

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERÍAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

**ESTUDIO DE SELECCIÓN DE UN ÁREA ÓPTIMA PARA EL RELLENO
SANITARIO DEL DISTRITO DE PLATERÍA - PUNO 2021**

PRESENTADO POR:

PAUL BRIAN SOTOMAYOR MAMANI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

PUNO - PERÚ

2022



Repositorio Institucional ALCIRA by [Universidad Privada San Carlos](#) is licensed under a [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional License](#).

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TESIS**ESTUDIO DE SELECCIÓN DE UN ÁREA ÓPTIMA PARA EL RELLENO
SANITARIO DEL DISTRITO DE PLATERÍA – PUNO 2021****PRESENTADO POR:****PAUL BRIAN SOTOMAYOR MAMANI****PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:****INGENIERO AMBIENTAL**

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE


: _____
Mg. ELVIRA ANANI DURAND GOYZUETA

PRIMER MIEMBRO


: _____
Dr. ESTEBAN ISIDRO LEÓN APAZA

SEGUNDO MIEMBRO


: _____
M. Sc. FREDY APARICIO CASTILLO SUAQUITA

ASESOR DE TESIS


: _____
M. Sc. JULIO WILFREDO CANO OJEDA

Área: Ingeniería, Tecnología

Disciplina: Otras Ingenierías, Otras Tecnologías

Especialidad: Residuos Sólidos

Puno, 12 de abril del 2022.

DEDICATORIA

A Dios, por otorgarme las fuerzas necesarias para poder alcanzar mis objetivos, por brindarme salud, además de su eterna bondad y amor.

A mis queridos padres Rubén y Yolanda, que con sus enseñanzas, paciencia y esmero supieron apoyarme en todo momento para convertirme en una persona de bien y cumplir mis metas. Y a mi querido hermano Jhonathan por ser ejemplo con sus valores y virtudes.

AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Privada San Carlos, por abrirme las puertas de su institución logrando mi formación profesional de excelencia académica, también a todo el personal que integra la institución por el acogimiento durante mis años de estudio.
- A la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental y su plana docente quienes con paciencia y enseñanza me guiaron para afianzar mis conocimientos y lograr este objetivo.
- A mi asesor de tesis Msc. Julio Wilfredo Cano Ojeda, a quien le debo gran parte de mis conocimientos y el gran apoyo en el asesoramiento de mi tesis.
- A todas las personas que han contribuido en la elaboración del presente trabajo, docentes, amigos y familiares, mi eterno reconocimiento por su apoyo.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTOS	2
ÍNDICE GENERAL	3
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	8
ÍNDICE DE ANEXOS	10
RESUMEN	11
ABSTRACT	13
INTRODUCCIÓN	14

CAPÍTULO I**PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
1.2. ANTECEDENTES	17
1.2.1. Antecedentes Internacionales	17
1.2.2. Antecedentes Nacionales	19
1.2.3. Antecedentes Locales	21
1.3. OBJETIVOS	22
1.3.1. Objetivo general	22
1.3.2. Objetivos específicos	22

CAPÍTULO II**MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN**

2.1. MARCO TEÓRICO	23
2.1.1. Clasificación de los residuos sólidos según su gestión	23
2.1.2. Población y generación de residuos sólidos	23
2.1.3. Relleno sanitario	24
2.1.4. Estudio de caracterización de residuos sólidos	26
2.1.5. Selección de área para un relleno sanitario	26
2.1.6. Criterios para el estudio de selección de área del relleno sanitario según las normativas vigentes	27
2.2. MARCO CONCEPTUAL	29
2.3. MARCO NORMATIVO	31
2.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	32
2.4.1. Hipótesis general	32
2.4.2. Hipótesis específicas	32

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ZONA DE ESTUDIO	33
3.2. TAMAÑO DE MUESTRA	34
3.3. MÉTODO Y TÉCNICAS	35
3.3.1. Tipo de investigación	35
3.3.2. Métodos	35
3.3.3. Técnicas	36
3.3.4. Metodología para la evaluación de la alternativa de ubicación del relleno sanitario (Objetivo general)	36
3.3.5. Metodología para la localización de áreas de terreno para el relleno sanitario (Objetivo específico N°1)	43

3.3.6. Metodología para los estudios técnicos (Objetivo específico N°2)	45
3.3.6.1. Cálculo de área para el relleno sanitario	46
3.3.6.2. Estudio de suelos	48
3.3.6.3. Estudio meteorológico	50
3.3.6.4. Estudio de aprobación social	50
3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	50
3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO	52
CAPÍTULO IV	
EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	
4.1. LOCALIZACIÓN DE ALTERNATIVAS DE SELECCIÓN DE ÁREA	54
4.1.1. Método de mapas sobrepuestos	54
4.2. ESTUDIOS TÉCNICOS	67
4.2.1. Cálculo de área para el Relleno Sanitario	67
4.2.2. Estudio de suelos	69
4.2.3. Estudio meteorológico	72
4.2.3.1. Precipitación Pluvial	74
4.2.3.2. Temperatura	77
4.2.3.3. Rosa de vientos	80
4.2.4. Estudio de aprobación social	82
4.3. EVALUACIÓN DE LA ALTERNATIVA DE UBICACIÓN DEL RELLENO SANITARIO	88
CONCLUSIONES	99
RECOMENDACIONES	101
BIBLIOGRAFÍA	102
ANEXOS	107

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 01: Puntaje máximo ponderado por parámetro de evaluación.	37
Tabla 02: Escala de calificación para el puntaje ponderado total.	42
Tabla 03: Criterios de selección de área según Collazos.	45
Tabla 04: Operacionalización de variables.	50
Tabla 05: Evaluación para la selección de área de las alternativas A1 y A2.	65
Tabla 06: Proyección poblacional, peso total diario y anual para los años de vida útil del relleno sanitario.	68
Tabla 07: Cálculo del área requerida para el relleno sanitario.	68
Tabla 08: Resultados de las pruebas de permeabilidad del suelo.	70
Tabla 09: Resultado del índice de permeabilidad cm/hora.	71
Tabla 10: Datos de la estación meteorológica "Rincón de La Cruz".	72
Tabla 11: Datos de la estación meteorológica "Ilave".	73
Tabla 12: Datos de la estación meteorológica "Puno".	73
Tabla 13: Precipitación pluvial en la estación meteorológica "Rincón de la Cruz".	74
Tabla 14: Precipitación pluvial en la estación meteorológica "Ilave".	74
Tabla 15: Precipitación pluvial en la estación meteorológica "Puno".	75
Tabla 16: Temperatura en la estación meteorológica "Rincón de la Cruz".	77
Tabla 17: Temperatura en la estación meteorológica "Ilave".	78
Tabla 18: Temperatura en la estación meteorológica "Puno".	79
Tabla 19: ¿Conoce que es un relleno sanitario?	83
Tabla 20: ¿Sabe a dónde van los residuos sólidos en su comunidad y distrito?	83
Tabla 21: ¿Está de acuerdo con su construcción?	84
Tabla 22: Considera que vivir cerca del relleno sanitario lo deja.	85
Tabla 23: ¿En qué aspecto lo deja afectado?	86

Tabla 24: Si se considera afectado, la solución al problema sería.	87
Tabla 25: Puntaje máximo ponderado por parámetro de evaluación para la alternativa A1.	88
Tabla 26: Calificación para el puntaje ponderado total de la alternativa A1.	97

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 01: Relleno sanitario y sus componentes.	25
Figura 02: Macro localización del distrito de Platería.	33
Figura 03: Ubicación de la zona de estudio.	34
Figura 04: Sobreposición de mapas.	44
Figura 05: Escala logarítmica para el coeficiente de permeabilidad.	49
Figura 06: Ráster de los centros poblados norte y sur del distrito de platería	55
Figura 07: Ráster de lagunas y lagos en el distrito de Platería.	56
Figura 08: Ráster de los ríos y quebradas del distrito de Platería.	57
Figura 09: Ráster de pendientes del distrito de Platería.	58
Figura 10: Mapa geológico del distrito de Platería.	60
Figura 11: Mapa de uso de suelos del distrito de Platería.	61
Figura 12: Ráster resultante de las alternativas de ubicación del relleno sanitario.	62
Figura 13: Alternativas de selección de área para el relleno sanitario.	63
Figura 14: Alternativas de selección de área altamente apropiadas.	64
Figura 15: Vías de acceso a las alternativas de ubicación del relleno sanitario desde el centro de producción.	65
Figura 16: Estudio de permeabilidad del suelo en el área de estudio.	70
Figura 17: Resultado del coeficiente de permeabilidad del suelo.	72
Figura 18: Precipitación pluvial en la estación meteorológica "Rincón de la Cruz".	74
Figura 19. Precipitación pluvial en la estación meteorológica "Ilave".	75
Figura 20: Precipitación pluvial en la estación meteorológica "Puno".	76
Figura 21: Comparativa de la precipitación pluvial de las estaciones meteorológicas.	76
Figura 22: Temperatura en la estación meteorológica "Rincón de la Cruz".	78
Figura 23. Temperatura en la estación meteorológica "Ilave".	78

Figura 24: Temperatura en la estación meteorológica "Puno".	79
Figura 25: Comparativa de la temperatura en las estaciones meteorológicas.	80
Figura 26: Rosa de vientos de la estación meteorológica "Puno" (2017-2020).	81
Figura 27: Rosa de vientos en el área de ubicación del Relleno Sanitario.	82
Figura 28: ¿Conoce que es un relleno sanitario?	83
Figura 29: ¿Sabe a dónde van los residuos sólidos en su comunidad y distrito?	84
Figura 30: ¿Está de acuerdo con su construcción?	85
Figura 31: Considera que vivir cerca del relleno sanitario lo deja.	86
Figura 32: ¿En qué aspecto lo deja afectado?	87
Figura 33: Si se considera afectado, la solución al problema sería.	88

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 01: Matriz de consistencia	108
Anexo 02: Formato de encuesta poblacional sobre el relleno sanitario.	109
Anexo 03: Ficha de validación de encuesta aplicada.	110
Anexo 04: Registro fotográfico del estudio de permeabilidad del suelo.	111
Anexo 05: Registro fotográfico del estudio de aprobación social.	112
Anexo 06: Portada del ECRSM de Platería.	113
Anexo 07: Promedios por estación meteorológica.	114
Anexo 08: Reglamento del Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos (N.º 1278), Título IX, Capítulo V, Artículo 109 y 110.	116

RESUMEN

Para la implementación de un relleno sanitario, el estudio de selección de área considera los posibles impactos ambientales, sociales y económicos que pueda presentar este tipo de infraestructura sanitaria. Se planteó el estudio con el objetivo de evaluar áreas alternativas para la elección de un terreno para relleno sanitario con la extensión y ubicación estratégica, que minimicen impactos socioambientales negativos en el distrito de Platería. La metodología consistió en un estudio descriptivo, las muestras fueron seleccionadas con el método de “mapas sobrepuestos”; las mismas fueron sometidas a criterios de selección de área. Se consideraron estudios técnicos de cálculo de área para el relleno sanitario, estudio de suelos, meteorológico y de aprobación social; finalmente se realizó una evaluación del área alternativa seleccionada, para así darle una calificación final según la metodología propuesta por el MINAM (2011); el análisis estadístico fue de tipo descriptivo aplicando el promedio y la desviación estándar. Los resultados localizaron a la alternativa A1 y A2 como áreas altamente apropiadas; de ellas de acuerdo a la metodología de Collazos se eligió a la alternativa A1 como la más adecuada; el cálculo del área requerida para el relleno sanitario del distrito fue de 0.10 ha para una vida útil de ocho años; el coeficiente de permeabilidad del suelo fue $2,5 \times 10^{-4}$ m/s; las precipitaciones pluviales y la temperatura son favorables para el proyecto, la dirección predominante del viento es al sureste y al oeste del área de estudio; el estudio de aprobación social determinó una opinión favorable respecto al proyecto. La evaluación final de la alternativa A1 calificó con un puntaje total ponderado de 214 puntos, que califica como BUENA o Terreno aceptable. Se concluye que el área seleccionada para el relleno sanitario del distrito de Platería (alternativa A1), es viable ambientalmente según los criterios técnicos establecidos.

Palabras clave: Relleno sanitario, selección de área, criterios técnicos, mapas sobrepuestos.

ABSTRACT

For the implementation of a sanitary landfill, the area selection study considers the possible environmental, social and economic impacts that this type of sanitary infrastructure may present. The study was proposed with the objective of evaluating alternative areas for the selection of land for a sanitary landfill with the extension and strategic location that minimize negative socio-environmental impacts in the district of Platería. The methodology consisted of a descriptive study, the samples were selected with the "overlapping maps" method; they were subjected to area selection criteria. Technical studies to calculate the area for the landfill, soil, meteorological and social approval studies were considered; Finally, an evaluation of the selected alternative area was carried out, in order to give it a final rating according to the methodology proposed by MINAM (2011); Statistical analysis was descriptive, applying the mean and standard deviation. The results located alternative A1 and A2 as highly appropriate areas; Of these, according to the Collazos methodology, alternative A1 was chosen as the most appropriate; the calculation of the area required for the district sanitary landfill was 0.10 ha for a useful life of eight years; the soil permeability coefficient was 2.5×10^{-4} m/s; rainfall and temperature are favorable for the project, the prevailing wind direction is southeast and west of the study area; the social approval study determined a favorable opinion regarding the project. The final evaluation of alternative A1 qualified with a total weighted score of 214 points, which qualifies as GOOD or Fair ground. It is concluded that the area selected for the Platería district landfill (alternative A1) is environmentally viable according to the established technical criteria.

Key words: Landfill, area selection, technical criteria, overlay maps.

INTRODUCCIÓN

De acuerdo al marco de la gestión integral de residuos sólidos, uno de los elementos más importantes es la disposición final de los residuos sólidos de forma controlada, en ese sentido implica la localización estratégica de los rellenos sanitarios; se deben cumplir con un conjunto de criterios ambientales y socioeconómicos, para garantizar impactos mínimos en el ambiente y maximizar los beneficios a la comunidad; por lo tanto, antes de localizarlo es de necesidad empezar con un proceso de identificación de lugares potenciales, siguiendo la normatividad vigente (Reglamento D.S. N° 14-2017-MINAM de la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, Ley N° 1278).

El distrito de Platería en la actualidad mantiene la problemática de la disposición final de sus residuos sólidos; el relleno sanitario se ha vuelto una necesidad para el distrito. Siendo competencia de la municipalidad formular planes de manejo ambiental según la Ley Orgánica de Municipalidades (Ley N° 27972); además de dar una adecuada disposición final de los residuos municipales según la Ley General del Ambiente (Ley N° 28611). Esto conlleva al reto de encontrar el lugar adecuado que pueda reducir los impactos negativos en sus elementos principales, especialmente el agua y el aire (Badi y Kridish, 2020). Además de la implementación de software e información espacial tomando en cuenta diversos criterios, factores y restricciones para determinar zonas potenciales de ubicación (Sánchez y Toapanta, 2019). Los estudios técnicos en campo y de gabinete permiten evaluar la viabilidad del proyecto, del mismo modo a cumplir los requisitos del Reglamento de la Ley N° 1278 (Paredes, 2018).

