



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



**PROPUESTA DE RELLENO SANITARIO PARA EL ADECUADO
MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS DE LA CIUDAD DE JULI –
PUNO**

TESIS

PRESENTADA POR:

HENRY GLICERIO JIMENEZ CHUCUYA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PUNO – PERÚ

2024



HENRY GLICERIO JIMENEZ CHUCUYA

PROPUESTA DE RELLENO SANITARIO PARA EL ADECUADO MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS DE LA CIUDAD DE JULI - P...

My Files

My Files

Universidad Nacional del Altiplano

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::8254:412522016

102 Páginas

Fecha de entrega

4 dic 2024, 6:45 a.m. GMT-5

17,959 Palabras

Fecha de descarga

4 dic 2024, 6:47 a.m. GMT-5

93,138 Caracteres

Nombre de archivo

PROPUESTA DE RELLENO SANITARIO PARA EL ADECUADO MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS DE LApdf

Tamaño de archivo

5.6 MB

Director
F. ORTIZ C.

Dr. Manuel Alfredo Callohuancu P.
Cod. 82081 CIP: 24042





13% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 11 palabras)

Fuentes principales

- 12% Fuentes de Internet
- 5% Publicaciones
- 5% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y lo revise.

Seung
Director
F. ORTIZ C.

Dr. Manuel Alfredo Callohuanca P.
Cod. 82081 CIP: 24842





DEDICATORIA

A Dios, por el apoyo fundamental para lograr este paso tan importante en mi vida profesional. A mis padres, Wilma y Glicerio, y hermanos, Marvin, Gaby, Ivan y Rosario del Pilar, quiénes siempre me apoyan y alientan a superar los retos que se presentan día a día.

A mis amigos, que me brindaron gratos momentos inolvidables en la etapa universitaria.

A mí mismo, porque a pesar de las caídas, logre culminar esta etapa con mucha alegría y orgullo.

Henry Glicerio Jimenez Chucuya



AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, a Dios, mi familia y amigos, los cuales me animaron a culminar esta etapa de mi vida.

Especial agradecimiento al Mg. Flavio Ortiz Calcina, asesor de la tesis, por su paciencia y apoyo en el desarrollo del trabajo de investigación.

A mi compañeros y amigos quienes brindaron tanto su tiempo e información relevante como sus experiencias para el enriquecimiento de este trabajo. Mención individual a Denis Edmundo.

Henry Glicerio Jimenez Chucuya



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE TABLAS	
ACRÓNIMOS	
RESUMEN	13
ABSTRACT	14
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	
1.1. OBJETIVOS	16
1.1.1. Objetivo general	16
1.1.2. Objetivo específico.....	16
CAPÍTULO II	
REVISIÓN DE LITERATURA	
2.1. ANTECEDENTES	18
2.2. RELLENO SANITARIO	19
2.2.1. Los Rellenos Sanitarios se Clasifican en:	20
2.2.2. Métodos de Construcción de un Relleno Sanitario	21
2.2.3. Principios Básicos de un Relleno Sanitario.....	22
2.3. RESIDUOS SÓLIDOS	23
2.3.1. Clasificación de residuos por su origen.....	23
2.3.2. Clasificación de residuos por su naturaleza	24



2.3.3. Clasificación de residuos en función a su Gestión	25
2.4. GENERACIÓN PER CÁPITA	25
2.5. MARCO DE REFERENCIA	26
2.5.1. Parámetros internacionales usados para la selección de sitios	26
2.5.2. Parámetros nacionales usados para la selección del sitio (Perú).....	30
2.5.3. Los Sistemas de Información Geográfica (SIG)	34
2.5.4. Teledetección	37
2.6. MARCO LEGAL	37

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE INVESTIGACIÓN	41
3.1.1. Ubicación	41
3.1.2. Descripción de la zona de estudio.....	42
3.2. MATERIALES Y EQUIPOS	43
3.2.1. Materiales de campo.....	43
3.2.2. Materiales de gabinete.....	44
3.3. METODOLOGÍA	44
3.3.1. Metodología para el primer objetivo.....	44
3.3.2. Metodología para el segundo objetivo	52

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. LOCALIZAR PROBABLES SITIOS PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DE LA CIUDAD DE JULI	58
---	-----------



4.2.	DETERMINAR LA GENERACIÓN PER CÁPITA DE RESIDUOS SÓLIDOS DE LA CIUDAD DE JULI	
	62	
4.2.1.	Generación per cápita (GPC) de los residuos sólidos domiciliarios	62
4.2.2.	Proyección de la población	62
4.2.3.	Proyección de la generación total de residuos sólidos domiciliarios	63
4.2.3.	Generación de residuos sólidos no domiciliarios.....	64
4.2.4.	Densidad de los residuos sólidos municipales	65
4.2.5.	Composición física.....	66
4.3.	PROPUESTA DE MANEJO Y SEGREGACIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS CON FINES AGROECOLÓGICOS DE LA CIUDAD DE JULI.....	67
4.3.1.	Para la gestión y segregación de residuos orgánicos con fines agroecológicos.....	67
4.3.2.	Procedimiento de elaboración de compost de residuos orgánicos con fines agroecológicos.....	69
4.4.	RECOMENDAR LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DE LA CIUDAD DE JULI.....	72
4.4.1.	Reducción en la fuente	73
4.4.2.	Reutilización.....	73
4.4.3.	Reciclaje	74
V.	CONCLUSIONES.....	76
VI.	RECOMENDACIONES	78
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	79
ANEXOS.....		84



AREA : Ciencias Agrícolas

TEMA : Cambio Climático y Agricultura

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 12 de diciembre del 2024



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Mapa de ubicación del distrito de Juli.....	39
Figura 2 Composición física de residuos sólidos de la ciudad de Juli.....	63
Figura 3 Flujograma del proceso de valorización de residuos sólidos orgánicos.....	67
Figura 4 Georreferenciación de la alternativa Cañasani.....	91
Figura 5. Georreferenciación de la alternativa Civicani.....	91
Figura 6 Georreferenciación de la alternativa Nayranjaqui.....	92
Figura 7 Evaluación de la zona de estudio.....	92
Figura 8 Residuos sólidos de la ciudad de Juli.....	93
Figura 9 Recolección de residuos sólidos de las viviendas de la ciudad de Juli.....	93
Figura 10 Recolección de residuos sólidos de locales comerciales.....	94
Figura 11. Almacenamiento de material de estudio.....	94
Figura 12 Transporte de residuos sólidos.....	95
Figura 13 Pesado de los residuos sólidos.....	95
Figura 14 Segregación de los residuos sólidos.....	96
Figura 15 Residuos orgánicos preparados para el compost.....	96
Figura 16 Humedecimiento de la materia orgánica para el compost.....	97
Figura 17 Removimiento del compostaje.....	97



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Distancia y ubicación UTM de las alternativas.	46
Tabla 2 Descripción de los criterios de selección.	47
Tabla 3 Escala de puntaje.....	48
Tabla 4 Criterios de calificación y su respectiva ponderación.....	48
Tabla 5 Establecimientos comerciales e instituciones.	52
Tabla 6 Ubicación de las tres alternativas potenciales.....	55
Tabla 7 Descripción de las zonas en estudio.....	56
Tabla 8 Calificación de las zonas en estudio.	57
Tabla 9 Calificación de las alternativas potenciales.	58
Tabla 10 Puntaje de las alternativas.....	59
Tabla 11 Población de Juli	60
Tabla 12 Proyección de la generación de residuos sólidos domiciliarios.....	61
Tabla 13 Proyección de la generación de residuos sólidos no domiciliarios.....	62
Tabla 14 Proyección de la generación total de residuos sólidos municipales.....	62
Tabla 15 Densidad de residuos sólidos municipales de la ciudad de Juli.....	63
Tabla 16 Registro diario de residuos sólidos domiciliarios de la ciudad de Juli.	87
Tabla 17 Generación per capital por Perona de residuos solidos de la ciudad de Juli.	89



ACRÓNIMOS

MINAM:	Ministerio del Ambiente
MEF:	Ministerio de Economía y Finanzas
INGEMMET:	Instituto Geológico Metalúrgico y Minero
INEI:	Instituto Nacional de Estadística e Informática
OPS:	Organización Panamericana de la Salud
EPA:	Agencia de Protección Ambiental
SIG:	Sistema de Información Geográfica
GPS:	Sistema de Posicionamiento Global
MSNM:	Metros Sobre el Nivel del Mar
DEM:	Modelo de Elevación Digital
WGS 84:	(Sistema Geodesico Mundial 1984)
GPC:	Generación Per Cápita
TN:	Toneladas
GD:	Generación domiciliaria
Hab:	Habitante
RS:	Residuos solidos



RESUMEN

La investigación fue realizada en el distrito de Juli, provincia de Chucuito, departamento de Puno, en el año 2023; con el objetivo de, localizar los probables sitios para la disposición final de los residuos sólidos municipales, de la ciudad de Juli, para su ordenamiento territorial. El estudio empleó un diseño de investigación exploratorio y descriptivo. El estudio se realizó con tres alternativas Nayranjaqui, Civicani y Cañisani y se evaluó siguiendo los lineamientos del (Decreto N° 14-2017-MINAM). Los resultados indican que; La zona que reúne las mejores condiciones para la implementación de un relleno sanitario es la Alternativa 1 (Nayranjaqui) con 417 puntos; puesto que es superior a la Alternativa 2 (Civicani) con 407 puntos y la Alternativa 3 (Cañisani) con 397 puntos. La generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios de la ciudad de Juli es 0.73 kg/hab/día, la cantidad total de residuos sólidos municipales en 2023 es de 6.52 tn/día, 195.46 tn/mes y 2345.58 tn/año. Los residuos sólidos no domiciliarios es de 4.23 tn/día, y, por último, los residuos sólidos municipales de la ciudad de Juli son de 10.75 tn/día, 322.36 toneladas al mes y 3868.38 toneladas al año. Para el manejo de residuos orgánicos, se tiene que hacer la recolección de los residuos orgánicos separados en origen, para el compostaje, para el uso de abonos orgánicos en la agricultura agroecológica. Y las medidas de compensación buscan restaurar o compensar los daños ambientales por causa del manejo de los residuos sólidos de la ciudad de Juli.

Palabras Clave: Generación per cápita, Relleno sanitario, Residuos sólidos.



ABSTRACT

The research was carried out in the district of Juli, province of Chucuito, department of Puno, in the year 2023; with the objective of locate probable sites for the final disposal of municipal solid waste will be located in the city of Juli, for its territorial planning. The study employed an exploratory and descriptive research design. The study was carried out with three alternatives Nayranjaqui, Civicani and Cañisani and was evaluated following the guidelines of (Decree No. 14-2017-MINAM). The results were; The area that meets the best conditions for the implementation of a landfill is Alternative 1 (Nayranjaqui) with 417 points; since it is superior to Alternative 2 (Civicani) with 407 points and Alternative 3 (Cañisani) with 397 points. The per capita generation of household solid waste in the city of Juli is 0.727 kg/inhabitant/day, the total amount of municipal solid waste in 2023 is 6.52 tn/day, 195.46 tn/month and 2345.58 tn/year. Non-domestic solid waste is 4.23 tons/day, and, finally, municipal solid waste in the city of Juli is 10.75 tons/day, 322.36 tons per month and 3868.38 tons per year. For organic waste management, the collection of organic waste separated at source must be done, for composting, for the use of organic fertilizers in agroecological agriculture. And the compensation measures seek to restore or compensate for environmental damage caused by the management of solid waste in the city of Juli.

Keywords: Landfill, Solid waste, Generation per capita.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Actualmente la ciudad de Juli, como en muchos otros lugares en el Perú, carecen de una disposición final de residuos sólidos adecuada, la ciudad de Juli actualmente viene prestando servicio de recepción de residuos sólidos, que son trasladados a un botadero a tajo abierto denominado Repisa, por otro lado, la población de la ciudad de Juli en los últimos años ha tenido un crecimiento poblacional considerable, y ha venido convirtiendo los residuos sólidos en un problema de importancia, específicamente por la generación indiscriminada y manejo inadecuado (Ramírez, 2014). Estas acciones están provocando efectos ambientales negativos como: contaminación del suelo utilizados como botaderos informales, desplazamiento de tierras agrícolas, deterioro de ecosistemas agrícolas, hospedero de plagas y enfermedades, desvalorización de los terrenos usados como botaderos de basura, pérdida de la calidad del agua a través de los lixiviados y pérdida de la calidad del aire (Paredes, 2018). Por lo cual, es necesario la realización de una investigación asertiva para la propuesta e identificación de áreas óptimas para la implementación de un relleno sanitario para los residuos sólidos de la ciudad de Juli.

En la gestión integral de residuos sólidos, un factor importante es la última eliminación de residuos sólidos de manera adecuada, lo que significa que en la posición del vertedero, una serie de criterios socioeconómicos y ambientales debería ser correspondiente, por lo que corresponden a asegurar las consecuencias ambientales mínimas y las grandes ventajas en la comunidad; Por lo tanto, antes de encontrarlo, es necesario comenzar el proceso de determinar las ubicaciones potenciales de acuerdo con las reglas actuales.



El problema de los residuos sólidos de la ciudad ocurre en la mayor parte de las ciudades y en poblaciones relacionadas con las áreas urbanas, el desarrollo industrial, los hábitos de los consumidores, el uso común. Los contenedores, el envasado y los materiales desechables, aumentando significativamente la cantidad de desechos (Jaramillo, 2002).

Actualmente, la producción no se puede borrar y administrar permanentemente de manera incorrecta en la ciudad de Juli, lo que ha causado un impacto negativo en el medio ambiente, como la contaminación del agua, el suelo y el aire, especialmente debido a la historia. Usar incómodo; Esto daña el medio ambiente y causa impactos dañinos en la salud humana y, en general, el comportamiento del ecosistema. Por lo que es necesario identificar un sitio de disposición final adecuado de residuos sólidos para el manejo, almacenamiento y posterior disposición de los residuos sólidos generados en la ciudad de Juli.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo general

Localizar los probables sitios para la disposición final de los residuos sólidos municipales, de la ciudad de Juli para su ordenamiento territorial.

1.1.2. Objetivo específico

- Identificar zona que reúna las condiciones adecuadas para construcción del relleno sanitario de la ciudad de Juli.
- Determinar la generación per cápita de residuos sólidos de la ciudad de Juli.



- Propuesta de manejo y segregación de residuos orgánicos con fines agroecológicos de la ciudad de Juli.
- Recomendar la gestión de residuos sólidos urbanos de la ciudad de Juli.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES

Erazo (2016), en su investigación de, Identificación de sitios potenciales para la construcción de un relleno sanitario a partir de un SIG en el municipio de Pupiales – Nariño. La investigación está orientada hacia la identificación de sitios potenciales para la implementación de un relleno sanitario en el municipio de Pupiales-Nariño, donde se utilizó como principal herramienta tecnológica el software ArcGis, a fin de obtener una capa espacial (polígono) que facilite la toma de decisiones en el marco del ordenamiento ambiental del territorio, que mejore la prestación del servicio y contribuya a un ambiente sano para la comunidad

Morales y Rodríguez (2016), evaluación geológica ambiental para ubicar un relleno sanitario manual en la parroquia Mene de Mauroa, Venezuela. Se establecieron 19 variables que fueron sometidas a un sistema de valorización por el método de peso y escala, que consiste en la confrontación de variables, dando prioridad según orden de importancia. Mediante una escala de ponderación de cinco valores para el puntaje de cada variable se elige como el terreno más adecuado para el relleno sanitario el área con mayor puntaje.

Herrera (2014), identificación de áreas potenciales para el manejo de residuos o desechos peligrosos en el departamento de Cundinamarca. Este estudio aplica el modelo desarrollado por el programa de investigación en residuos - PIRS (2009) que combina sistemas de información geográfica (SIG) y metodologías de evaluación multicriterio para la localización de infraestructura para el manejo de residuos peligrosos, en un área de estudio que abarca el departamento de Cundinamarca. Se identificó un área



potencialmente apta para localización de relleno o celda de seguridad en el municipio de Ubaté y 3 áreas adicionales para localización de otro tipo de infraestructura en los municipios de Sibaté, Soacha y Villapinzón.

Municipalidad Distrital de San Martín (2011), estudio de selección de sitio para la ubicación del relleno sanitario de la localidad de San Martín, distrito de San Martín, Región San Martín. El estudio de selección de sitio se llevó a cabo con tres alternativas preseleccionadas, de los cuales uno de las áreas obtuvo mayor ponderación, debido a que la zona seleccionada en el presente informe, ha sido seleccionada de manera técnica y ambientalmente favorable.

