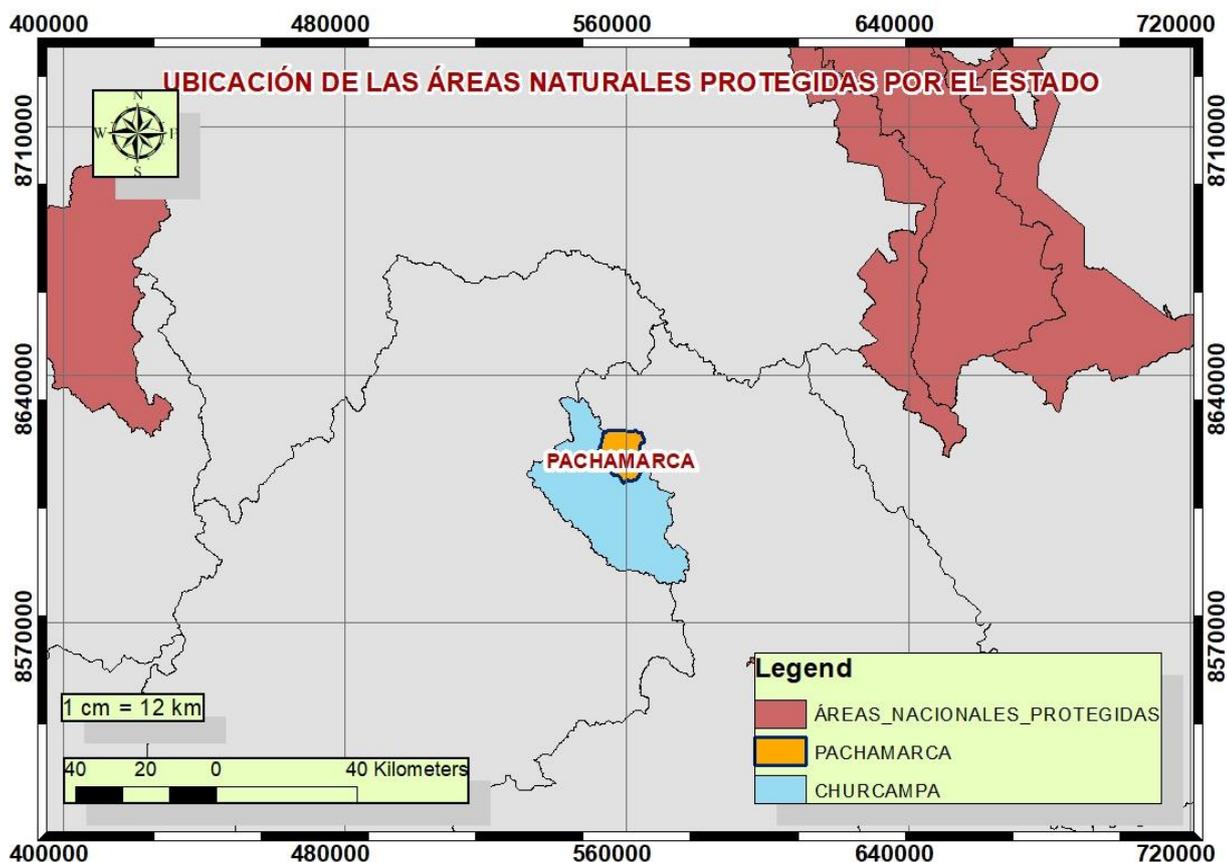
Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior se puede apreciar las rutas de acceso a la propuesta B de la ubicación del relleno sanitario, la propuesta B está ubicada a un extremo del distrito, por ello, la distancia de las rutas de acceso es más lejano con el centro poblado de Patibamba.

4.2.1.5. Identificación de áreas naturales protegidas por el Estado y sus zonas de amortiguamiento

Dentro del distrito de Pachamarca no se cuenta con áreas naturales protegidas por el Estado, tal como se muestra en la siguiente figura.

Figura 13 Mapa de la ubicación de las áreas naturales protegidas por el Estado



Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, en todo el distrito no existe ningún área natural protegida, por ello, se concluye que en ninguna de las dos propuestas existe un ANP.

4.2.1.6. Preservación del patrimonio arqueológico, cultural y monumental de la zona

A continuación, se presenta el mapa de sitios arqueológicos del distrito de Pachamarca en el cual se evidencia la inexistencia de estos, por ello, en ninguna de las 2 propuestas de la ubicación del relleno sanitario, ni en la zona de amortiguamiento se encuentra un patrimonio arqueológico. Mapa de sitios arqueológicos del distrito de Pachamarca.

Figura 14 Mapa de sitios arqueológicos del distrito de Pachamarca



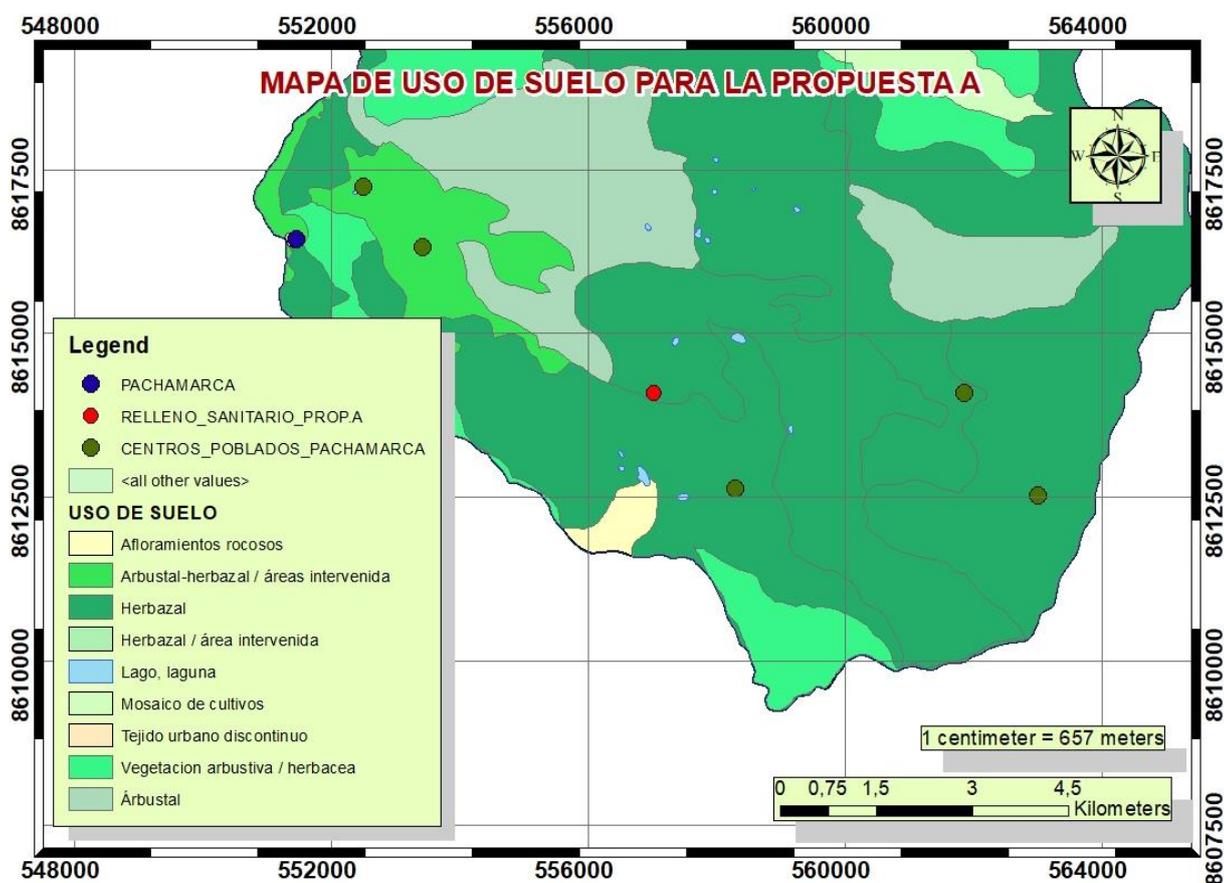
Fuente: Elaboración propia

4.2.1.7. Uso actual de suelo

a) Propuesta A

A continuación, se presenta el mapa de uso actual de suelo de la propuesta A que se ubica en el anexo Mitoccasa.

Figura 15 Mapa de uso de suelo de la propuesta A



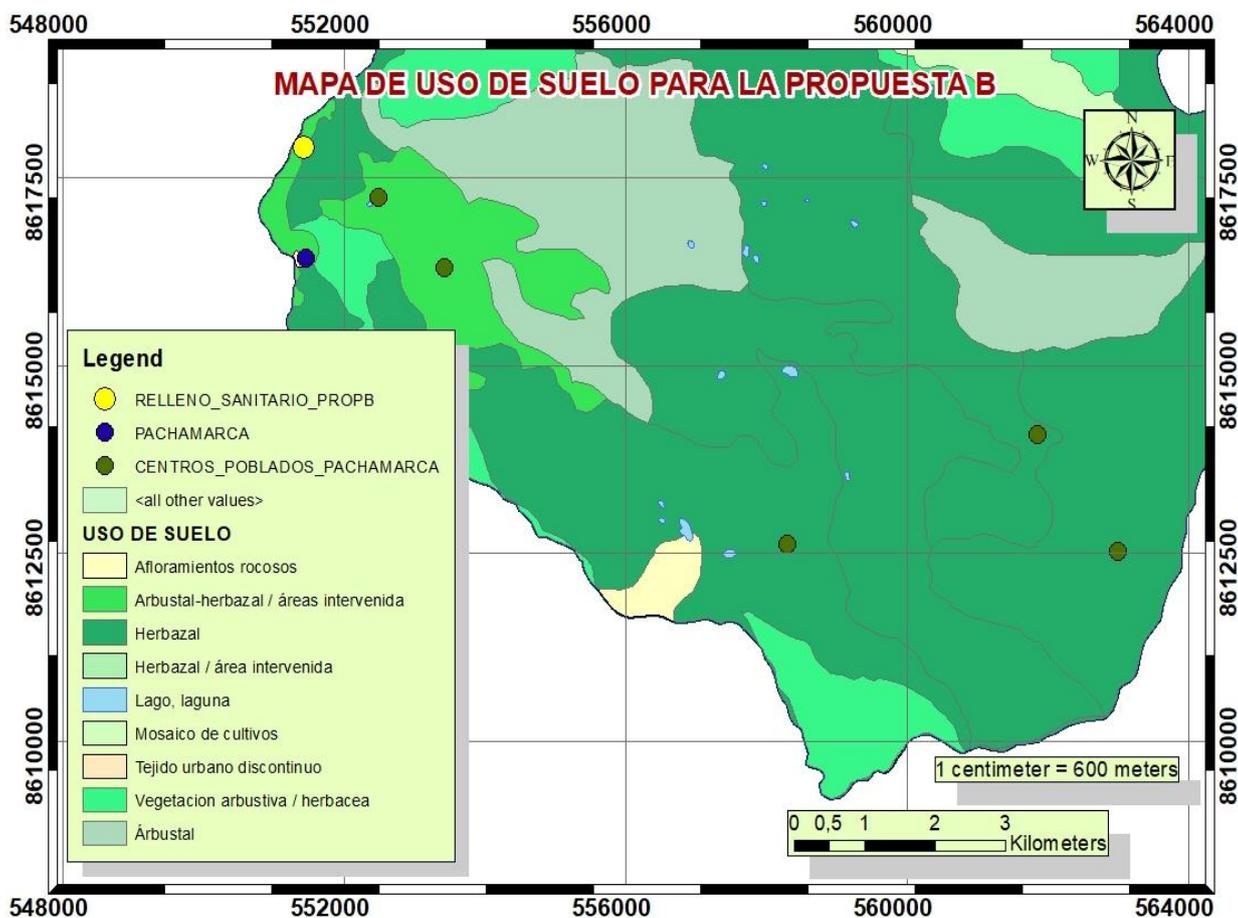
Fuente: Elaboración propia

Como se aprecia en la figura anterior, en la ubicación de la propuesta A del relleno sanitario el uso de suelo es Herbazal, este uso de suelo quiere decir áreas erosionadas con escasa vegetación (hichu y otras hierbas).

b) Propuesta B

A continuación, se presenta el mapa de uso actual de suelo de la propuesta B que se ubica en el barrio Texas.

Figura 16 Mapa de uso de suelo de la propuesta B



Fuente: Elaboración propia

En la Figura anterior se muestra el que en la propuesta B el área del suelo es de uso Arbustal-herbazal / área intervenida, esto quiere decir intervención de cultivos como: cebada, trigo, maíz, papa, alfalfa, y pastos con arbusto.

4.2.2. Calificación de alternativas

Para la calificación de alternativas se tomó como referencia la guía para la opinión técnica favorable de estudio de selección de área para infraestructuras de tratamiento, transferencia y disposición final residuos sólidos (32).

A continuación, se presenta la tabla de resultados de la calificación.