La zona de estudio cuenta con alternativas de ubicación de áreas apropiadas para la implementación de un relleno sanitario que cumpla con las condiciones y criterios técnicos establecidos. Para el desarrollo del estudio el informe se dividió en cuatro apartados: En el primero, se expone el planteamiento del problema de investigación,

antecedentes relacionados con los objetivos que guían el estudio. En el segundo apartado, se detalla el marco teórico que sustenta la investigación, se definen los conceptos utilizados y se señalan las hipótesis planteadas para probar en el estudio. En el tercer apartado, se desarrolla la parte metodológica, se identifica la zona de estudio, el tamaño de muestra, los métodos y técnicas, las variables del estudio y el método estadístico. En el cuarto apartado, se presentan los resultados del estudio y el análisis de los mismos, de acuerdo a los objetivos iniciales se exponen tablas y figuras; también discusiones que permiten demostrar lo planteado. Finalmente, se incluyen las conclusiones y recomendaciones del estudio.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el caso de América Latina y El Caribe ha perdurado la operación de los residuos bajo el esquema de “recolección y disposición final” sin tomar en consideración un destino final sanitario y ambientalmente apropiado. Se emplean los vertederos y/o botaderos a cielo abierto sin las adecuadas especificaciones técnicas (Villegas, 2019). En el Perú de la totalidad de la producción de residuos sólidos municipales al 2014, sólo el 44% del total, fueron destinados a un relleno sanitario; siendo el resto destinado inapropiadamente al ambiente. Actualmente, el primordial problema en el Perú es la falta de sitios adecuados ambientalmente (Ministerio del Ambiente, 2017).

Los rellenos sanitarios forman una alternativa segura a mediano y corto plazo, respetable con el ambiente y económica en semejanza con otros métodos como la incineración (Collazos, 2009). Sin embargo, uno de los conflictos recurrentes hallados es la localización de estas infraestructuras, ya que en estas instalaciones predominan las externalidades negativas por sobre las positivas, tanto a nivel de conflicto social, ambiental y económico (Mena et al., 2010). Es por ello que se deben cumplir criterios de

selección ya sean nacionales o internacionales en línea con el área de estudio, estos deben asegurar posibles impactos negativos al ambiente, en lo económico y en lo social (Badi y Kridish, 2020). En la actualidad la Municipalidad Distrital de Platería encargada de la gestión de los residuos sólidos en el distrito, no cumple en su totalidad con los servicios de recolección, mitigación, segregación, transporte, centro de acopio, aprovechamiento de residuos orgánicos e inorgánicos y el lugar para la disposición final no considera los requisitos y normas ambientales necesarias para su ubicación y funcionamiento. Es ahí donde cabe la necesidad de la municipalidad de incluir la propuesta de construcción de un relleno sanitario para el distrito, teniendo en cuenta los estudios previos de selección de área, según manifiesta el Ing. Percy Calizaya Rodríguez, Subgerente del Área de Desarrollo Económico y Medio Ambiente.

PROBLEMA GENERAL

¿El distrito de Platería contará con alternativas de selección de un terreno para relleno sanitario con la extensión y ubicación estratégica para evitar impactos socioambientales negativos?

PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿El distrito de Platería contará con un terreno con la extensión y ubicación apropiada para un relleno sanitario?
- ¿Los estudios técnicos prestarán las condiciones socioambientales favorables del área alternativa seleccionada para el relleno sanitario?

1.2. ANTECEDENTES

1.2.1. Antecedentes Internacionales

Badi y Kridish (2020), plantearon seleccionar el área de un vertedero mediante el modelo de FUCOM – CODAS: un estudio de caso en Libia, que tuvo como objetivo la elección del sitio apropiado para el vertido de residuos sólidos municipales para la Ciudad de

Misurata. Una ciudad con importantes problemas ambientales, sociales y económicos provocados por el vertedero actual, y el proceso de selección que se llevó a cabo fue en base a un conjunto de normas y condiciones locales aceptadas internacionalmente. Utilizando el método de consistencia total (FUCOM), los resultados del estudio fueron: que el agua superficial es el criterio más esencial a tomar en cuenta en comparación con el resto de criterios. Además, el método de ponderación propuesto se integró con el método de evaluación combinada basado en la distancia (realizando un análisis de multicriterio). Finalmente se encontró el sitio que puede reducir los impactos negativos en sus elementos principales, especialmente el aire y el agua, así como los costos más bajos de transporte y facilidad de acceso que son aspectos considerables para el proyecto.

Sánchez y Toapanta (2019), en Guayaquil - Ecuador, tuvieron como objetivo determinar un área óptima para la ubicación de un relleno sanitario en el cantón Milagro, donde se evidenció que gran parte del área de trabajo posee un tipo de suelo arcilloso, el mismo que lo hace propicio para la ubicación de un relleno sanitario en cualquier punto seleccionado del cantón; con respecto al parámetro de pendientes elevadas, el cantón milagro posee una ubicación geográfica adecuada para cumplir los criterios de selección de área, es decir que no presenta pendientes pronunciadas y las que posee no superan el 5% de inclinación. Además, mediante la aplicación del software ArcGIS y la integración de información espacial teniendo en cuenta múltiples criterios, factores y restricciones se puede identificar las zonas potenciales para establecer un relleno sanitario el cual de solución al problema de mal manejo de los residuos sólidos en el cantón.

Morales y Rodríguez (2016), en la parroquia de Mene de Mauroa - Venezuela, tuvieron como objetivo seleccionar, mediante criterios técnicos geológicos, el área más propicia para establecer un relleno sanitario manual para almacenar los residuos sólidos

generados en la parroquia Mene de Mauroa. Encontraron resultados como: La vida útil del sitio tiene la capacidad de albergar residuos por una temporada no menor de 10 años. El material para cobertura fue hallado en la cantidad adecuada y en el sitio de relleno, es decir, se tiene asegurada su procedencia, entonces no se adicionarán los costos de manejo; presenta buenas vías de acceso, estando en buenas condiciones en cualquier época del año; los vientos dominantes se direccionan en sentido contrario (vienen del noreste) al urbanismo y los poblados, por lo que previenen posibles malos olores; y la evaluación hidrogeológica de los pozos próximos al sitio, indicó que el nivel de napa freática está entre 70 m y 120 m y los cursos de aguas superficiales están lo suficientemente lejanos del área.

Rivera (2006), en Chalatenango - El Salvador, con el objetivo de efectuar los estudios de selección de área necesarios para el diseño del relleno sanitario del municipio de Concepción Quezaltepeque, obtuvo como resultado que; la topografía del sitio de interés no es la más adecuada desde el punto de vista económico para la elaboración del relleno sanitario, puesto que por lo accidentado del sitio se hace más complicada su adecuación, ya que se tiene que realizar un fuerte movimiento de tierra (cortes y rellenos), lo que subirá los costos de inversión; según el reporte geológico se encontró predominancia de ambiente volcánico sedimentario (poseen características de resistencia y estabilidad, para proyectos ingenieriles); según los criterios de factibilidad normados por el reglamento sobre el manejo y disposición final de los desechos sólidos del MARN, el sitio de interés cumpliría con todos ellos, a excepción del coeficiente de permeabilidad que para este caso es de $(6.2 \times 10^{-4} \text{ cm/seg})$.

1.2.2. Antecedentes Nacionales

Flores y Cubas (2020), en su estudio de Diseño de un Relleno Sanitario manual en el distrito de Jepelacio, San Martín; tuvo como uno de sus objetivos la selección de un área

adecuada para el relleno sanitario del distrito de Jepelacio - San Martín. Establecen como resultados que: la alternativa de ubicación preseleccionada para la construcción del relleno, tiene una distancia mayor a 1 km de la vivienda más próxima, no presenta riesgo de inundaciones; el río más cercano se encuentra a 1.99 km de la localidad; también se cumplen con todos los criterios técnicos establecidos en la normativa nacional. Además, en la evaluación del impacto ambiental del relleno se identifican impactos tanto positivos como negativos en las etapas de construcción, operación y cierre.

Navarrete (2016), en Yonán - Cajamarca, con el objetivo de diseñar un tipo de relleno sanitario adecuado para la Localidad de Tembladera, Distrito de Yonán. Determinó entre sus resultados que: el estudio geológico ambiental del relleno sanitario permitió determinar las aceptables condiciones que se presentan para poder realizar la construcción del relleno. El terreno de 2.87 has está ubicado a 5.66 Km de la Localidad de Tembladera, el cual presenta: una temperatura entre 15 °C y 35 °C de acuerdo a la estación, las precipitaciones pluviales llegan como valor máximo a 17 mm y los meses que más llueven están entre de enero a abril, el nivel del agua se encuentra a 50 m.s.n.m. Estos datos son de importancia y con lo cual se sabe que el área seleccionada es óptima para la instalación del relleno sanitario.

Pinedo y Ramos (2014), en Moche – La Libertad, tuvieron como objetivo realizar un estudio de selección de sitio para la ubicación del relleno sanitario semi mecanizado en el distrito de Moche. Concluyendo que: el área escogida presenta una distancia de 1.6 km a la vivienda más próxima y una pendiente topográfica de 5%, además no presenta riesgos para inundaciones, con un área de 7 ha y una vida útil de 7 años además de cumplir con los requisitos del Reglamento de la Ley N° 27314 y el reglamento elaborado por el DIGESA.

1.2.3. Antecedentes Locales

Huaccoto y Huarachi (2020), en Acora – Puno, tuvieron como objetivo diseñar un relleno sanitario implementando geomembrana para mejorar la disposición final de residuos sólidos en Acora-Puno 2020. Obtuvieron como resultados: que para el distrito con 3,984 habitantes en el año 2021 con una proyección de 15 años a una tasa de crecimiento poblacional de 0.51% (INEI, 2017), la generación per cápita es de 0.56 kg/hab./día, con residuos acumulados de 29,039.05 toneladas con un volumen de 58,078.11 m³. Además, el material de cobertura de suelo de la zona no tiene la permeabilidad necesaria para impermeabilizar el área del relleno sanitario, por lo que se propone la geomembrana (geomembrana de LLDPE de 2 mm) para el cumplimiento y/o aseguramiento de la impermeabilidad.

Paredes (2018), en Sandía – Puno, tuvo como objetivo identificar áreas óptimas para la disposición final de residuos sólidos y modelar la estabilidad del terreno para el relleno sanitario en la cuenca hidrográfica del río Sandía. Concluyendo que, para considerar un área óptima para el relleno sanitario se sostuvo que se tenga presente vías de acceso en condiciones aceptables, las zonas de estudio son compatibles con el uso de suelo (alejado de la zona de expansión urbana), vida útil para diez años, la corriente hidrológica está lo suficientemente distanciada del área de estudio (mínima de 451.8 metros), los vientos dominantes soplan en sentido opuesto al centro poblado, la topografía varía entre el 32% - 44% y la vulnerabilidad de la zona es media baja; también, la mejor estabilidad del terreno será con una baja pendiente.

Municipalidad Distrital de Coasa (2018), en su estudio de selección de área para la disposición final segura de residuos sólidos municipales en el distrito de Coasa. Obtuvo como resultado que, teniendo en consideración el análisis efectuado en la ubicación de

tres áreas seleccionadas, se optó por una alternativa, dicho sitio presenta las mejores facilidades para ser habilitado para construir el relleno sanitario, por las siguientes consideraciones: su favorable ubicación y accesibilidad a las localidades de Coasa; muy buenas características topográficas, geológicas, geotécnicas, hidrológicas, hidrogeológicas; en cuanto a la zona agrícola, sin ningún proyecto de irrigación inmediata o mediata; y vías de acceso en regulares condiciones de mantenimiento.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Evaluar áreas alternativas para la elección de un terreno para relleno sanitario con la extensión y ubicación estratégica, que minimicen impactos socioambientales negativos en el distrito de Platería.

1.3.2. Objetivos específicos

- Localizar áreas de terreno con la superficie y ubicación apropiada para un relleno sanitario mediante el método de mapas sobrepuestos, en el distrito de Platería.
- Realizar los estudios técnicos que presten las condiciones socioambientales favorables del área alternativa seleccionada para un relleno sanitario en el distrito de Platería, considerando los criterios de la tabla de puntajes máximos por parámetros de evaluación propuesta por el MINAM (2011).

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. Clasificación de los residuos sólidos según su gestión

- **Residuos de Gestión Municipal:** (a cargo de las municipalidades provinciales y distritales) Son de origen domiciliario (restos de alimentos, papel, botellas, latas, otros); comercial (papel, embalajes, restos del aseo personal, y parecidos); limpieza pública (maleza, barrido de calles, otros), y desechos similares, los cuales deben ser depositados en un relleno sanitario (Salazar, 2018).
- **Residuos de Gestión No Municipal:** Son los residuos que, debido a sus características y a la manipulación al que deben ser sometidos, mantienen un riesgo elevado para la salud o el ambiente. De acuerdo al Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (2015), entre estos se tienen: residuos de establecimientos de salud, industriales, residuos de actividades de construcción, de tipo agropecuario, residuos de instalaciones o actividades especiales.

2.1.2. Población y generación de residuos sólidos

El número de habitantes ayuda a determinar la cantidad de residuos sólidos que se ha de disponer. Se debe tomar en cuenta que la generación de residuos sólidos se debe

separar de la producción rural y la urbana. La primera, debido a la baja generación, presentará menos complicaciones, pero su recolección resulta más difícil (Pinedo y Ramos, 2014).

- **Proyección de la población:** Es una estimación por métodos matemáticos, como el crecimiento geométrico, aritmético, etc. Utilizado generalmente para determinar la cantidad de habitantes en un periodo determinado.

Generación per cápita y generación total de residuos sólidos

Se entiende por producción per cápita a la proporción de desechos sólidos producidos por habitantes por día (Ambientum, 2018). Este parámetro considera el total de la población, la cantidad de residuos y el tiempo; siendo la unidad de medida el kilogramo por habitante por día (Kg/ha/día) (Santos, 2011). Para determinar la generación total diaria se multiplica la generación per cápita por el número de habitantes de la localidad (Toruño y López, 2017).

2.1.3. Relleno sanitario

Un relleno sanitario es una construcción ingenieril sanitaria utilizada para la disposición final de los desechos sólidos municipales, se depositan en el suelo en adecuadas condiciones monitoreadas que minimizan los efectos adversos sobre el ambiente y el riesgo de afectar la salud de la población (Meegoda et al., 2016).