Séptimo Congreso del Medio Ambiente Argentina (2012), localización óptima de relleno sanitario aplicando técnicas multicriterio de Sistemas de Información Geográfica (SIG) en el área metropolitana del Alto Paraná. Se utilizaron como referencia los criterios emitidos por la SEAM en su resolución N° 282/04 por la cual se implementan los criterios para la selección de áreas para la disposición final de residuos sólidos en relleno, los cuales son: criterios de exclusión, criterios técnicos, criterios económicos-financieros y político-social, por medio de los mismos se pudo determinar los lugares aptos mediante la utilización del SIG de forma efectiva los posibles lugares para la instalación en cuestión.

2.2. RELLENO SANITARIO

Un relleno sanitario es una instalación destinada a tratar residuos sólidos en la superficie o bajo tierra de manera higiénica y ambientalmente segura, basada en los principios y métodos de la tecnología sanitaria y ambiental (Jaramillo, 2002).

El relleno sanitario es un método de disposición final de residuos sólidos en terrenos que no representa molestia o riesgo para la salud y seguridad públicas; No daña



el medio ambiente durante el funcionamiento o cuando está cerrado (Jaramillo, 2002). Este método utiliza principios de ingeniería para contener los escombros en el área más pequeña posible, cubriéndolos con capas de tierra cada día y compactándolos para reducir su volumen. Además, predice posibles problemas provocados por líquidos y gases provocados por la descomposición de la materia orgánica (Jaramillo, 2002).

Los rellenos sanitarios incluyen tres hábitats: suelo, aire y agua, por lo que es de suma importancia evaluar las características específicas del área de estudio y estas características deben ser identificadas y revisadas para obtener calificaciones. objetiva y técnicamente aceptada por las autoridades locales (Umaña, 2002).

2.2.1. Los Rellenos Sanitarios se Clasifican en:

El reglamento de la Ley Gestión Integral de Residuos Sólidos (D.S. N° 014 – 2017 – MINAM), clasifica los rellenos sanitarios de acuerdo con el tipo de operación en (Paredes, 2018):

- a) Relleno sanitario manual, cuya capacidad de operación diaria no excede a seis Toneladas Métricas (Paredes, 2018).
- b) Relleno sanitario semi-mecanizado, cuya capacidad de operación diaria es más de seis y menor de cincuenta toneladas (Paredes, 2018).
- c) Relleno sanitario mecanizado cuya capacidad de operación diaria es mayor a cincuenta toneladas métricas (Paredes, 2018).



2.2.2. Métodos de Construcción de un Relleno Sanitario

El método de construcción y posterior funcionamiento del vertedero viene determinado principalmente por la topografía, aunque también depende del tipo de suelo y de la profundidad del nivel freático, y hay dos formas principales de construir un vertedero (Jaramillo, 2002).

a. Método de trinchera o zanja

Este método se utiliza en regiones planas y consiste en excavar periódicamente zanjas de dos o tres metros de profundidad con una retroexcavadora o un tractor de orugas, y hay experiencias de excavación de trincheras de hasta de 7 metros de profundidad. (Jaramillo, 2002).

Los residuos sólidos se depositan y acomodan dentro de la trinchera para luego compactarlos y cubrirlos con la tierra excavada, se debe tener especial cuidado en periodos de lluvias dado que las aguas pueden inundar las zanjas, de ahí que se deba construir canales perimétricos para captarlas y desviarlas e incluso proveer a las zanjas de drenajes internos (Jaramillo, 2002). En casos extremos, se puede construir un techo sobre ellas o bien bombear el agua acumulada, sus taludes o paredes deben estar cortados de acuerdo con el ángulo de reposo del suelo excavado (Jaramillo, 2002).

La excavación de zanjas exige condiciones favorables tanto en lo que respecta a la profundidad del nivel freático como al tipo de suelo, los terrenos con nivel freático alto o muy próximo a la superficie no son apropiados por el riesgo de contaminar el acuífero, los terrenos rocosos tampoco lo son debido a las dificultades de excavación (Jaramillo, 2002).



b. Método de Área

En áreas relativamente planas, donde no sea factible excavar fosas o trincheras para enterrar la basura, esta puede depositarse directamente sobre el suelo original, el que debe elevarse algunos metros, previa impermeabilización del terreno, en estos casos, el material de cobertura deberá ser transportado desde otros sitios (Jaramillo, 2002).

Sirve también para rellenar depresiones naturales o canteras abandonadas de algunos metros de profundidad (Jaramillo, 2002). El material de cobertura se excava de las laderas del terreno o, en su defecto, de un lugar cercano para evitar los costos de acarreo (Jaramillo, 2002).

2.2.3. Principios Básicos de un Relleno Sanitario

Se considera oportuno resaltar las siguientes prácticas básicas para la construcción, operación y mantenimiento de un relleno sanitario (Jaramillo, 2002):

Supervisión constante durante la construcción con la finalidad de mantener un alto nivel de calidad en la construcción de la infraestructura del relleno y en las operaciones de rutina diaria, todo esto mientras se descarga, recubre la basura y compacta la celda para conservar el relleno en óptimas condiciones, esto implica tener una persona responsable de su operación y mantenimiento (Jaramillo, 2002).

Desviación de las aguas de escorrentía para evitar en lo posible su ingreso al relleno sanitario, considerar la altura de la celda diaria de 2m a 3m para disminuir los problemas de hundimientos y lograr mayor estabilidad (Jaramillo, 2002).

El cubrimiento diario con una capa de 0.10 a 0.20 metros de tierra o material similar (Jaramillo, 2002). La compactación de los residuos sólidos con



capas de 0.20 m a 0.30 m de espesor y finalmente cuando se cubre con tierra toda la celda, de este factor depende en buena parte el éxito del trabajo diario, pues con él se puede alcanzar, a largo plazo, una mayor densidad y vida útil del sitio (Jaramillo, 2002).

Lograr una mayor densidad (peso específico), pues resulta mucho más conveniente desde el punto de vista económico y ambiental (Jaramillo, 2002). Control y drenaje de percolados y gases para mantener las mejores condiciones de operación y proteger el ambiente (Jaramillo, 2002).

El cubrimiento final de unos 0.40 a 0.60 metros de espesor se efectúa con la misma metodología que para la cobertura diaria; además, debe realizarse de forma tal que pueda generar y sostener la vegetación a fin de lograr una mejor integración con el paisaje natural (Jaramillo, 2002).

2.3. RESIDUOS SÓLIDOS

Residuo sólido es cualquier objeto, material, sustancia o elemento resultante del consumo o uso de un bien o servicio, del cual su poseedor se desprenda o tenga la intención u obligación de desprenderse, para ser manejados priorizando la valorización de los residuos y en último caso, su disposición final (Hualpa, 2019).

2.3.1. Clasificación de residuos por su origen

Se refiere a una clasificación de residuos sólidos según su origen puede variar dependiendo de diferentes factores. Sin embargo, se pueden identificar algunas categorías comunes. Por ejemplo, los residuos sólidos pueden clasificarse en residuos domésticos, residuos industriales, residuos agrícolas, residuos de construcción y demolición, entre otros (Hualpa, 2019).



En el caso de los residuos domésticos, estos suelen incluir materiales como papel, cartón, vidrio y plástico, el reciclaje es una alternativa común para el manejo de estos residuos, ya que permite su reutilización y reducir la cantidad de desechos que terminan en los vertederos (Hualpa, 2019).

Por otro lado, los residuos industriales pueden incluir subproductos y desechos generados por diferentes actividades industriales, estos materiales a menudo pasan por procesos de compostaje o tratamiento para su manejo adecuado (Hualpa, 2019).

En el caso de los residuos agrícolas, se pueden encontrar subproductos y desechos de actividades agrícolas, como cascarillas de arroz, pajas de cereales, fibra de coco, entre otros, estos materiales también pueden ser sometidos a procesos de compostaje para su reutilización (Hualpa, 2019).

Es importante destacar que la gestión adecuada de los residuos sólidos es fundamental para minimizar su impacto ambiental y promover la sostenibilidad, esto incluye prácticas como la separación y recolección selectiva de residuos, el reciclaje, la reutilización y la disposición final adecuada de los desechos (Hualpa, 2019).

2.3.2. Clasificación de residuos por su naturaleza

Orgánicos

Residuos de origen biológico (vegetal o animal), que se descomponen naturalmente, generando gases (dióxido de carbono y metano, entre otros) y lixiviados en los lugares de tratamiento y disposición final, mediante un tratamiento adecuado, pueden reaprovecharse como mejoradores de suelo y fertilizantes (compost, humus, abono, entre otros) (Paredes, 2018).

Inorgánicos

Residuos de origen mineral o producidos industrialmente que no se degradan con facilidad, pueden ser reaprovechados mediante procesos de reciclaje (Paredes, 2018).

2.3.3. Clasificación de residuos en función a su Gestión

Residuos Sólidos Municipales: Los residuos del ámbito de la gestión municipal o residuos municipales, están conformados por los residuos domiciliarios y los provenientes del barrido y limpieza de espacios públicos, incluyendo las playas, actividades comerciales y otras actividades urbanas no domiciliarias cuyos residuos se pueden asimilar a los servicios de limpieza pública, en todo el ámbito de su jurisdicción (Paredes, 2018).

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 (Paredes, 2018).

2.4. GENERACIÓN PER CÁPITA

La generación per cápita de residuos sólidos se refiere a la cantidad de residuos sólidos generados por cada persona en un área específica, generalmente medida en kilogramos por habitante por día, y este indicador es importante para comprender los patrones de producción, consumo y la presión sobre los recursos naturales necesarios para la gestión de residuos (Hualpa, 2019).



La generación per cápita de residuos sólidos urbanos es un indicador clave para evaluar el impacto ambiental y la eficiencia de la gestión de residuos en una comunidad, una menor generación per cápita de residuos sólidos puede traducirse en beneficios ambientales significativos, como la reducción de la presión sobre los recursos naturales y la necesidad de menos recursos para su gestión (Hualpa, 2019).

En 2018, la generación per cápita de residuos sólidos y productos residuales fue de 515 kilogramos, lo que representa un crecimiento del 3,7% en comparación con períodos anteriores, y este indicador es fundamental para que los municipios integren programas de prevención y gestión integral de residuos, lo que les permite proyectar las necesidades de infraestructura para el manejo integral de los mismos, incluyendo la separación, recolección, transferencia, reciclaje y disposición final de los residuos (Hualpa, 2019). La generación per cápita de residuos sólidos urbanos es un elemento crucial para comprender y abordar los desafíos relacionados con la gestión de residuos en entornos urbanos, así como para promover prácticas sostenibles de manejo de residuos (Hualpa, 2019).

2.5. MARCO DE REFERENCIA

2.5.1. Parámetros internacionales usados para la selección de sitios

Los parámetros recomendados por algunos organismos especializados para ubicación de rellenos sanitarios, los cuales servirán para definir los factores de localización y áreas de exclusión del presente estudio, entre estos criterios se encuentran (Quispe, 2011):



2.5.1.1. Criterios Recomendados por la Agencia de Protección Ambiental de los E.U, EPA/1991

- a) **Seguridad Aeroportuaria:** Se indica que los rellenos deben estar alejados por lo menos a 3 Km de aeropuertos que sirven a aviones con motor de turbina y a 1.5 Km con motor de pistón (Quispe, 2011).
- b) **Llanuras de Inundación:** Se requiere que los rellenos se ubiquen fuera de las zonas de inundación con períodos de retorno de 100 años (Quispe, 2011).
- c) **Pantanales, Marismas y Similares:** El reglamento limita la ubicación de instalaciones para rellenos sanitarios en zonas pantanosas, marismas y similares (Quispe, 2011).
- d) **Fallas Geológicas:** Las instalaciones para rellenos sanitarios se ubicarán a 60 m o más de las fallas que hayan tenido desplazamiento durante el Holoceno (Quispe, 2011).
- e) **Zonas sísmicas:** En toda instalación de relleno sanitario de residuos sólidos municipales, no debe localizarse en una “zona de impacto sísmico”, las estructuras incluyendo las membranas, taludes y sistema de control de aguas superficial y de lixiviados, deberán estar diseñados para resistir la aceleración local de material lítico (Quispe, 2011).
- f) **Zonas Inestables:** Se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos: condiciones del suelo que puedan causar asentamientos diferenciales, características geomorfológicas o geológicas locales, características especiales causadas por obras previas hechas por el hombre (Quispe, 2011).



2.5.1.2. Criterios Ambientales Recomendados por la OPS

- a. **Acceso vial:** El terreno debe tener un adecuado acceso vial desde el área de recolección y la zona inmediata a la entrada debe diseñarse de manera que permita la concentración de gran número de vehículos (Copenhague, 1971).
- b. **Ubicación:** La cercanía de edificios habitados será un factor importante en la selección del terreno, en este sentido, no existen reglas fijas, mucho dependerá de la topografía del terreno, la duración probable de la operación del relleno sanitario, el número y tipo de establecimientos vecinos y la dirección predominante de los vientos, la experiencia indica que los límites de un relleno, por lo general, deben estar trazados a una distancia no menor de 200 m del área residencial más cercana (Copenhague, 1971). Como las aves pueden ser atraídas por las descargas de residuos, introduciendo así riesgos potenciales para la aeronavegación a baja altura, cuando se contemple la posibilidad de establecer un relleno sanitario en la proximidad de algún terminal aéreo, se deberá consultar a las autoridades respectivas (Copenhague, 1971).
- c. **Proximidad al área de recolección de desechos:** De ser posible, el relleno sanitario debe encontrarse a una distancia que permita el uso económico de los vehículos recolectores; en caso contrario deberá tener capacidad suficiente para justificar las inversiones de capital y los costos de operación de una estación de transbordo en el área de recolección (Copenhague, 1971).
- d. **Consideraciones Hidrogeológicas y geológicas:** Deben realizarse investigaciones hidrológicas completas del área de relleno y de sus alrededores para determinar si es necesario tomar medidas para proteger los cursos de agua superficial y subterráneos contra la contaminación ocasionada por el percolado o drenaje del relleno (Copenhague, 1971). También será necesaria la acción



preventiva cuando exista el riesgo de que los gases producidos por la descomposición de los residuos orgánicos puedan llegar a través de fisuras en el terreno circundante hasta las propiedades privadas adyacentes (Copenhague, 1971).

e. Disponibilidad de material de cobertura: Es indispensable disponer de suficiente material de cobertura durante toda la operación del relleno y esto debe ser estudiado para cada sitio (Copenhague, 1971).

2.5.1.3. Criterios Recomendados por SEDESOL

- a) **Profundidad del manto freático:** Deberá estar ubicado a una distancia mayor de 10 m del nivel freático (Copenhague, 1971).
- b) **Zona de recarga:** Deberá estar ubicado a una distancia mayor de un kilómetro y aguas abajo de las zonas de recarga de acuíferos o fuentes de abastecimiento de agua potable (Copenhague, 1971).
- c) **Ubicación con respecto a la zona de facturación:** Deberá ubicarse a una distancia de 500 m, como mínimo del límite de la zona de fracturación (Copenhague, 1971).
- d) **Características del suelo:** Deberá ubicarse características tanto de impermeabilidad como de remoción de contaminantes, representadas éstas por el coeficiente de permeabilidad de 10^{-6} cm/seg (Copenhague, 1971).
- e) **Material de cobertura:** Deberá contar con suficiente material para la cobertura diaria de los residuos sólidos, que reciba durante su vida útil, y en caso de no contar con tierra suficiente, se deberán presentar los planos de ubicación de los bancos de préstamo de materiales a los que recurrirá, así



como las formas de transporte y almacenamiento para dicho material (Copenhague, 1971).

f) Vida útil del sitio: Deberá tener una vida útil mínima de 7 años (Copenhague, 1971).

g) Ubicación con respecto a cuerpos de agua: Deberá estar a una distancia mayor de 500 m, de zonas de inundación, cuerpos de agua y áreas en donde se localicen drenajes naturales (Copenhague, 1971).

h) Ubicación con respecto a centros de población y vías de acceso:

Deberá estar ubicado: (Copenhague, 1971).

A una distancia mayor de 3 Km del área urbana, el área debe ser de fácil y rápido acceso por carretera o camino transitable en toda época del año, y a una distancia mayor de 200 m de las vías de comunicación terrestre, fuera de las áreas naturales protegidas, del área de influencia de aeropuertos, de los derechos de vías de oleoductos o gasoductos, de las líneas de conducción de energía eléctrica (Copenhague, 1971).

i) Drenaje: Deberá tener buen sistema de drenaje natural, independientemente de la red de drenaje pluvial con que se deberá equipar (Copenhague, 1971).

j) Topografía: La pendiente media del terreno natural del sitio no debe ser mayor de 30%, deberá estar protegido de los procesos de erosión hídrica (Copenhague, 1971).