Tabla 23 Calificación de propuestas para la ubicación del relleno sanitario

Item	Criterios de selección	Decreto supremo N° 014-2017-MINAM y su modificatoria, Decreto supremo N° 001-2022-MINAM	Peso asignado (%)	Propuestas de ubicación (calificación)	
				Propuesta A	Propuesta B
1	Distancia a la población más cercana (m)	> 500	15%	5	3
2	Distancia a fuentes de agua superficial (m)	> 500	10%	5	5
3	Área de terreno	----	8%	5	3
4	Estimación de vida útil (años)	> 10	10%	5	5
5	Disponibilidad de terreno	----	8%	5	5
6	Accesibilidad al sitio	----	8%	5	2
7	Área natural protegida por el estado	----	15%	5	5
8	Área arqueológica	----	12%	5	5
9	Uso actual de suelo	----	8%	5	4
10	Cuenta con barrera sanitaria natural	----	6%	3	3
Total			100%	4.88	4.1

Fuente: Elaboración propia

Como resultado de la calificación de propuestas para determinar cuál será la ubicación del relleno sanitario tenemos a la propuesta A con una calificación de 4.78 de un máximo de 5. la propuesta A es el anexo de Mitoccasa resultando ganador por el fácil acceso y una distancia mayor a 500 m a la población, en el anexo Mitoccasa se determinará cuál será el dimensionamiento del relleno sanitario.

4.3. Dimensionamiento del relleno sanitario

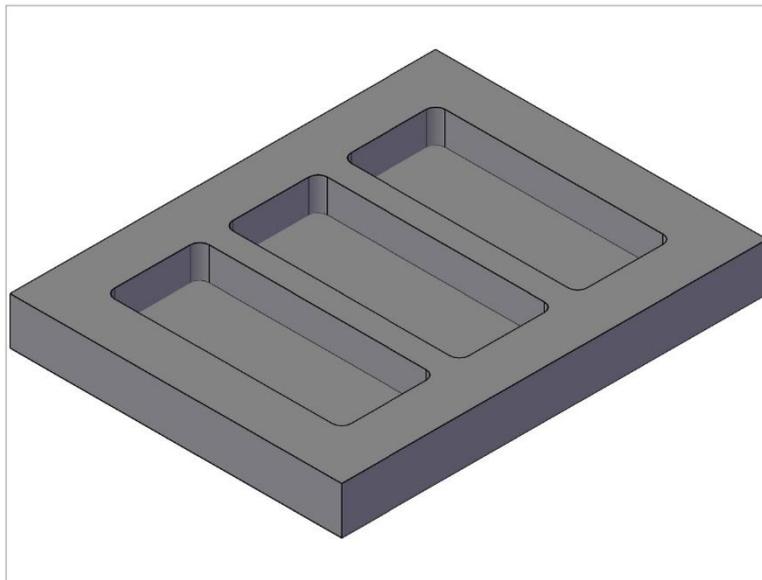
Según la guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario manual(2), menciona que un relleno sanitario manual se recibe hasta 20 toneladas diarias de residuos sólidos, cabe mencionar que, en el estudio de caracterización de residuos sólidos del distrito de Pachamarca se tiene una generación total de 1015.28 kg/día de residuos sólidos domiciliarios y 181.59 kg/día de residuos

sólidos no domiciliarios y especiales, por ende, corresponde un relleno sanitario manual para el distrito de Pachamarca.

4.3.1. Selección del método

Según la guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario manual(2), el método que se utilizará de acuerdo a la inclinación del terreno y la fácil excavación es trinchera o zanja, este método es generalmente usado en lugares con pendiente plana y un suelo que facilite la excavación, además también debe encontrarse en un lugar donde el nivel freático este lejano.

Figura 17 Método trinchera para realizar el relleno sanitario



Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior se muestra el método trinchera o zanja que se utilizó para el relleno sanitario.

Los resultados que se obtuvo en el estudio de caracterización de residuos sólidos, se tiene una generación total de 66.28 Tn/año, pertenecientes a residuos sólidos no domiciliarios y especiales, y una generación de 370.93 Tn/año que pertenecen a residuos sólidos domiciliarios.

4.3.2. Cálculo de la cantidad de residuos sólidos a disponer

4.3.2.1. Crecimiento poblacional

Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), en el año 2017 se registró 1972 personas(40), además también se tomó una tasa de crecimiento poblacional de 1.01% anual.

$$Pf = Po(1 + r)^n$$

Donde:

Pf: Población final

Po: Población inicial

r: tasa de crecimiento de la población

n: tiempo final – tiempo inicial (años)

Tabla 24 Proyección de la población al año 2032

Proyección de la población				
Año	Población inicial (Po)	Tasa de crecimiento anual ®	Tiempo en años (t)	Total
Año 2022	1972			
Año 2023	2073			
Año 2024	2073.00	1.01%	1	2093.73
Año 2025	2093.73	1.01%	1	2114.67
Año 2026	2114.67	1.01%	1	2135.81
Año 2027	2135.81	1.01%	1	2157.17
Año 2028	2157.17	1.01%	1	2178.74
Año 2029	2178.74	1.01%	1	2200.53
Año 2030	2200.53	1.01%	1	2222.54
Año 2031	2222.54	1.01%	1	2244.76
Año 2032	2244.76	1.01%	1	2267.21

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se muestran los resultados de una proyección de la población al año 2032 tomando como punto de partida los censos del año 2017 realizado por el INEI, obteniéndose como una población total de 2268 habitantes.

4.3.2.2. Generación total de residuos sólidos municipales

La generación total de residuos sólidos se obtuvo en el estudio de caracterización de residuos sólidos, se tiene una generación total de 66.28 Tn/año, pertenecientes a residuos sólidos no domiciliarios y especiales, y una generación de 370.76 Tn/año que pertenecen a residuos sólidos domiciliarios.

Se concluye que la generación total de residuos sólidos del distrito de Pachamarca es de 436.86 toneladas por año, cabe mencionar que conforme pasan los años este valor irá aumentando por el crecimiento de la población, por ello, a continuación, se realizará una proyección de los residuos sólidos.

4.3.3. Proyección de la generación de residuos sólidos

Para realizar la proyección de la generación de residuos sólidos tanto domiciliarios, no domiciliarios y especiales se aplicó la siguiente fórmula:

$$GTRS = (Ptotal * GPC * 365/1000) + RSND + RSE$$

Donde:

Ptotal: Población total

GPC: Generación per cápita

RSND: Residuos sólidos no domiciliarios

RSE: Residuos sólidos especiales

Cabe mencionar que los residuos sólidos especiales se dispondrán en el relleno sanitario ya que es proveniente de una sola fuente de generación y puede ser dispuesta en el relleno sanitario porque son del tipo de generación “Ferias”.

A continuación, se muestran los resultados de la proyección de los residuos sólidos.

Tabla 25: Proyección de la generación de residuos solidos

Año	Población (Hab)	Generación per cápita (kg/hab/día)	Cantidad total de residuos sólidos no domiciliarios y especiales (ton/año)	Cantidad total de residuos (Tn/año)
Año 2022	2073.00	0.49	66.28	437.04
Año 2023	2093.73	0.49	66.28	440.74
Año 2024	2114.67	0.49	66.28	444.49
Año 2025	2135.81	0.49	66.28	448.27
Año 2026	2157.17	0.49	66.28	452.09
Año 2027	2178.74	0.49	66.28	455.95
Año 2028	2200.53	0.49	66.28	459.85
Año 2029	2222.54	0.49	66.28	463.78
Año 2030	2244.76	0.49	66.28	467.76
Año 2031	2267.21	0.49	66.28	471.77
Año 2032	2289.88	0.49	66.28	475.83

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se muestra los resultados de la proyección de la generación de residuos sólidos municipales partiendo de la proyección de la población al año 2022 que fue hallada anteriormente.

4.3.4. Capacidad útil del relleno sanitario.

Para realizar estos cálculos fue necesario saber cuál es la densidad de la basura estabilizada y compactada, para ello el D.S. 057 - PCM -2004. establece que se debe alcanzar una densidad de 600 kg/m³ como mínimo, así mismo también el material de cobertura debe variar entre 20 a 25 % del volumen de la basura estabilizada.

En este caso se usó un material de cobertura de 20% con el que se realizó el cálculo del volumen mínimo útil del relleno sanitario.

Tabla 26 Volumen mínimo útil

Año	Generación de residuos (Tn/año)	Densidad de residuos estabilizados (Tn/m3)	Volumen anual de residuos (m3/año)	Cantidad de material de cobertura (%)	Cantidad de material de cobertura (m3/año)	Volumen anual de residuos dispuestos (m3/año)	Volumen mínimo útil (m3)
Año 2022	437.04	0.6	728.39	20	145.68	874.07	10035.11
Año 2023	440.74	0.6	734.57	20	146.91	881.49	
Año 2024	444.49	0.6	740.81	20	148.16	888.98	
Año 2025	448.27	0.6	747.12	20	149.42	896.54	
Año 2026	452.09	0.6	753.48	20	150.70	904.18	
Año 2027	455.95	0.6	759.91	20	151.98	911.90	
Año 2028	459.85	0.6	766.41	20	153.28	919.69	
Año 2029	463.78	0.6	772.97	20	154.59	927.56	
Año 2030	467.76	0.6	779.59	20	155.92	935.51	
Año 2031	471.77	0.6	786.28	20	157.26	943.54	
Año 2032	475.83	0.6	793.04	20	158.61	951.65	

Fuente: Elaboración propia

La generación de residuos se obtuvo de los resultados de la tabla 20. Para el cálculo del volumen anual de residuos se dividió la cantidad de residuos generados entre la densidad de los residuos estabilizados y el volumen mínimo útil se obtuvo sumando el volumen de los residuos con la cantidad de material de cobertura.

El volumen mínimo útil hace referencia al espacio que se usará solo para la disposición de los residuos, esto quiere decir que: si se considera una altura de 2.5 m el área mínima será de 4014.04 m². Por ello, la guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario manual(2) propone un factor de aumento (F) para el área adicional para las vías de acceso, instalaciones sanitarias, caseta para portería, áreas de retiro a linderos, área de maniobras, etc. Este factor varía entre 20% y 40% del área que se dispondrá para la disposición final, esto quiere decir que el área total variará entre 4816.85 m² y 5619.656 m².

4.3.5. Área total del relleno sanitario

Para el cálculo del área que se va rellenar, se partirá de los resultados de la tabla 21 para hallar el área a rellenar, cabe mencionar que se utilizó una profundidad de 2.5 m.

$$\text{Área a rellenar} = \frac{\text{volumen del relleno sanitario (m}^3\text{)}}{\text{Profundidad del relleno sanitario (m)}}$$

$$\text{Area a rellenar} = \frac{10035.11 \text{ m}^3}{2.5 \text{ m}}$$

$$\text{Area a rellenar} = 4014.04 \text{ m}^2$$

A continuación, se procedió a calcular el área total con el cálculo anterior y el factor de aumento de área adicional para la caseta, instalaciones sanitarias, vías de penetración, etc. Este espacio se tomó en cuenta como un 30% del área a rellenar.

$$\text{Area total} = \text{Area a rellenar}(\text{m}^2) * \text{factor de aumento}$$

$$\text{Area total} = 4014.04 * 1.3$$

$$\text{Area total} = 5218.25 \text{ m}^2$$

4.3.6. Capacidad útil de diseño

El cálculo de la capacidad útil del relleno sanitario se establecieron valores según el resultado del área a rellenar, 4014.04 m². según este valor se diseñaron 3 celdas, cada una de 1338.01m².

Se estableció un largo de 65 m, un ancho de 25 m, una profundidad de 2.5 m y para el talud de corte 1 en horizontal y 1 en vertical, se aplicó el método de las áreas externas, el área superior se ubica a nivel del suelo y el área inferior se ubica a 2.5 m de profundidad. El cálculo se explicó en el siguiente cuadro.

Tabla 27 Cálculo de la capacidad útil de diseño

Parámetro/Formula	Unidad de medida	Cantidad
Largo superior (ls)	m	65
Ancho superior (as)	m	25
Área superior (As) = ls x as	m ²	1625
Altura = h	m	2.5
Talud de la trinchera (H)		1
Talud de la trinchera (V)		1
Largo Inferior (li) = ls - 2 x hH	m	60
Ancho inferior (ai)= as - 2 x hV	m	20
Área Inferior (Ai) = li x ai	m ²	1200
Volumen útil de diseño= (As+Ai)/2 *h	m ³	3531.25

Fuente: Elaboración propia

El volumen útil de diseño hace referencia a 1 celda de las 3 celdas en paralelo que se implementarán para el diseño.

Se realizó una nueva proyección del volumen de residuos sólidos agregándole 1 año más para poder hallar el tiempo de vida útil del diseño del relleno sanitario.

Tabla 28 Volumen anual de residuos dispuestos

Año	Generación de residuos (Tn/año)	Volumen anual de residuos compactados (m3/año)	Volumen anual de residuos compactados - acumulados (m3/año)	Cantidad de material de cobertura (m3/año)	Volumen anual de residuos dispuestos - acumulados (m3/año)
Año 2022	437.04	728.39	722.16	144.43	866.59
Año 2023	440.74	734.57	1456.73	291.35	1748.08
Año 2024	444.49	740.81	2197.54	439.51	2637.05
Año 2025	448.27	747.12	2944.66	588.93	3533.59
Año 2026	452.09	753.48	3698.14	739.63	4437.77
Año 2027	455.95	759.91	4458.06	891.61	5349.67
Año 2028	459.85	766.41	5224.47	1044.89	6269.36
Año 2029	463.78	772.97	5997.43	1199.49	7196.92
Año 2030	467.76	779.59	6777.03	1355.41	8132.43
Año 2031	471.77	786.28	7563.31	1512.66	9075.97
Año 2032	475.83	793.04	8356.35	1671.27	10027.62
Año 2033	479.92	799.87	9156.22	1831.24	10987.47

Fuente: Elaboración propia

Para calcular la vida útil, es necesario comparar el valor de la capacidad útil de diseño multiplicado por 3 porque se utilizó 3 celdas con los años que se aproxima ese valor, seguidamente, se aplicó la interpolación para calcular el resultado.