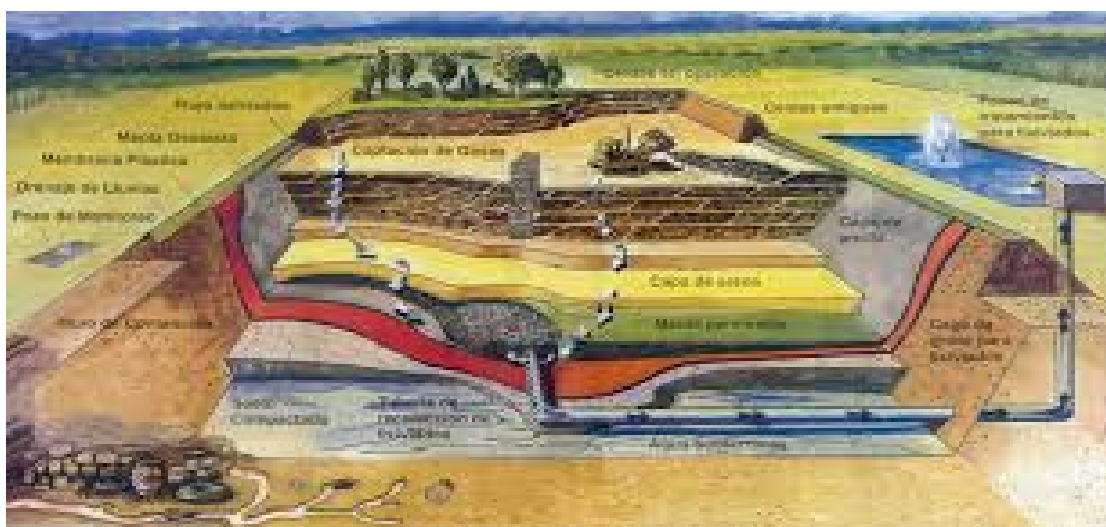


Figura 01: Relleno sanitario y sus componentes.

FUENTE: (Disposición final segura de residuos sólidos municipales, MINAM, 2013).

Clasificación de rellenos sanitarios

Según el Ministerio del Ambiente (2011), los Rellenos Sanitarios se clasifican en:

- **Relleno sanitario manual:** La distribución, compactación y cobertura de los residuos se ejecuta a través del uso de herramientas comunes como rastrillos, pisones manuales, entre otros y su manejo diario no supera las 20 tn de residuos.
- **Relleno sanitario semi mecanizado:** La capacidad máxima de operación diaria no supera las 50 toneladas de desechos y las labores de esparcimiento, compactación y cobertura se realizan con el apoyo de equipo mecánico.
- **Relleno sanitario mecanizado:** La operación se realiza únicamente con equipos mecánicos como el tractor sobre oruga, cargador frontal y su capacidad de utilización diaria es mayor a las 50 toneladas.

Componentes básicos de un relleno sanitario

- **Área de ingreso y control de residuos:** En este se encuentra la garita y la oficina principal ubicada a la entrada del predio, posee un estacionamiento para vehículos, además de la báscula de pesaje de los camiones recolectores (Cabezas y Casierra, 2020).
- **Vías de circulación interna:** El relleno sanitario acondiciona caminos perimetrales y temporales para la circulación de los camiones recolectores y vehículos propios del relleno hasta la zona de descarga (Collazos, 2013).
- **Playa de descargue:** Se refiere al espacio en donde el camión de basura ejecuta las maniobras para hacer la descarga de los desechos (Pazmiño, 2010).

- **Sector de operación:** Está constituido por las celdas o trincheras de disposición, drenes de recolección e instalación de acumulación de lixiviados (Ministerio del Ambiente, 2011).
- **Área de abastecimiento y almacenamiento de material de cobertura:** Área destinada para la extracción de material para utilizarlo como cobertura del relleno sanitario o trinchera en el cual se depositará el material procedente de otras canteras (Ministerio del Ambiente, 2011).
- **Cerco perimetral:** El cerco perimetral indica los límites de la propiedad y controla el acceso de personas y animales. La altura debe ser la suficiente y con bases de concreto, de postes y alambre galvanizado (Díaz y Vallejo, 2017).

2.1.4. Estudio de caracterización de residuos sólidos

Suministra la información básica del área de estudio a nivel estricto en aspectos de tipo, cantidad y composición de los desechos sólidos a manejar (Ministerio del Ambiente, 2011). Como tal representa un documento fundamental para elaborar una serie de instrumentos de gestión ambiental en materia de residuos sólidos, así como proyectos de inversión pública aludidos a la gestión de residuos sólidos y otros que accedan a tomar decisiones en la gestión integral de residuos sólidos a corto, mediano y largo plazo (Ministerio del Ambiente, 2018).

2.1.5. Selección de área para un relleno sanitario

Sánchez y Toapanta (2019), afirman que:

Los impactos que pueda originar en el ambiente la selección de área de un relleno sanitario son imperceptibles, esto se debe a los criterios restrictivos de selección de lugar, entre estos son: la ubicación concorde a la expansión urbana, la presencia de aguas superficiales o pozos de almacenamiento de agua, suministro de un manto freático y la ausencia de vegetación. Para

impedir la contaminación de aguas subterráneas y superficiales más cercanas se desean áreas donde la permeabilidad del suelo sea mínima.

Los criterios más destacados considerados en las Declaraciones de Impacto Ambiental, consultados son: la geomorfología, la hidrología superficial, la calidad del aire y las aguas del subsuelo. Seguidamente, el orden de aparición es: los ruidos y vibraciones, la flora, el patrimonio cultural, el paisaje, la fauna y la gestión de residuos. El resto de factores necesitan de las determinadas características del emplazamiento y entorno circundante (Colomer et al., 2013).

2.1.6. Criterios para el estudio de selección de área del relleno sanitario según las normativas vigentes

Los aspectos y/o criterios técnicos más importantes para un estudio de selección de área según la Guía de diseño, construcción, mantenimiento y cierre de relleno sanitario manual (Ministerio del Ambiente, 2011), según el Reglamento de la Ley N° 1278 (Anexo 08) y tomando en cuenta la Guía de Diseño y Operación de Rellenos Sanitarios (Collazos, 2013), son los siguientes:

- **Ubicación del Relleno Sanitario:** La selección del área para la instalación de este tipo de infraestructuras es una decisión compleja en la que se consideran diferentes factores ambientales (Colomer et al., 2013). Es recomendable que el área para el relleno sanitario esté próximo al centro urbano, aunque un Km es la mínima distancia límite que debe haber entre los habitantes del centro poblado más próximo (MINAM, 2017).
- **Material de Cobertura:** El relleno sanitario debe tener la capacidad de autogestionar el material de cobertura (tierra). Si el lugar no cuenta con material suficiente o no se pudiera excavar, se debe investigar bancos o canteras de material de cobertura en sitios próximos (Ministerio del Ambiente, 2011).

- **Vida Útil:** La vida útil se determina calculando el volumen total disponible del terreno con los años designados para el valor del acumulado de la suma de los volúmenes de compactados más el material de cobertura hasta determinar un valor similar o ligeramente mayor (Quispe, 2018).
- **Vías de acceso:** Estos caminos son de importancia puesto que facilitará la entrega de los desperdicios orgánicos al relleno sanitario, por lo que se debe prever en el proyecto (Huaccoto y Huarachi, 2020). El estado actual de las vías de ingreso al relleno sanitario perjudica el costo total del proyecto, retardando los desplazamientos y malogrando vehículos (Ministerio del Ambiente, 2011).
- **Topografía del terreno:** De preferencia aquella en que se consiga un máximo volumen aprovechable por hectárea (Ministerio del Ambiente, 2011). **Pendiente:** La pendiente es un factor importante para evaluar la ubicación apropiada del relleno sanitario. Se aconseja terrenos con pendientes de 3% al 12%, los terrenos con pendientes mayores al 25% tienen dificultades en la operación del relleno sanitario.
- **Condiciones climáticas:** La dirección del viento predominante, las condiciones meteorológicas de precipitación pluvial y temperatura serán condiciones o criterios importantes (Ministerio del Ambiente, 2011).
- **Textura del suelo:** Es un indicador de impermeabilidad; es preferible suelos finos (arcilla) para usarlo como material de cobertura; la textura tiene correlación con la reacción del suelo al contacto o fricción con los residuos sólidos urbanos no peligrosos (Muñoz, 1993).
- **Geología:** Es muy importante considerar que el sitio no presente la posibilidad de fallas geológicas o deslizamientos futuros, y en donde el suelo utilizado como base sea lo suficientemente firme para adecuar obras de tierra del calibre de la infraestructura (Pazmiño, 2010).

- **Hidrogeología:** Es importante realizar un estudio para identificar la posibilidad de existencia de acuíferos, la profundidad del nivel freático, la dirección y la velocidad del escurrimiento (Morin y Soto, 2017).
- **Hidrología superficial:** Es de mucha relevancia que el área seleccionada esté lo más lejana posible de corrientes superficiales y masas receptoras de agua (Ministerio del Ambiente, 2011).
- **Vulnerabilidad del área a desastres:** Se deben evitar terrenos con fallas geológicas, lugares inestables, zonas con posibilidad de derrumbes ni propensos a ser inundadas (Paredes, 2018).
- **Áreas naturales protegidas por el estado y patrimonio arqueológico:** La conservación del patrimonio arqueológico es un factor importante, el terreno no debe estar ubicado en un lugar perteneciente a una zona arqueológica, siendo este el caso es un criterio de restricción de ubicación, de igual forma con algún área natural protegida por el estado (Ministerio del Ambiente, 2011).
- **Uso actual de suelo:** Es importante mencionar que el uso actual de terreno representa riesgos tangibles en lo que respecta a la salud de los habitantes del lugar, ya que es evidente la producción de macro y micro vectores en los desechos (Rivera, 2006).

2.2. MARCO CONCEPTUAL

- **Residuos Sólidos:** Es el material, producto o subproducto que no necesariamente es considerado como peligroso, se separe o deseche y que esté dispuesto a ser aprovechado (Santos, 2011).
- **Viabilidad técnica:** El estudio de la viabilidad técnica está relacionado con la seguridad y el control de lo que vamos a hacer; referido a sus funcionalidades,

características y propiedades físicas y a cómo se va a realizar (UGR EMPRENDEDORA, 2017).

- **Reciclaje:** Es la actividad que promueve aprovechar un residuo sólido, a través de un proceso de transformación. Con el reciclaje se contribuye a la reducción del uso de la extensión en los rellenos sanitarios y botaderos (Toruño y López, 2017).
- **Ráster:** Un ráster consiste en una matriz de celdas (o píxeles) ordenadas en filas y columnas (o una cuadrícula) en donde cada celda contiene información, generalmente resultante de un proceso de transformación (ArcGIS, 2016).
- **Modelo FOCUM - CODAS:** De la abreviatura en inglés FOCUM (método de consistencia total), que ordena los criterios que aseguren la mejor selección de un área para un relleno sanitario según su importancia; integrando el método CODAS (evaluación combinada basado en la distancia) (Badi y Kridish, 2020).
- **MARN:** Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales de El Salvador.
- **Impacto ambiental:** Se refiere a la alteración del ambiente, provocada directa o indirectamente como consecuencia de acciones antrópicas (Zaror, 2000).
- **Geomembrana:** Son láminas geosintéticas que son aprovechadas para la contención de líquidos, caracterizados por su permeabilidad, durabilidad y resistencia (CIDELSA, 2006).
- **MINAM:** Ministerio del Ambiente, sector del poder ejecutivo del Perú.
- **Napa freática:** Es la primera capa a profundidad de agua subterránea que se halla al realizar una perforación y susceptible a la contaminación antrópica (Custodio, 1976).
- **Álgebra de Mapas:** Es un método utilizado para combinar distintas capas o variables territoriales con la finalidad de obtener mapas resultantes con información vinculada a un grupo de características del territorio (Geoinnova, 2016).

- **FAO:** La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, ONUAA, o también conocida como FAO.

2.3. MARCO NORMATIVO

Decreto Legislativo 1278, Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos; aprobado el 21 de diciembre del 2017.

Presenta recomendaciones y establece lineamientos a tomar en consideración para la implementación y operación de las infraestructuras de disposición final de residuos.

Reglamento de la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos; aprobado mediante Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM (Anexo 08)

Establece los criterios mínimos para la selección de sitio, habilitación, construcción, operación y cierre de las infraestructuras de disposición final.

Ley Orgánica de las Municipalidades - Ley N° 27972

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

- Formulan, aprueban, ejecutan y monitorean planes y políticas locales en materia ambiental, de acuerdo a las políticas, normas y planes regionales y nacionales.
- Promueven la educación e investigación ambiental en su localidad e incentivan la participación ciudadana en todos sus niveles.
- Participan y apoyan a las comisiones ambientales regionales.
- Coordinan con los diversos niveles de gobierno nacional, sectorial y regional, la correcta aplicación local de los instrumentos de planeamiento y gestión ambiental.

Ley General del Ambiente - Ley N° 28611

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

2.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.4.1. Hipótesis general

El distrito de Platería cuenta con alternativas de áreas para relleno sanitario con la extensión y ubicación estratégica para evitar impactos socioambientales negativos.

2.4.2. Hipótesis específicas

- El distrito de Platería cuenta con un terreno con la extensión y ubicación apropiada para un relleno sanitario.
- Los estudios técnicos cumplen las condiciones socioambientales favorables del área alternativa seleccionada para el relleno sanitario.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ZONA DE ESTUDIO

La investigación se llevó a cabo en el Distrito de Platería, uno de los quince distritos de la provincia de Puno en la región del mismo nombre, cuya tipología es administrativa, de servicios básicos, financiera, turística y cultural. Cuenta con una superficie de 238,59 km², con coordenadas UTM: 410399x 8236477y, a una elevación de 3830 m.s.n.m., y una población de 7,121 habitantes, según el último censo peruano (INEI, 2017), alcanzando una densidad poblacional de 29.59 hab./ha., la actividad principal de su población es la agropecuaria (MDP, 2020).

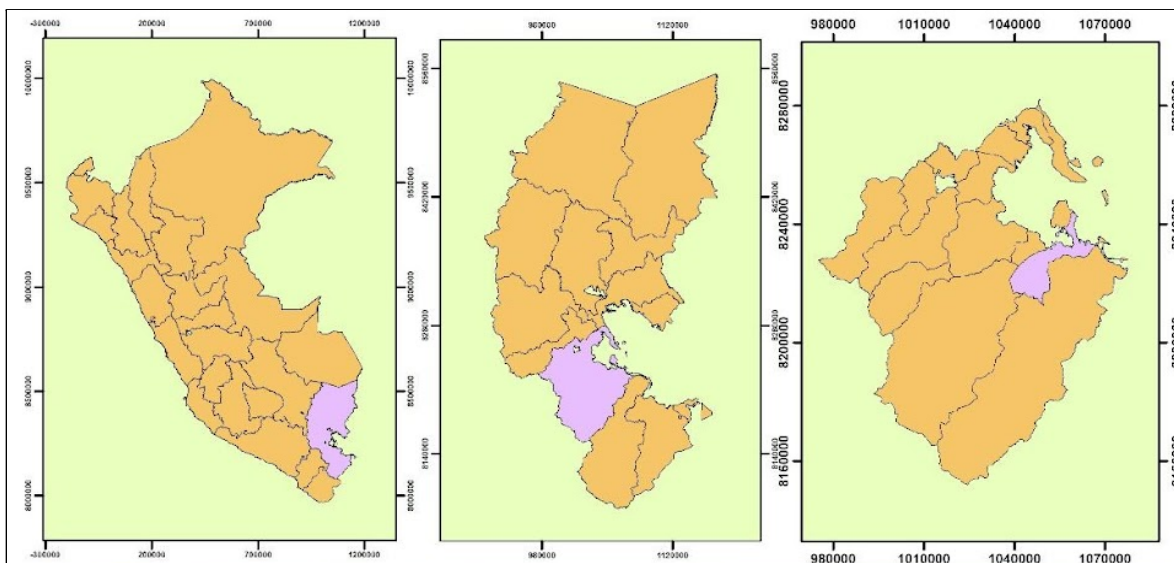


Figura 02: Macro localización del distrito de Platería.