2.5.2. Parámetros nacionales usados para la selección del sitio (Perú)

El reglamento de la ley Gestión Integral de Residuos Sólidos establece criterios de selección de áreas para las infraestructuras de disposición final de



residuos sólidos a través del siguiente (D.S. N°: 014-2017-MINAM) (Ramírez, 2014).

a) La compatibilidad con el uso del suelo y los planes de expansión urbana

El lugar donde se implementará el relleno sanitario debe ser compatible con el uso del suelo y los planes de expansión urbana (Ramírez, 2014).

b) La minimización y prevención de los impactos sociales, sanitarios y ambientales negativos

El estudio determinará la viabilidad ambiental del proyecto, debe desarrollarse la identificación de los impactos negativos que puedan generarse por la implementación, operación, mantenimiento y cierre del relleno sanitario, para implementar un plan de mitigación que minimice o elimine los efectos (Ramírez, 2014).

c) Los factores climáticos, topográficos, geológicos, geomorfológicos, hidrogeológicos, entre otros

Dirección del viento: Debe estar orientada en sentido contrario a las poblaciones cercanas (Ramírez, 2014).

Geomorfología: Preferir lugares con superficies planas o con pendientes moderadas (Ramírez, 2014).

Geología: Condiciones favorables del subsuelo como tipo de suelo, estratigrafía, entre otros, sobre la base de la realización de calicatas en las áreas evaluadas u obtención de mapas geológicos del (INGEMMET) (Ramírez, 2014).



Hidrogeología: las aguas subterráneas deben encontrarse a una profundidad mayor de 3 m., medidos desde la base de la infraestructura proyectada (Ramírez, 2014).

d) Disponibilidad de material de cobertura

El lugar seleccionado debe contar con suficiente material de cobertura de fácil extracción, se debe preferir materiales areno arcillosos o franco arcilloso, y si el material de cobertura es escaso o no existe en la zona seleccionada, se deberá garantizar su adquisición durante la vida útil de la infraestructura (Ramírez, 2014).

e) La preservación del patrimonio cultural

Se tendrá en cuenta la no afectación del patrimonio cultural y monumental de la zona, y de las áreas naturales protegidas por el estado (Ramírez, 2014).

f) La preservación de áreas naturales protegidas por el Estado

Identificar si las áreas evaluadas se encuentran dentro del área natural protegida por el estado o en sus zonas de amortiguamiento (Ramírez, 2014).

g) La vulnerabilidad del área ante desastres naturales

- Áreas estables
- No zonas con fallas geológicas, lugares inestables, zonas con posibilidad de derrumbes ni propensos a ser inundadas (Ramírez, 2014).

h) El patrimonio nacional forestal y de fauna silvestre, según las normativas de la materia

Elegir de preferencia zonas que no se encuentren dentro del patrimonio nacional forestal y de fauna silvestre, todo ello facilitara en la implementación del relleno sanitario (Ramírez, 2014).



i) Distancia a poblaciones, granjas porcinas, avícolas, entre otras no serán menores de 500 metros

Considerar aquellas zonas donde las poblaciones, granjas porcinas y avícolas se encuentren a una distancia mayor de 500 m del perímetro de las áreas en evaluación (Ramírez, 2014).

j) Distancia a fuentes de aguas superficiales no serán menores a 500 metros

Considerar el uso de aquellas zonas donde las aguas superficiales se encuentren a una distancia mayor de 500m del perímetro de las áreas evaluadas, canales de riego o ríos, etc (Ramírez, 2014).

k) Zonas de pantanos, humedales o recarga de acuíferos en la zona de emplazamiento del proyecto

Un área a considerarse como una alternativa de evaluación no podrá encontrarse en zonas como: pantanos, humedales o recarga de acuíferos (Ramírez, 2014).

l) Fallas geológicas

La zona destinada a la implementación de una infraestructura de disposición final no debe presentar fallas geológicas, ni ubicarse en lugares inestables, cauces de quebradas de zonas con posibilidad de deslizamientos ni propensas a inundaciones en períodos de recurrencia de 50 años o menos (Ramírez, 2014).

m) No estar ubicada en zonas donde se puedan generar asentamientos o deslizamientos que desestabilicen la integridad de la infraestructura de residuos sólidos

El área que resulte como óptimo después de haber realizado las evaluaciones correspondientes a cada alternativa, el área o el sitio con mayor



puntaje debe garantizar la integridad y estabilidad de la infraestructura (relleno sanitario) (Ramírez, 2014).

2.5.3. Los Sistemas de Información Geográfica (SIG)

Los Sistemas de Información Geográfica hoy en día son la herramienta más versátil para almacenar y analizar información espacial, ya que, al ser una herramienta de análisis, influye en el mejoramiento de la efectividad y la eficiencia de las operaciones cartográficas, tanto en la manipulación como en el tratamiento de los datos, en la representación de escenarios y alternativas de respuesta a situaciones que se identifiquen en el territorio (Peña, 2005).

SIG está compuesto por unos equipos físicos, especializados en el manejo de información espacial y una serie de programas que conectados con aquellos permiten realizar múltiples transformaciones a partir de los variables espaciales introducidas al sistema (Chuvieco, 2010). El SIG no es un producto cerrado entre sí, sino un compuesto de elementos diversos: ordenador, digitalizador, trazador gráfico, impresoras, distintos paquetes del programa, orientado hacia una finalidad específica (Chuvieco, 2010).

Componentes de los sistemas de información geográfica

Cinco son los elementos principales que se contemplan tradicionalmente en este aspecto (Olaya, 2014).

- a) **Datos:** Los datos son la materia prima necesaria para el trabajo en un SIG, y los que contienen la información geográfica vital para la propia existencia de los SIG (Olaya, 2014).
- b) **Métodos:** Un conjunto de formulaciones y metodologías a aplicar sobre los datos (Olaya, 2014).



- c) **Software:** Es necesaria una aplicación informática que pueda trabajar con los datos e implemente los métodos anteriores (Olaya, 2014).
- d) **Hardware:** El equipo necesario para ejecutar el software (Olaya, 2014).
- e) **Personas:** Las personas son las encargadas de diseñar y utilizar el software, siendo el motor del sistema SIG (Olaya, 2014).

Análisis Espacial

El análisis espacial se trata de una serie de técnicas en las que se combinan diferentes temas o capas temáticas con el propósito de encontrar relaciones entre los datos y patrones que permitan tomar decisiones respecto a los resultados encontrados (Peña, 2005).

El análisis espacial es el estudio cuantitativo de aquellos fenómenos que se manifiestan en el espacio, y ello indica una importancia clave de la posición, la superficie, la distancia y la interacción a través del propio espacio (Olaya, 2014). Para que estos conceptos cobren sentido, se necesita que toda la información esté referenciada espacialmente (Olaya, 2014). Desde un punto de vista menos formal, podemos entender el análisis espacial sencillamente como el conjunto de operaciones que desarrollamos en base a los datos espaciales en el trabajo habitual con estos (Olaya, 2014).

Según (Baxendale y Buzai, 2011); el análisis espacial se basa en cinco conceptos fundamentales, los cuales se resumen a continuación:

- a) **Localización:** La ubicación desde el punto de vista de un sitio se encuentra referenciado a un sistema de coordenadas geográficas (latitud-longitud) que no cambia con el tiempo y a partir del cual se le asignarán valores cuantitativos precisos de su ubicación (Baxendale y Buzai, 2011). La ubicación desde el punto de vista de la posición queda referenciada a partir



del uso de diferentes escalas (medición en tiempos, costos, energía) con resultados que generalmente cambian ante el avance tecnológico (Baxendale y Buzai, 2011).

- b) **Distribución espacial:** el concepto considera que el conjunto de entidades de un mismo tipo se reparte de una determinada manera sobre el espacio geográfico, estas pueden ser puntos, líneas o polígonos (áreas) con diferentes atributos asociados en sistema vectorial, o localizaciones que pueden representar zonas en sistema ráster (Baxendale y Buzai, 2011).
- c) **Asociación espacial:** considera el estudio de las correspondencias encontradas al comparar distintas distribuciones espaciales que actúan como regiones sistemáticas (zonas individualizadas a través de la homogeneidad en una única variable), en un Sistema de Información Geográfica vectorial cada capa temática tiene su existencia implícita en una columna y el trabajo entre ellas provee resultados de asociación espacial (Baxendale y Buzai, 2011).
- d) **Interacción Espacial:** el concepto de interacción espacial considera la estructuración de un espacio relacional en el cual las localizaciones (sitios), distancias (ideales o reales) y vínculos (flujos) resultan fundamentales en la definición de espacios funcionales (Baxendale y Buzai, 2011).
- e) **Evolución Espacial:** el concepto considera la incorporación de la dimensión temporal a través de la permanente transición de un estado a otro, los estudios geográficos son básicamente abordajes del presente (recordemos que la geografía generalmente se presenta como una ciencia del presente), sin embargo, en ningún momento se deja de reconocer que la dimensión temporal es de gran importancia en un análisis geográfico completo (Baxendale y Buzai, 2011).



2.5.4. Teledetección

Teledetección es la técnica de adquisición de datos de la superficie terrestre desde sensores instalados en plataformas espaciales, y también se define como la recopilación e interpretación de información acerca del entorno y la superficie de la Tierra desde una distancia, principalmente mediante la detección de la radiación emitida de forma natural o reflejada por la superficie terrestre o por la atmósfera, o bien mediante la detección de señales transmitidas por un dispositivo y reflejadas al mismo, algunos ejemplos de teledetección son la fotografía aérea, el radar y las imágenes vía satélite (Chuvienco, 2010).

La teledetección tiene diversas aplicaciones, como la monitorización del viento, olas y corrientes en ciencias marinas, la obtención de fotografías de amplias regiones a través del registro de la energía recogida por sensores instalados en aviones o satélites, y la integración de un amplio conjunto de conocimientos y tecnologías para obtener información sobre la superficie terrestre desde el espacio (Chuvienco, 2010). La teledetección es una disciplina científica que desempeña un papel crucial en la recopilación de datos e información sobre la superficie terrestre desde una distancia, lo que tiene numerosas aplicaciones en diversos campos (Chuvienco, 2010).

2.6. MARCO LEGAL

La constitución del Perú (1993)

Este es el punto de referencia legal más elevado de nuestra nación, aparte de los derechos humanos fundamentales: el derecho a un medio ambiente sostenible que sea adecuado para el sustento de la vida, que sirve como estructura general de la política



ambiental en Perú está regulado por el art. 67°, en el que el Estado determina su política ecológica y promueve el uso sustentable de los recursos naturales

Ley Orgánica de Municipalidades (Ley N° 27972)

Las funciones generales específicas en materia ambiental incluyen la coordinación con los diferentes niveles de gestión nacional, sectorial y regional, la adecuada aplicación de las herramientas de planificación y gestión ambiental dentro del sistema de gestión ambiental nacional y regional, así como de los Arts, en materia sanitaria, higiénica y de salud, 80 municipios ejercerán la función de gestión y control del tratamiento final de aguas residuales sólidas, líquidas y industriales en el nivel competente (Paredes, 2018).

Ley General del Ambiente (Ley N° 28611)

Adoptado por la Asamblea Nacional de la República el 13 de octubre de 2005, art. 67 La higiene básica indica que las agencias estatales a nivel nacional, regional y local identifican las prioridades de los principales agentes de higiene, incluida la construcción y gestión de la infraestructura (Paredes, 2018). Fit; Gestión y gestión del agua potable adecuadamente, agua de lluvia, aguas subterráneas, sistema de aguas residuales públicas, reutilizando aguas residuales, posición de heces y residuos sólidos, en áreas urbanas y rurales, contribuyendo a la universalidad, la calidad y la continuidad de los servicios de limpieza, así como la creación de precios y los precios apropiados y De acuerdo con el costo de estos servicios, su gestión y mejora (Paredes, 2018).

Ley General de Salud (Ley N° 26842)

En el artículo 104 establece que: “Toda persona natural o jurídica está impedida de efectuar descargas de desechos o contaminantes en el agua, el aire, o el suelo, sin haber adoptado las precauciones de depuración que señalan las normas sanitarias y de protección del ambiente” (Paredes, 2018).



Ley General de Servicios de Saneamiento (Ley N° 26338)

De acuerdo al Título III los sistemas que comprenden los servicios de saneamiento son los siguientes: Servicio de Agua Potable, Servicio de Alcantarillado Sanitario y Pluvial, Servicio de Disposición Sanitaria de Excretas Sistema de letrinas y fosas sépticas (Paredes, 2018).

Ley Gestión Integral Residuos Sólidos (aprobada por el Decreto Legislativo 1278)

La presente norma se implementa a fin de asegurar la maximización constante de la eficiencia en el uso de materiales, y regular la gestión y manejo de residuos sólidos, que comprende la minimización de la generación de residuos sólidos en la fuente, la valorización material y energética de los residuos sólidos, la adecuada disposición final de los mismos y la sostenibilidad de los servicios de limpieza pública (Paredes, 2018).

Decreto Supremo 014 - 2017 – MINAM, Reglamento de Ley Gestión Integral Residuos Sólidos

Artículo 109. La municipalidad provincial en coordinación con la distrital, identifica los espacios geográficos en su jurisdicción para implementar infraestructuras de disposición final de residuos sólidos (Paredes, 2018).

(Decreto Legislativo N° 1278) que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos

Artículo 2. La disposición final de los residuos sólidos en la infraestructura respectiva constituye la última alternativa de manejo y deberá realizarse en condiciones ambientalmente adecuadas (Paredes, 2018).

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



Regula las actividades, procesos y operaciones del transporte terrestre de los materiales y residuos peligrosos, con sujeción a los principios de prevención y de protección de las personas, el medio ambiente y la propiedad (Paredes, 2018).

Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental (Ley N° 28245)

Es asegurar el cumplimiento de los objetivos ambientales de las entidades públicas y fortalecer en la gestión ambiental, además establece los instrumentos de la gestión y planificación ambiental (Paredes, 2018).

Las Normas Básicas de Seguridad e Higiene (R.S. N° 021-83-TR)

Su ámbito de aplicación es la prevención de riesgos ocupacionales de los trabajadores que laboran en obras de construcción civil y que recoge en su texto los términos del Convenio 62 y sus recomendaciones complementarias de la OIT, y tienen un carácter transitorio en tanto se apruebe el Reglamento de Seguridad en la Construcción (Paredes, 2018).



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. Ubicación

El trabajo de investigación se realizó a nivel regional y provincial. El desarrollo de la investigación se realizó en la ciudad de Juli, de la provincia de Chucuito, región Puno, a 79 km de la ciudad de Puno, se considera que se encuentra ubicado en la región natural denominada sierra, por lo tanto, sus ventajas son dos, zonas ecológicas para la producción agrícola y ganadera (Ramírez, 2014).

Ubicación Política:

- Región: Puno
- Provincia: Chucuito
- Distrito: Juli

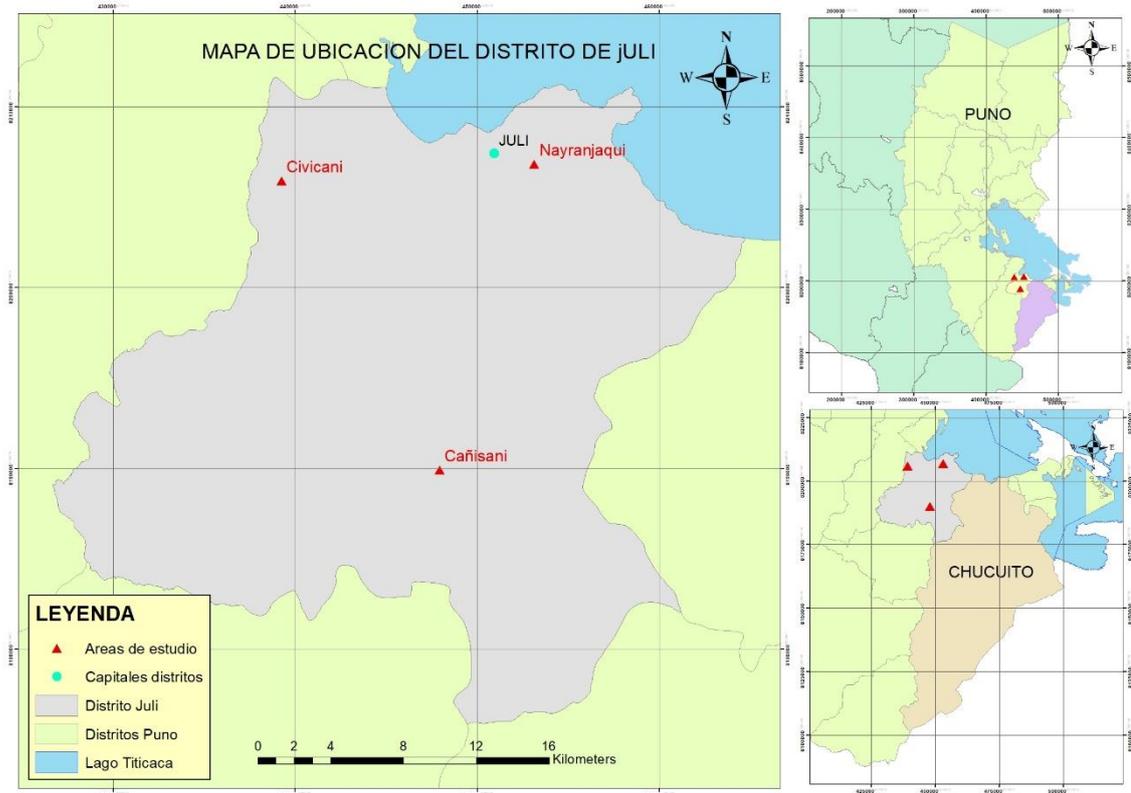
Ubicación Geográfica

- 450988.36 m E
- 8207179.72 m S
- 3,869 m.s.n.m.