Capacidad útil de diseño *3 = 10593.75 m3

Año volumen anual de residuos

10 10027.62

X **10593.75**

11 10987.47

X=10.59

Entonces, la vida útil del relleno sanitario fue 10.59 años.

4.3.7. Cálculo de la generación de lixiviados

Para el cálculo de la generación de lixiviados primeramente es necesario hallar la precipitación anual promedio en mm/año, para ello, se descargó datos del SENAMHI – Perú(45), de la estación meteorológica convencional denominado Paucarbamba que se ubica en el distrito de Paucarbamba, provincia de Churcampa y región Huancavelica, esta estación meteorológica tiene registros desde el año 2017. en la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos.

Tabla 29 Precipitación anual promedio del relleno sanitario

Año	Precipitación (mm/año)	Precipitación anual promedio (mm/año)
2017-2018	1025.00	967.16
2018-2019	1054.60	
2019-2020	971.30	
2020-2021	896.00	
2021-2022	888.90	

Fuente: Elaboración propia con datos del SENAMHI - Perú

Para el cálculo de generación de lixiviados por hectárea, la guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario manual (2), propone un cuadro en el que se puede comparar los resultados anteriormente hallados de la precipitación promedio anual.

Figura 18 Producción de aguas lixiviadas en un relleno sanitario

Tipo de relleno	Producción de aguas lixiviadas (% de la precipitación)	Producción de aguas lixiviadas (m ³ /(ha*día))		
		Precipitación 700 mm/año	Precipitación 1500 mm/año	Precipitación 3000 mm/año
Relleno manual	60	11,51	24,66	49,32
Relleno compactado con maquinaria liviana	40	7,67	16,44	32,88
Relleno compactado con maquinaria pesada	25	4,79	10,27	20,55

Fuente: Guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario manual.

Comparando con la figura anterior se identifica que valores de aproximan al resultado de la precipitación anual promedio, seguidamente, se utiliza el método de interpolación para calcular el resultado.

Tabla 30 Producción de aguas lixiviadas del relleno sanitario del distrito de Pachamarca

Precipitación (mm/año)	Producción de lixiviados (m ³ /ha*día)
700	11.51
1500	24.66
967.16	15.90

Fuente: Elaboración propia

Entonces, la producción de lixiviados fue 15.90 m³/ha*día, seguidamente se usó la regla de tres simple para hallar la cantidad de lixiviados que generó el relleno sanitario según el área superior del relleno sanitario que es de 4875 m². del mismo modo, depende del avance anual que será de 0.04875 ha/año.

hectáreas	Producción de lixiviados
1ha	15.90 m ³ /(ha*día)
0.04875 ha	X
X= 0.7751 m ³ /día	
X= 282 m ³ /año	

Finalmente, se obtiene un resultado de generación de lixiviados de 282 m³/año para el relleno sanitario del distrito del distrito de Pachamarca.

4.3.8. Tratamiento de lixiviados

Para el tratamiento de lixiviados de un relleno sanitario también se pueden utilizar algunos métodos con los que se tratan las aguas residuales, se puede mencionar algunos de los tratamientos:

- Sistemas aerobios
- Sistemas anaerobios
- Sistemas aerobios – anaerobios
- Oxidación química
- Precipitación – coagulación
- Adsorción con carbón activado
- Procesos basados en membranas

A continuación, a modo de recomendación se mencionará un método para el tratamiento de los lixiviados del relleno sanitario.

4.3.8.1. Procesos fisicoquímicos, Coagulación – Floculación – Sedimentación

Se puede resumir como una serie de procesos que reduce el contenido de materia coloidal y sólidos en suspensión, el proceso mencionado, inicia con la neutralización de cargas de la materia en suspensión a través de la adición de agentes floculantes (generalmente sulfato de aluminio), a continuación, se espera que el agente coagulante culmine con el proceso de aglutinación. El sulfato de aluminio es un agente inorgánico que a su vez puede causar problemas ambientales y de salud pública debido a su difícil degradación, por lo general, los procesos de coagulación – floculación se limitan al estudio del efecto de las diferentes variables de conversión final, que, a su vez, este se expresa como el porcentaje de reducción de DQO y COT (46).

Para los conocer que coagulante es más eficaz, lo más recomendable es realizar un “ensayo de jarras” donde se puede analizar la eficiencia de los distintos tipos de productos para un agua residual concreta.

4.3.9. Distribución general de la infraestructura

Esta distribución comprende los componentes y ubicaciones de la infraestructura del relleno sanitario de residuos sólidos municipales, a continuación, se muestran los componentes de la infraestructura.

- i. Área de administración y control de ingreso de residuos sólidos: este ambiente a su misma vez será para el almacén de herramientas, la caseta de control y los servicios higiénicos.
- ii. Vías de acceso interno: esta vía tendrá características de transitabilidad para maquinaria pesada con un mínimo de 3 m de ancho y, además, con cunetas laterales para la fluidez del agua en épocas de alta precipitación
- iii. Sector de operación: estará conformado por las 3 celdas de disposición final de los residuos sólidos municipales y los drenes de recolección y almacenamiento de los lixiviados.
- iv. Área de almacenamiento y abastecimiento del material de cobertura: esta área estará designado exclusivamente para almacenar y abastecer el material de cobertura para el área de operación.
- v. Barrera sanitaria: será la implementación de barreras naturales por el perímetro del relleno sanitario para evitar impactos negativos y riesgos ambientales a la población.
- vi. Zona de seguridad: es el área específica para ubicarse en caso de emergencias, esta área estará libre de algún tipo de infraestructura.

5. Discusión de resultados

- De acuerdo al problema identificado en el distrito de Pachamarca se tiene que la gestión de residuos sólidos municipales es inadecuada por la dejadez o la falta de conocimiento y la cultura ambiental de las autoridades locales que acarrea impactos ambientales principalmente en el proceso de disposición final de los residuos sólidos ya que estos, son quemados sin tomar ninguna precaución. A diferencia del estudio realizado en el distrito de Chambará, Provincia de Concepción departamento de Junín(21), En referencia a la evaluación inicial que se realizó sobre el manejo de los residuos sólidos, el distrito de Chambará tiene una gestión y un manejo inadecuado de sus residuos sólidos y una gestión deficiente de parte de las autoridades del distrito y a ello se suma la carencia de educación y cultura ambiental, por lo cual, trae la acumulación de residuos sólidos en espacios públicos y áreas verdes.
- En el distrito de Pachamarca la generación per-cápita de residuos sólidos municipales del tipo domiciliario es el 0.49 Kg/Día/Persona, este resultado se obtuvo a través del estudio de caracterización de residuos sólidos a nivel de todo el distrito de Pachamarca (tomando como un solo estrato económico) mientras que en la ciudad de Sicuani (5) fue de 0.57 Kg/Día/Persona, esta diferencia se debe a que el distrito de Sicuani hay mucho movimiento económico por el mismo número de población que es de 59864 personas mientras que en el distrito de Pachamarca existen solamente 2073 personas. De igual manera, en el estudio realizado por Zevallos Cermeño J. (24) en la zona urbana de san Jerónimo De Tunán obtuvo que la densidad promedio es de 108.47 kg/m³. mientras que en el presente estudio realizado en el distrito de Pachamarca se tiene una densidad promedio de 106.75 kg/m³, como se puede observar se obtuvo un resultado similar.
- En el análisis de humedad, para los residuos sólidos domiciliarios se tiene un resultado de 36.61 % y para los residuos sólidos no domiciliarios se obtuvo un resultado de 31.57%. Los resultados de Guevara Vilchez B. (21) en el distrito de Chambará, el porcentaje de humedad de los residuos sólidos domiciliarios fué de 69.25%, de la misma manera, para el porcentaje de humedad de los residuos sólidos no domiciliarios fue de 71.40%, esta variación se da porque en el distrito de Chambará, el mercado genera mayor cantidad de residuos sólidos orgánicos quienes hacen que se tenga un elevado porcentaje de líquidos de lixiviados proveniente mayormente de materia orgánica, a diferencia del distrito de Pachamarca que no tiene mercados y las heces de los animales que tienen lo utilizan para abonar sus cultivos.

- El área del relleno sanitario manual para el distrito de Pachamarca es de 5173.24 m² tomando en cuenta el factor de aumento de área adicional para la caseta, instalaciones sanitarias, vías de penetración, etc. Además, también, se proyectó una vida útil de 10 años según recomienda la guía el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales, Mientras que en el distrito de Chambará es de 2466.53 m². un aproximado de 0.25, con una vida útil de 10 años. Para el presente diseño se plantea 3 celdas en paralelo cada uno con un largo superior de 65m, un ancho superior de 25m, altura de 2.5m, largo inferior de 60 m y un ancho inferior de 20 m.

CONCLUSIONES

1. El estudio de caracterización de residuos sólidos en el distrito de Pachamarca se realizó con una población total de 2073 personas, el cual permitió conocer información puntual de la generación per-cápita de residuos sólidos domiciliarios con un promedio de 0.49kg/hab/día, una densidad promedio entre los 7 días de 106.75 kg/m³ y un porcentaje de humedad de 36.61%, de igual forma, los residuos sólidos no domiciliarios con una generación de 51.28kg/día, una densidad de 127.08 kg/m³ y un porcentaje de humedad de 31.57%.
2. Se realizó una comparación de 2 propuestas de ubicación del relleno sanitario del distrito de Pachamarca, se evaluó y determinó que la ubicación óptima para el relleno sanitario tras la evaluación de la disponibilidad del terreno, su ubicación, accesibilidad, distancia a fuentes de agua superficial, distancia de zonas arqueológicas, distancia de áreas naturales protegidas y zona de amortiguamiento, distancia a la población y uso actual de suelo, es el anexo de Mitoccasa.
3. El dimensionamiento del relleno sanitario manual para el distrito de Pachamarca tiene un área total de 5218.25 m², tomando en cuenta el factor de aumento del 30% de área adicional para la caseta, instalaciones sanitarias, vías de penetración, etc. Además, también, se contará con una vida útil de 10.59 años tal y como recomienda la guía el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales, para el presente diseño se plantea 3 celdas en paralelo cada uno con un largo superior de 65m, un ancho superior de 25m, altura de 2.5m, largo inferior de 60 m y un ancho inferior de 20 m.

RECOMENDACIONES

1. Se sugiere que la Municipalidad distrital de Pachamarca realice un estudio de caracterización de residuos sólidos mínimamente cada 5 años para llevar una adecuada gestión de residuos sólidos.
2. El componente con mayor predominancia es la materia orgánica al cual se recomienda darle un valor agregado iniciando un tratamiento para la obtención de compost para que pueda ser usado en los sembríos y huertos del distrito de Pachamarca.
3. Se recomienda al gobierno local gestionar un relleno sanitario para el distrito de Pachamarca, para poder realizar un manejo y disposición final de los residuos sólidos municipales domiciliarios y no domiciliarios.
4. Es recomendable implementar un proceso de reciclaje para dar un valor agregado a los residuos aprovechables y sobre todo incrementar el tiempo de vida útil del relleno sanitario al reducir el volumen de los residuos sólidos.
5. Mejorar el servicio de recolección, traslado y disposición final por parte del área encargada de la gestión de residuos sólidos municipales, ya que existe deficiencia en la prestación de estos servicios, carencia de valorización y una inadecuada disposición final.
6. Se recomienda que la Municipalidad distrital de Pachamarca realice estudios de suelo, geología, pendiente, permeabilidad, entre otras para obtener datos precisos de la ubicación del relleno sanitario.
7. Implementar los programas de concientización para reducir el deterior del ambiente por residuos sólidos, dar a conocer a la población la importancia de un buen manejo de los residuos sólidos para minimizar los impactos negativos a la salud y al entorno.
8. Se recomienda implementar un programa de segregación en la fuente y recolección selectiva de los residuos sólidos en el corto plazo, para ya mejorar el conocimiento de la población acerca del manejo de residuos sólidos.
9. La gestión de residuos sólidos se debe realizar de acuerdo a las características de la zona geográfica y a la distribución de la población del distrito de Pachamarca, además, tomar en cuenta los hábitos y costumbres de toda la población.
10. Promocionar los beneficios económicos y socioambientales de reusar y reciclar, tanto para el poblador como para la Municipalidad distrital de Pachamarca.