FUENTE: (GeoGPSPerú-ArcMap).

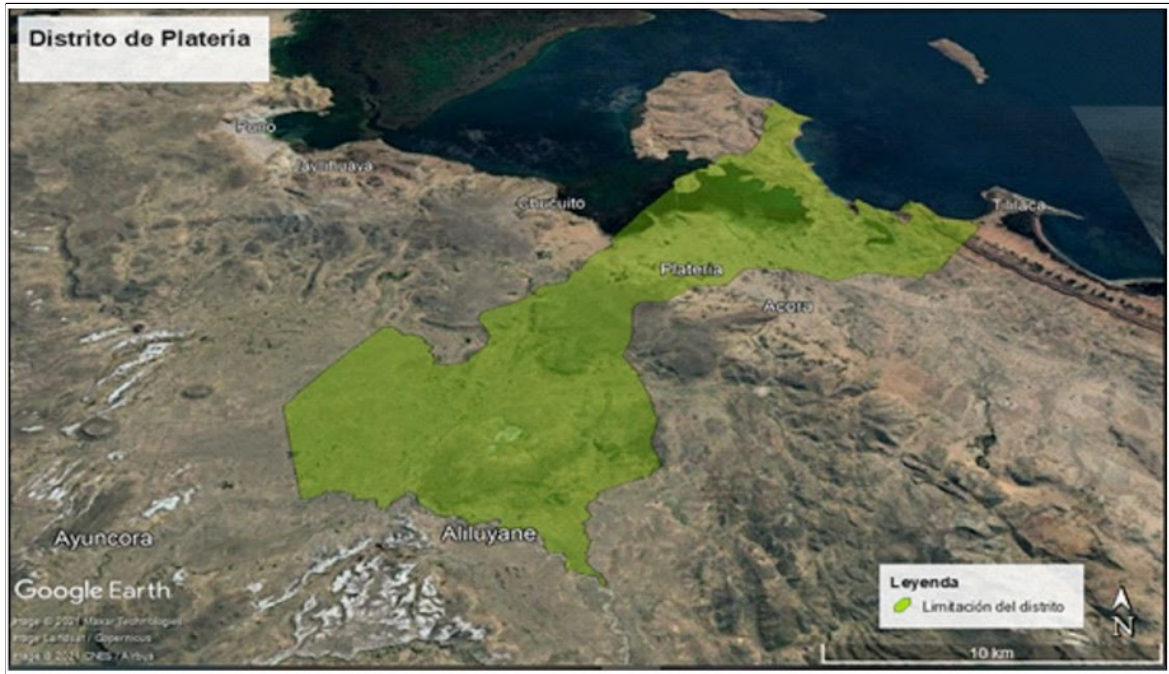


Figura 03: Ubicación de la zona de estudio.

FUENTE: (Google Earth Pro).

Los límites demográficos del distrito de Platería son:

- Por el este: Con el distrito de Acora.
- Por el oeste: Con el distrito de Pichacani y Chucuito.
- Por el norte: Con el distrito de Chucuito y el Lago Titicaca.
- Por el sur: Con el distrito de Acora.

3.2. TAMAÑO DE MUESTRA

Población

Se consideró como población a toda el área geográfica del distrito de Platería, que cuenta con 238,59 km² de superficie (INEI, 2017); ya que las alternativas de selección de área del relleno sanitario deben estar ubicadas dentro de la jurisdicción del distrito.

Muestra

Se consideró como muestras a las alternativas de área para el relleno sanitario, seleccionadas de acuerdo a la metodología establecida por Collazos (2013), “Método de mapas sobrepuestos”; llamado también “álgebra de mapas”; este método permitió determinar terrenos altamente apropiados (AA), medianamente apropiados (MA), poco apropiados (PA) y no apropiados (NA). Consiste en elaborar ráster y mapas; con ayuda del componente ArcMap del software ArcGIS; de cada una de las características conocidas del área de estudio, sobreponerlas, y obtener un mapa con un grupo final de posibles lugares clasificados como AA, MA, PA y NA, dependiendo de la cantidad de ellos se toman en cuenta los AA, y ese grupo será seleccionado como la muestra de trabajo.

3.3. MÉTODO Y TÉCNICAS

3.3.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación es descriptivo, de enfoque cualitativo y cuantitativo no experimental; el método científico de observación se utilizó para recopilar datos basados en evidencias reales del medio. Cuantitativo porque se obtuvieron datos estadísticos, y cualitativo porque se analizaron las características físicas de la zona de estudio para determinar su utilidad; no experimental, porque no se experimentó ningún fenómeno.

3.3.2. Métodos

- **Método deductivo:** El cual es un proceso cognitivo que va de lo general a lo específico. Parte de una o varias premisas para determinar una conclusión. Es muy usado en el proceso cotidiano, así como en la investigación científica (Hurtado y Toro, 2001).
- **Método analítico:** Consiste en el estudio de las partes de un todo, para examinarlas y analizarlas por separado; así, tal vez establecer relaciones entre las mismas.

- **Método de observación:** Es la labor de mirar detenidamente un objeto para asimilar a detalle la naturaleza del todo, su conjunto de datos, hechos y fenómenos entre las mismas (Hurtado y Toro, 2001).

3.3.3. Técnicas

- **Técnica de Evaluación Multi Criterio (EMC):** La evaluación multi criterio es entendida como un grupo de técnicas dirigidas a ayudar en los procesos de toma de decisiones. El objetivo de la técnica de EMC es “indagar una cantidad de alternativas tomando en cuenta múltiples criterios y objetivos en disputa” (Bennema et al., 1984).
- **Técnica de Investigación de Campo:** Corresponde a la observación directa con el objeto de estudio, y recopilación de testimonios para confrontar la parte teórica con la práctica.
- **Técnica de Investigación Documental:** Son los procedimientos que permiten recopilar información para enunciar las teorías que respaldan el estudio, con instrumentos definidos y fuente verídica.

3.3.4. Metodología para la evaluación de la alternativa de ubicación del relleno sanitario (Objetivo general)

Se realizó una evaluación final de la alternativa más viable para la ubicación del relleno sanitario, tomando como referencia la Tabla de Puntaje máximo ponderado por parámetro de evaluación; de la Guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario manual (Ministerio del Ambiente, 2011). Así se corroboró que la identificación del terreno o área seleccionada cumplía con los criterios técnicos de ubicación y cumplir el objetivo general de la investigación.

Tabla 01: Puntaje máximo ponderado por parámetro de evaluación.

	Importancia	Puntaje	Puntaje
	Puntaje	aje	e

Ítem	Parámetro	Valores límite o de referencia y Puntaje	máximo	del indicador	máximo ponderado	Máximo del Componente
1.1	Distancia a la población más cercana (m)	> 1000 (1) < 1000 (-1)	1	5	5	
1.2	Distancia a granjas crianza de animales (m)	> 1000 (1), < 1000 (-1)	1	5	5	
1.3	Distancia a aeropuertos o pista de aterrizaje (m)	> 3.0 (1), < 3.0 (-1)	1	2	2	
1.4	Distancia a fuentes de aguas superficiales (m)	> 300 m quebrada seca una parte del año (2), >300 m de río principal (1), < 300 m de río principal (-2) <de 300 m de quebrada seca una parte del año	2	2	4	

(-1)					
1.5	Distancia con respecto a la Ciudad o villa (km)	> 16 km (1), entre 1 y 16 km (2)	2	2	4
1.6	Accesibilidad al área (Distancia a vía de acceso principal km)	Acceso en buen estado (2) Acceso en Mal estado (1), sin acceso (-2)	2	2	4
1.7	Uso actual del suelo y del área de influencia	Cultivo en Limpio (1) Cultivo seco (2), pastos cultivados (3), Pastos naturales (4), forestal de sierra (5) Eriazo (6)	6	5	30
1.8	Compatibilidad con la capacidad de uso mayor del suelo y planes de desarrollo Urbano	Uso compatible (1) uso no compatible (-1)	1	5	5
1.9	Propiedad del	saneado (1) no	1	10	10

	terreno	saneado (-1)			
1.10	Vida útil del proyecto en función del área del terreno	> 5 años (2) < 5 años (-2)	2	5	10
1.11	Topografía pendiente promedio del terreno (%)	Plano a ligeramente inclinado 0 - 7% (4), Inclinado 7-12% (3), empinado 12-25% (2), muy empinado >25% (1)	4	2	8
1.12	Cuenta con barrera sanitaria natural	Presenta Barrera sanitaria natural (2) Presencia de barrera sanitaria parcial (1) sin barrera sanitaria natural (-2)	2	2	4
1.13	Posibilidad del material de cobertura	Material de cobertura adecuado para operación total del proyecto (2), material de cobertura parcialmente adecuado (1), sin	2	5	10

		material de cobertura			
		(-2)			
1.14	Profundidad de la napa freática (m)	Profundidad < 10 metros (-1), Profundidad > 10 m (1)	1	5	5
1.15	Permeabilidad de suelo	Impermeabilidad es < a 1×10^{-6} (arcilla) (1), impermeabilidad > a 10^{-6} (-1)	1	5	5
1.16	Dirección predominante del viento	Contrario a la población más cercana (1), a favor de la población más cercana (-1)	1	5	5
1.17	Pasivos ambientales	No existe pasivo ambiental (1) existe pasivo (-1)	1	5	5
1.18	Área natural protegida por el estado	Fuera de área natural (1), Dentro del área natural (-1)	1	5	5
1.19	Área con restos arqueológicos	Inexistencia de restos (1) Existencia	1	5	5

		de restos (-1)			
1.20	Vulnerabilidad por peligro geológico	Baja vulnerabilidad (3), Mediana Vulnerabilidad (2), Alta Vulnerabilidad (1)	3	5	15
2.1	Opinión	Desfavorable (-1) poco Favorable (1) Regular (2) Altamente favorable (3)	3	12	36
2.2	Interés en el proyecto	Sin interés (-1), Bajo interés (1) Mediano Interés (2) Alto interés (3)	3	18	54
2.3	Creencias	Negativas (-1) positivas (1)	1	16	16
2.4	Actitud	Favorable (1) Desfavorable (-1) Incierta (0)	1	16	16
2.5	Participación	Participación de rechazo (-2) No haría nada (0)	2	12	24

Participación

favorable (2)

FUENTE: (Guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario manual, Ministerio del Ambiente, 2011).

Puntaje máximo del Sistema de evaluación: Equivale a la suma resultante de los puntajes máximos por cada parámetro, el máximo puntaje es de 292 puntos.

Escala de calificación: Se dispone una escala o rango de puntajes que proporcione la calificación del puntaje máximo evaluado, se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 02: Escala de calificación para el puntaje ponderado total.

Puntaje Ponderado Total	Calificación
0 - 146	MALO o Terreno No aceptable o de opción Marginal.
147 - 195	REGULAR o terreno moderadamente aceptable.
196 - 245	BUENO o Terreno aceptable.
246 - 292	MUY BUENO o Terreno aceptable de Primera Opción.

FUENTE: (Guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario manual, Ministerio del Ambiente, 2011).

3.3.5. Metodología para la localización de áreas de terreno para el relleno sanitario (Objetivo específico N°1)

Método de mapas sobrepuestos

Es un método de identificación de los impactos ambientales, permitió determinar las mejores alternativas de selección de área del relleno sanitario; para así cumplir con el primer objetivo específico del estudio, según la metodología de Collazos (2013).

- **Primera Fase:** Se recopiló la información necesaria; cartografía básica en formato shapefile (curvas de nivel topográfico para determinar las pendientes, mapa geológico, mapa hidrológico, centros poblados, mapa de uso de suelo y vías de acceso) de los sistemas de información geográfica GEOCATMIN y GEO GPS PERÚ; que permita la visualización del área de estudio.
- **Segunda Fase:** Se determinó la ubicación más aceptable para el relleno sanitario, a través del análisis de las características físicas del área de estudio, mediante la técnica de “Álgebra de Mapas”, la cual permite identificar las alternativas de localización, utilizando mapas de: pendientes tipo ráster, geología, lagos tipo ráster, lagunas tipo ráster, ríos y quebradas tipo ráster, uso de suelo, centros poblados tipo ráster y vías de acceso; se sobreponen generando así un nuevo mapa, el cual sirve para identificar las alternativas óptimas para la ubicación del relleno sanitario.

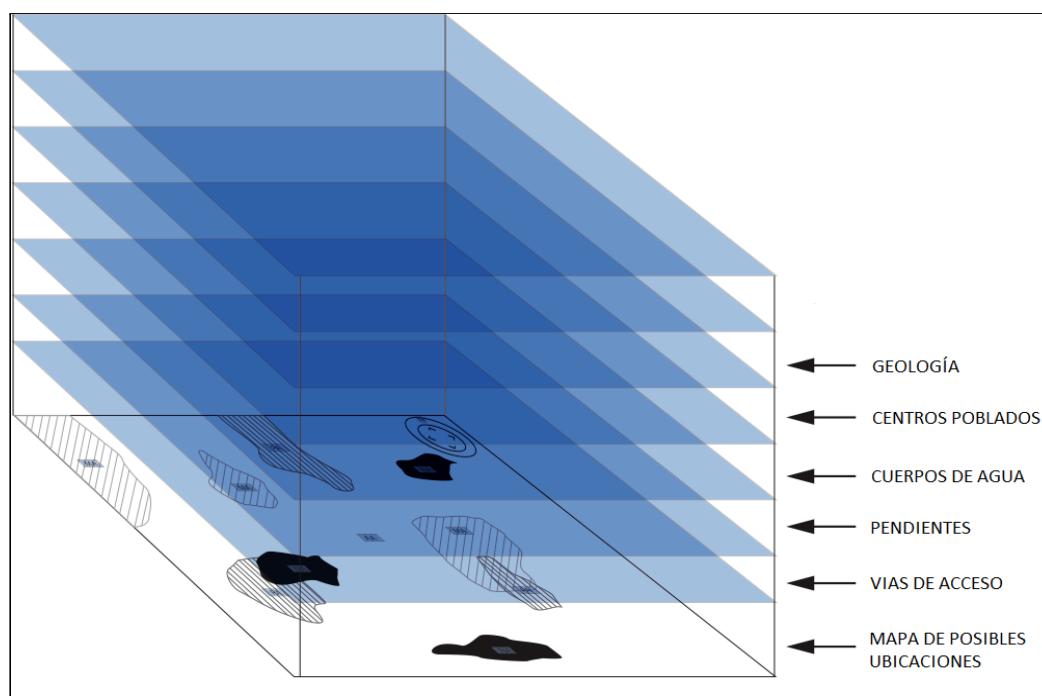






Figura 04: Sobreposición de mapas.