Los límites del distrito son:

- Por el Este: con el distrito de Pomata.
- Por el Oeste: con la provincia del Collao – Ilave.
- Por el Norte: con el lago Titicaca.
- Por el Sur: con el distrito de Huacullani.

Figura 1
Mapa de ubicación del distrito de Juli.



3.1.2. Descripción de la zona de estudio

A. Aspectos Demográficos

Juli, como ciudad, es centro de decisiones políticas, económicas y financieras, tiene una superficie de 720,38 km² y es sede de un distrito con 8.148 habitantes en 2017, según la encuesta del último censo del INEI realizado en 2017 (Ramírez, 2014).

La mayoría de los residentes del distrito de Juli, es decir, el 55,44%, trabajan en la agricultura, ganadería, horticultura y silvicultura, el 8,57% trabajan en comercios y artesanías, el 8,16% trabajan en el comercio minorista, el 5,28% trabajan en la carrera docente, y otros (Ramírez, 2014).



B. Aspectos climáticos

El clima de la provincia de Chucuito se caracteriza por ser un clima frío y seco (Ramírez, 2014). Según las estaciones meteorológicas de Juli, Desaguadero y Pisacoma, la temperatura promedio de enero a marzo es de una mínima de 2°C y una máxima de 16°C, y de abril a junio la temperatura mínima promedio es de 3°C y una máxima de 13°C, de julio a septiembre la temperatura mínima promedio es de -4°C y máxima de 16°C, de octubre a diciembre la temperatura mínima promedio es de 3°C y máxima de 16°C, durante los meses de invierno, es decir, mayo, junio y julio, la temperatura por la noche baja a -15°C y por la tarde sube a 18°C (SENAMHI, 2012). Las zonas que rodean el lago Titicaca, hasta 5 km tierra adentro, se caracterizan por un clima suave y seco, mejor protegido por el efecto termorregulador del lago. De diciembre a marzo se producen fuertes precipitaciones, por lo que la precipitación media máxima en el año es de 1088.5 mm y la precipitación media mínima es de 513,4 mm, la humedad relativa es de 53,3% (SENAMHI, 2012).

C. Aspectos topográficos

El terreno de esta zona es bastante accidentado, con una serie de llanuras, cañones y colinas susceptibles a la erosión por inundaciones y lluvias. Los caminos en esta zona están pavimentados en una superficie amplia y cubren menos el terreno existente, adaptándose al terreno.

3.2. MATERIALES Y EQUIPOS

3.2.1. Materiales de campo

- Residuos sólidos
- Bolsa verde de Polietileno (0.8 x 1.0 m)



- Balanza electrónica de plataforma
- Tableros de campo
- Guantes profilácticos
- Mascarillas
- GPS

3.2.2. Materiales de gabinete

- Computadora o laptop
- Mapa Base de distrito de Juli a escala 1:100000
- Imagen Satelital con una resolución de 12.5 metros.
- Carta nacional a una escala de 1:100 000

3.3. METODOLOGÍA

El estudio es de carácter exploratorio y descriptivo, su diseño de investigación no es experimental, se utilizaron herramientas cuantitativas y cualitativas para lograr cada uno de los objetivos planteados, debido a que el estudio no manipula la variable, sino que solo describe cómo sucede en la realidad, en la investigación no experimental los fenómenos se observaron en su contexto natural para analizarlos posteriormente (Hernández y Baptista, 2003).

Es de carácter exploratorio ya que no se han realizado estudios similares en el vertedero Juli, esto permite obtener información más detallada, identificar los problemas que existen en el área de estudio y proponer soluciones planteadas o postuladas. El objetivo principal no es dar una respuesta absoluta y completa al problema sino identificar los factores más importantes responsables de los problemas encontrados en la economía y la gestión de residuos sólidos (Hernández y Baptista, 2003).

3.3.1. Metodología para el primer objetivo

a) Recopilación de información disponible



Información recopilada del distrito de Juli, así como las carpetas y mapas existentes, bibliográfica y cartográfica existente de las instituciones como el Ministerio del Ambiente (MINAM), Instituto Geológico Metalúrgico y Minero (INGEMMET), Instituto Nacional de estadística e Informática (INEI), municipalidad distrital de Juli, guías de relleno sanitario, revistas, investigaciones a nivel regional.

b) Elaboración del mapa base

Para llevar a cabo este proyecto de investigación, comenzó con el mapa de producción del área de Juli, este mapa se desarrolló de acuerdo con los ejes temáticos en el software ArcGIS 10.3. La implementación del mapa de carta básica comienza con la prueba más importante de la ubicación regional.

▪ Verificación en Campo

Se realizó una verificación de las tres zonas seleccionadas; la alternativa 1 está ubicada en la comunidad de Nayranjaqui, la alternativa 2 está ubicada en la comunidad de Civicani y la alternativa 3 está ubicada en la comunidad de Cañisani. Para evaluar alternativas, cada sitio fue recorrido en camión a lo largo de todos los caminos de acceso y luego se recorrieron las áreas de particular interés para este estudio. Los puntos de control se identificaron mediante una herramienta de navegación GPS, registrando las coordenadas X e Y en formato UTM y también registrando la altura de cada variante evaluada.

Se han analizado imágenes satelitales Rapideye proporcionadas por el gobierno regional de Puno (ZEE, 2015), un mapa del país de Perú (escala 1:100.000) y puntos de control obtenidos en terreno, registrados mediante localizadores. (GPS) y transferido a la base de datos para su procesamiento

utilizando el software ArcGis 10.3. Este software se utilizó para georreferenciar espacialmente cada alternativa evaluada en este estudio. Criterios de selección y limitaciones.

- **Criterios de Selección y Restricción**

Para seleccionar un sitio adecuado se utilizaron los criterios de selección y limitaciones especificadas en el reglamento de la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos (Decreto General N° 014 - 2017 - MINAM), así como los criterios utilizados actualmente para identificar posibles ubicaciones, encontrar infraestructura para la disposición final de residuos sólidos (Ramírez, 2014).

A. Criterios de Selección

Compatibilidad con el uso del suelo y los planes de expansión urbana

Las zonas de estudio son compatibles con el uso del suelo, así mismo están alejado de las zonas de expansión urbana, lo cual es muy importante para esta investigación, las alternativas están ubicadas en 3 diferentes localidades del distrito de Juli (Hualpa, 2019).

Pendiente: la Alternativa 1 presenta pendiente de 12 – 24 % y > 24%, mientras la Alternativa 2 tiene pendiente de 12 – 24% y la Alternativa 3 presenta una pendiente de 12 – 24% y > 24% (Hualpa, 2019).

Hidrología: las condiciones hidrológicas de las zonas de estudio se encuentran a una distancia considerable correspondiente a las Alternativas 1 como la distancia más cercana a fuentes de aguas superficiales (Hualpa, 2019).

Geología: los suelos de son franco arcilloso a arcillosos, lo cual favorece la implementación de la infraestructura de disposición final de residuos sólidos, la arcilla inorgánica tiene una permeabilidad que va desde lenta a muy lenta (Hualpa, 2019).



Área y vida útil: Se ha estimado la vida útil de la infraestructura de disposición final de residuos sólidos para 10 años, para ello se requiere un área de 3.5 Has área considerada suficiente según la cantidad de generación de residuos sólidos municipales (Hualpa, 2019).

Hidrogeología: considerando que las zonas en estudio se encuentran a unas altitudes mayores a los 3800 m.s.n.m., y por las elevadas pendientes que presentan los terrenos se asume que no hay fuentes de agua subterránea que dificulte la implementación de un relleno sanitario (Hualpa, 2019).

Material de cobertura: En la Alternativa 1 existe poca posibilidad de disponer con el material de cobertura ya que es el botadero actual, mientras que en la Alternativa 2 y Alternativa 3 el material de cobertura es de fácil extracción y de remoción, además los suelos son de textura areno arcillosos y franco arenoso (Hualpa, 2019).

Dirección del viento: La dirección del viento de las tres opciones de investigación es la dirección del viento opuesta a la ciudad más cercana, así como a la ciudad de Juli, la dirección del viento es de noreste a sureste (Hualpa, 2019).

Opinión pública: Se realizaron reuniones con representantes del gobierno de la ciudad y vecinos de la zona para explicarles los motivos de realizar el estudio y mostrarles los beneficios de contar con un relleno sanitario sin generar problemas con las autoridades regionales y la población (Hualpa, 2019).

Patrimonio cultural, forestal y de fauna silvestre

Las alternativas consideradas para este estudio se alejan adecuadamente del patrimonio cultural, forestal y fauna silvestre del distrito de Juli.



B. Criterios de Restricción

- a) Distancia a poblaciones, granjas porcinas, avícolas, entre otras no serán menores de 500 metros (Paredes, 2018).
- b) Distancia a fuentes de aguas superficiales no serán menores a 500 metros (Paredes, 2018).
- c) Zonas de pantanos, humedales o recarga de acuíferos en la zona de emplazamiento del proyecto no serán menores a 500 metros (Paredes, 2018).
- d) Fallas geológicas no serán menores a 500 metros (Paredes, 2018).
- e) Vulnerabilidad del área ante desastres naturales no serán menores a 500 metros (Paredes, 2018).

C. Evaluación de las Alternativas Propuestas

Para garantizar la selección apropiada del sitio, se cumplieron criterios de selección y restricciones para identificar áreas óptimas de vertedero, en el entendido de que las operaciones de vertedero no causarían problemas de salud pública, afectando la seguridad pública y, en menor medida, el medio ambiente (Paredes, 2018). De los criterios para la selección que se utilizan para determinar la zona más adecuada de la alternativa para que sea futuros vertederos se describen a continuación:

D. Localización de las Alternativas

▪ Ubicación de la Alternativa 1

La zona se ubica a una distancia aproximada es 5 km alejada de la ciudad de Juli. La georreferenciación está en los siguientes puntos de coordenadas Universal Transverse Mercator (UTM) 453630.63 E, 8207020.90 S y altitud 3948 m.s.n.m.

▪ **Ubicación de la Alternativa 2**

La zona se ubica a una distancia aproximada es 6.7 km alejada de la ciudad de Juli. La georreferenciación está en los siguientes puntos de coordenadas Universal Transverse Mercator (UTM) 439264.52 E, 8205899.21 S y altitud 4103 m.s.n.m.

▪ **Ubicación de la Alternativa 3**

La zona se ubica a una distancia aproximada es 8.4 km alejada de la ciudad de Juli. La georreferenciación está en los siguientes puntos de coordenadas Universal Transverse Mercator (UTM) 447951.61 E, 8189922.34 S y altitud 4036 m.s.n.m. La accesibilidad a las alternativas es mediante vías asfaltas y trochas carrozables.

Tabla 1

Distancia y ubicación UTM de las alternativas.

Alternativas	Nombres de las zonas	Distancia (km)	(UTM)
Alternativa 1	Nayranjaqui	5	453148.12 E 8206812.16 S
Alternativa 2	Civicani	12	439264.52 E 8205899.21 S
Alternativa 3	Cañisani	19	447951.61 E 8189922.34 S

Tabla 2

Descripción de los criterios de selección.

N°	Criterios para la selección	DS N° 014 – 2017 – MINAM
1	Distancia a la población más cercana (m)	500
2	Distancia a granjas crianza de animales (m)	500
3	Área del terreno	Has
4	Vida útil	10
5	Uso actual del suelo	.....
6	Propiedad de terreno	.....
7	Accesibilidad del sitio	Asfaltada- Trocha
8	Pendiente del terreno	20%
9	Material de cobertura	Buena - Mala
10	Profundidad de la napa freática (m)	3m
11	Distancia a fuentes de agua superficiales (m)	500m
12	Geología del suelo (permeabilidad)	10 ⁻⁶
13	Opinión pública	A favor - Contra
14	Área arqueológica	NO- SI
15	Vulnerabilidad a desastres naturales (inundaciones, deslizamientos)	50 años retorno
16	Dirección predominante del viento (contraria a la población más cercana)	Norte Sur Este Oeste
17	Barrera sanitaria natural	NO-SI

Selección del área para la disposición final de residuos sólidos

Metodología de Selección:

Para el resultado de la evaluación de las tres alternativas, se toma en consideración los siguientes rangos de calificación para las variables (Bautista y Rosales,2010).



Tabla 3
Escala de puntaje.

Calificación	Puntaje
Muy malo	1
Malo	2
Regular	3
Bueno	4
Muy bueno	5

Fuente: Bautista y Rosales (2010)

Tabla 4
Criterios de calificación y su respectiva ponderación.

N°	Criterios para la selección	Peso asignado (%)
1	Distancia a la población más cercana (m)	8
2	Distancia a granjas crianza de animales (m)	6
3	Área del terreno	5
4	Vida útil	6
5	Uso actual del suelo del área de influencia	7
6	Propiedad de terreno	7
7	Accesibilidad del sitio	7
8	Pendiente del terreno	6
9	Material de cobertura	6
10	Profundidad de la napa freática (m)	6
11	Distancia a fuentes de aguas superficiales (m)	7
12	Geología del suelo (permeabilidad)	6
13	Opinión pública	7
14	Área arqueológica	4
15	Vulnerabilidad a desastres naturales (inundaciones, deslizamientos)	5
16	Dirección del viento (contraria a la población más cercana)	5
17	Barrera sanitaria natural y/o artificial	2



3.3.2. Metodología para el segundo objetivo

Se visitaron las viviendas seleccionadas; estas casas también participaron en la preparación del Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos de la Ciudad de Juli (PIGARS 2016) para rastrear el desarrollo de los residuos sólidos. Posteriormente, se le explica al jefe de hogar los motivos y cómo tomar muestras de los residuos diarios que se generan en su casa, y recopila información que incluye: sobre el número de personas en cada casa, hábitos de consumo (Paredes, 2018).

El muestreo de la vivienda seleccionada se realizó por ocho días y las muestras tomadas el primer día de muestreo se descartaron debido a que se desconocía el tiempo de almacenamiento, la basura recolectada del día dos al ocho representa la cantidad de residuos generados semanalmente (Paredes, 2018). Para ello, todos los días se entrega una bolsa de plástico roja a cada casa y en lugar de bolsas de residuos sólidos, se recolectan y etiquetan de forma adecuada para su identificación (Paredes, 2018).

A. Población y muestra

Para calcular el tamaño de la población futura, es necesario conocer el tamaño de la población actual y la tasa de crecimiento tomados del censo más reciente realizado por el INEI en 2007 (Paredes, 2018). Para el año 2023 está proyectado a 8962 habitantes en la ciudad de Juli, después de obtener los datos necesarios, el tamaño de la población se predice utilizando la siguiente fórmula:

$$(PF=Pi*(1+r)^n)$$



Dónde:

PF= población final

Pi= Población del último censo (INEI 2017)

r = Tasa de crecimiento intercensal (INEI 2017)

n= (t final – t inicial) intervalo en años

B. Determinación del tamaño de muestra

Teniendo en cuenta la población total proyectada para el año 2023 y el promedio de habitantes por vivienda que es 04 hab/vivienda se estima un aproximado total de 3949 viviendas en la ciudad de Juli, luego para determinar el número de la muestra se aplica la siguiente fórmula.

$$n = \frac{Z_{1-\alpha/2}^2 N \sigma^2}{(N - 1)E^2 + Z_{1-\alpha/2}^2 \sigma^2}$$

Dónde:

n = muestras de N° de viviendas a ser estudiadas

N = total de viviendas

Z = nivel de confianza 95% = 1.96

α = desviación estándar (0.20-0.25 kg/hab/día)

E = error permisible (0.05-0.06 kg/hab/día)

$$n = \frac{(1.96)^2 \times (3949) \times (0.20)^2}{(3949 - 1) \times (0.05)^2 + (1.96)^2 \times (0.20)^2} = \mathbf{60.53}$$

El resultado fue redondeada a 60 viviendas de la ciudad de Juli, que sería la muestra representativa.



C. Zonificación del Distrito

Según el plano catastral del distrito de Juli; del área total de 2890.66 ha, que constituye el distrito de estudio el 8 % equivalente a 231.53 ha, que corresponde al área urbana consolidada, contra un 92 % equivalente a 2659.13 ha, correspondiente a zonas rurales y agrícolas.