11. Implementar un tratamiento eficaz de los lixiviados a través de un diagnóstico del tipo de coagulante que se puede usar para específicamente este lixiviado que se producirá.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

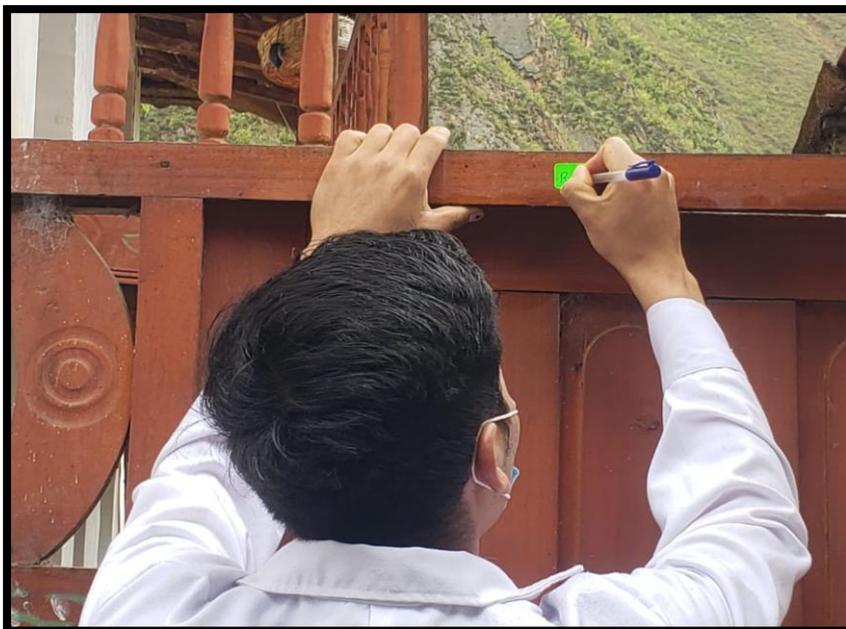
1. MINAM and DR. ANTONIO BRACK EGG, Ministro del Ambiente. Política nacional del ambiente. 2009. DOI 10.31381/paideia.v2i3.462.
2. MINAM and SINIA. “Guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario manual”. 2008. P. 1–87.
3. MINSA and CONAM. Guía técnica para la clausura y convención de botaderos de residuos sólidos. 2004. P. 1–92.
4. MONTOYA, A.; Soto Odar En. Diseño de un relleno Sanitario manual para el distrito de Parcoy, La Libertad. 2017. P. 1–41.
5. CHURATA ZARATE, Rene. *DETERMINACION Y DIMENSIONAMIENTO DE RELLENO SANITARIO PARA EL DISTRITO DE SICUANI; CUSCO, 2016*. 2017.
6. BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO. Situación de la gestión de RESIDUOS SÓLIDOS en América Latina y el Caribe. 2015. P. 3.
7. ULLCA, Jose. LOS RELLENOS SANITARIOS. *La Granja. Revista de Ciencias de la Vida*. 2005. No. 4, p. 2–17.
8. LANDEO, Ortega, NATALI, Yesica, ROMERO, Torres and WENDDY, Sherly. “DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES PARA POBLACIONES PEQUEÑAS”. 2016.
9. KAZA, Silpa, YAO, Lisa, BHADA-TATA, Perinaz and VAN WOERDEN, Frank. *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*. Online. The World Bank, 2018. ISBN 978-1-4648-1347-4.
10. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS. *La gestión de residuos como servicio esencial en América Latina y el Caribe*. 2020.
11. SÁEZ, Alejandrina and URDANETA, Joheni. Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. *Omnia*. 2014. Vol. 20, no. 1315–8856, p. 121–135. DOI 10.5860/choice.44-1347.
12. BOCANEGRA CARRIÓN, Kattia, GAMARRA MOZO, Fiorella and TIPIAN MORI, Patricia. *Serie Informes Especiales N° 24-2020-DP, Gestión de los residuos sólidos en el Perú en tiempos de pandemia por COVID –19: Recomendaciones para proteger los derechos a la salud y al ambiente*. Online. Lima, Perú, 2020. Available from: <http://www.defensoria.gob.pe>
13. HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto, FERNÁNDEZ COLLADO, Carlos and BAPTISTA LUCIO, María del Pilar. *Metodología de la Investigación- 6ta EDICION*. 2014. ISBN 978-1-4562-2396-0.
14. DIAZ, Lizeth Yesenia and VALLEJO, Andrea Carolina. *PROPUESTA PARA EL DISEÑO DEL NUEVO RELLENO SANITARIO PARA EL MUNICIPIO DE AGUACHICA - CESAR LIZETH*. Universidad Católica de Colombia, 2017.
15. RUIZ ORTEGA, JENNIFER CAROLINA and UNAPANTA ALBÁN, VICTORIA CAROLINA. *DISEÑO DE UN RELLENO SANITARIO MANUAL PARA EL RECINTO “CRISTÓBAL COLÓN”- PROVINCIA DE ESMERALDAS*. 2015.

16. ÁLVAREZ CONTRERAS, Alexander and SUÁREZ GELVEZ, John. Tratamiento biológico del lixiviado generado en el relleno sanitario “El Guayabal” de la ciudad San José de Cúcuta. *Revista Científica Ingeniería y Desarrollo*. 2011. Vol. 20, no. 20, p. 95-105–105.
17. SEGURA, Ángela, ROJAS, Luis and PULIDO, Yeffer. Referentes mundiales en sistemas de gestión de residuos sólidos. *Revista Espacios*. 2020. Vol. 41, no. 17, p. 1–9.
18. NAVARRETE CABRERA, Sary Nathalia. “Estudio De Prefactibilidad Para La Localidad De Tembladera - Distrito De Yonan”. 2016.
19. ORIHUELA, José Carlos. Un Análisis de la Eficiencia de la Gestión Municipal de Residuos Sólidos en el Perú y sus determinantes. *Instituto Nacional de estadística*. 2018. P. 82.
20. BEJAR QUISPE, Ruben. *Evaluación del diseño de infraestructura de relleno sanitario para la localidad de Ocuvi, Distrito de Ocuvi, Provincia de Lampa-Puno*. 2018.
21. GUEVARA VILCHEZ, Betsy. *Estudio de caracterización de residuos sólidos municipales para el diseño de un relleno sanitario en el distrito de Chamberá*. 2021.
22. ASCANIO YUPANQUI, FEDERICO HUGO. *PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS PARA EL DISTRITO DE EL TAMBO SEGÚN LAS RECOMENDACIONES DE LA AGENDA 21*. 2017.
23. VILLÓN PALACIOS, Rafael Homero. *Gestión Transdisciplinaria De Residuos Sólidos En La Política Ambiental De La Región Junín*. 2017.
24. ZEVALLOS CERMEÑO, Jacqueline Belén. “ESTUDIO DE LA CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES, PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA GESTIÓN AMBIENTAL MUNICIPAL EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO DE TUNÁN–PROVINCIA HUANCAYO –JUNÍN – 2017”. 2018.
25. GARCÍA ROMERO, Santiago. *Gestión de los residuos sólidos en las instituciones educativas de nivel primaria en el Distrito de Huando – Huancavelica*. 2019.
26. SANTOYO ROBLES, Julissa A. *Conceptos Básicos y Aplicación de las 3 Rs*. 2016.
27. RIVAS ARIAS, Camilo Andrés. Piensa Un Minuto Antes De Actuar: Gestión Integral De Residuos Sólidos. *Gestión Integral de Residuos Sólidos*. 2018. P. 1–63.
28. MINAM. *DECRETO LEGISLATIVO QUE APRUEBA LA LEY DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS*. 2017.
29. MINAM. *GUÍA PARA LA CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES*. 2019.
30. OEFA. Libro-Residuos-Solidos. *Cumplimiento de los municipios provinciales a nivel nacional*. 2014. P. 1–100.
31. FLORES, Carlos Bustos. *La problemática de los desechos sólidos The solid waste problem*. 2009.
32. DIRECCIÓN GENERAL DE SALUD AMBIENTAL, DIGESA. *GUÍA PARA LA OPINIÓN TÉCNICA FAVORABLE DE ESTUDIO DE SELECCIÓN DE ÁREA PARA INFRAESTRUCTURAS DE TRATAMIENTO, TRANSFERENCIA Y DISPOSICIÓN FINAL RESIDUOS SÓLIDOS*. 2010.
33. ¿Qué es Diseño? » Su Definición y Significado. Online. [Accessed 20 August 2022]. Available from: <https://conceptodefinition.de/disenio/>

34. Definición de Residuos Sólidos. Online. [Accessed 20 August 2022]. Available from: <https://www.definicionabc.com/medio-ambiente/residuos-solidos.php>
35. RELLENO SANITARIO. Online. [Accessed 20 August 2022]. Available from: <https://www.binasss.sa.cr/poblacion/rellenosanitario.htm>
36. PEREZ MONTAÑA, Ealeen. PROCEDIMIENTO PARA LA GESTIÓN Y DISPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS Y PELIGROSOS. Online. 2011. [Accessed 20 August 2022]. Available from: <https://gerenciacampus.uniandes.edu.co/content/download/2304/11870/file/5.%20Disposicion%20de%20Residuos.pdf>
37. ARIAS, Fidias. *EL PROYECTO DE INVESTIGACION Introducción a la metodología científica*. Caracas - República Bolivariana de Venezuela, 2016.
38. CABALLERO ROMERO, Alejandro. *Metodología integral innovadora para planes y tesis LA METODOLOGÍA DEL CÓMO FORMULARLOS*. MEXICO, 2014.
39. BAENA PAZ, Guillermina. *Metodología de la investigación*. . Grupo Editorial Patria, 2017. ISBN 9786077447528. 3a ed.
40. INEI. Peru: Crecimiento y distribución de la población total, 2017. Población censada más población omitida. *Journal of Chemical Information and Modeling*. 2017. Vol. 53, no. 9, p. 1689–1699.
41. FERNÁNDEZ CONCHA, Rafael. EL CUESTIONARIO. Online. [Accessed 2 September 2022]. Available from: <http://repositorio.udea.edu.pe/bitstream/123456789/46/1/EI%20cuestionario.pdf>
42. TRONCOSO-PANTOJA, Claudia and AMAYA-PLACENCIA, Antonio. Entrevista: guía práctica para la recolección de datos cualitativos en investigación de salud. *Revista Facultad de Medicina*. 2017. Vol. 65, no. 2, p. 329–332. DOI 10.15446/revfacmed.v65n2.60235.
43. SAKET, Mohamed, FORESTAL, Oficial, DAN ALTRELL, faoorg and ANNE BRANTHOMME, faoorg. *Monitoreo y Evaluación de los Recursos Forestales Nacionales* Online. 2009. [Accessed 5 September 2022]. Available from: www.fao.org/forestry
44. MINAM. *Decreto Supremo que modifica el Reglamento del Decreto Legislativo N° 1278, Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, aprobado mediante Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM, y el Reglamento de la Ley N° 29419, Ley que regula la actividad de los recicladores, aprobado mediante Decreto Supremo N° 005-2010-MINAM*. Online. 2022.
45. SENAMHI - Perú. Online. [Accessed 5 November 2022]. Available from: <https://www.senamhi.gob.pe/?&p=estaciones>
46. ALVARADO, Felipe Díaz, CORTÉS, Pablo, MELANIE, Díaz and LAGRILLE, Colet. *TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS DE UN RELLENO SANITARIO: PROPUESTA Y EVALUACIÓN DE UN SISTEMA DE HUMEDALES ARTIFICIALES*. 2018.

ANEXOS

Anexo 1: panel fotográfico



Fotografía 1 codificación de las viviendas.



Fotografía 2 Recojo de residuos sólidos domiciliarios.



Fotografía 3 Recojo de residuos sólidos no domiciliarios - municipalidad distrital de Pachamarca.



Fotografía 4 Recojo de residuos sólidos no domiciliarios - instituciones educativas.



Fotografía 5 Recojo de residuos sólidos no domiciliarios - instituciones educativas.



Fotografía 6 Recojo de residuos sólidos no domiciliarios – tiendas.



Fotografía 7 Recojo de residuos sólidos no domiciliarios - Recreo campestre.



Fotografía 8 Traslado de los residuos sólidos.



Fotografía 9 pesaje de los residuos sólidos.



Fotografía 10 Medición de la altura libre del cilindro para determinar la densidad de residuos sólidos.



Fotografía 11 Clasificación de los residuos sólidos.