FUENTE: (Diseño y operación de rellenos sanitarios, Collazos, 2013).

- **Tercera Fase:** Se estableció un orden de elegibilidad para las alternativas de ubicación del relleno sanitario, algunos sitios pueden brindar mejores prestaciones que otros, por lo que se realiza una evaluación previa asignándoles la etiqueta de AA (Altamente Apropriado), MA (Medianamente Apropriado), PA (Poco Apropriado) y NA (No Apropriado).

Altamente apropiado (AA)	
Tono blanco al 100%	
Medianamente apropiado (MA)	
Tono oscuro al 25%	
Poco apropiado (PA)	
Tono oscuro al 65%	
No apropiado (NA)	
Tono oscuro al 100%	

Se utilizó una calificación máxima porcentual en cada criterio de selección para las alternativas de ubicación como se observa en la Tabla 01, para elegir las mejores ubicaciones y tener posibles opciones de reemplazamiento, esta tabla fue modificada de acuerdo a los criterios iniciales más importantes según el evaluador.

Tabla 03: Criterios de selección de área según Collazos.

N°	Criterios de selección	Porcentaje
1	Distancia al centro de producción	30
2	Accesibilidad al sitio	20

3	Área del sitio	10
4	Uso actual del suelo	2
5	Pendiente del sitio	6
6	Profundidad hasta la roca dura	10
7	Posibilidad de material de cobertura	14
8	Profundidad a tabla de agua	8
Total		100

FUENTE: (Diseño y operaciones de rellenos sanitarios, Collazos, 2013).

3.3.6. Metodología para los estudios técnicos (Objetivo específico N°2)

Una vez seleccionada la alternativa más adecuada para la localización del relleno sanitario, se procedió a realizar diversos estudios técnicos de acuerdo a los criterios establecidos en el reglamento de la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos (Anexo 08) y la guía metodológica del MINAM (2011), para de esta manera cumplir con el segundo objetivo específico.

3.3.6.1. Cálculo de área para el relleno sanitario

El cálculo se realizó para determinar el área requerida para las celdas donde se depositaran los residuos sólidos municipales; para lo cual, se recopiló la información necesaria del Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales (ECRSM) del distrito de Platería, para datos como: población actual, la producción per cápita municipal, densidad y volumen total generado; con la finalidad de realizar una proyección de ocho años de vida útil del relleno sanitario, de esta manera calcular el área para el relleno sanitario.

Tasa de crecimiento poblacional: Para obtener la proyección poblacional de 8 años se utilizó la siguiente fórmula propuesta por Del Pilar (1987).

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

Dónde:

PF = población final (2029)

P_i = Población inicial (2021)

r = Tasa de crecimiento intercensal (-0.8%)

n = Intervalo en años (8 años)

Peso total diario: El peso total diario en el distrito fue calculado multiplicando la población por la generación per cápita.

$$Ptd(kg/día) = Población (hab) * Generación Per cápita (kg/día/hab)$$

Peso total anual: Fue calculado en toneladas por año, convirtiendo kg en Tn, y multiplicando el valor por 365 días.

$$Pta\left(\frac{Tn}{año}\right) = Ptd\left(\frac{kg}{día}\right) * \frac{1Tn}{1000kg} * \frac{365día}{1año}$$

Cálculo para determinar el área requerida para el relleno sanitario

Porcentaje desechable del peso total anual: Se determinó la cantidad de desechos sólidos para un 40% (% desechable Pta) que será depositado en el relleno sanitario, el otro 60% se tratará por medio de reciclaje y el compostaje (Toruño y López, 2017).

Volumen anual compactado: Se obtuvo dividiendo el porcentaje desechable del peso total anual en kg/año entre la densidad de los residuos sólidos compactados (137.03 kg/m³).

$$Vac(m^3/año) = \% desechable Pta (kg/año)/137.03 (kg/m^3)$$

Volumen de material de cobertura: Se obtuvo multiplicando el volumen anual compacto por un 15%.

$$V_{mc}(m^3/año) = V_{ac}(m^3/año) * 15\%$$

Volumen del relleno sanitario anual: Se obtuvo sumando los valores de volumen de material de cobertura y el volumen anual compactados.

$$V_{rs}(m^3/año) = V_{mc}(m^3/año) + V_{ac}(m^3/año)$$

Área del relleno sanitario: Se obtuvo dividiendo el volumen del relleno sanitario anual entre la profundidad del relleno sanitario (2m o parámetro prudente según estudio del nivel de la napa freática).

$$A_{rs} (m^2/año) = V_{rs}(m^3/año)/2 m$$

3.3.6.2. Estudio de suelos

El estudio se realizó en campo para determinar el tipo de suelo, el coeficiente de permeabilidad y la clase de permeabilidad. También, se determinó la disponibilidad de arcilla para usarla como impermeabilizante.

Permeabilidad del suelo: Este estudio permitió determinar la mayor o menor capacidad con que la infiltración del agua ocurre a través del suelo. El coeficiente de permeabilidad (k) es una variable de mayor o menor impedimento con que el suelo tolera la percolación del agua por sus poros.

Procedimiento

Para el ensayo de campo se ubicó un punto como muestra representativa del área preseleccionada, para este estudio se utilizaron los siguientes materiales:

- GPS
- Pala
- Tubo de PVC de 70 cm
- Flexómetro

- Barreta
 - Balde con agua (9 litros)
- a) Primero se ubicó el punto geográfico seleccionado como muestra representativa con ayuda de un GPS.
 - b) Una vez ubicado el punto, se realizó la limpieza del terreno para medir un área de 50 x 50 cm y excavar un aproximado de 10 cm de profundidad.
 - c) En el centro de dicha área se excavó un hoyo de 70 cm de profundidad con ayuda de la barreta.
 - d) Se colocó el tubo de PVC en dicho agujero y se confinó con el suelo a su alrededor hasta que quede compactado.
 - e) Se llenó el tubo con agua hasta el borde y se dejó transcurrir una hora.
 - f) Se vuelve a llenar el tubo al ras y se esperó 10 minutos para tomar la medición de la altura, se repitió el mismo procedimiento hasta tener tres mediciones parecidas.

Para el cálculo del coeficiente de permeabilidad del suelo, la FAO propone la siguiente ecuación:

$$k = \left(\frac{D}{2}\right) * \ln\left(\frac{h1}{h2}\right) / 2(t2 - t1)$$

Donde:

k: Coeficiente de Permeabilidad (cm/s o m/s).

D/2: El radio del tubo o la mitad de su diámetro (cm o m).

h1 y h2: Profundidad consecutiva del agua, h1 al inicio y h2 al final del intervalo de tiempo (cm o m).

(t2 – t1): Intervalo de tiempo entre dos mediciones consecutivas (segundos).

En la siguiente figura se aprecia el tipo de suelo y su vínculo con el coeficiente de permeabilidad.

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

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

Figura 05: Escala logarítmica para el coeficiente de permeabilidad.

FUENTE: (Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales, Jaramillo, 2002).

El coeficiente de permeabilidad “k” del suelo será determinado en el campo, si se desea determinar con certeza si ahí se puede establecer o no un relleno sanitario.

3.3.6.3. Estudio meteorológico

Los datos de precipitación pluvial, temperatura, dirección y velocidad del viento se recopilaron de las estaciones más cercanas al lugar de estudio, proporcionadas por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI). Los datos de precipitación pluvial y de temperatura se procesaron en tablas y figuras que ayuden a comprender los registros. La dirección y velocidad del viento se procesó con ayuda del software Wrplot View, obteniendo una rosa de vientos.

3.3.6.4. Estudio de aprobación social

Para el estudio de aprobación social se utilizó la técnica de la encuesta, aplicada a los pobladores cercanos a la alternativa de área seleccionada para la ubicación del relleno sanitario, se obtuvo las respuestas de nueve encuestados según el formato de encuesta establecido (Anexo 02).

3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

Variable independiente: Estudio de selección de un área óptima para el relleno sanitario.

Variable dependiente: Cumplimiento de criterios técnicos.

Tabla 04: Operacionalización de variables

Variable	Definición	Indicador	Escala de Medición
Estudio de selección de un área óptima para el relleno sanitario	Cálculo de área	<ul style="list-style-type: none"> • Generación Total de Residuos 	<ul style="list-style-type: none"> • tn/año y m³/año
		<ul style="list-style-type: none"> • Estimación del área y volumen requerido 	<ul style="list-style-type: none"> • m² y m³
	Sobreposición de mapas	<ul style="list-style-type: none"> • Elegibilidad de alternativas de ubicación 	<ul style="list-style-type: none"> • Altamente apropiado • Medianamente apropiado • Poco apropiado • No apropiado
	Estudio de suelos	<ul style="list-style-type: none"> • Permeabilidad • Textura del suelo 	<ul style="list-style-type: none"> • cm/seg • Clases texturales

	Estudio Meteorológico	<ul style="list-style-type: none"> • Rosa de vientos • Precipitación pluvial • Temperatura 	<ul style="list-style-type: none"> • Dirección y velocidad del viento • mm/ • promedio mensual °C
	Estudio de Aprobación Social	<ul style="list-style-type: none"> • Encuestas 	<ul style="list-style-type: none"> • Opinión • Interés • Creencias • Actitud • Participación
Cumplimiento de criterios técnicos	Evaluación preliminar del sitio según Collazos	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluación porcentual 	<ul style="list-style-type: none"> • 0 - 100% • 0 – 292
	Evaluación Final del sitio según MINAM	<ul style="list-style-type: none"> • Puntaje máximo ponderado 	(Malo, Regular, Bueno y Muy bueno)

3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO

Se aplicó la estadística descriptiva con ayuda del software de hojas de cálculo de Microsoft Excel, mediante la elaboración y presentación de tablas y figuras, el cálculo de parámetros de tendencia central como la media o promedio y desviación estándar, para datos de precipitación pluvial, y temperatura.

MEDIA O PROMEDIO ARITMÉTICO

La media aritmética o promedio aritmético de un grupo de datos es equivalente a la suma total dividida entre el número de datos (Canelas, 2008), aplicado a los datos de precipitación pluvial, temperatura, profundidad en prueba de permeabilidad y velocidad del viento.

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$$

Donde:

X_i : datos recopilados

N : número de datos recopilados

DESVIACIÓN ESTÁNDAR

Es utilizada para cuantificar cuán dispersos están los datos. La medida más utilizada es la desviación estándar (Ayala, 2019), aplicado a los datos de precipitación pluvial y temperatura.

$$S = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

Donde:

S : Desviación estándar

X_i : Observación i de la variable X

\bar{X} : Media de las variables

n : Número de observaciones

CAPÍTULO IV

EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.1. LOCALIZACIÓN DE ALTERNATIVAS DE SELECCIÓN DE ÁREA

4.1.1. Método de mapas sobrepuestos

Utilizando la técnica de evaluación multi criterio, para determinar la ubicación del área más adecuada. Se consideraron los factores más importantes que influyen en la determinación del área, con mapas a una escala de 1/250,000 que permitieron ver de

manera general las alternativas de áreas para el relleno sanitario en el distrito de Platería, basándose en criterios de la metodología de Collazos (2013).

a) Primera fase

Las cartas geográficas fueron trabajadas con el componente ArcMap del software ArcGIS, teniendo una colección de capas que determinan las mejores alternativas de ubicación del relleno sanitario.

Centros poblados

Se realizó una capa de poblados y se procedió a delimitar las áreas cercanas a un kilómetro a la redonda de cada centro poblado o aglomeración de viviendas, este valor es altamente apropiado según la metodología de Collazos (2013), y tiene la finalidad de evitar posibles afecciones que pueda generar el relleno sanitario a los habitantes más cercanos al proyecto.

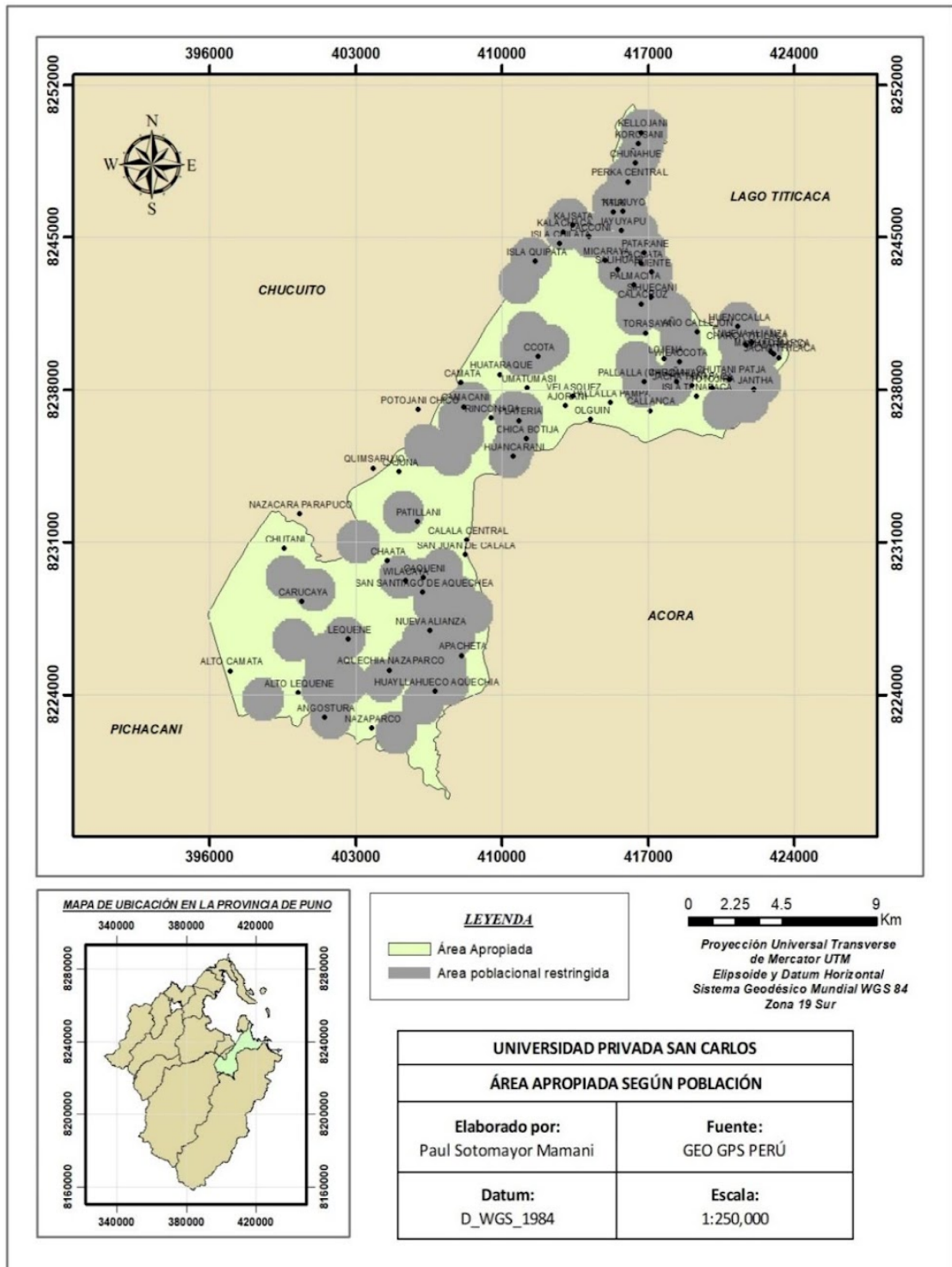


Figura 06: Ráster de los centros poblados norte y sur del distrito de platería

FUENTE: (GEO GPS PERÚ).