D. Determinación del número de muestras por actividad económica

En la ciudad de Juli, se ha levantado información in-situ de los diferentes establecimientos comerciales que viene desarrollándose en la actualidad, sin embargo, se ha podido apreciar que en su gran mayoría no cuenta con la licencia de funcionamiento otorgado por la municipalidad; por lo que se ha realizado un conteo rápido calle por calle y se encontraron 70 centros comerciales activos (Paredes, 2018).

Para la determinación del número de muestra de establecimientos que son como tiendas y bodegas pequeñas de la ciudad de Juli.

Dónde:

n = muestras de N° de A.E. a ser estudiadas

N = total de ECT. (70)

Z = nivel de confianza 95% = 1.96

α = desviación estándar (0.20-0.25 kg/hab/día)

E = error permisible (0.05-0.06 kg/hab/día)

$$n = \frac{(1.96)^2 x (70) x (0.20)^2}{(70-1)x(0.05)^2 + (1.96)^2 x (0.20)^2} = 32.98$$

El resultado fue redondeada a 33 establecimientos comerciales de la ciudad de Juli, que sería la muestra representativa.

E. Número de muestras para generadores de residuos sólidos municipales de fuentes no domiciliarias

Empleando la misma metodología, se calculó un adecuado tamaño de la muestra para cada establecimiento comercial sometido a evaluación. Se reunió un total de 61 establecimientos comerciales, que constituyeron la muestra representativa de la investigación (tabla 5).

Tabla 5
Establecimientos comerciales e instituciones.

N°	Nombre del establecimiento	N° de establecimientos
1	Establecimientos Comerciales	33
2	Instituciones Públicas o Privadas	11
3	Mercado Central	1
4	Feria	1
5	Áreas Verdes	15
Total		61

F. Determinación de la generación de residuos

Para determinar la generación de los residuos sólidos domésticos de las viviendas de la ciudad de Juli, se realizó lo siguiente:

- a) Inicialmente, se entregó para toda la semana a cada hogar participante una bolsa verde con su respectivo código de la vivienda para disponer de los residuos sólidos generados durante el día, al día siguiente, las bolsas de residuos domésticos se recogen y se sustituyen por una bolsa nueva de propiedades similares. Este procedimiento se repite continuamente durante 8 días (Paredes, 2018).



- b) Además, el control de cobranza conserva el formato adecuado y/o cualquier anotación sobre fechas u observaciones (Paredes, 2018).
- c) Luego de completar el recorrido de muestreo, las bolsas (muestras) son transportadas a la comuna, donde son clasificadas según origen (Paredes, 2018).
- d) El pesaje se realiza previa determinación del código o cantidad de cada muestra, registrando el peso en el campo correspondiente (Paredes, 2018).

G. Determinación de la composición física de los residuos sólidos

Para determinar la composición física, se recolecta una pila de desechos sólidos para su cálculo, se mezclan bien, luego se dividen en 4 partes y se seleccionan 2 partes opuestas entre sí para crear otra muestra representativa de menor tamaño. Esta operación se repite hasta obtener de 20 a 40 kg de residuos (método de cuarteo), luego se separan los componentes del montón y se clasifica el material. Los ingredientes se pesaron de forma independiente para determinar el porcentaje de cada ingrediente en peso. peso total de la muestra (Paredes, 2018).

Los residuos sólidos se dividen en componentes como se muestra a continuación:

- a) Residuos sólidos urbanos: aquellos que componen la basura doméstica (Paredes, 2018).
- b) Residuos industriales: que pueden ser inertes (como escombros y materiales similares) o similares a residuos sólidos urbanos (como restos de comedores y oficinas) (Paredes, 2018).
- c) Residuos peligrosos: que debido a su composición química u otras características requieren un tratamiento especial (Paredes, 2018).
- d) Residuos agrarios: que provienen de la agricultura, ganadería, pesca, explotaciones forestales o industria alimentaria (Paredes, 2018).



e) Residuos médicos y de laboratorio: que son restos del trabajo clínico, médico o material de investigación (Paredes, 2018).

f) Residuos radiactivos: que son materiales que emiten radiactividad o compuestos de metales pesados (Paredes, 2018).

H. Densidad de los residuos sólidos domiciliarios

Se preparó recipientes con un volumen específico (200 litros cada una), se colocaron en ellas muestras pesadas para llenar la bolsa, luego se elevaron a una altura aproximada de 30 cm sobre el suelo y se soltaron varias veces para estandarizar la muestra de residuo sólido. Este procedimiento se repitió para todas las muestras de cada capa. El cálculo para la densidad de los residuos sólidos se halló, empleando la siguiente fórmula:

$$Densidad = \frac{W}{V} = \frac{W}{\pi \left(\frac{D}{2}\right)^2 \times (H - h)}$$

Donde:

W: peso de los residuos sólidos

V: volumen del residuo sólido.

D: diámetro del cilindro

H: altura total del cilindro

h: altura libre de residuos sólidos

π : constante "pi" (3.1416)

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. LOCALIZAR PROBABLES SITIOS PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DE LA CIUDAD DE JULI

Una vez que se han establecido los criterios de selección para identificar posibles sitios de relleno sanitario para la ciudad de Juli, se identificó tres sitios potenciales, para establecer un relleno sanitario adecuado y cumpliendo las normas para la ciudad de Juli (tabla 6).

Tabla 6

Ubicación de las tres alternativas potenciales.

Ubicación	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Sector	Nayranjaqui	Civicani	Cañisani
Comunidad	Nayranjaqui	Civicani	Cañisani
Distrito	Juli	Juli	Juli

Los resultados de la investigación muestran que el método de tratamiento manual de residuos más adecuado en la ciudad de Juli es el tipo trinchera o zanja dependiendo del terreno de la zona, también se calcula que el área asignada es de 4 hectáreas. vertedero, este cálculo se realiza en base a la cantidad esperada de residuos sólidos dentro de 10 años, las alternativas se muestran optimas por estar alejadas de granjas y poblaciones y con una buena accesibilidad (tabla 7).

Tabla 7

Descripción de las zonas en estudio.

N°	Criterios para la selección	DS N° 014 – 2017 – MINAM	Alternativas		
			Zona 1	Zona 2	Zona 3
1	Distancia a la población más cercana (m)	500	994.8 m	7056.18 m	9060.09 m
2	Distancia a granjas crianza de animales (m)	500	600 m	500 m	500 m
3	Área del terreno	Has	4	2	2
4	Vida útil	10	10	10	10
5	Uso actual del suelo	.....	Ganadería extensiva	Ganadería extensiva	Ganadería extensiva
6	Propiedad de terreno	.....	Municipalidad	C.C. Civicani	C.C. Cañisani
7	Accesibilidad del sitio	.....	Asfaltada y trocha	Asfaltada y trocha	Asfaltada y trocha
8	Pendiente del terreno	20%	12 – 24 %	12 – 24 %	12 – 24 %
9	Material de cobertura	.....	Buena	Buena	Buena
10	Profundidad de la napa freática (m)	3m	12m	10m	14m
11	Distancia a fuentes de agua superficiales (m)	500m	651.8m	463.5m	511.6m
12	Geología del suelo (permeabilidad)	10 ⁻⁶	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶
13	Opinión pública	.....	Favorable	Favorable	Favorable
14	Área arqueológica	.....	No presenta	No presenta	No presenta
15	Vulnerabilidad a desastres naturales (inundaciones, deslizamientos)	50 años retorno	No presenta	No presenta	No presenta
16	Dirección predominante del viento (contraria a la población más cercana)	.....	Norte a Oeste	Norte a Este	Noreste a Sureste
17	Barrera sanitaria natural	.....	NO	SI	SI

Al evaluar tres zonas según 17 criterios de selección y el sistema de puntos establecido con su ponderado, los resultados obtenidos de la zona 1 (Nayranjaqui), la zona 2 (Civicani) y la zona 3 (Cañisani) (Tabla 8), no cumplen con el 100% de los criterios de ubicación, sin embargo, según la ley se debe dar prioridad a las zonas con mejores condiciones para construir rellenos sanitarios de residuos sólidos.

Tabla 8
Calificación de las zonas en estudio.

N°	Criterios para la selección	Peso asignado (%)	Resultado (calificación)		
			Zona 1	Zona 2	Zona 3
1	Distancia a la población más cercana (m)	8	5	3	4
2	Distancia a granjas crianza de animales (m)	6	5	4	4
3	Área del terreno	5	4	4	4
4	Vida útil	6	5	5	5
5	Uso actual del suelo del área de influencia	7	5	4	4
6	Propiedad de terreno	7	5	4	4
7	Accesibilidad del sitio	7	3	4	4
8	Pendiente del terreno	6	2	3	2
9	Material de cobertura	6	3	4	4
10	Profundidad de la napa freática (m)	6	5	3	4
11	Distancia a fuentes de aguas superficiales (m)	7	3	5	4
12	Geología del suelo (permeabilidad)	6	3	5	4
13	Opinión pública	7	5	4	4
14	Área arqueológica	4	5	4	4
15	Vulnerabilidad a desastres naturales (inundaciones, deslizamientos)	5	4	3	3
16	Dirección del viento (contraria a la población más cercana)	5	4	5	4
17	Barrera sanitaria natural y/o artificial	2	1	5	3

Los resultados obtenidos al evaluar tres opciones según 17 criterios de ubicación establecidos en las disposiciones de la Ley de Manejo Integrado de Residuos Sólidos del D.S. Decisión N° 014 - 2017 - MINAM, teniendo los siguientes puntajes: la opción 1 (Nayranjaqui) con 407 puntos, la opción 2 (Civicani) con 401 puntos y la opción 3 (Cañisani) con 387 puntos (Tabla 9).

Tabla 9
Calificación de las alternativas potenciales.

Item	Criterios para la selección	Peso Asignado (%)	Calificación de Alternativas (puntaje)		
			Zona 1	Zona 2	Zona 3
1	Distancia a la población más cercana (m)	8	40	24	32
2	Distancia a granjas crianza de animales (m)	6	30	24	24
3	Área del terreno	5	20	20	20
4	Vida útil	6	30	30	30
5	Uso actual del suelo del área de influencia	7	35	28	28
6	Propiedad de terreno	7	35	28	28
7	Accesibilidad del sitio	7	21	28	28
8	Pendiente del terreno	6	12	18	12
9	Material de cobertura	6	18	24	24
10	Profundidad de la napa freática (m)	6	30	18	24
11	Distancia a fuentes de agua superficiales (m)	7	21	35	28
12	Geología del suelo (permeabilidad)	6	18	30	24
13	Opinión pública	7	35	28	28
14	Área arqueológica	4	20	16	16
15	Vulnerabilidad a desastres naturales (inundaciones, deslizamientos)	5	20	15	15
16	Dirección del viento (contraria a la población más cercana)	5	20	25	20
17	Barrera sanitaria natural y/o artificial	2	2	10	6
TOTAL		100	407	401	387

En la tabla 10, presenta una los puntajes, según su puntuación de las tres alternativas que se evaluaron para el posible establecimiento de un vertedero de residuos sólidos en el municipio de Juli, que por orden de mérito esta primero la opción 1



(Nayranjaqui) con 407 puntos, seguida por la opción 2 (Civicani) con 401 puntos y por último la opción 3 (Cañisani) con 387 puntos,

Tabla 10

Puntaje de las alternativas.

Orden de merito	Alternativas	Puntaje
Primero	Alternativa 1	407
Segundo	Alternativa 2	401
Tercero	Alternativa 3	387

4.2. DETERMINAR LA GENERACIÓN PER CÁPITA DE RESIDUOS SÓLIDOS DE LA CIUDAD DE JULI

4.2.1. Generación per cápita (GPC) de los residuos sólidos domiciliarios

La cantidad promedio de residuos municipales generados per-cápita en la ciudad de Juli es de 0.727 kg/persona/día y se determina con base en un promedio ponderado, los resultados confirmados de generación de residuos sólidos per cápita durante un período de 8 días. tenidos en cuenta durante el proceso de investigación (tabla 12).

4.2.2. Proyección de la población

El distrito de Juli cuenta actualmente 8962 habitantes, cual es una proyección de acuerdo a al último censo del año 2017 que había 8.148 habitantes y 3949 viviendas (censo INEI 2017). Para la proyección poblacional se asume un



crecimiento geométrico y para el cálculo se asume una tasa de crecimiento del 1.6% anual (Índice de Crecimiento Municipal de Julio según INEI).

- P1 = 8148.00
- Segundo año P2= $8148(1+0.016)^1= 8278$
- Tercer año P3= $8278(1+0.016)^1= 8411$
- Cuarto año P4= $8411(1+0.016)^1 = 8545\dots$ y así sucesivamente

Tabla 11
Población de Juli

Año	Población (Hab.)
2023	8962
2024	9106
2025	9251
2026	9399
2027	9550
2028	9702
2029	9858
2030	10015
2031	10176
2032	10338
2033	10504

4.2.3. Proyección de la generación total de residuos sólidos domiciliarios

Con datos sobre los niveles de educación per cápita y conociendo la población urbana total de Juli (8.962 personas), podemos estimar que la cantidad

total de residuos sólidos municipales en 2023 es de 6.52 toneladas/día. 195.46 toneladas/mes y 2345.58 toneladas/año (tabla 12).

Tabla 12

Proyección de la generación de residuos sólidos domiciliarios.

Año	GPC (Kg/hab/día) (A)	Población (hab.) (B)	GD (ton/día) C = A x B	GD (ton/mes) D = C x 30	GD (ton/año) E = D x 12
2023	0.727	8962	6.52	195.46	2345.58
2024	0.734	9106	6.69	200.58	2406.94
2025	0.742	9251	6.86	205.83	2469.91
2026	0.749	9399	7.04	211.21	2534.52
2027	0.757	9550	7.22	216.74	2600.82
2028	0.764	9702	7.41	222.40	2668.86
2029	0.772	9858	7.61	228.22	2738.68
2030	0.779	10015	7.81	234.19	2810.32
2031	0.787	10176	8.01	240.32	2883.84
2032	0.795	10338	8.22	246.61	2959.28
2033	0.803	10504	8.44	253.06	3036.69
Total de generación domiciliaria			81.82	2454.62	29455.43

4.2.3. Generación de residuos sólidos no domiciliarios

La cantidad de residuos sólidos no domiciliarios generados es de 4.23 tn/día, determinada teniendo en cuenta el promedio ponderado de los resultados de generación confirmados para los 7 días incluidos en el estudio, como se muestra (tabla 13).

Tabla 13*Proyección de la generación de residuos sólidos no domiciliarios.*

N°	Establecimientos	kg/día	ton/día	ton/mes	ton/año
1	Comercios	767.83	0.77	23.03	276.42
2	Instituciones	317.35	0.32	9.52	114.24
3	Mercado Central	536.17	0.54	16.09	193.02
4	Feria	1220.21	1.22	36.61	439.28
5	Áreas Verdes	1389.80	1.39	41.69	500.33
TOTAL		4231.36	4.23	126.94	1523.29

La proyección de residuos sólidos domiciliarios y no domiciliarios, que constituyen los residuos sólidos urbanos de la ciudad de Juli, se deriva de los datos recolectados sobre la generación de dichos residuos (Tabla 14).

Tabla 14*Proyección de la generación total de residuos sólidos municipales.*

Año	Gene. Dom. (ton/día)	Gene. no Dom. (ton/día)	Gene. Muni. (ton/día)	Gene. Muni. (ton/mes)	Gene. Muni. (ton/año)
2023	6.52	4.23	10.75	322.36	3868.38

4.2.4. Densidad de los residuos sólidos municipales

La determinación de la densidad de los residuos sólidos generados por la ciudad de Juli, se obtuvo obteniendo primero el volumen y el peso de los residuos sólidos municipales de la ciudad de Juli, y dio como resultado 65.2 kg/m³ (tabla 15).

Tabla 15

Densidad de residuos sólidos municipales de la ciudad de Juli.