Anexo 2: Generación de residuos sólidos domiciliarios

N° de vivienda	Código	Número de habitantes	Generación de Residuos Sólidos Domiciliarios									Validación si están todos los datos	Generación per cápita
			Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7			
			Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg		Kg/persona/día
1	RSD-1	5	2.45	1.93	2.07	2.43	2.65	2.56	2.43	2.29	OK	0.47	
2	RSD-2	7	3.48	3.57	3.27	3.54	3.86	3.64	3.14	3.24	OK	0.50	
3	RSD-3	3	1.32	1.47	1.74	1.15	1.42	1.57	1.42	1.30	OK	0.48	
4	RSD-4	9	3.85	4.56	4.73	4.38	4.65	4.78	4.37	4.22	OK	0.50	
5	RSD-5	6	2.67	3.51	3.06	3.16	2.96	3.68	2.78	3.42	OK	0.54	
6	RSD-6	4	2.37	2.67	2.10	2.08	1.64	1.97	2.21	1.82	OK	0.52	
7	RSD-7	8	3.17	3.84	4.58	3.96	3.67	2.93			OK	0.47	
8	RSD-8	6	3.64	2.89	3.26	3.41	2.70	2.76	2.43	2.71	OK	0.48	
9	RSD-9	7	3.04	3.84	3.58	2.95	3.59	2.82	2.47	2.77	OK	0.45	
10	RSD-10	9	3.65	4.54	4.06	3.59	3.83	4.29	3.45	4.09	OK	0.44	
11	RSD-11	8	3.68	3.84	4.75	3.28	3.68	3.16	3.28	4.15	OK	0.47	
12	RSD-12	4	1.67	2.23	2.67	2.25	1.36	2.06	2.22	1.94	OK	0.53	
13	RSD-13	7	3.32	3.78	3.81	2.84	3.02	3.33	2.61	3.69	OK	0.47	
14	RSD-14	4	1.55	1.87	2.63	1.48	2.52	1.75	2.03	1.60	OK	0.50	
15	RSD-15	8	4.37	3.98	3.63	3.67	4.04	4.67	3.23	3.11	OK	0.47	
16	RSD-16	10	4.34	4.03	4.61	4.79	4.78	3.92	4.12	3.58	OK	0.43	
17	RSD-17	6	3.07	2.51	2.04	3.42	3.03	2.36	3.06	3.65	OK	0.48	
18	RSD-18	7	3.47	4.27	2.47	3.16	3.23	4.15	4.63	3.55	OK	0.52	
19	RSD-19	5	2.84	2.54	2.65	1.78	2.93	2.86	1.61	1.53	OK	0.45	
20	RSD-20	8	3.26	3.84	3.59	4.17	4.53	3.89	3.95	4.02	OK	0.50	
21	RSD-21	6	2.53	2.94	3.26	3.31	2.75	2.88	3.14	2.42	OK	0.49	
22	RSD-22	7	3.25	3.64	3.87	3.26	3.15	3.38	2.79	3.58	OK	0.48	
23	RSD-23	5	2.83	2.37	2.46	2.21	2.83	1.89	2.69	2.24	OK	0.48	
24	RSD-24	9	3.82	4.06	4.58	4.93	4.17	4.01	3.58	4.26	OK	0.47	
25	RSD-25	4	1.63	2.42	2.64	2.35	2.14	2.58	1.37	1.74	OK	0.54	
26	RSD-26	5	2.63	2.37							FD	0.00	
27	RSD-27	7	2.46	3.38	3.52	3.86	3.58	4.16	3.67	3.04	OK	0.51	
28	RSD-28	8	4.34	4.21	3.66	3.95	4.26	4.78	4.46	4.18	OK	0.53	
29	RSD-29	5	3.07	2.84	2.16	2.72	3.18	2.52	2.54	2.69	OK	0.53	
30	RSD-30	6	3.63	3.84	3.82	2.94	3.77	2.80	3.09	2.46	OK	0.54	
31	RSD-31	4	1.77	2.06	1.93	2.74	2.45	1.60	1.81	2.58	OK	0.54	
32	RSD-32	9	4.20	4.84	4.63	4.68	3.92	4.03	3.51	3.27	OK	0.46	
33	RSD-33	8	4.96	4.65	5.06	4.38	4.72	4.66	3.94	3.58	OK	0.55	
34	RSD-34	9	4.61	4.36	4.27	4.65	4.94	5.40	5.06	4.78	OK	0.53	
35	RSD-35	5	3.02	2.48	2.15	2.58	2.78	3.32	2.18	3.26	OK	0.54	
36	RSD-36	7	4.62	4.56	4.41	4.03	3.86	3.56	4.22	4.10	OK	0.59	

37	RSD-37	8	4.38	4.52	5.28	3.99	3.71	4.35	4.37	3.94	OK	0.54
38	RSD-38	6	3.62	3.37	3.95	3.52	2.81	3.68	2.48	2.79	OK	0.54
39	RSD-39	8	4.01	4.78	2.47	3.74	4.17	3.80	4.56	3.67	OK	0.49
40	RSD-40	8	4.78	5.30	5.02	4.12	3.73	4.25	3.37	3.58	OK	0.52
41	RSD-41	5	2.11	2.75	2.37	2.46	3.10	3.46	3.29	1.70	OK	0.55
42	RSD-42	6	2.34	3.66	3.74	3.75	3.71	2.93	2.36	3.75	OK	0.57
43	RSD-43	9	5.37	4.77	4.62	5.38					FD	0.00
44	RSD-44	7	3.27	3.54	3.65	3.87	4.18	3.27	3.54	3.46	OK	0.52
45	RSD-45	8	3.27	3.58	4.80	3.49	3.28	3.44	3.26	4.73	OK	0.47
46	RSD-46	5	2.46	2.54	2.26	2.46	2.44	2.90	1.95	1.43	OK	0.46
47	RSD-47	7	3.20	3.36	3.94	4.23	3.17	3.74	3.45	3.84	OK	0.53
48	RSD-48	6	2.38	3.27	2.90	3.23	4.10	2.38	3.02	3.56	OK	0.53
49	RSD-49	8	4.03	3.92	3.27	4.57					FD	0.00
50	RSD-50	5	2.02	2.93	2.45	2.47	2.75	2.81	3.70	2.04	OK	0.55
51	RSD-51	9	4.39	4.48	4.21	4.88	4.78	4.20	4.99	5.28	OK	0.52
52	RSD-52	5	2.45	2.38	2.49	1.57	2.63	3.12	2.73	2.16	OK	0.49
53	RSD-53	4	1.74	1.46	3.06	2.44	2.11	2.47	2.56	2.80	OK	0.60
54	RSD-54	4	1.47	2.01	2.45	1.35	1.86	2.33	2.60	1.43	OK	0.50
55	RSD-55	9	4.70	4.27	4.23	4.48	5.32	5.83	3.98	4.50	OK	0.52
56	RSD-56	5	3.10	3.54	3.65	2.49	3.57	3.20	3.77	3.58	OK	0.68
57	RSD-57	9	3.47	3.25	3.38	3.95	3.57	3.41	3.85	4.53	OK	0.41
58	RSD-58	7	4.83	4.29	3.71	4.83	3.82	4.67	3.73	3.50	OK	0.58
59	RSD-59	8	3.12	3.56	4.39	4.37	4.27	3.28	3.25		OK	0.48
60	RSD-60	6	2.39	2.14	2.37	3.42	3.03	3.85	4.60	2.69	OK	0.53
61	RSD-61	9	4.75	4.17	4.23	4.68	4.32	4.97	4.64	4.90	OK	0.51
62	RSD-62	5	3.56	3.25	2.46	3.67	2.49	2.71	2.58	3.10	OK	0.58
63	RSD-63	6	3.29	3.10	4.23	4.72	3.29	4.31	3.28	3.85	OK	0.64
64	RSD-64	9	5.23	5.74	4.27	4.39	3.92	4.32	4.85	3.93	OK	0.50
65	RSD-65	7	3.27	3.60	3.84	3.54	4.42	3.85	4.03	4.00	OK	0.56
66	RSD-66	6	2.32	2.54	1.82	3.57	3.49	2.44	3.88	3.17	OK	0.50
67	RSD-67	8	4.93	4.27	3.93	3.36	4.24	3.75	3.46	4.38	OK	0.49
68	RSD-68	6	2.39	3.12	3.47	3.58	2.15	3.24	4.58	4.08	OK	0.58
69	RSD-69	7	3.46	3.43	2.79	3.42	3.82	2.53	3.11	3.55	OK	0.46
70	RSD-70	7	4.24	4.63	4.68	4.79	4.63	4.52	4.65	4.33	OK	0.66
71	RSD-71	9	3.47	3.75	4.26	5.30	3.27	3.42	3.36	4.32	OK	0.44
72	RSD-72	8	4.82	3.26	3.65	3.22	3.18	4.72	3.84	4.75	OK	0.48
73	RSD-73	5	1.35	2.73	3.02	3.64	2.64	1.78	3.46	2.22	OK	0.56
74	RSD-74	9	3.42	4.64	4.74	4.17	3.85	4.57	4.10	4.33	OK	0.48
75	RSD-75	7	3.45	3.62	4.37	4.63	3.85	3.86	3.29	3.65	OK	0.56
76	RSD-76	6	3.12	3.76	3.25	4.92	3.74	3.66	3.43	3.38	OK	0.62
77	RSD-77	8	4.57	4.20	4.35	4.72	4.93	3.85	4.03	3.69	OK	0.53

78	RSD-78	9	4.38	4.65	4.93	4.23	4.62	4.37	4.85	4.55	OK	0.51
79	RSD-79	6	2.46								FD	0.00
80	RSD-80	7	3.84	3.43	3.76	3.59	3.43	4.23	3.76	4.92	OK	0.55
81	RSD-81	6	2.37	3.21	3.45	3.92	2.34	3.09	4.28	2.93	OK	0.55
82	RSD-82	5	3.46	3.59	2.46	3.51	2.47	2.71	3.06	3.88	OK	0.62
83	RSD-83	8	3.45	3.60	4.84	3.83	3.14	3.44	3.46	4.05	OK	0.47
84	RSD-84	4	1.28	1.46	3.27	2.58	2.54	2.47	2.39	2.41	OK	0.61
85	RSD-85	7	3.76	3.33	3.45	3.46	3.11	4.23	3.62	4.36	OK	0.52
Generación per cápita domiciliaria												0.49

Fuente: elaboración propia

Anexo 3: Generación de residuos sólidos no domiciliarios

Generación de residuos sólidos no domiciliarios – establecimientos comerciales

ESTABLECIMIENTOS COMERCIALES															
N°	Código	Días que labora 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 generadores	Generación total (Kg/día)
1	RSNM-EC-1	6	1.34	2.47	1.65	2.02	2.27	1.39	1.86		OK	1.94	1.67		
2	RSNM-EC-2	5	1.13	1.63	1.84	2.26	1.46	1.42			OK	1.72	1.23		
3	RSNM-EC-3	7	2.42	1.42	1.58	2.18	2.17	2.42	1.79	2.28	OK	1.98	1.98		
4	RSNM-EC-4	7	2.28	1.76	2.04	1.39	2.26	1.15	2.55	1.87	OK	1.86	1.86		
5	RSNM-EC-5	7	2.50	1.28	1.51	1.70	1.45	1.22	2.06	1.94	OK	1.59	1.59		
6	RSNM-EC-6	6	1.78	2.47	1.79	1.43	1.88	2.12	1.95		OK	1.94	1.66		
7	RSNM-EC-7	7	1.52	1.99	1.44	1.69	2.04	2.41	1.43	1.77	OK	1.82	1.82		
8	RSNM-EC-8	6	1.04	1.47	1.57	1.92	1.95	1.83	2.46		OK	1.87	1.60		
9	RSNM-EC-9	5	1.94	1.49	2.24	1.56	2.52	1.45			OK	1.85	1.32		
10	RSNM-EC-10	6	2.58	1.84	1.75	1.88					FD	0.00	0.00		
11	RSNM-EC-11	7	1.69	1.66	1.72	1.49	1.85	1.31	1.53	1.56	OK	1.59	1.59		
12	RSNM-EC-12	7	1.20	1.65	1.00	1.58	1.71	1.85	2.19	1.84	OK	1.69	1.69		
13	RSNM-EC-13	6	2.26	1.41	1.46						FD	0.00	0.00		
14	RSNM-EC-14	7	1.85	2.20	1.25	1.46	2.27	2.32	2.56	1.40	OK	1.92	1.92		
15	RSNM-EC-15	6	1.85	1.89	1.40	2.21	1.60	1.18	1.94		OK	1.70	1.46		
16	RSNM-EC-16	7	2.28	1.63	2.27	1.53	1.56	1.88	1.15	2.22	OK	1.75	1.75		
17	RSNM-EC-17	5	2.38	1.87	2.33	2.11	1.90	2.41			OK	2.12	1.52		
18	RSNM-EC-18	5	1.06	2.24	2.12	1.58	1.78	1.55			OK	1.85	1.32		
19	RSNM-EC-19	5	1.74	2.22	1.85	1.79	1.58	1.65			OK	1.82	1.30		