En la figura 06 se muestra que la distribución poblacional del distrito es muy dispersa; se obtuvieron restricciones de distancia mayores a un kilómetro a la vivienda más cercana

para la ubicación del relleno sanitario (Flores y Cubas, 2020). Estos resultados guardan relación con los de Pinedo y Ramos (2014), que consideran una distancia de 1.6 km a la vivienda más próxima; también, Navarrete (2016) consideró una distancia de 5.66 km, siendo este un valor válido y aún más aceptable.

Hidrología superficial

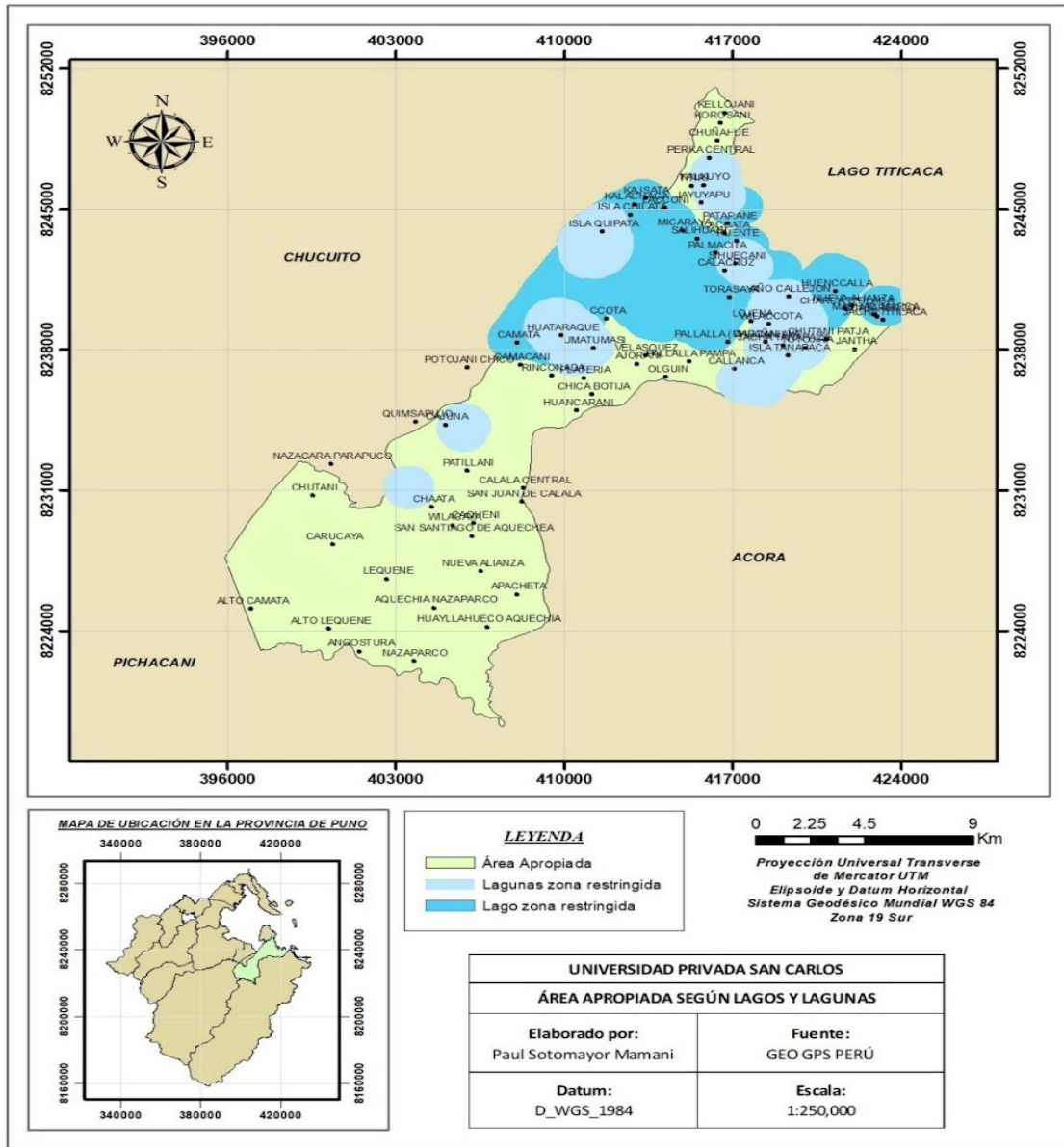


Figura 07: Ráster de lagunas y lagos en el distrito de Platería.

FUENTE: (GEOCATMIN).

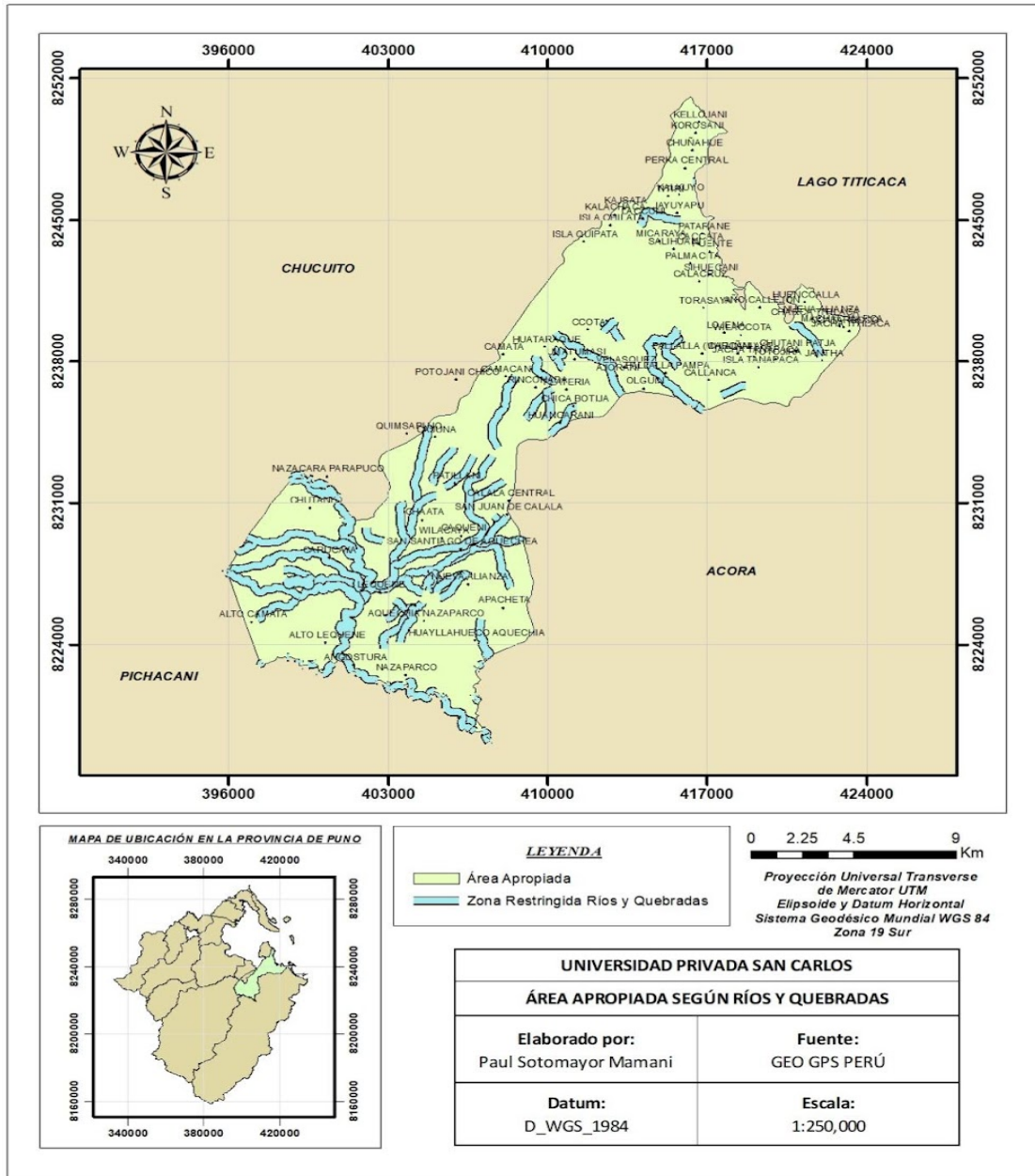


Figura 08: Ráster de los ríos y quebradas del distrito de Platería.

FUENTE: (GEO GPS PERÚ).

En la figura 07 y 08 se nota una presencia considerable de cuerpos de agua superficiales, se tomó en cuenta el límite máximo de distancia para aguas superficiales (> 300 m) recomendado por MINAM (2011). Comparando estos resultados con los de Paredes (2018), que determinó una distancia mínima de 451.8 m; también, Flores y Cubas (2020) determinaron una distancia de 1.99 km de la localidad, siendo estos valores recomendados.

Pendiente

Un relleno sanitario debe estar ubicado en terrenos con una pendiente menor al 12%, por la dificultad de manejar los lixiviados y aguas de escorrentía; con la capa de curvas de nivel se procedió a transformar a un ráster de pendientes, eliminando las áreas con pendiente mayor a 12%.

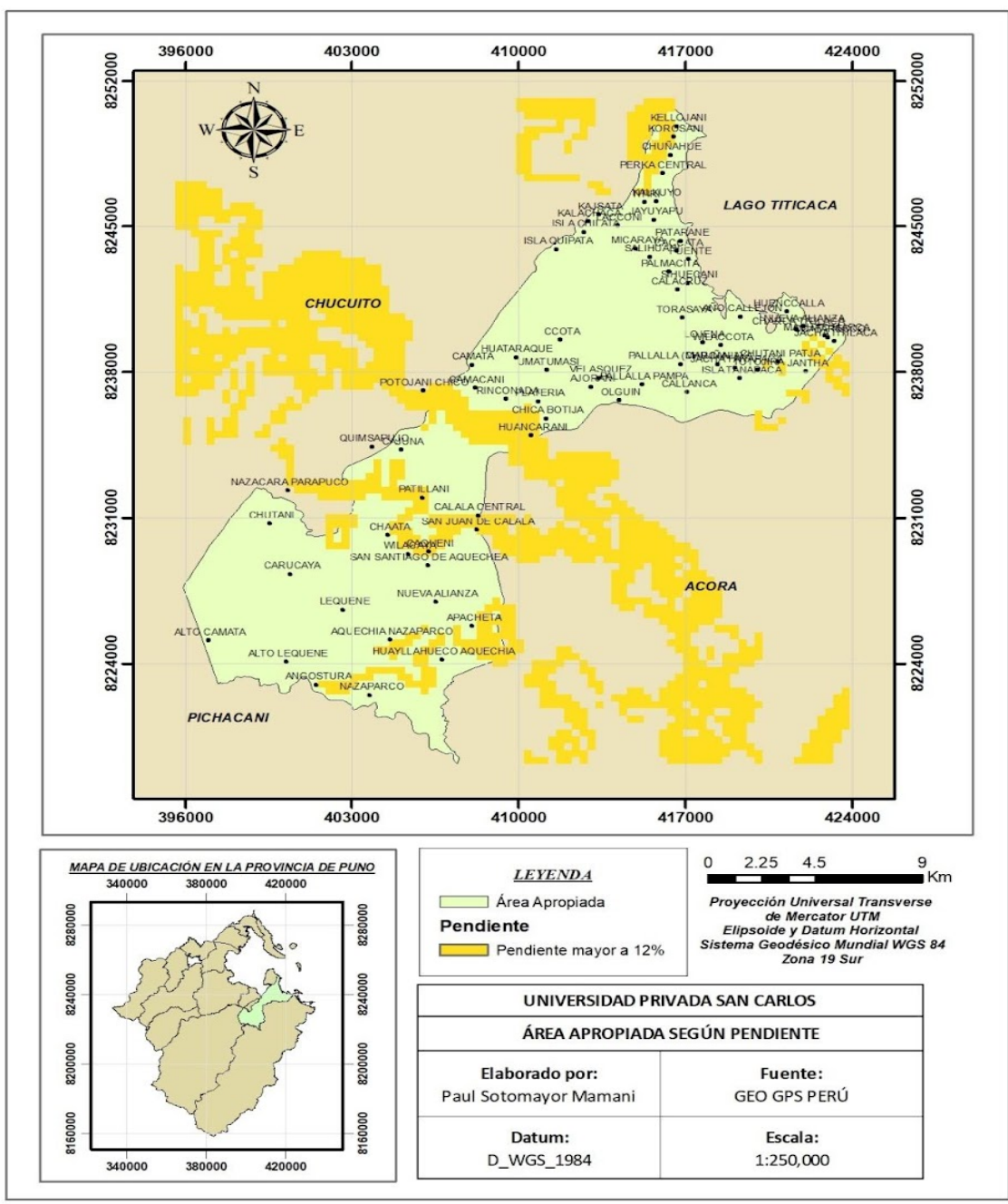


Figura 09: Ráster de pendientes del distrito de Platería.

FUENTE: (GEO GPS PERÚ).

De la figura 09, se evidencia que el distrito cuenta con pendientes poco inclinadas lo que favorece al estudio. Si bien Sánchez y Toapanta (2019) determinaron pendientes que no superan el 5% al igual que Pinedo y Ramos (2014). Sin embargo, una pendiente menor a 12% también está dentro de los rangos adecuados para un relleno sanitario según el MINAM (2011). Estos resultados dan cuenta que el distrito de Platería posee alternativas de áreas aprovechables, en comparación a los resultados de Rivera (2006) y Paredes (2018), que encontraron una topografía demasiado accidentada y que implica mayores costos de inversión.