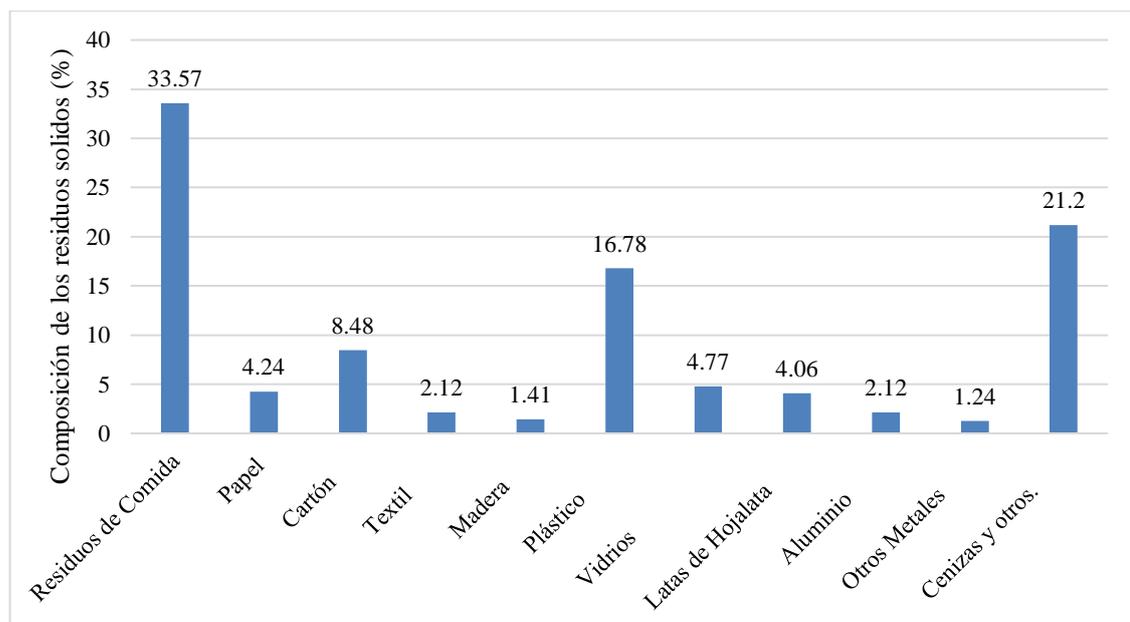
Lugar	Volumen del cilindro (ltrs)	Volumen del cilindro (m ³)	Peso en el cilindro (kg)	Densidad (kg/m ³)
Ciudad de Juli	200	0.2	13.4	65.2

4.2.5. Composición física

Los resultados de la separación y el análisis indican que el componente de material orgánico de los residuos alimentarios constituye la mayor proporción (33,57%) de la producción total de residuos sólidos de la ciudad. En cuanto a los materiales reciclables, una proporción del 16,78% de las bolsas están compuestas por este tipo de materiales. Por último, como ilustra la figura 8, el carbón vegetal y otras sustancias representan el 21,2% de las bolsas.

Figura2

Composición física de residuos sólidos de la ciudad de Juli





4.3. PROPUESTA DE MANEJO Y SEGREGACIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS CON FINES AGROECOLÓGICOS DE LA CIUDAD DE JULI

La gestión efectiva de residuos orgánicos con fines agroecológicos no solo reduce la carga en los vertederos, sino que también contribuye a la creación de abono natural y al enriquecimiento del suelo. Esta propuesta se centra en la implementación de un sistema integral de manejo y segregación de residuos orgánicos en comunidades, promoviendo la sostenibilidad y la práctica agroecológica.

4.3.1. Para la gestión y segregación de residuos orgánicos con fines agroecológicos

- a. Sensibilización y educación:** Implementar programas de sensibilización y educación ambiental para concienciar a la comunidad sobre la importancia de la segregación de residuos orgánicos y su potencial uso en la agricultura agroecológica.
 - Talleres Comunitarios: Organizar talleres educativos para concientizar a la comunidad sobre la importancia de la gestión de residuos orgánicos y sus beneficios para la agricultura.
 - Material Informativo: Distribuir folletos y material informativo que explique la importancia de la segregación adecuada y el proceso de compostaje.
- b. Separación en origen:** Promover la separación de residuos orgánicos en origen en los hogares, facilitando la disposición de contenedores específicos para residuos orgánicos y brindando información clara sobre la importancia de esta práctica. Es necesario crear un sistema de recolección, y crear rutas de recolección específicas para los residuos orgánicos, con frecuencias adaptadas



a la generación de este tipo de desechos. Utilizar vehículos equipados para el transporte de residuos orgánicos, con medidas para evitar olores y filtraciones.

- **Contenedores Domiciliarios:** Proporcionar a los hogares contenedores especiales para residuos orgánicos, claramente etiquetados y de fácil manejo.
- **Contenedores Comunitarios:** Establecer puntos de recolección comunitarios para que los residentes puedan depositar sus residuos orgánicos de manera conveniente.

c. Compostaje comunitario: Proponer la creación de espacios de compostaje comunitario, donde los residuos orgánicos segregados puedan ser transformados en abono para su uso en la agricultura local. Donde se puede desarrollar programas para, facilitar la distribución gratuita de compost a los residentes para su uso en jardines y huertos domésticos. Establecer colaboraciones con agricultores locales para la entrega de compost, fortaleciendo la relación entre la comunidad y la agricultura sostenible.

- **Áreas Designadas:** Establecer áreas comunitarias designadas para el compostaje, utilizando técnicas que fomenten la descomposición efectiva de los residuos orgánicos.
- **Formación de Equipos:** Capacitar a voluntarios comunitarios para supervisar y mantener las áreas de compostaje, asegurando la calidad del compost resultante.

d. Capacitación en técnicas agroecológicas: Ofrecer capacitación en técnicas de agricultura agroecológica que incorporan el uso de abono orgánico proveniente de residuos compostados, promoviendo así la sostenibilidad y la reducción de residuos.



- Seguimiento Continuo: Implementar un sistema de seguimiento continuo para evaluar la eficacia del programa y realizar ajustes según sea necesario.
- Retroalimentación Comunitaria: Recoger comentarios y sugerencias de la comunidad para mejorar la participación y la efectividad del programa.

Esta propuesta busca integrar la gestión de residuos orgánicos en la vida diaria de la comunidad, promoviendo prácticas agroecológicas que beneficien tanto al medio ambiente como a la calidad de vida de los residentes. La colaboración activa de la comunidad es esencial para el éxito de este enfoque integral y sostenible. Y estas propuestas buscan integrar la gestión de residuos orgánicos con la agricultura agroecológica, promoviendo la sostenibilidad ambiental y el aprovechamiento de recursos locales para el beneficio de la ciudad de Juli.

4.3.2. Procedimiento de elaboración de compost de residuos orgánicos con fines agroecológicos

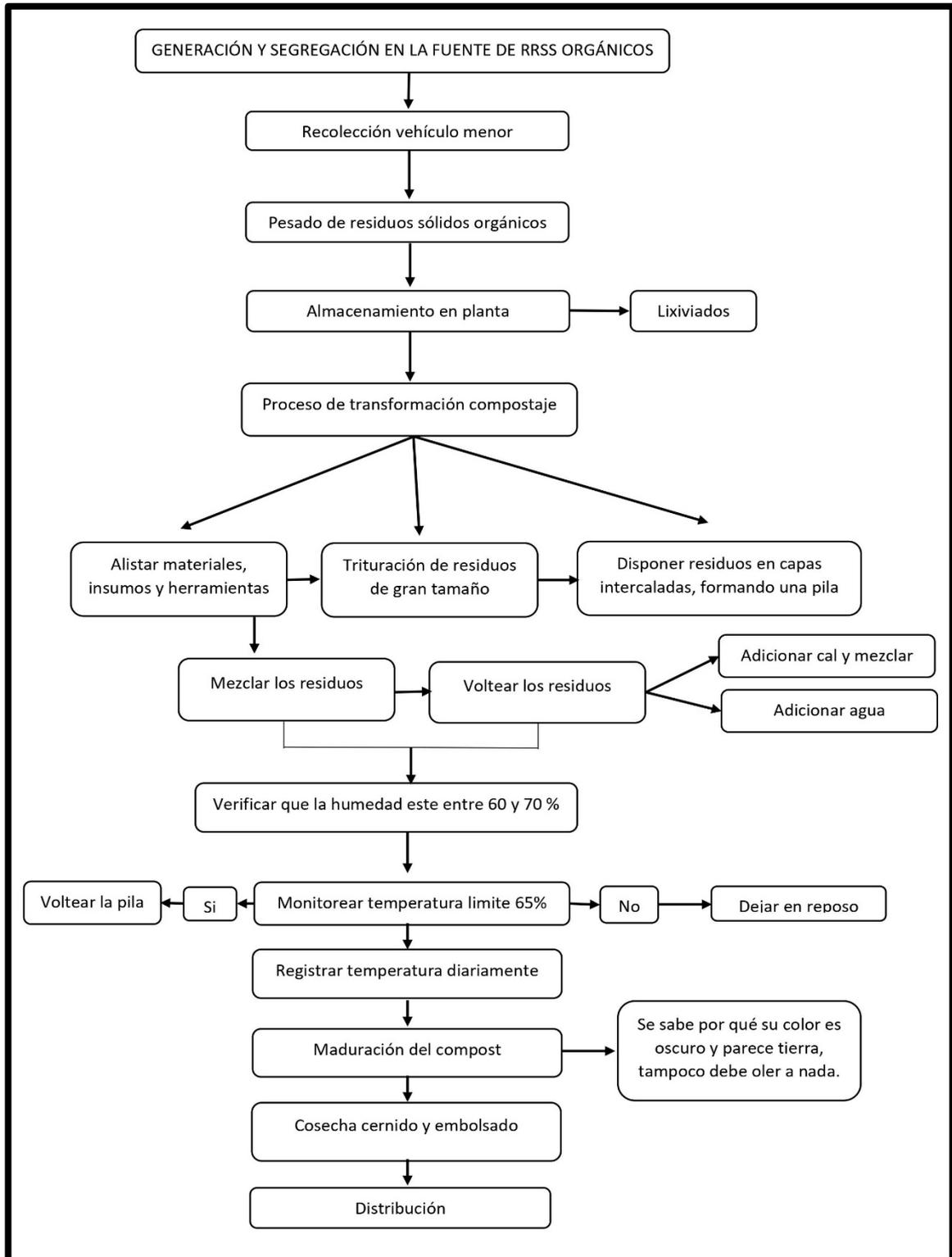
El siguiente trabajo de investigación para la elaboración de compost primeramente se recogieron los residuos orgánicos de las viviendas mercados y ferias de los días miércoles la recolección se hizo en un vehículo menor en este caso una moto carga en seguida se llevó a la planta de compostaje el siguiente paso fue la segregación o separación de residuos orgánicos luego se pesa todo lo recolectado tanto sea residuos orgánicos como residuos sólidos.

El compostaje es un proceso biológico que ocurre en condiciones aeróbicas con la adecuada humedad y temperatura se asegura la transformación higiénica de los restos orgánicos en un material homogéneo tomando en cuenta la actividad microbiana que está relacionada con el tamaño de la partícula en tanto

la aireación de la pila o la retención de humedad están estrechamente relacionados con el tamaño de partícula

Figura3

Flujograma del proceso de valorización de residuos sólidos orgánicos.





Es posible interpretar el compostaje como el proceso metabólico realizándose por diferentes microorganismos que en presencia de oxígeno aprovechan el nitrógeno y el carbono presentes para producir su propia biomasa en este proceso adicionalmente los microorganismos generan calor y el sustrato solido con menos carbono y nitrógeno, pero más estable que es llamado compost.

El proceso de compostaje dura entre 3 a 4 meses para ello cada pila debe pasar por las siguientes fases:

- a. Fase mesofílica: proceso de compostaje a temperatura ambiente. La temperatura está comprendida entre 10 y 40 °C esta fase dura entre una y dos semanas se produce calor y el CO₂, caracterizándose, esta fase por una disminución del pH que desciende a valores de 5.5.
- b. Fase termofílica o Higienización: esta fase consta que la temperatura está a mayores a los 45°C La temperatura sube por acción de la fermentación hasta alcanzar valores de 40° a 60° C se produce la pasteurización del medio es decir se destruyen los microorganismos patógenos y se inhibe la germinación de semillas de plantas adventicias. Se produce liberación de amoníaco y el pH asciende, pudiendo llegar a valores de 8. En esta fase hay una gran demanda de oxígeno.
- c. Fase de Enfriamiento: temperaturas menores a los 45° cuando prácticamente se a transformado la totalidad de la materia orgánica la temperatura empieza a descender y nuevamente los microorganismos mesófilos actúan degradando la celulosa y lignina restantes, lo cual dará lugar a las sustancias húmicas. El pH se estabiliza y la demanda de oxígeno reduce.
- d. Fase de Maduración: formación de ácidos húmicos. Las tres primeras fases duran unas semanas, pero este periodo requiere de meses a temperatura



ambiente la temperatura debe disminuir hasta los valores cercanos a los ambientales y el pH se estabilizará próximo al neutro.

Una vez que el compost esté listo, se puede utilizar como abono orgánico para enriquecer el suelo de jardines, huertos o áreas verdes. Siguiendo estos pasos, es posible realizar el compostaje de residuos orgánicos domiciliarios de manera efectiva, contribuyendo a la reducción de residuos y al enriquecimiento del suelo de forma sostenible. Este proceso de compostaje de residuos orgánicos domiciliarios es una práctica sencilla y efectiva para convertir los desechos en un recurso valioso para la jardinería y la agricultura, promoviendo la sostenibilidad y la reducción de residuos.

4.4. RECOMENDAR LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DE LA CIUDAD DE JULI

La gestión adecuada de los residuos sólidos es crucial para proteger el medio ambiente, mejorar la calidad de vida y promover la sostenibilidad. Existen diversas estrategias y enfoques que pueden ser implementadas tanto a nivel individual, empresarial como gubernamental.

Los residuos sólidos de la ciudad de Juli necesitan unas medidas de prevención que buscan evitar la aparición de efectos ambientales negativos en la población tanto en suelo, aire y agua, con el fin de corregir los impactos ambientales que se produzcan por los residuos sólidos. Por su parte, las medidas de gestión de residuos sólidos, buscan reducir la magnitud o la gravedad de los impactos ambientales que produce el mal manejo de los residuos sólidos, cuales buscan restaurar o compensar los daños ambientales que no se puedan evitar, corregir o mitigar.



4.4.1. Reducción en la fuente

- a. **Minimizar el consumo:** Reducir el uso de productos desechables y empaques innecesarios es uno de los métodos más efectivos para reducir los residuos sólidos. Optar por productos reutilizables y evitar los plásticos de un solo uso puede tener un impacto significativo.
- b. **Diseño para la sostenibilidad:** Fomentar el diseño de productos que sean más fáciles de reciclar o de descomponer es fundamental. Las empresas pueden incorporar criterios de sostenibilidad en el diseño y producción de sus productos.

4.4.2. Reutilización

- a. **Reutilizar objetos y materiales:** Muchas veces, los que desechamos pueden ser reutilizados de alguna manera, lo que reduce la cantidad de residuos generados esto incluye desde el uso de frascos y cajas hasta la reparación de objetos en lugar de desecharlos.
- b. **Fomentar el mercado de segunda mano:** La compra y venta de productos de segunda mano puede ayudar a alargar la vida útil de muchos productos y evitar que se conviertan en residuos innecesarios.
- c. **Sanciones y Cumplimiento:** Establecer y aplicar sanciones para aquellos que no cumplan con las normativas de gestión de residuos. Y reforzar la aplicación de regulaciones existentes para garantizar la participación activa de la comunidad.



4.4.3. Reciclaje

- a. Clasificación de residuos: Una de las estrategias más efectivas es separar los residuos reciclables papel, plástico, vidrio, metales, de los no reciclables, para que puedan ser procesados y reutilizados adecuadamente.
- b. Educación sobre reciclaje: La educación sobre como reciclar correctamente es fundamental. Muchas veces las personas no reciclan correctamente porque no están informadas sobre cómo hacerlo, o los sistemas de reciclaje no están bien establecidos.
- c. Participación Comunitaria: Fomentar la colaboración activa de la comunidad en iniciativas de gestión de residuos. Y organizar eventos y actividades que promuevan la participación ciudadana en la gestión ambiental.

Adoptar estas medidas de manera integral contribuirá no solo a la gestión efectiva de residuos sólidos domiciliarios, sino también a la creación de comunidades más sostenibles y conscientes de su impacto ambiental. Estas medidas son fundamentales para la gestión ambiental de proyectos, obras o actividades, ya que contribuyen a minimizar el impacto sobre el entorno natural y social, promoviendo un desarrollo sostenible y responsable. Además, es necesario diseñar un plan integral que contemple las medidas de gestión de residuos sólidos.

La gestión ambiental de residuos sólidos provenientes de hogares es esencial para salvaguardar nuestro entorno y promover prácticas sostenibles. Adoptar medidas de gestión de residuos sólidos domiciliarios y no domiciliarios, es fundamental para abordar los desafíos asociados con la generación de residuos minimizar su impacto en el medio ambiente.



La normativa ambiental y los lineamientos para la elaboración de estudios de impacto ambiental suelen requerir la inclusión de estas medidas, lo que evidencia su importancia en la planificación y ejecución de proyectos con un enfoque ambientalmente responsable.