20	RSNM-EC-20	6	1.49	2.41	1.94	1.85	2.22	2.31	1.17		OK	1.98	1.70		
21	RSNM-EC-21	7	2.23	1.85	2.36	1.43	0.34	1.66	1.78	2.12	OK	1.65	1.65		
22	RSNM-EC-22	6	1.32	1.66	1.46	2.25	1.17	1.47	0.99		OK	1.50	1.29		
23	RSNM-EC-23	6	2.52	2.56	1.56	1.45					FD	0.00	0.00		
24	RSNM-EC-24	6	2.26	2.24	1.17	2.24	1.32	1.13	1.44		OK	1.59	1.36		
25	RSNM-EC-25	7	1.36								FD	0.00	0.00		
26	RSNM-EC-26	7	1.50	1.89	1.26	1.42					FD	0.00	0.00		
27	RSNM-EC-27	7	5.37	1.94	1.51	0.24	1.38	1.42	2.25	0.79	OK	1.36	1.36		
28	RSNM-EC-28	6	1.38	2.29	1.57	0.46	1.56	1.46	2.26		OK	1.60	1.37		
29	RSNM-EC-29	7	1.94	1.57	1.49	1.31	2.24	1.45	1.86	1.32	OK	1.61	1.61		
30	RSNM-EC-30	6	1.50	1.63	1.58	1.58	1.44	0.58	1.33		OK	1.36	1.16		
31	RSNM-EC-31	7	2.98	1.53	2.23	0.99	1.42	1.65	1.43	1.13	OK	1.48	1.48		
32	RSNM-EC-32	6	1.57	2.09	1.58	1.68	1.85	1.57	1.17		OK	1.66	1.42		
33	RSNM-EC-33	7	1.70	1.75	1.55	0.45	1.65	1.46	1.57	1.68	OK	1.44	1.44		
34	RSNM-EC-34	5	1.53	1.88	1.48	0.67	1.25	1.72			OK	1.40	1.00		
35	RSNM-EC-35	6	1.39	1.90	1.32	1.45	1.55	1.82	0.98		OK	1.50	1.29		
36	RSNM-EC-36	5	2.57	2.05	1.11	0.53	1.41	1.50			OK	1.32	0.94		
37	RSNM-EC-37	6	1.33	2.16	1.41	2.18					FD	0.00	0.00		
38	RSNM-EC-38	6	1.43	2.28	1.56	1.53	1.51	0.66	1.65		OK	1.53	1.31		
39	RSNM-EC-39	7	0.57	1.82	1.54	1.74	1.60	1.42	0.83	1.52	OK	1.50	1.50		
40	RSNM-EC-40	6	1.50	1.98	2.00	1.39	1.94	2.26	0.94		OK	1.75	1.50		
41	RSNM-EC-41	7	1.50	2.37	1.46	1.70	1.45	1.77	1.27	1.46	OK	1.64	1.64		
TOTAL													1.49	41	61.28

Fuente: elaboración propia

Generación de residuos sólidos no domiciliarios – Hoteles

HOTELES															
CLASE 1		Menor o igual a 10 habitaciones													
N°	Código	Días que labora en la semana	Dia 0	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Dia 6	Dia 7	Verificación	Promedio (kg/dia)	Promedio corregido (Kg/dia)	Total de generadores	Generación total (Kg/dia)
1	RSNM-H-1	7	2.36	1.07	1.29	1.45	1.58	1.23	1.44	1.32	OK	1.34	1.34		
2	RSNM-H-2	7	2.03	1.38	1.32	1.37	1.62	1.57	1.35	1.12	OK	1.39	1.39		
3	RSNM-H-3	7	2.27	1.22	1.72	1.36	1.17	1.39	1.04	1.57	OK	1.35	1.35		
4	RSNM-H-4	7	1.84	1.63	1.30	1.63	1.45	1.46	1.33	1.15	OK	1.42	1.42		
5	RSNM-H-5	7	1.23	1.51	1.39	1.28	1.85	1.97	2.04	1.35	OK	1.63	1.63		
6	RSNM-H-6	7	3.10	1.26	1.35	1.55	1.41	1.82	1.40	1.42	OK	1.46	1.46		
7	RSNM-H-7	7	1.86	1.32	1.40	1.36	1.21	1.10	1.52	1.46	OK	1.34	1.34		
8	RSNM-H-8	7	3.65	1.30	1.47	1.58	1.43	1.65	1.22	1.31	OK	1.42	1.42		
TOTAL													1.42	8	11.35

Fuente: elaboración propia

Generación de residuos sólidos no domiciliarios – Restaurant Menú

RESTAURANTES															
CLASE 1	RESTAURANT MENÚ														
Nº	Código	Días que labora 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 generadores	Generación total (Kg/día)
1	RSNM-RES-1	6	2.04	1.85	1.42	1.68	1.63	1.29	1.53		OK	1.57	1.34		
2	RSNM-RES-2	5	1.74	1.55	1.64	1.57	1.85	1.42			OK	1.61	1.15		
3	RSNM-RES-3	5	1.35								FD	0.00	0.00		
4	RSNM-RES-4	5	1.43	1.36	1.54	1.46	1.35	2.06			OK	1.55	1.11		
5	RSNM-RES-5	6	1.03	1.74	1.04	2.21	2.17	1.57	1.64		OK	1.73	1.48		
6	RSNM-RES-6	5	2.17	1.03	1.74	2.12	1.88	1.54			OK	1.66	1.19		
7	RSNM-RES-7	6	1.94	2.46	2.11	1.36	1.45	1.87	1.68		OK	1.82	1.56		
8	RSNM-RES-8	6	2.19	1.34	1.42	1.45	1.53	1.43	1.19		OK	1.39	1.19		
9	RSNM-RES-9	6	2.07	1.86	1.43	1.76	1.71	1.49	1.35		OK	1.60	1.37		
10	RSNM-RES-10	5	1.74	1.94	1.30	1.82	2.10	1.26			OK	1.68	1.20		
11	RSNM-RES-11	5	1.81	1.34	1.36	1.47	1.36	1.87			OK	1.48	1.06		
12	RSNM-RES-12	6	1.73	1.36	2.16	1.45	1.44	1.66	1.82		OK	1.65	1.41		
13	RSNM-RES-13	6	1.46	1.75	1.44	1.84	1.42	1.38	1.46		OK	1.55	1.33		
14	RSNM-RES-14	5	2.94	1.49	1.64	1.89	1.76	1.43			OK	1.64	1.17		
15	RSNM-RES-15	6	1.46	1.21	1.11	1.37	1.49	1.65	1.40		OK	1.37	1.18		
16	RSNM-RES-16	5	2.46	1.17	1.27	2.40	1.36	1.36			OK	1.51	1.08		
17	RSNM-RES-17	5	2.10	1.42	1.43	2.01	1.57	1.55			OK	1.60	1.14		
TOTAL													1.25	17	21.21

Fuente: elaboración propia

Generación de residuos sólidos no domiciliarios – Restaurant Turístico

RESTAURANTES															
CLASE 2	(RESTAURANT TURISTICO)														
N°	Código	Días que labora 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 generadores	Generación total (Kg/día)
1	RSNM-RET-1	7	4.26	2.84	3.57	3.18	3.75	2.95	3.52	4.73	OK	3.51	3.51		
2	RSNM-RET-2	7	5.37	4.84	5.28	4.27	3.27	4.29	4.10	4.57	OK	4.37	4.37		
3	RSNM-RET-3	7	4.51	3.55	3.68	3.29	4.19	4.65	4.23	3.99	OK	3.94	3.94		
TOTAL												3.94	3	11.82	

Fuente: elaboración propia

Generación de residuos sólidos no domiciliarios – instituciones públicas y privadas

INSTITUCIONES PUBLICAS Y PRIVADAS															
CLASE 1	Municipio distrital de Pachamarca Y Sede agraria Pachamarca														
N°	Código	Días que labora 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 generadores	Generación total (Kg/día)
1	RSNM-IP-1	5	6.37	4.22	4.65	3.92	4.87	4.35			OK	4.40	3.14		
2	RSNM-IP-2	5	2.43	2.45	2.21	1.98	2.04	2.49			OK	2.23	1.60		
TOTAL												2.37	2	4.74	

Fuente: elaboración propia

Generación de residuos sólidos no domiciliarios – Instituciones educativas

INSTITUCIONES EDUCATIVAS														
CLASE 1		SECUNDARIA												
N.º	Código	Días que labora en la semana	Numero total de alumnos, profesores y personal administrativo	Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Verificación	Promedio (kg/persona/día)	Promedio corregido (Kg/persona/día)	Total de generadores	Generación total (Kg/día)
1	RSNM-S-1	5	41	2.35	2.94	2.27	2.84	2.48	2.46	OK	0.06	0.05		
2	RSNM-S-2	5	101	10.36	5.43	5.77	6.03	5.38	6.12	OK	0.06	0.04		
3	RSNM-S-3	5	70	5.29	4.27	4.15	4.22	4.84	4.91	OK	0.06	0.05		
4	RSNM-S-4	5	34	4.28	2.54	2.47	2.34	2.08	2.16	OK	0.07	0.05		
TOTAL												0.05	246	11.09

Fuente: elaboración propia

INSTITUCIONES EDUCATIVAS														
CLASE 2		PRIMARIA												
N.º	Código	Días que labora en la semana	Numero total de alumnos, profesores y personal administrativo	Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Verificación	Promedio (kg/persona/día)	Promedio corregido (Kg/persona/día)	Total de generadores	Generación total (Kg/día)
1	RSNM-S-1	5	60	1.52	1.32	1.10	1.42	1.29	1.32	OK	0.02	0.02		

2	RSNM-S-2	5	28	0.7 3	0.5 6	0.6 8	0.8 5	0.6 6	0.7 4	OK	0.02	0.02			
3	RSNM-S-3	5	34	1.8 6	1.6 5	1.2 9	1.5 7	1.4 4	1.0 5	OK	0.04	0.03			
4	RSNM-S-4	5	37	0.9 4	0.5 3	0.6 4	0.7 7	0.5 8	0.6 7	OK	0.02	0.01			
5	RSNM-S-5	5	25	1.5 0	0.4 2	0.6 3	0.6 3	0.5 8	0.4 3	OK	0.02	0.02			
6	RSNM-S-6	5	28	1.2 8	0.5 3	0.6 5	0.9 7	0.3 6	0.5 5	OK	0.02	0.02			
7	RSNM-S-7	5	26	0.8 8	0.5 3	0.7 7	0.5 1	0.7 0	0.7 4	OK	0.03	0.02			
8	RSNM-S-8	5	26	0.8 3	0.4 6	0.7 9	1.0 2	0.9 4	0.5 7	OK	0.03	0.02			
9	RSNM-S-9	5	22	0.3 6	0.2 7	0.3 2	0.2 6	0.5 1	0.4 3	OK	0.02	0.01			
10	RSNM-S-10	5	24	1.3 4	0.4 7	0.6 4	0.3 9	0.7 6	0.5 5	OK	0.02	0.02			
11	RSNM-S-11	5	14	0.7 4	0.2 6	0.4 9	0.3 7	0.1 9	0.3 9	OK	0.02	0.02			
12	RSNM-S-12	5	13	0.9 5	0.4 4	0.5 8	0.6 5	0.3 6	0.3 1	OK	0.04	0.03			
13	RSNM-S-13	5	7	0.8 0	0.2 4	0.1 8	0.3 1	0.2 3	0.1 5	OK	0.03	0.02			
TOTAL													0.02	344	6.31

Fuente: elaboración propia

INSTITUCIONES EDUCATIVAS

CLASE 3		INICIAL												
N ^o	Código	Días que labora en la semana	Numero total de alumnos, profesores y personal administrativo	Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Verificación	Promedio (kg/persona/día)	Promedio corregido (Kg/persona/día)	Total de generadores	Generación total (Kg/día)
1	RSNM-I-1	5	25	1.28	0.75	0.93	1.02	0.52	0.87	OK	0.03	0.02		
2	RSNM-I-2	5	13	0.85	0.56	0.68	0.55	0.66	0.44	OK	0.04	0.03		
3	RSNM-I-3	5	26	1.56	1.04	0.66	0.68	1.10	1.05	OK	0.03	0.02		
4	RSNM-I-4	5	12	1.24	0.53	0.64	0.77	0.58	0.67	OK	0.05	0.04		
5	RSNM-I-5	5	9	1.50	0.42	0.53	0.33	0.43	0.46	OK	0.05	0.03		
6	RSNM-I-6	5	15	1.28	0.53	0.65	0.97	0.36	0.55	OK	0.04	0.03		
7	RSNM-I-7	5	15	0.94	0.53	0.77	0.51	0.70	0.74	OK	0.04	0.03		
8	RSNM-I-8	5	14	0.73	0.46	0.49	0.34	0.64	0.57	OK	0.04	0.03		
9	RSNM-I-9	5	6	0.44	0.27	0.17	0.26	0.21	0.30	OK	0.04	0.03		
10	RSNM-I-10	5	11	1.34	0.47	0.64	0.39	0.38	0.26	OK	0.04	0.03		
11	RSNM-I-11	5	7	0.87	0.26	0.49	0.37	0.19	0.39	OK	0.05	0.03		

12	RSNM-I-12	5	10	0.92	0.44	0.33	0.29	0.36	0.31	OK	0.03	0.02			
13	RSNM-I-13	5	6	0.26	0.24	0.18	0.31	0.23	0.15	OK	0.04	0.03			
14	RSNM-I-14	5	7	0.56	0.24	0.29	0.50	0.22	0.36	OK	0.05	0.03			
15	RSNM-I-15	5	12	1.06	0.44	0.52	0.58	0.47	0.38	OK	0.04	0.03			
TOTAL													0.03	188	5.54

Fuente: elaboración propia

INSTITUCIONES EDUCATIVAS														
CLASE 4		EDUCACIÓN BASICA ESPECIAL (EBE)												
N ^o	Código	Días que labora en la semana	Numero total de alumnos, profesores y personal administrativo	Dia 0	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Verificación	Promedio (kg/persona/día)	Promedio corregido (Kg/día)	Total de generadores	Generación total (Kg/persona/día)
1	RSNM-S-1	5	7	1.46	0.56	0.49	0.61	0.57	0.64	OK	0.08	0.06		
TOTAL												0.06	7	0.41