Geología

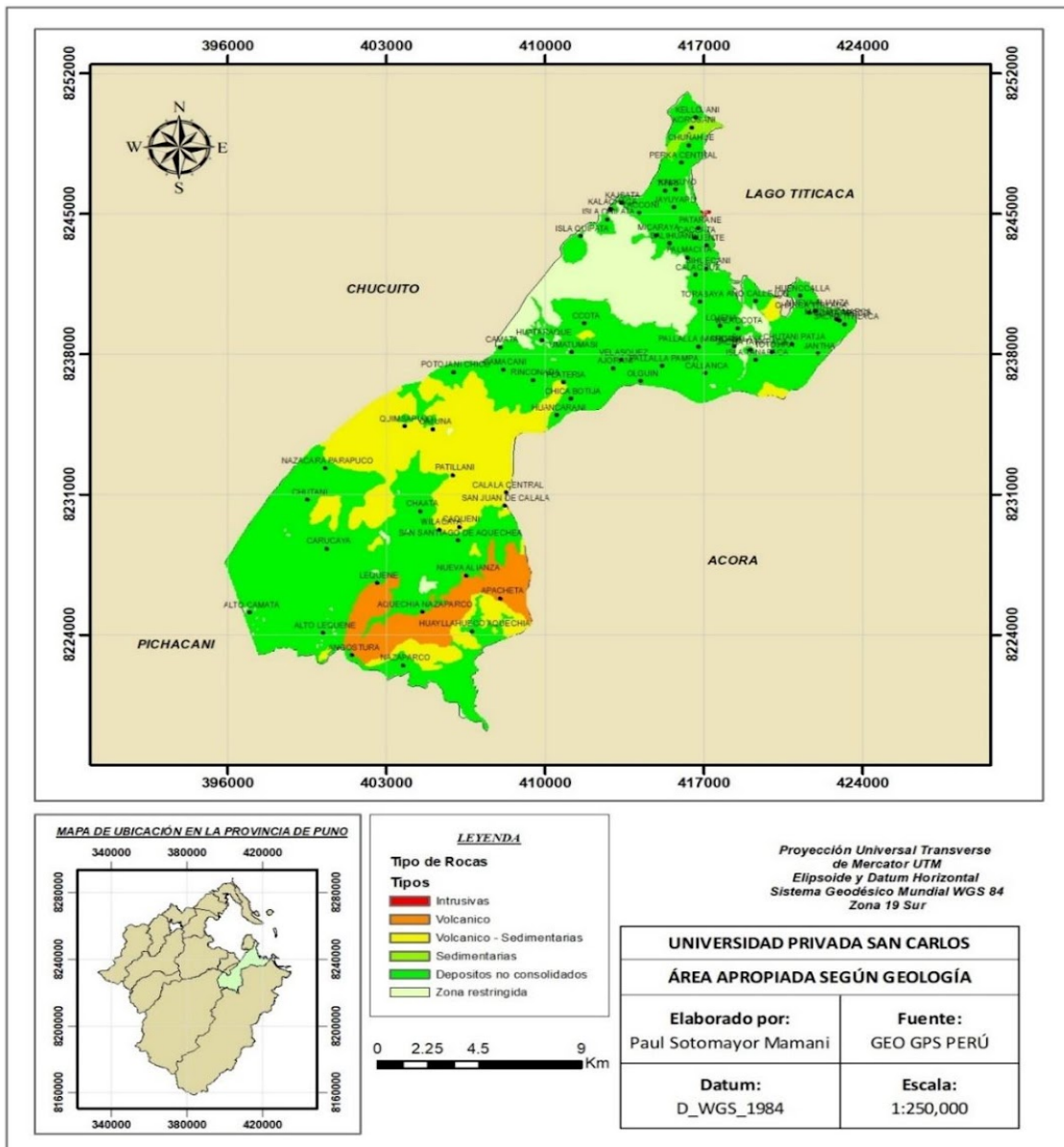


Figura 10: Mapa geológico del distrito de Platería.

FUENTE: (GEOCATMIN)

Los resultados del estudio geológico evidencian la dominancia de suelos que facilitan la excavación, carece la posibilidad de deslizamientos futuros e inundaciones en el distrito, será conveniente ubicar el relleno en una zona con depósitos no consolidados, por la facilidad en el proceso de excavación. Comparando estos resultados con los de Rivera (2006), de similar manera escogió ambientes volcánicos sedimentarios por su resistencia y estabilidad, que son ideales para una construcción ingenieril. Asimismo, el distrito de Platería no presenta fallas geológicas importantes, la más próxima es la de Mañazo-Lagunillas según el INGEMMET; por lo que la actividad sísmica puede ser leve.

Uso de suelo

El criterio del uso actual del suelo es indispensable y se deben superponer las alternativas más convenientes para la ubicación de un relleno sanitario, se descartaron las zonas urbanas, bosques, áreas húmedas continentales y aguas continentales.

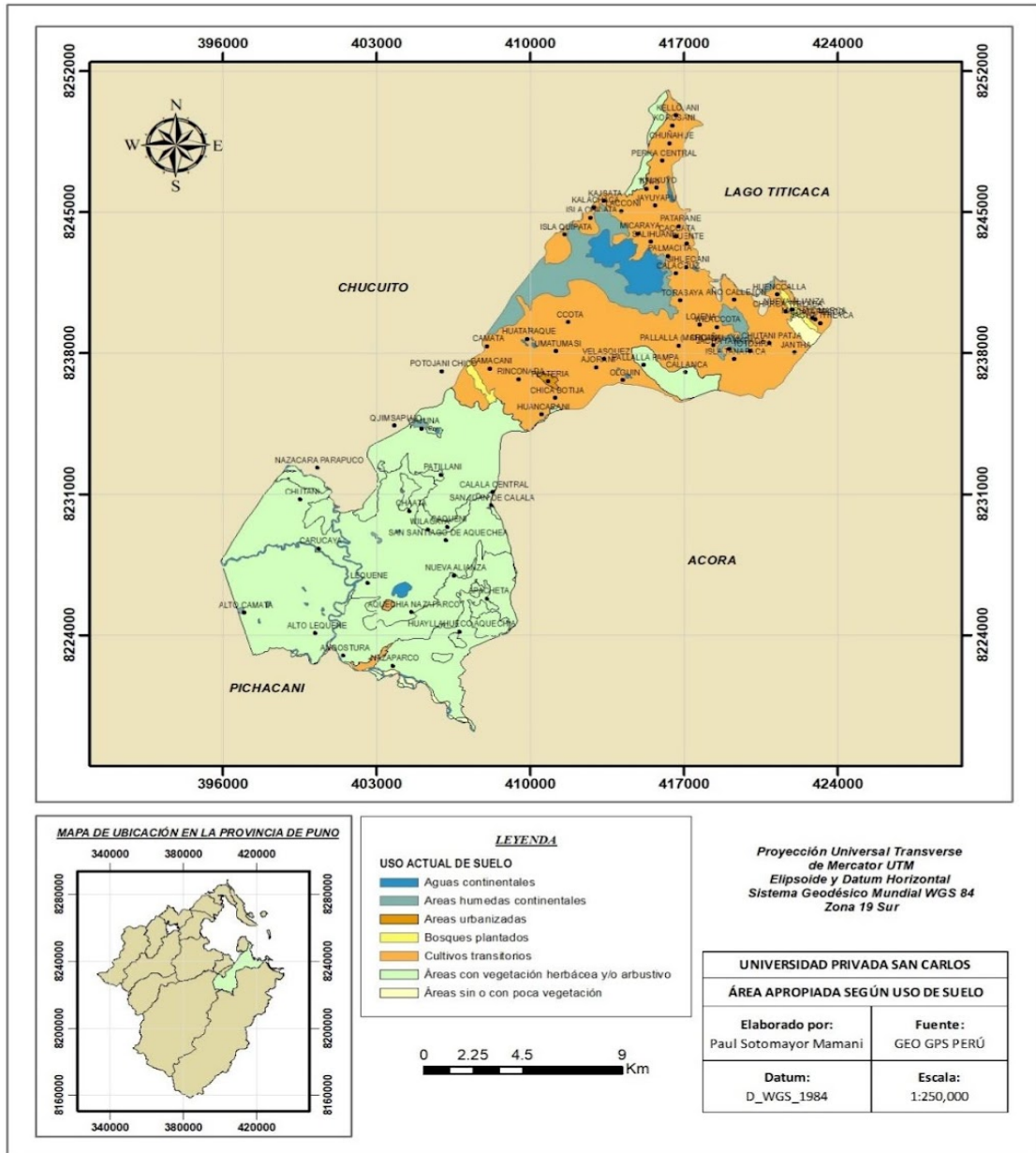


Figura 11: Mapa de uso de suelos del distrito de Platería.

FUENTE: (GEO GPS PERÚ)

De la figura 11, el uso actual del terreno puede representar riesgos tangibles hacia la salud de los habitantes; por lo que, según los resultados se tomó en consideración las zonas sin o con poca vegetación, zonas con vegetación herbácea o arbustiva, y las zonas con cultivos transitorios. Comparando los resultados con los de Paredes (2018), que considero compatible el terreno al estar alejado de la zona de expansión urbana, los resultados son similares por lo que se considera también aceptable.

b) Segunda fase

Con la técnica de Álgebra de Mapas, se sobreponen todos los ráster con el componente ArcMap (centros poblados, hidrología superficial, pendiente, uso de suelo y geología), para descartar las áreas no apropiadas según cada criterio, generando un mapa resultante con las alternativas de ubicación.

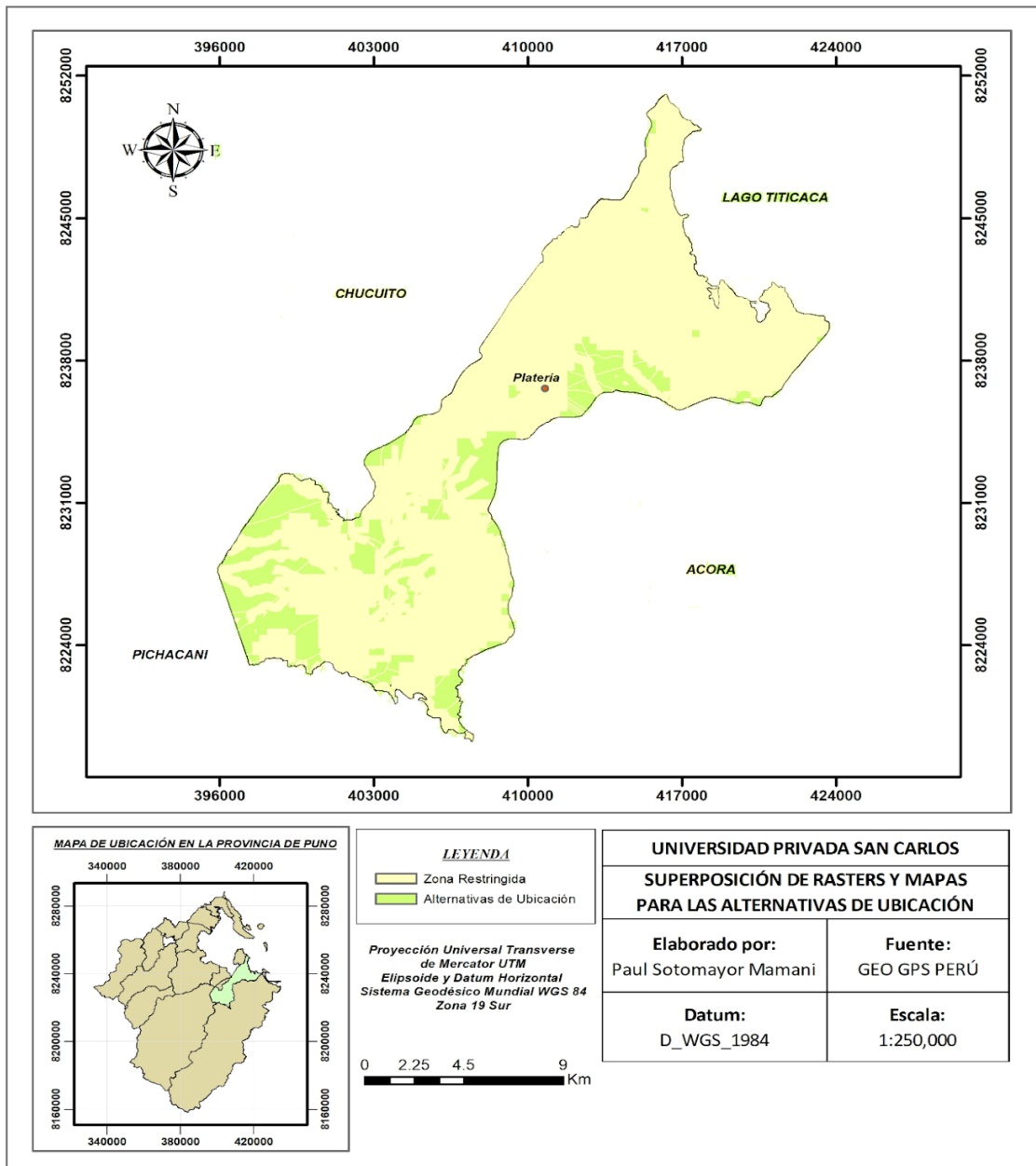


Figura 12: Ráster resultante de las alternativas de ubicación del relleno sanitario.

En la figura 12 se identifican distintas alternativas de áreas apropiadas; sin embargo, los criterios para elegir alternativas de ubicación aún no son suficientes si se considera

factores económicos y de accesibilidad; un factor importante son las condiciones de tránsito de las vías de acceso al relleno sanitario (Ministerio del Ambiente, 2011), así como la distancia al centro de producción.

c) Tercera fase

Finalmente se definió un mapa de orden de elegibilidad para las alternativas de ubicación de área más viables. Para esto se toma en cuenta las vías de acceso a las áreas recomendadas, la distancia a las áreas desde el punto de generación de residuos y el área disponible para la ubicación del relleno sanitario. Es de relevancia aclarar que la definición de las alternativas es subjetiva por el conocimiento de área y la capacidad técnica del evaluador.