V. CONCLUSIONES

- La zona que reúne las mejores condiciones para una propuesta de un relleno sanitario es la Alternativa 1 (Nayranjaqui) con 417 puntos, puesto que tiene mejor puntuación, entre las alternativas estudiadas, cual la Alternativa 2 (Civicani) con 407 puntos y la Alternativa 3 (Cañisani) con 397 puntos. La alternativa 1 posee vías de acceso en buen estado, se prevé que tenga una vida útil de diez años, está protegida de la ciudad por los vientos dominantes y utiliza material de cobertura en el lugar del relleno, lo que resulta económicamente ventajoso.
- La generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios de la ciudad de Juli es 0.727 kg/hab/día, la cantidad total de residuos sólidos municipales en 2023 será de 6.52 tn/día, 195.46 tn/mes y 2345.58 tn/año. Los residuos sólidos no domiciliarios es de 4.23 tn/día, y por último, los residuos sólidos municipales de la ciudad de Juli es de 10.75 tn/día, 322.36 toneladas al mes y 3868.38 toneladas al año.
- La propuesta de manejo y segregación de residuos orgánicos con fines agroecológicos incluyen; La recolección y tratamiento de los residuos orgánicos separados en origen, para la segregación de residuos sólidos, reciclaje y compostaje, y así pase para el uso de abonos orgánicos en la agricultura agroecológica. Y, por último, la implementación de estas prácticas contribuye a la reducción de residuos, promueve la sostenibilidad ambiental y fomenta la producción agrícola saludable.



- La gestión de residuos sólidos es un desafío global que requiere un enfoque integral y colaborativo. Desde la reducción y reutilización hasta el reciclaje y la implantación de políticas públicas eficaces, cada acción cuenta. La clave está en cambiar la mentalidad de usar y tirar hacia un modelo sostenible que promueva la responsabilidad y el respeto por el medio ambiente de la ciudad de Juli.



VI. RECOMENDACIONES

- En base al mapa de aptitud final realizado por esta investigación, se recomienda la Alternativa 1 ya que satisface la mayoría de los criterios de selección de áreas establecidos por el (DS N° 014 - 2017 MINAM). Adicionalmente, se ubica dentro del área apta según los criterios antes mencionados. Dado los resultados de esta investigación recomienda la Alternativa 1, el municipio del distrito de Juli, debería tener en cuenta la investigación actual a la hora de determinar cómo proceder con el vertedero de residuos sólidos.
- Para que este proyecto sea incorporado al esquema de ordenamiento ambiental territorial, se debe implementar una gestión para que la municipalidad provincial de Chucuito no pueda permitir la construcción de proyectos adicionales en las áreas potenciales identificadas por este estudio.
- Se recomienda hacer compostaje como reciclaje, ya que reduce la cantidad de basura que llega a los vertederos y, con ello, su impacto ambiental. Además, se consigue un material que mejora las cosechas de los cultivos agrícolas, y ayuda a recuperar la calidad de los suelos. Cualquier persona puede producir compost de calidad siguiendo los consejos adecuados. El compost resultante puede utilizarse como abono natural para plantas, mejorando la estructura del suelo y facilitando el crecimiento de las plantas.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bautista, M. y Rosales, C. (2010): *Guía para la selección de sitios potenciales para la ubicación de rellenos sanitarios por el método de peso y escala con el uso de álgebra de mapas*. 11pag.
- Baxendale, C. y Buzai, G. (2011). *Análisis Espacial con Sistemas de Información Geográfica. Aportes de la Geografía para la elaboración del Diagnóstico en el Ordenamiento Territorial*. Grupo de Ecología del Paisaje y Medio Ambiente (GEPAMA) de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad Buenos Aires. Argentina. Revista Fronteras. 60 pág.
- BID/OPS (1998). *Diagnóstico de la Situación del Manejo de Residuos Sólidos Municipales en América Latina y el Caribe*. Segunda edición. 78 pág.
- Chuvieco, E. (2010). *Fundamentos de la Teledetección Espacial*. Madrid – España. 92 pág.
- Decreto Legislativo 1278. *Que aprueba la ley Gestión Integral de Residuos Sólidos*, publicada en el diario oficial el peruano, 21 de diciembre del 2016. 35 pág.
- Decreto Supremo N° 014 – 2017 – MINAM. *Reglamento de la ley Gestión Integral de Residuos Sólidos*, publicada el 21 de diciembre del 2017. 32 pág.
- EPA (1991). *Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos*.
- Erazo, N. (2016). *Identificación de Sitios Potenciales para la Construcción de un Relleno Sanitario a partir de un SIG en el Municipio de Pupiales – Nariño*. Universidad de Manizales. Facultad de Ciencias e Ingeniería. Programa Especialización en Sistemas de Información Geográfica. Manizales, Colombia 2016. 76 pág.



- Fernández, I. (2010). *Diseño y factibilidad de Relleno Sanitario manual para el Municipio de la Libertad*. Universidad del Salvador. Escuela de Ingeniería Civil. El Salvador. 237 pág.
- Franz, L. (2016). *Cálculo de pendiente media de una cuenca hidrográfica en ArcGis*. Loja – Ecuador.
- Guerra, F. y González, J. (2002). *Caracterización morfométrica de la cuenca de la quebrada la Bermeja*. Universidad de los Andes. San Cristóbal, Venezuela. 21 pág.
- Herrera, N. (2014). *Identificación de Áreas Potenciales para el Manejo de Residuos o Desechos Peligrosos en el Departamento de Cundinamarca*. Departamento de Ingeniería Química y Ambiental. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia 2014. 173 pág.
- Hualpa, P. (2019). *Diagnóstico ambiental del botadero de residuos sólidos del distrito de Juli para determinar su clausura o conversión a relleno sanitario*. Universidad Nacional del Altiplano Puno. Puno, 2019. 85 pág.
- INEI (2007). *Censos Nacionales XI de Población y VI de Vivienda*.
- Jaramillo, J. (2002). *Guía para el Diseño, Construcción y Operación de Rellenos Sanitarios Manuales*. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. Antioquia, Colombia. 303 pág.
- Llamas, J. (1993). *Hidrología general*. Universidad del Estado de México. Toluca. México. 627 pág.



- Martínez, J. y Mallo, M. (2005). *Guía para la gestión integral de residuos peligrosos. Fundamentos* tomo I. Centro coordinador del convenio de Basilea para América Latina y el Caribe. Montevideo, Uruguay. 164 pág.
- Ministerio de Economía y Finanzas (2008). *Guía de identificación, formulación y evaluación social de proyectos de residuos sólidos municipales a nivel de perfil*. Lima - Perú. 206 pág.
- Ministerio del Ambiente (2012). *Guía para la identificación, formulación y evaluación de proyectos de inversión pública de residuos sólidos municipales a nivel perfil*. Lima – Perú. 145 pág.
- Ministerio del Ambiente (2018). *Guía para la caracterización de residuos sólidos municipales 2019*. Publicada el 31 de diciembre del 2018. 76 pág.
- Morales, S. y Rodríguez, A. (2016). *Evaluación geológica ambiental para ubicar un relleno sanitario manual en la parroquia Mene de Mauroa*. Venezuela. 15 pág.
- Municipalidad Distrital de Coasa Gestión (2015-2018). *Estudio de Selección de Área para la Disposición Final Segura de Residuos Sólidos Municipales en el Distrito de Coasa*. Oficina de Desarrollo Económico Social y Servicios Públicos. 48 pág.
- Municipalidad Distrital de Juli (2022). *Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos del distrito de Juli*. Sub-Gerencia de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Juli, Puno – Perú. 133 pág.
- Municipalidad Distrital de San Martín (2011). *Estudio de Selección de Sitio para la ubicación del relleno sanitario de la localidad de San Martín*, Alao Distrito de San Martín – Región San Martín. Perú. 50 pág.
- Olaya, V. (2014). *Sistemas de Información Geográfica*. 854 pág.



- OPS (1971). *Criterios Ambientales Recomendados*. Copenhague.
- Paredes, E. (2018). *Identificación de áreas óptimas para relleno sanitario de residuos sólidos de la ciudad de Sandia – Puno*. Universidad Nacional del Altiplano Puno. Facultad De Ciencias Agrarias. Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica. Puno, 2018. 110 pág.
- Peña, J. (2005). *Sistemas de Información Geográfica aplicados a la gestión del territorio*. Departamento de Ecología. Universidad de Alicante. 15 pág.
- Quispe, R. (2011). *Análisis de factores socioeconómicos de la producción per cápita de residuos sólidos domésticos y propuesta de plan de mitigación para la ciudad de Juli*. Universidad Nacional del Altiplano Puno. Puno, 2011. 90 pág.
- Ramírez, R. (2014). *Gestión integral de los residuos sólidos de la ciudad de Juli destinado para un relleno sanitario*. Tesis FIQ, Universidad Nacional del Altiplano Puno. Puno – Perú., 2014. 120 pág.
- SEDESOL (1990). *Criterios Recomendados*. NTE-CRM-001/90. México.
- SENAMHI – Puno (2012). *Datos históricos de 50 años*. Puno – Perú.
- Séptimo Congreso del Medio Ambiente Argentina (2012). *Localización Óptima de Relleno Sanitario Aplicando Técnicas Multicriterio de Sistemas de Información Geográfica (SIG) en el Área Metropolitana del Alto Paraná*. Argentina. 20 pág.
- Umaña, J. (2002). *Método de Evaluación y Selección de Sitio para Relleno Sanitario*. XXVIII Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental Cancún, México, 27 al 31 de octubre, 2002. 5 pág.

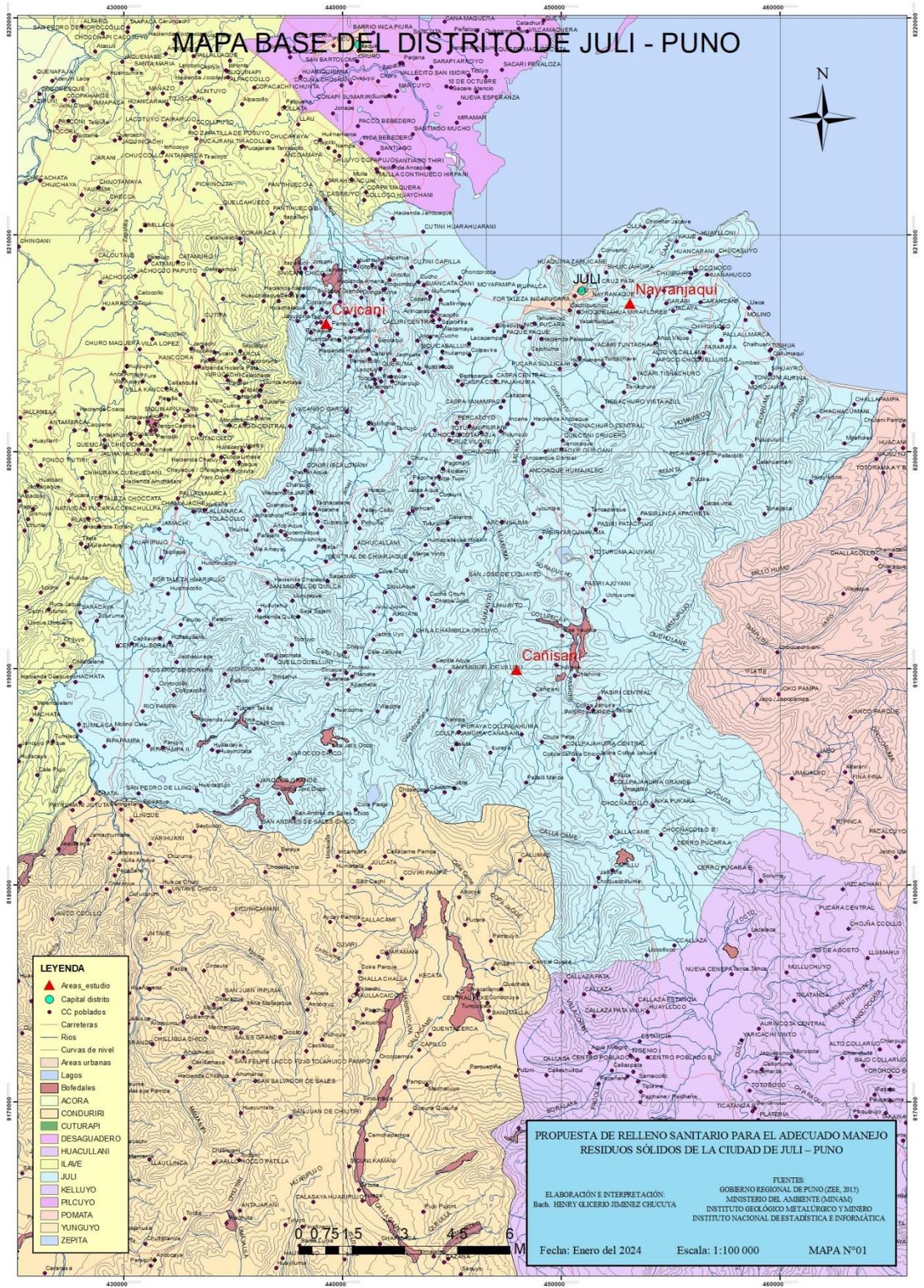


Zonificación Económica Ecológica (2015). Proyecto “*Desarrollo de capacidades para el ordenamiento territorial región Puno*”. Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente. Gobierno Regional Puno, 449 pág.