Fuente: elaboración propia

INSTITUCIONES EDUCATIVAS														
CLASE 5		CENTRO DE EDUCACIÓN BÁSICA DE ADULTOS (CEBA)												
N°	Código	Días que labora en la semana	Número total de alumnos, profesores y personal administrativo	Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Verificación	Promedio (kg/persona/día)	Promedio corregido (Kg/día)	Total de generadores	Generación total (Kg/persona/día)
1	RSNM-S-1	5	42	4.32	3.17	3.26	2.92	3.09	3.11	OK	0.07	0.05		
TOTAL												0.05	42	2.22

Fuente: elaboración propia

BARRIDO DE CALLES																
VIA RURAL																
N°	Código	Número de días que se brindan el servicio en la semana	Km lineales de la Ruta	Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Verificación	Promedio (kg/km/día)	Promedio corregido (Kg/km/día)	Total de Km lineales que se barren en el distrito	Generación total (Kg/día)
1	RSNM-V-1	7	2	27.59	30.47	26.83	34.21	30.42	27.95	32.53	29.03	OK	15.10	15.10		
TOTAL														15.10	2	30.21

Fuente: elaboración propia

Anexo 4: Generación de residuos sólidos especiales - Ferias

FERIAS															
CLASE 1		FERIA													
Nº	Código	Días que labora 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 generadores	Generación total (Kg/día)
1	RSE-F-1	1		123.42								123.42	17.63		
TOTAL												17.63	1	17.63	

Fuente: elaboración propia

Anexo 5: Composición de residuos sólidos domiciliarios

Tipo de residuo sólido	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	PESO PROMEDIO (KG/DIA)	PORCENTAJE PROMEDIO
1. Residuos aprovechables	46.34	42.06	46.8	48.48	40.91	46.6	44.23	45.06	77.75%
1.1 Residuos Orgánicos	30.56	26.47	32.39	32.5	28.39	29.48	26.99	29.54	50.96%
Residuos de alimentos (restos de comida, cáscaras, restos de frutas, verduras, hortalizas y otros similares)	29.52	24.63	30.75	31.63	26.74	27.74	25.63	28.09	48.45%
Residuos de maleza y poda (restos de flores, hojas, tallos, grass, otros similares)	1.04	1.84	1.64	0.87	1.65	1.74	1.36	1.45	2.51%
1.2 Residuos Inorgánicos	15.78	15.59	14.41	15.98	12.52	17.12	17.24	15.52	26.79%
1.2.1 Papel	4.07	5.05	2.84	4.2	2.34	4.35	3.03	3.70	6.37%
Blanco	2.75	2.85	1.96	2.74	1.73	2.76	1.84	2.38	4.09%
Periódico	0.37	1.94	0.34	0.63	0.34	0.42	0.84	0.70	1.21%
Mixto (páginas de cuadernos, revistas, otros similares)	0.95	0.26	0.54	0.83	0.27	1.17	0.35	0.62	1.07%
1.2.2 Cartón	1.16	0.47	0.96	1.54	0.79	1	1.21	1.02	1.75%

Blanco (liso y cartulina)	0.14	0	0.18	0.53	0	0	0.17	0.15	0.25%
Marrón (corrugado)	0.71	0.35	0.63	0.64	0.58	0.62	0.63	0.59	1.02%
Mixto (tapas de cuaderno, revistas, otros similares)	0.31	0.12	0.15	0.37	0.21	0.38	0.41	0.28	0.48%
1.2.3 Vidrio	1.77	1.8	1.64	1.49	2.14	2.12	2.64	1.94	3.37%
Transparente	1.18	1.53	0.83	0.97	1.45	1.48	1.37	1.26	2.18%
Otros colores (marrón – ámbar, verde, azul, entre otros)	0.59	0.27	0.52	0.52	0.53	0.64	0.53	0.51	0.89%
Otros (vidrio de ventana)	0	0	0.29	0	0.16	0	0.74	0.17	0.30%
1.2.4 Plástico	3.53	3.47	3.57	3.85	3.29	3.77	3.01	3.50	6.03%
PET–Tereftalato de polietileno (aceite y botellas de bebidas y agua, entre otros similares)	1.83	1.35	1.78	1.84	1.52	1.55	1.52	1.63	2.81%
PEAD-Polietileno de alta densidad (botellas de lácteos, shampoo, detergente líquido, suavizante)	0.66	0.76	0.94	0.68	0.37	0.74	0.37	0.65	1.11%
PEBD-Polietileno de baja densidad (empaques de alimentos, empaques de papel higiénico, empaques de detergente, empaque film)	0.42	0.62	0.27	0.48	0.52	0.26	0.22	0.40	0.69%
PP-polipropileno (balde, tinas, rafia, estuches negros de CD, tapas de bebidas, tapers, bolsas de cereales)	0.38	0.23	0.13	0.38	0.36	0.53	0.37	0.34	0.59%
PS-Poliestireno (tapas cristalinas de cds, micas, vasos de yogurt, cubetas de helado, envases de lavavajilla)	0.16	0.17	0.38	0.28	0.37	0.47	0.19	0.29	0.50%
PVC-Policloruro de vinilo (tuberías de agua, desagüe y eléctricas)	0.08	0.34	0.07	0.19	0.15	0.22	0.34	0.20	0.35%
1.2.5 Tetra brik (envases multiplaca)	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	2.64	1.43	2.48%
1.2.6 Metales	3.19	2.74	3.34	2.84	1.9	3.82	3.13	2.99	5.16%
Latas-hojalata (latas de leche, atún, entre otros)	1.64	1.54	1.74	1.69	0.74	1.29	1.26	1.41	2.43%
Acero	0.76	0.36	0.5	0.42	0.48	0.74	0.92	0.60	1.03%
Fierro	0.56	0.63	0.36	0.46	0.42	1.36	0.34	0.59	1.02%
Aluminio	0.23	0.21	0.74	0.27	0.17	0.43	0.17	0.32	0.54%
Otros Metales	0	0	0	0	0.09	0	0.44	0.08	0.13%
1.2.7 Textiles (telas)	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.75	0.42	0.72%
1.2.8 Caucho, cuero, jebe	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.83	0.52	0.90%
2. Residuos no aprovechables	13.17	14.73	11.63	11.59	14.72	12.19	11.96	12.86	22.25%
Bolsas plásticas de un solo uso	1.67	1.75	1.46	1.87	1.74	1.35	2.16	1.71	2.97%

Residuos sanitarios (papel higiénico, pañales, toallas sanitarias, excretas de mascotas.)	6.84	6.26	5.73	5.54	4.62	3.72	3.48	5.17	8.91%
Pilas	0.37	0.57	0.43	0.58	0.22	0.35	0.22	0.39	0.67%
Tecnopor (poliestireno expandido)	0.13	0.15	0.31	0.32	0.28	0.11	0.19	0.21	0.37%
Residuos inertes (tierra, piedras, cerámicos, ladrillos, entre otros)	2.84	4.53	2.23	1.94	5.27	4.62	4.83	3.75	6.53%
Restos de medicamentos	0.31	0.22	0.28	0.54	0.13	0.43	0.32	0.32	0.55%
Envolturas de snacks, galletas, caramelos, entre otros	0.48	0.42	0.37	0.27	0.72	0.63	0.51	0.49	0.84%
Otros residuos no categorizados	0.53	0.83	0.82	0.53	1.74	0.98	0.25	0.81	1.41%
TOTAL	59.51	56.79	58.43	60.07	55.63	58.79	56.19	57.92	100.00%

Fuente: elaboración propia

Anexo 6: composición de residuos sólidos no domiciliarios y especiales

Tipo de residuo sólido	DÍA 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	PESO PROMEDIO (KG/DÍA)	PORCENTAJE PROMEDIO
1. Residuos aprovechables	61.09	52.81	49.06	50.16	46.16	38.67	20.99	45.56	82.05%
1.1 Residuos Orgánicos	28.94	25.97	24.2	27.17	23.62	17.88	9.9	22.53	40.40%
Residuos de alimentos (restos de comida, cáscaras, restos de frutas, verduras, hortalizas y otros similares)	26.36	24.16	22.56	24.53	21.93	16.45	9.16	20.74	37.22%
Residuos de maleza y poda (restos de flores, hojas, tallos, grass, otros similares)	2.58	1.81	1.64	2.64	1.69	1.43	0.74	1.79	3.19%
1.2 Residuos Inorgánicos	32.15	26.84	24.86	22.99	22.54	20.79	11.09	23.04	41.65%
1.2.1 Papel	4.95	4.23	4.23	4.23	4.23	4.23	1.41	3.93	7.03%
Blanco	1.83	1.53	1.43	1.25	1.16	0.86	0.26	1.19	2.02%
Periódico	1.66	1.24	1.11	1.63	2.12	1.93	0.84	1.50	2.84%
Mixto (páginas de cuadernos, revistas, otros similares)	1.46	1.33	1.3	1.26	1.42	1.25	0.31	1.19	2.09%

1.2.2 Cartón	6.88	4.99	4.31	3.98	4.27	3.58	1.93	4.28	7.62%
Blanco (liso y cartulina)	0.79	0.74	0.65	0.81	0.96	0.7	0.43	0.73	1.36%
Marrón (corrugado)	5.45	3.67	3.32	2.95	2.87	2.47	1.32	3.15	5.55%
Mixto (tapas de cuaderno, revistas, otros similares)	0.64	0.58	0.34	0.22	0.44	0.41	0.18	0.40	0.72%
1.2.3 Vidrio	6.16	5.4	4.68	4.55	3.92	3.74	2.37	4.40	8.02%
Transparente	3.62	2.97	2.64	2.73	2.29	2.11	1.44	2.54	4.65%
Otros colores (marrón – ámbar, verde, azul, entre otros)	2.54	2.43	2.04	1.82	1.63	1.63	0.93	1.86	3.37%
Otros (vidrio de ventana)	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00%
1.2.4 Plástico	8.46	7.49	6.4	5.83	6.3	5.25	2.95	6.10	11.01%
PET–Tereftalato de polietileno (aceite y botellas de bebidas y agua, entre otros similares)	2.76	2.75	1.99	2.27	2.79	2.14	0.94	2.23	4.03%
PEAD-Polietileno de alta densidad (botellas de lácteos, shampoo, detergente líquido, suavizante)	1.76	1.34	1.87	1.16	1.2	1.03	0.52	1.27	2.26%
PEBD-Polietileno de baja densidad (empaques de alimentos, empaques de plástico de papel higiénico, empaques de detergente, empaque film)	1.37	1.53	1.27	1.05	1.19	1.13	0.89	1.20	2.30%
PP-polipropileno (baldes, tinas, rafia, estuches negros de CD, tapas de bebidas, tapers, bolsas de cereales)	0.98	0.58	0.43	0.52	0.42	0.36	0.26	0.51	0.90%
PS-Poliestireno (tapas cristalinas de cds, micas, vasos de yogurt, cubetas de helado, envases de lavavajilla)	1.36	1.17	0.67	0.71	0.53	0.32	0.21	0.71	1.19%
PVC-Policloruro de vinilo (tuberías de agua, desagüe y eléctricas)	0.23	0.12	0.17	0.12	0.17	0.27	0.13	0.17	0.34%
1.2.5 Tetra brik (envaces multiplaca)	0.13	0.13	0.2	0.35	0.27	0.18	0.08	0.19	0.35%
1.2.6 Metales	4.5	3.9	4.56	3.57	3.07	3.11	1.81	3.50	6.39%
Latas-hojalata (latas de leche, atún, entre otros)	3.25	3.14	3.7	2.63	2.45	2.16	1.26	2.66	4.80%
Acero	0.42	0.28	0.53	0.53	0.24	0.32	0.17	0.36	0.65%
Fierro	0.57	0.3	0.21	0.2	0.15	0.42	0.23	0.30	0.57%
Aluminio	0.26	0.18	0.12	0.21	0.23	0.21	0.15	0.19	0.37%
Otros Metales	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00%
1.2.7 Textiles (telas)	0.68	0.43	0.31	0.31	0.31	0.42	0.38	0.41	0.79%
1.2.8 Caucho, cuero, jebe	0.39	0.27	0.17	0.17	0.17	0.28	0.16	0.23	0.43%
2. Residuos no aprovechables	15.35	13.14	11.26	9.39	10.71	7.72	3.91	10.21	17.95%

Bolsas plásticas de un solo uso	4.33	3.61	3.28	2.73	2.93	1.82	0.93	2.80	4.85%
Residuos sanitarios (papel higiénico, pañales, toallas sanitarias, excretas de mascotas.)	3.98	3.85	2.95	2.27	2.57	2.11	0.9	2.66	4.63%
Pilas	0.56	0.38	0.25	0.25	0.53	0.36	0.22	0.36	0.68%
Tecnopor (poliestireno expandido)	2.37	1.22	1.32	1.2	0.88	0.37	0.18	1.08	1.75%
Residuos inertes (tierra, piedras, cerámicos, ladrillos, entre otros)	2.17	2.1	1.67	1.28	2.07	1.73	0.78	1.69	3.06%
Restos de medicamentos	0.19	0.36	0.24	0.24	0.16	0.09	0.13	0.20	0.37%
Envolturas de snacks, galletas, caramelos, entre otros	0.93	0.95	0.88	0.77	0.86	0.65	0.5	0.79	1.48%
Otros residuos no categorizados	0.82	0.67	0.67	0.65	0.71	0.59	0.27	0.63	1.13%
TOTAL	76.44	65.95	60.32	59.55	56.87	46.39	24.9	55.77	100.00%

Fuente: elaboración propia

Anexo 7: resultados del análisis de humedad de los residuos sólidos domiciliarios

CADENA DE CUSTODIA PARA EL ANÁLISIS DE RESIDUOS SÓLIDOS			
CLIENTE	Brayam Filbert Muñoz Estrada	DIRECCIÓN	Jr. 28 de Julio 1477
NOMBRE DEL CONTACTO	Brayam Filbert Muñoz Estrada	TELÉFONO DE CONTACTO	
Email	munozestradaobrayam@gmail.com	PROYECTO	Estudio de caracterización de residuos sólidos - Pachamayo
CÓDIGO DE CADENA DE CUSTODIA		Nº DE PAQUETES EVIADOS	—
		INFORMACIÓN DE ENVIO DE LA MUESTRA	—
		TIPO DE ENTREGA	Directa <input checked="" type="checkbox"/> Mensajería ()
		RESPONSABLE DE ENVÍO	—
		FECHA	—

CÓDIGO DE LABORATORIO	CÓDIGO DE LA MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	FUENTE DE GENERACIÓN DE LA MUESTRA	Nº DE ENVASES POR MUESTREO	Nº SOBRE EMPAQUE	PRESERVACIÓN (SI/NO)	PARÁMETROS A DETERMINAR	OBSERVACIONES
1 ALCC	M-001	03-10-2022	Domiciliario	01	—	NO	Humedad	—
2 ALCC	M-002	03-10-2022	No Domiciliario	01	—	NO	Humedad	—
3 ALCC	M-003	03-10-2022	Especial	01	—	NO	Humedad	—

ENTREGADO		RECIBIDO	
NOMBRE Y APELLIDOS	FIRMA	NOMBRE Y APELLIDOS	FIRMA
Brayam Filbert Muñoz Estrada		Ing. Yesenia M. Ugarte Melendez	
		INSTITUCIÓN/EMPRESA	INSTITUCIÓN/EMPRESA
		—	LCC - UNCP
		FECHA	FECHA
		03-10-2022	03-10-2022
			HORA
			3:10 PM

RESPONSABLE DEL MUESTREO	Ing. Yesenia M. Ugarte Melendez
FIRMA	



CERTIFICACIÓN DE CALIDAD

SERVICIOS DE LABORATORIO Y ASISTENCIA TÉCNICA; INSPECCIÓN Y ANÁLISIS

CIUDAD UNIVERSITARIA - AUTOPISTA RAMIRO PRIALÉ KM. 5 - TELF: 246152 Anexo 214 Telefax: 235981
Http://www.uncp.edu.pe

INFORME DE ENSAYO N° 0477 - LCC - UNCP - 2022

SOLICITANTE : BRAYAM FILBERT MUÑOZ ESTRADA
DIRECCIÓN : PACHAMARCA, CHURCAMPÁ, HUANCÁVELICA

LA FACULTAD DE INGENIERIA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERU; CERTIFICA HABER RECEPCIONADO Y ANALIZADO UNA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE, CONSISTENTE EN:

PRODUCTO : RESIDUOS SOLIDOS ORGANICOS
MARCA : S/M
TAMAÑO DE MUESTRA : 500 g
FECHA DE RECEPCION DE LA MUESTRA : 03/10/22
FECHA DE TERMINO DE ENSAYO : 04/10/22
SOLICITUD DE SERVICIO : N° 0477 - 2022
DATOS DECLARADOS POR EL SOLICITANTE
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : GENERACIÓN DOMICILIARIA
MUESTRA : 001

RESULTADOS:

1. ANALISIS FÍSICO/QUÍMICO :

ANÁLISIS	RESULTADO
HUMEDAD (%)	71.84

MÉTODOS DE ENSAYO:
1. HUMEDAD : NTP 205.005.1979

LOS RESULTADOS SOLO SE RESTRINGEN A LA MUESTRA EVALUADA.
LOS ANALISIS REALIZADOS FUERON SOLICITADOS EN FORMA ESPECIFICA POR EL INTERESADO.

ADVERTENCIA: EL PRESENTE INFORME DE ENSAYO TIENE VIGENCIA 90 DIAS A PARTIR DE LA FECHA DE EMISIÓN, APLICABLE PARA EL PRODUCTO, Y LAS CANTIDADES INDICADAS SIEMPRE Y CUANDO SE MANTENGAN LAS MISMAS CONDICIONES DE REALIZADO EL MUESTREO. LA CORRECCIÓN O ENMIENDA DEL DOCUMENTO ANULA AUTOMÁTICAMENTE SU VALIDEZ Y CONSTITUYE UN DELITO CONTRA LA FE PÚBLICA Y EL INFRACTOR ES SUJETO DE SANCIONES CIVILES Y PENALES POR DISPOSITIVOS LEGALES VIGENTES. PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYO. LA MUESTRA PARA DETERMINACIÓN DE ESTOS PRODUCTOS SE ALMACENARÁN POR 90 DÍAS.

HUANCAYO, CIUDAD UNIVERSITARIA, 04 DE OCTUBRE DEL 2022.

MSc. Luis Arica Mallqui
GERENTE DE CALIDAD
LCC - PACHA - UNCP



CERTIFICACIÓN DE CALIDAD

SERVICIOS DE LABORATORIO Y ASISTENCIA TÉCNICA; INSPECCIÓN Y ANALISIS

CIUDAD UNIVERSITARIA - AUTOPISTA RAMIRO PRIALÉ KM. 5 - TELF: 248152 Anexo 214 Telefax: 235981

[Http://www.uncp.edu.pe](http://www.uncp.edu.pe)

INFORME DE ENSAYO N° 0477 - LCC - UNCP - 2022

SOLICITANTE : BRAYAM FILBERT MUÑOZ ESTRADA
DIRECCIÓN : PACHAMARCA, CHURCAMPÁ, HUANCÁVELICA

LA FACULTAD DE INGENIERIA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERU; CERTIFICA HABER RECEPCIONADO Y ANALIZADO UNA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE, CONSISTENTE EN:

PRODUCTO : RESIDUOS SOLIDOS ORGÁNICOS
MARCA : S/M
TAMAÑO DE MUESTRA : 500 g
FECHA DE RECEPCION DE LA MUESTRA : 03/10/22
FECHA DE TERMINO DE ENSAYO : 04/10/22
SOLICITUD DE SERVICIO : N° 0477 - 2022
DATOS DECLARADOS POR EL SOLICITANTE
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : GENERACIÓN NO DOMICILIARIA
MUESTRA : 002

RESULTADOS:

1. ANALISIS FÍSICO/QUÍMICO :

ANÁLISIS	RESULTADO
HUMEDAD (%)	78.14

MÉTODOS DE ENSAYO:
1. HUMEDAD : NTP 205.005.1979

LOS RESULTADOS SOLO SE RESTRINGEN A LA MUESTRA EVALUADA.
LOS ANALISIS REALIZADOS FUERON SOLICITADOS EN FORMA ESPECÍFICA POR EL INTERESADO.

ADVERTENCIA: EL PRESENTE INFORME DE ENSAYO TIENE VIGENCIA 90 DÍAS A PARTIR DE LA FECHA DE EMISIÓN, APLICABLE PARA EL PRODUCTO, Y LAS CANTIDADES INDICADAS SIEMPRE Y CUANDO SE MANTENGAN LAS MISMAS CONDICIONES DE REALIZADO EL MUESTREO. LA CORRECCIÓN O ENMIENDA DEL DOCUMENTO ANULA AUTOMÁTICAMENTE SU VALIDEZ Y CONSTITUYE UN DELITO CONTRA LA FE PÚBLICA Y EL INFRACTOR ES SUJETO DE SANCIONES CIVILES Y PENALES POR DISPOSITIVOS LEGALES VIGENTES. PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYO. LA MUESTRA PARA DURMIENCIA DE ESTOS PRODUCTOS SE ALMACENARÁN POR 90 DÍAS.

HUANCAYO, CIUDAD UNIVERSITARIA, 04 DE OCTUBRE DEL 2022.


Msc. Luis Arica Mallqui
GERENTE DE CALIDAD
LCC - FALTA - UNCP



CERTIFICACIÓN DE CALIDAD

SERVICIOS DE LABORATORIO Y ASISTENCIA TÉCNICA; INSPECCIÓN Y ANÁLISIS

CIUDAD UNIVERSITARIA - AUTOPISTA RAMIRO PRIALÉ KM. 5 - TELF: 248152 Anexo 214 Telefax: 235981
Http://www.uncp.edu.pe

INFORME DE ENSAYO N° 0477 - LCC - UNCP - 2022

SOLICITANTE : BRAYAM FILBERT MUÑOZ ESTRADA
DIRECCIÓN : PACHAMARCA, CHURCAMPÁ, HUANCÁVELICA

LA FACULTAD DE INGENIERIA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERU; CERTIFICA HABER RECEPCIONADO Y ANALIZADO UNA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE, CONSISTENTE EN:

PRODUCTO : RESIDUOS SOLIDOS ORGANICOS
MARCA : S/M
TAMAÑO DE MUESTRA : 500 g
FECHA DE RECEPCION DE LA MUESTRA : 03/10/22
FECHA DE TERMINO DE ENSAYO : 04/10/22
SOLICITUD DE SERVICIO : N° 0477 - 2022
DATOS DECLARADOS POR EL SOLICITANTE
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : ESPECIAL
MUESTRA : 003

RESULTADOS:

1. ANALISIS FÍSICO/QUÍMICO :

ANÁLISIS	RESULTADO
HUMEDAD (%)	81.42

METODOS DE ENSAYO:
1. HUMEDAD : NTP 205.005.1979

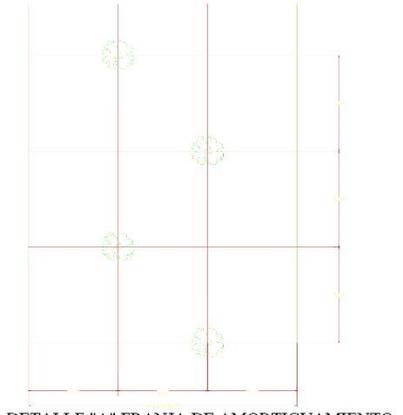
LOS RESULTADOS SOLO SE RESTRINGEN A LA MUESTRA EVALUADA.
LOS ANALISIS REALIZADOS FUERON SOLICITADOS EN FORMA ESPECIFICA POR EL INTEREGADO.

ADVERTENCIA: EL PRESENTE INFORME DE ENSAYO TIENE VIGENCIA 90 DÍAS A PARTIR DE LA FECHA DE EMISION, APLICABLE PARA EL PRODUCTO, Y LAS CANTIDADES INDICADAS SIEMPRE Y CUANDO SE MANTENGAN LAS MISMAS CONDICIONES DE REALIZADO EL MUESTREO. LA CORRECCIÓN O ENMIENDA DEL DOCUMENTO ANULA AUTOMÁTICAMENTE SU VALIDEZ Y CONSTITUYE UN DELITO CONTRA LA FE PUBLICA Y EL INFRACTOR ES SUJETO DE SANCIONES CIVILES Y PENALES POR DISPOSITIVOS LEGALES VIGENTES. PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYO. LA MUESTRA PARA DIRIMENCIA DE ESTOS PRODUCTOS SE ALMACENARAN POR 90 DIAS.

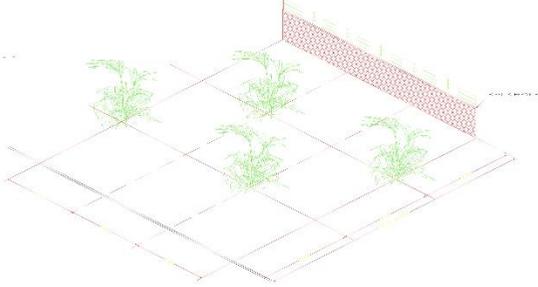
HUANCAYO, CIUDAD UNIVERSITARIA, 04 DE OCTUBRE DEL 2022.

Msc. Luis Arica Mallqui
GERENTE DE CALIDAD
LCC - PACHA - UNCP

Anexo 7: Diseño del relleno sanitario



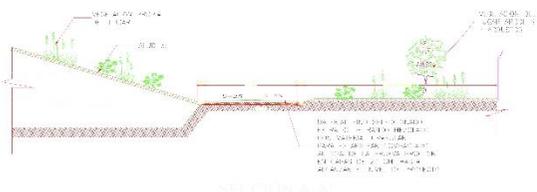
DETALLE "A" FRANJA DE AMORTIGUAMIENTO



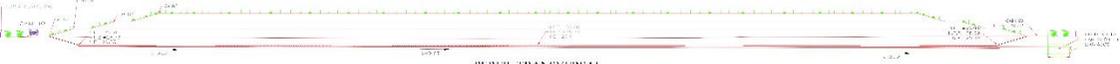
ISOMÉTRICO EN FRANJA DE AMORTIGUAMIENTO

CANTIDADES DE OBRA

PRIMERA ETAPA		SEGUNDA ETAPA		TERCERA ETAPA	
1	1000	1000	1000	1000	1000
2	2000	2000	2000	2000	2000
3	3000	3000	3000	3000	3000
4	4000	4000	4000	4000	4000
5	5000	5000	5000	5000	5000



SECCION A-A



PERFIL TRANSVERSAL