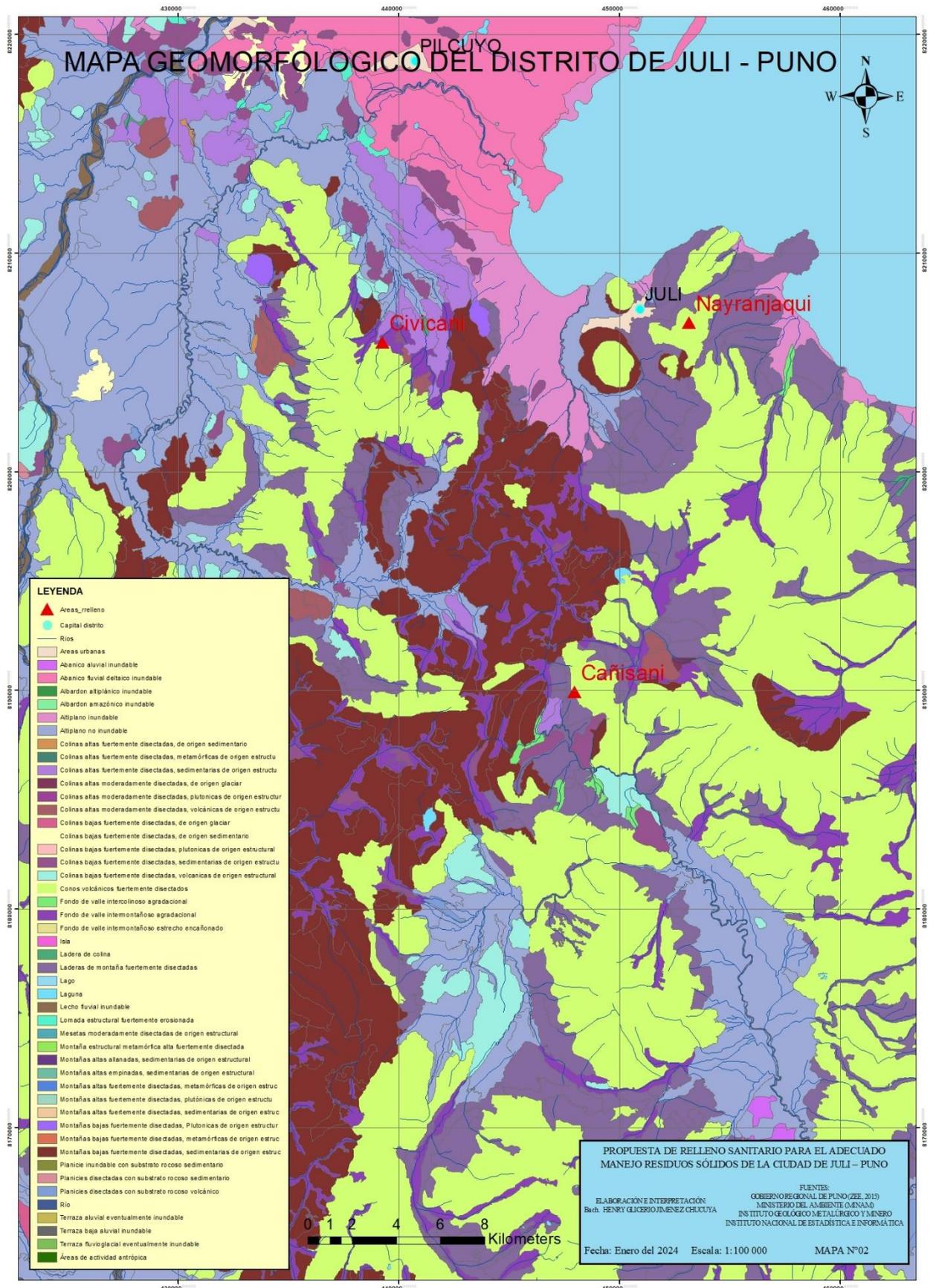


ANEXOS

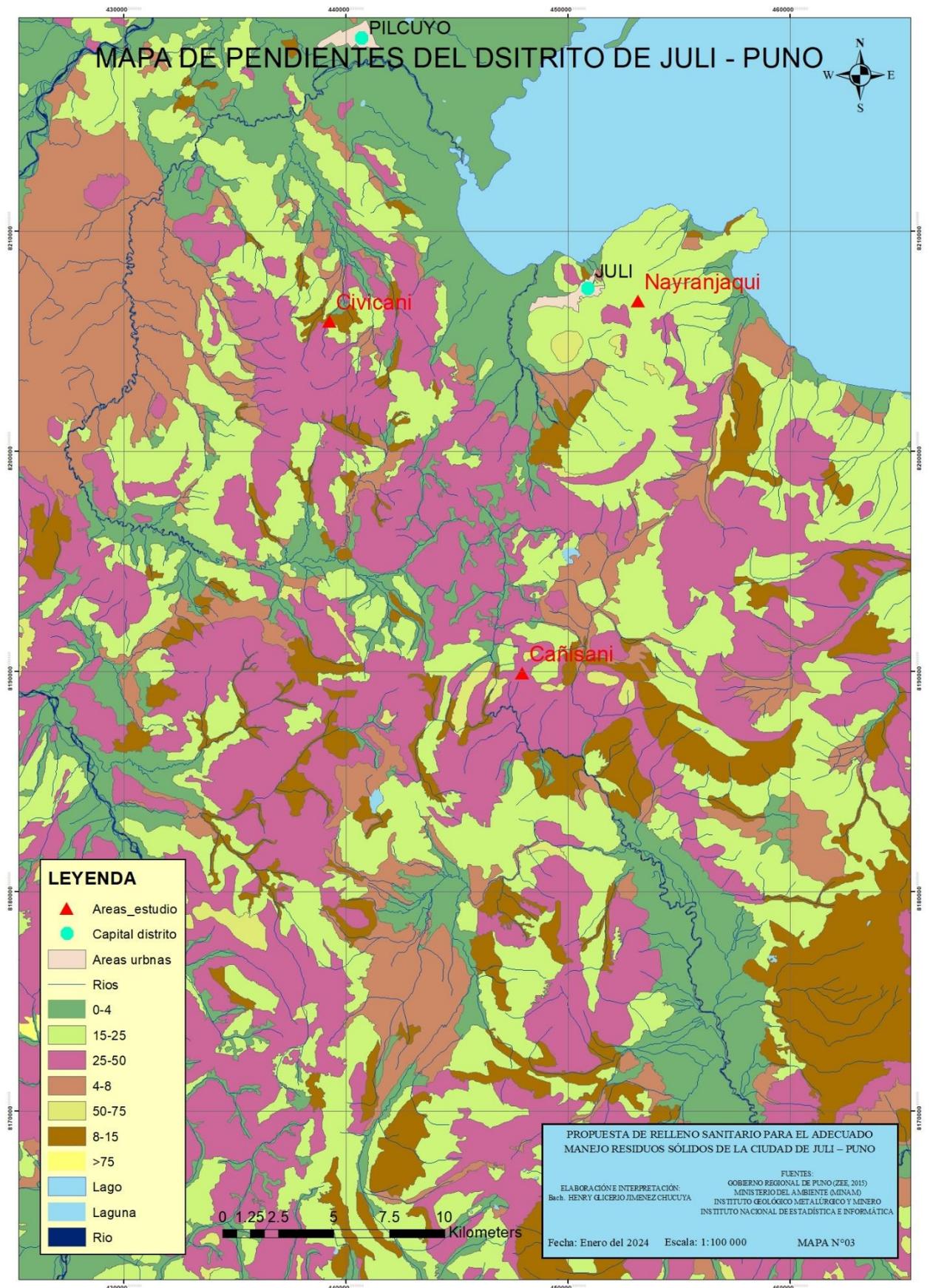
Anexo 1. Mapa base del distrito de Juli



Anexo 2. Mapa geomorfológico del distrito de Juli



Anexo 3. Mapa de pendientes del distrito de Juli



Anexo 5. Constancia del municipio del distrito de Juli



Año del Bicentenario de la consolidación de nuestra independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho.

CONSTANCIA

En el Distrito de Juli, Provincia de Chucuito, departamento de Puno el Sr. **JEFE DE LA UNIDAD DE LA UNIDAD DE CONTROL PATRIMONIAL DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHUCUITO – JULI.**

HACE CONSTAR:

Primero: A solicitud del señor Tesista **HENRY GLICERIO JIMENEZ CHUCUYA**, identificado con DNI 70145502 tesis titulada “PROPUESTA Y ZONIFICACION DE UN RELLENO SANITARIO PARA EL ADECUADO MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS DE LA CIUDAD DE JULI - PUNO”, Que en la actualidad la Municipalidad de Juli cuenta con BOTADERO MUNICIPAL DE RESIDUOS SOLIDOS, ubicado en la Parcialidad de NAYRANJAQUI, del Distrito de Juli Provincia de Chucuito – puno, Por tal razón es favorable para la construcción del relleno sanitario y manejo de residuos de la ciudad de Juli.

Se expide el presente documento a pedido del tesista para los fines que considere conveniente.

Juli, 08 de Abril del 2024



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL CHUCUITO - JULI
Cristóbal Velásquez Elías
JEFE DE CONTROL PATRIMONIAL

■ Jr. Loyola N° 104 // www.munijuli.gob.pe ■

Anexo 6. Generación de residuos sólidos domiciliarios de la ciudad de Juli.**Tabla 16***Registro diario de residuos sólidos domiciliarios de la ciudad de Juli.*

Registro diario de la generación de residuos sólidos domiciliarios										
N°	Código	N° de Habitantes	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8
			Kg							
1	V-1	5	2.09	1.82	2.99	1.59	2.89	3.14	4.04	6.29
2	V-2	4	2.44	3.34	2.99	3.59	2.68	2.29	2.95	2.83
3	V-3	6	2.14	4.04	5.34	2.49	3.22	2.34	2.69	4.73
4	V-4	3	1.74	1.59	3.39	2.19	3.09	2.09	3.14	2.04
5	V-5	4	2.69	2.74	1.79	4.4	2.3	2.44	3.04	2.73
6	V-6	4	2.24	1.74	3.94	1.89	1.29	2.14	4.34	3.64
7	V-7	3	1.79	1.49	2.84	2.31	1.79	2.74	3.04	3.24
8	V-8	2	2.09	1.12	1.74	1.64	2.34	2.69	2.82	1.59
9	V-9	4	2.99	2.39	3.04	2.09	3.82	2.24	3.99	2.71
10	V-10	5	1.34	2.14	5.84	3.19	2.19	2.43	4.06	2.19
11	V-11	4	0.99	3.44	2.24	2.19	2.94	2.09	4.04	2.79
12	V-12	4	2.44	2.73	3.18	2.8	2.97	2.99	2.98	2.39
13	V-13	5	1.74	4.89	3.69	3.74	1.74	3.34	2.74	2.54
14	V-14	4	3.14	3.14	2.69	3.29	3.17	2.83	3.06	3.68
15	V-15	5	1.82	3.94	2.24	2.73	3.14	2.44	4.09	3.29
16	V-16	4	1.44	2.82	3.94	3.3	3.44	1.74	3.07	2.01
17	V-17	3	1.34	2.49	1.99	1.79	1.9	3.14	2.7	3.74
18	V-18	4	2.94	3.24	3.69	2.49	3.29	2.29	3.64	2.69
19	V-19	4	1.99	1.64	3.39	2.64	2.94	3.42	2.69	2.79
20	V-20	4	1.74	4.34	2.74	2.04	2.59	2.34	2.96	2.99
21	V-21	6	2.34	5.39	7.99	9.19	8.24	2.94	4.39	4.59
22	V-22	4	3.29	2.79	1.94	4.04	1.54	1.99	3.39	3.49
23	V-23	4	4.19	2.29	2.99	2.64	3.34	2.74	2.99	2.78
24	V-24	4	4.19	2.04	2.14	4.04	2.29	2.34	2.99	2.74
25	V-25	5	8.24	1.74	3.94	2.69	3.04	3.29	3.44	4.54
26	V-26	4	2.14	2.64	4.04	2.79	2.59	4.19	1.09	2.97
27	V-27	4	1.94	2.04	3.17	2.49	1.89	4.19	2.29	3.04
28	V-28	6	3.79	7.09	2.42	8.24	2.99	8.24	10.24	6.54
29	V-29	4	2.29	4.29	1.99	2.44	3.29	2.3	2.71	3.34
30	V-30	4	3.38	2.99	4.29	2.22	1.96	3.12	2.5	2.59
31	V-31	4	2.49	3.24	2.59	2.54	3.09	3.79	4.04	2.2
32	V-32	3	1.69	2.24	3.34	3.24	2.59	2.29	1.14	2.49
33	V-33	4	1.74	1.24	2.74	2.94	2.62	3.38	2.74	3.99
34	V-34	4	1.29	2.74	2.99	1.19	2.29	3.49	2.59	3.24
35	V-35	4	1.29	1.13	2.99	2.09	3.49	2.69	3.38	3.06
36	V-36	5	4.64	3.82	2.95	3.29	2.82	3.21	3.49	3.79



37	V-37	4	2.24	2.72	3.19	2.74	2.34	3.38	2.79	3.14
38	V-38	4	2.04	2.7	2.74	3.64	3.07	2.29	2.51	3.17
39	V-39	5	2.49	2.83	5.04	3.24	2.44	4.64	2.79	2.64
40	V-40	4	2.49	3.64	2.39	2.94	3.14	2.24	3.49	2.24
41	V-41	4	1.89	2.44	2.62	3.24	3.49	2.66	3.47	2.49
42	V-42	5	1.74	3.76	2.62	2.89	3.96	2.49	3.64	2.69
43	V-43	4	1.34	3.04	3.43	2.04	2.19	2.49	1.74	3.49
44	V-44	4	2.64	2.81	3.47	3.59	3.43	1.89	2.74	1.82
45	V-45	4	2.24	2.39	2.79	3.29	2.52	2.59	3.08	3.36
46	V-46	4	1.49	1.8	2.81	2.37	3.49	2.54	2.72	2.82
47	V-47	4	2.69	3.34	2.41	2.49	2.54	3.69	2.47	2.83
48	V-48	5	3.49	3.38	4.84	4.29	4.99	2.09	3.24	2.89
49	V-49	2	1.24	1.7	1.79	1.37	2.05	2.41	2.69	3.39
50	V-50	4	1.29	1.96	3.72	2.57	2.83	3.49	3.82	2.71
51	V-51	6	2.83	3.57	3.35	4.12	3.03	2.57	3.69	5.1
52	V-52	4	1.74	2.42	2.69	1.64	2.49	4.94	3.29	2.42
53	V-53	4	2.89	3.5	2.33	1.82	2.94	2.58	2.89	2.64
54	V-54	5	3.39	2.69	4.65	2.89	2.44	4.49	3.39	2.04
55	V-55	4	2.54	2.73	3.18	3.62	1.59	2.09	3.49	2.4
56	V-56	4	2.54	4.38	3.74	2.43	2.42	3.49	2.14	1.6
57	V-57	3	1.95	1.19	1.79	2.04	3.14	1.74	2.29	4.54
58	V-58	4	2.64	2.8	3.73	3.14	3.46	2.8	2.92	2.29
59	V-59	4	2.04	2.42	2.79	2.73	2.48	3.12	2.51	2.72
60	V-60	3	2.84	4.49	3.04	1.74	3.99	2.4	1.74	1.59

Anexo 7. Generación per capital de residuos sólidos de la ciudad de Juli.

Tabla 17

Generación per capital por persona de residuos sólidos de la ciudad de Juli.

Generación per cápita domiciliaria de la ciudad de Juli					
N°	Código	N° de Habitantes	Total R.S.	R.S.	GPC
			kg/8días	kg/día	Kg/per/día
1	V-1	5	24.85	3.106	0.621
2	V-2	4	23.11	2.889	0.722
3	V-3	6	26.99	3.374	0.562
4	V-4	3	19.27	2.409	0.803
5	V-5	4	22.13	2.766	0.692
6	V-6	4	21.22	2.653	0.663
7	V-7	3	19.24	2.405	0.802
8	V-8	2	16.03	2.004	1.002
9	V-9	4	23.27	2.909	0.727
10	V-10	5	23.38	2.923	0.585
11	V-11	4	20.72	2.590	0.648
12	V-12	4	22.48	2.810	0.703
13	V-13	5	24.42	3.053	0.611
14	V-14	4	25.00	3.125	0.781
15	V-15	5	23.69	2.961	0.592
16	V-16	4	21.76	2.720	0.680
17	V-17	3	19.09	2.386	0.597
18	V-18	4	24.27	3.034	0.758
19	V-19	4	21.50	2.688	0.672
20	V-20	4	21.74	2.718	0.679
21	V-21	6	45.07	5.634	1.408
22	V-22	4	22.47	2.809	0.702
23	V-23	4	23.96	2.995	0.599
24	V-24	4	22.77	2.846	0.712
25	V-25	5	30.92	3.865	0.966
26	V-26	4	22.45	2.806	0.468
27	V-27	4	21.05	2.631	0.658
28	V-28	6	49.55	6.194	1.548
29	V-29	4	22.65	2.831	0.708
30	V-30	4	23.05	2.881	0.960
31	V-31	4	23.98	2.998	0.749
32	V-32	3	19.02	2.378	0.594
33	V-33	4	21.39	2.674	0.668
34	V-34	4	19.82	2.478	0.496



35	V-35	4	20.12	2.515	0.629
36	V-36	5	28.01	3.501	0.875
37	V-37	4	22.54	2.818	0.564
38	V-38	4	22.16	2.770	0.693
39	V-39	5	26.11	3.264	0.816
40	V-40	4	22.57	2.821	0.564
41	V-41	4	22.30	2.788	0.697
42	V-42	5	23.79	2.974	0.743
43	V-43	4	19.76	2.470	0.618
44	V-44	4	22.39	2.799	0.700
45	V-45	4	22.26	2.783	0.696
46	V-46	4	20.04	2.505	0.501
47	V-47	4	22.46	2.808	0.702
48	V-48	5	29.21	3.651	0.609
49	V-49	2	16.64	2.080	0.520
50	V-50	4	22.39	2.799	0.700
51	V-51	6	28.26	3.533	0.883
52	V-52	4	21.63	2.704	0.901
53	V-53	4	21.59	2.699	0.675
54	V-54	5	25.98	3.248	0.812
55	V-55	4	21.64	2.705	0.902
56	V-56	4	22.74	2.843	0.569
57	V-57	3	18.68	2.335	0.584
58	V-58	4	23.78	2.973	0.991
59	V-59	4	20.81	2.601	0.650
60	V-60	3	21.83	2.729	0.910
Generación per cápita de la ciudad de Juli					0.727

Anexo 8. Registro fotográfico de la investigación



Figura 4. Georreferenciación de la alternativa Cañasani.



Figura 5. Georreferenciación de la alternativa Civicani.



Figura 6. Georreferenciación de la alternativa Nayranjaqui.



Figura 7. Evaluación de la zona de estudio.



Figura 8. Residuos sólidos de la ciudad de Juli.



Figura 9. Recolección de residuos sólidos de las viviendas de la ciudad de Juli.



Figura 10. Recolección de residuos sólidos de locales comerciales.



Figura 11. Almacenamiento de material de estudio.



Figura 12. Transporte de residuos sólidos.



Figura 13. Pesado de los residuos sólidos.



Figura 14. Segregación de los residuos sólidos.



Figura 15. Residuos orgánicos preparados para el compost.



Figura 16. Humedecimiento de la materia orgánica para el compost.



Figura 17. Removimiento del compostaje.



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

Por el presente documento, Yo HENRY ELUCERIO JIMENEZ CHUCUYA identificado con DNI 70145502 en mi condición de egresado de:

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

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

" PROPUESTA DE RELLENO SANITARIO PARA EL ADECUADO
MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS DE LA CIUDAD DE JULI - PUNO "

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

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

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

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

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

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

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

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 03 de DICIEMBRE del 2024


FIRMA (obligatoria)



Huella



DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo HENRY GUCERIO JIMENEZ CHUCUYA
identificado con DNI 70145502 en mi condición de egresado de:

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

INGENIERÍA AERÓNOMICA

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

“ PROPUESTA DE RELLENO SANITARIO PARA EL ADECUADO
MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS DE LA CIUDAD DE JULI - PUNO ”

Es un tema original.

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

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

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

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

Puno 03 de OCTUBRE del 2024



FIRMA (obligatoria)



Huella