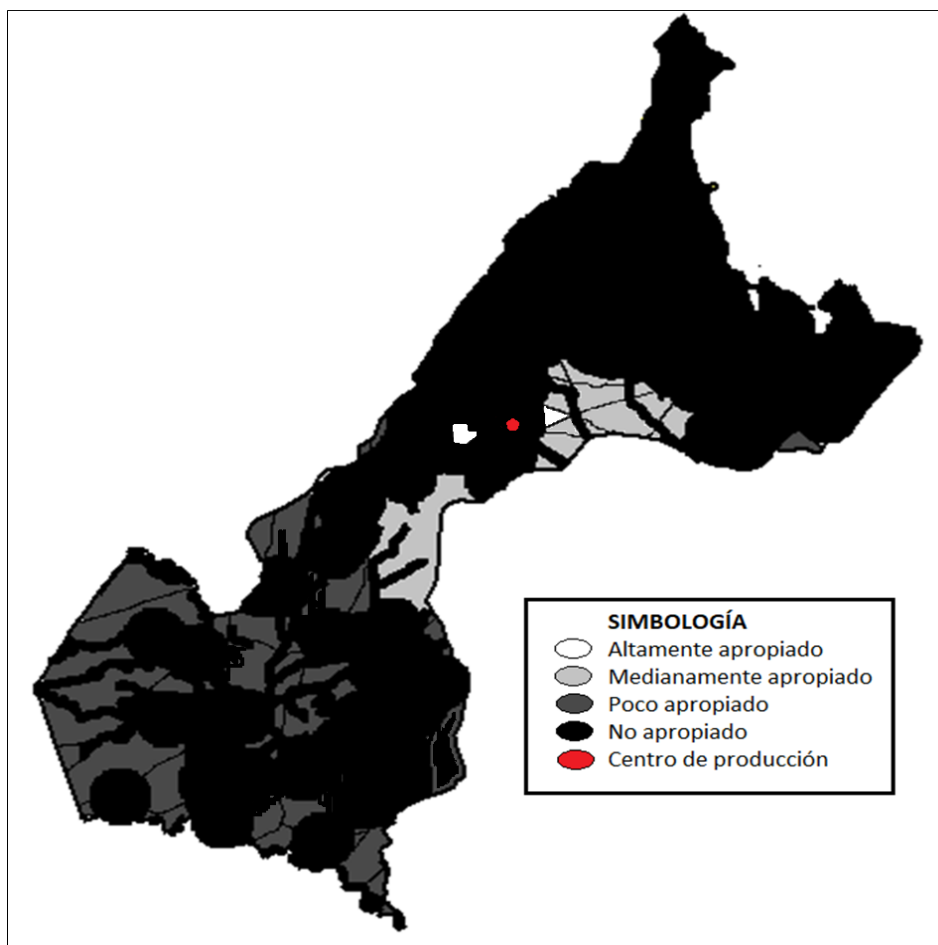


Figura 13: Alternativas de selección de área para el relleno sanitario.

El resultado de las áreas altamente apropiadas mostradas en la figura 13, muestran dos alternativas altamente apropiadas, estas serán A1 y A2, fueron definidas tomando en cuenta la accesibilidad, la distancia mínima al centro de producción y el área prudente para la ubicación del relleno sanitario; además del conocimiento de área del evaluador.

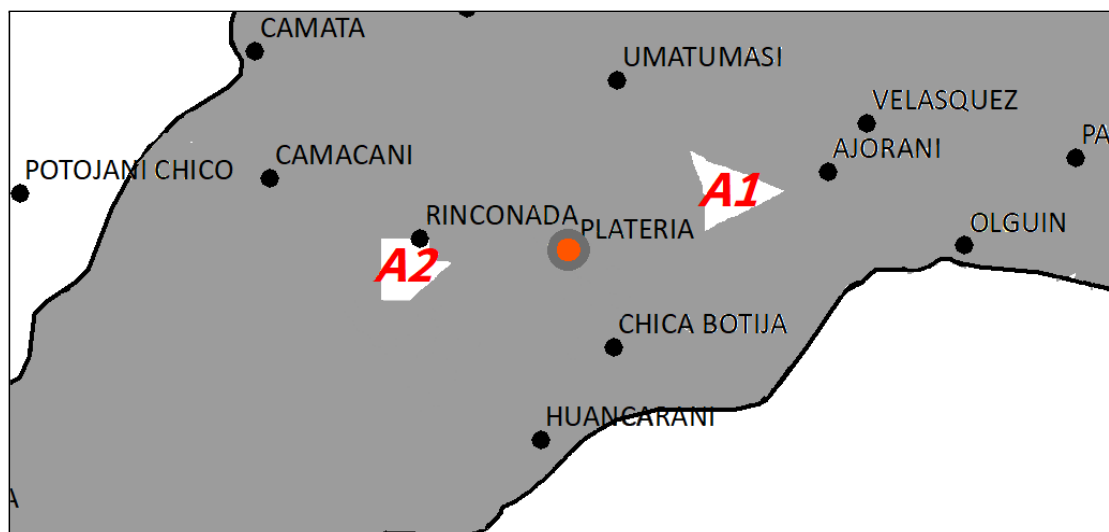


Figura 14: Alternativas de selección de área altamente apropiadas.

De las alternativas identificadas, con la herramienta de cálculo de área del software Google Earth Pro, se obtuvieron las siguientes superficies:

A1 = 0.18 km² o 18 ha

A2 = 0.14 km² o 14 ha

Un factor importante es la distancia del punto de acopio o de producción hasta las áreas idóneas, la herramienta de “regla” del software Google Earth Pro permite determinar la distancia más corta y así reducir los costos de transporte para el municipio.



Figura 15: Vías de acceso a las alternativas de ubicación del relleno sanitario desde el centro de producción.

FUENTE: (Google Earth Pro).

Las distancias fueron:

Distancia desde la Plaza de Platería hacia A1 = 1.64 km

Distancia desde la Plaza de Platería hacia A2 = 1.69 km

Finalmente utilizando la metodología de Collazos (2013), además del uso de las figuras anteriores de las alternativas más viables para la ubicación del relleno sanitario. Se realizó una valoración porcentual de las alternativas A1 y A2 tomando en cuenta las variables y valores de la Tabla 01, obteniendo como resultado la siguiente tabla.

Tabla 05: Evaluación para la selección de área de las alternativas A1 y A2.

Criterios Alternativas									Total Porcentaje
	1	2	3	4	5	6	7	8	
A1	30	18	10	2	6	7	8	4	85

A2	29	14	8	1	6	7	12	4	81
----	----	----	---	---	---	---	----	---	-----------

En conclusión, el orden de elegibilidad es:

Alternativa A1 = 85%

Alternativa A2 = 81%

Por consiguiente, la alternativa A1 es la más adecuada para la ubicación del relleno sanitario de Platería, y los criterios antes evaluados se detallan de la siguiente manera:

Distancia al centro de producción: Al medir la distancia de la ruta más cercana con ayuda del software Google Earth Pro, la alternativa A1 tuvo la distancia más cercana a la Villa de Platería según las vías de acceso.

Accesibilidad al sitio: La vía que encamina a la alternativa A1 permite acceder por una vía asfaltada y una parte de trocha, la ruta a la alternativa A2 en la mayor parte del trayecto está conformada por una trocha carrozable, por lo que se antepone como mejor alternativa a A1.

Área del sitio: Las mediciones obtenidas de las alternativas fueron en km² y en hectáreas, y la preferencia se le da a la alternativa con mayor área, A1 = 0.18 km² o 18 ha y A2 = 0.14 km² o 14 ha.

Uso actual del suelo: Según el mapa de uso de suelo la alternativa A1 y A2 se encuentran en una zona de cultivos transitorios; sin embargo, la alternativa A2 se encuentra más próxima a viviendas y centros poblados.

Pendiente del sitio: Ambas alternativas se encuentran en una zona con pendientes óptimas menores a 12% según el mapa de pendientes elaborado, por lo que la valoración es similar.

Profundidad hasta la roca dura: Según el mapa geológico las alternativas A1 y A2 se encuentran en una zona de sedimentos no consolidados, por lo que se puede interpretar con una profundidad aceptable para ambas alternativas.

Posibilidad de material de cobertura: De preferencia se debe seleccionar un área que esté cerca de lomas para obtener material de cobertura, la alternativa A2 está más predispuesta a este criterio.

Profundidad a tabla de agua: Este criterio tiene una medición dificultosa por lo que se consideró una valoración similar para ambas alternativas, hasta que se desarrolle un estudio de suelos para encontrar la profundidad a la napa freática.

4.2. ESTUDIOS TÉCNICOS

4.2.1. Cálculo de área para el Relleno Sanitario

Según el Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales del Distrito de Platería (2021), la generación per cápita de residuos sólidos municipales es de 0.387 kg/hab/día, con una densidad de 76.13 kg/m³ y densidad de residuos compactados es de 137.03 kg/m³, la población actual es de 491 habitantes y la tasa de crecimiento poblacional es -0.8%; con estos datos y la metodología mencionada se obtuvo la proyección poblacional, el volumen total diario y anual para los años de vida útil del relleno sanitario.

Tabla 06: Proyección poblacional, peso total diario y anual para los años de vida útil del relleno sanitario.

Año	Proyección poblacional (hab)	Peso total diario (kg/día)	Peso total anual (tn/año)
-----	------------------------------------	-------------------------------	------------------------------

2021	491	190.02	69.36
2022	487	188.50	68.80
2023	483	186.99	68.25
2024	479	185.49	67.70
2025	475	184.01	67.16
2026	472	182.54	66.63
2027	468	181.08	66.09
2028	464	179.63	65.56
2029	460	178.19	65.04

También se calcularon los valores necesarios para determinar el área y el volumen del relleno sanitario durante su vida útil.

Tabla 07: Cálculo del área requerida para el relleno sanitario.

Año	% desechable Pta (Tn/año)	Volumen anual compactado (m³/año)	Volumen de material de cobertura (m³/año)	Volumen de relleno sanitario anual (m³)	Área relleno sanitario (m²)
2021	27.74	202.46	30.37	232.82	116.41
2022	27.52	200.84	30.13	230.96	115.48
2023	27.30	199.23	29.88	229.11	114.56
2024	27.08	197.64	29.65	227.28	113.64

2025	26.87	196.05	29.41	225.46	112.73
2026	26.65	194.49	29.17	223.66	111.83
2027	26.44	192.93	28.94	221.87	110.93
2028	26.23	191.39	28.71	220.09	110.05
2029	26.02	189.86	28.48	218.33	109.17
Área Total del Relleno Sanitario					1014.80

Por lo tanto, el área requerida para el relleno sanitario es de 1014.80 m² o 0.10 ha, esta área cubrirá las necesidades del distrito por un total de ocho años de vida útil, considerando una profundidad de celda de dos metros; este es un valor aceptable considerando que Pinedo y Ramos (2014) trabajaron para siete años de vida útil en el relleno del distrito de Moche, La Libertad. El valor de la profundidad puede variar según los estudios de suelos al encontrar el nivel freático, en caso sea un valor cercano a dos metros se deberá considerar ampliar el área del terreno y disminuir la profundidad del relleno sanitario (Morin y Soto, 2017).

4.2.2. Estudio de suelos

Para el estudio de suelos se realizó un ensayo de campo en el área preseleccionada (alternativa A1) con coordenadas: Latitud 15°56'39.48"S y Longitud 69°49'15.40"O, para determinar el coeficiente de permeabilidad del suelo (k); utilizando la ecuación propuesta por la FAO; a su vez identificar el tipo de suelo y la clase de permeabilidad según los valores resultantes.



Figura 16: Estudio de permeabilidad del suelo en el área de estudio.

Los datos obtenidos se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 08: Resultados de las pruebas de permeabilidad del suelo.

h (profundidad)	t (tiempo)
4.2 cm	600 s
4 cm	600 s
3.8 cm	600 s

Donde la profundidad promedio es 4 cm, para la determinación del coeficiente de permeabilidad del suelo la FAO propone la siguiente ecuación:

$$k = \left(\frac{D}{2}\right) * \ln\left(\frac{h1}{h2}\right) / 2(t2 - t1)$$

Reemplazando los valores se tiene:

$$k = \left(\frac{10.14 \text{ cm}}{2}\right) * \ln\left(\frac{70 \text{ cm}}{66 \text{ cm}}\right) / 2(600s)$$

$$k = (5,07 \text{ cm}) * 0,058 / 1200 \text{ s}$$

$$k = 0,00025 \text{ cm/s}$$

$$k = 2,5 \times 10^{-4} \text{ cm/s} \text{ o } 2,5 \times 10^{-6} \text{ m/s}$$

$$k = 0,9 \text{ cm/hora}$$

Según la tabla de permeabilidad de la FAO (Tabla 08), el valor del coeficiente de permeabilidad 0,9 cm/hora, hallado indica que el suelo de la alternativa A1 para el relleno sanitario, tiene una permeabilidad moderadamente lenta.

Tabla 09: Resultado del índice de permeabilidad cm/hora.

Clases de permeabilidad de los suelos	Índice de permeabilidad cm/hora
Muy lenta	menor de 0.13
Lenta	0.13 - 0.3
Moderadamente lenta	0.5 - 2.0
Moderada	2.0 - 6.3
Moderadamente rápida	6.3 - 12.7
Rápida	12.7 - 25
Muy rápida	mayor de 25

FUENTE: (Permeabilidad del suelo, FAO)

Según la escala logarítmica propuesta por Jaramillo (2002), el valor del coeficiente de permeabilidad para $2,5 \times 10^{-4}$ m/s, clasifica al suelo de la alternativa A1, con un drenaje malo, para el uso en un relleno sanitario como única capa de infiltración es pésimo dado que aún es permeable. Finalmente, el tipo de suelo cuenta con arena muy fina, con una mezcla de suelos orgánicos e inorgánicos, mezcla de limo-arenoso y arcilla; como indica la figura 17.

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

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

Figura 17: Resultado del coeficiente de permeabilidad del suelo.

Comparando el resultado con el de Rivera (2006), que encontró un valor similar de 6.2×10^{-4} cm/s el cual tampoco cumple la capacidad de utilizarse como impermeabilizante, ya que el valor mínimo considerado es de 10^{-7} cm/s; se deberá optar por un tipo de geomembrana que garantice la impermeabilidad del relleno sanitario. Huaccoto y Huarachi (2020) recomiendan una de tipo LLDPE (polietileno de baja densidad lineal) de 2 mm en toda el área de las trincheras del relleno sanitario.

4.2.3. Estudio meteorológico

Los datos de precipitación pluvial, temperatura, dirección y velocidad del viento fueron obtenidos de las estaciones del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) más cercanas al área de estudio, las cuales se detallan a continuación.

Tabla 10: Datos de la estación meteorológica "Rincón de La Cruz".

Estación meteorológica: "RINCÓN DE LA CRUZ"	
Ubicación: Puno, Puno, Acora	Latitud: 15°59'24.6" S
Longitud: 69°37'33.3" W	Altitud: 3850 msnm

Tipo: Convencional - Meteorológica **Código:** 115052

FUENTE: (SENAMHI, 2021).

Tabla 11: Datos de la estación meteorológica "Ilave".

Estación meteorológica: "ILAVE"

Ubicación: Puno, El Collao, Ilave **Latitud:** 16°5'17.7" S

Longitud: 69°48'34.6" W **Altitud:** 3887 msnm

Tipo: Automática - Meteorológica **Código:** 472E112A

FUENTE: (SENAMHI, 2021).

Tabla 12: Datos de la estación meteorológica "Puno".

Estación meteorológica: "PUNO"

Ubicación: Puno, Puno, Puno **Latitud:** 15°49'34.5" S

Longitud: 70°0'43.5" W **Altitud:** 3812 msnm

Tipo: Automática - Meteorológica **Código:** 472DD33A

FUENTE: (SENAMHI, 2021).

4.2.3.1. Precipitación Pluvial

Los datos recopilados de la estación "Rincón de la Cruz", fueron para un periodo de cinco años (2017 - 2021) obteniendo la precipitación pluvial (mm/día). Realizando un promedio mensual y anual (Anexo 07), se obtuvieron los siguientes datos:

Tabla 13: Precipitación pluvial en la estación meteorológica "Rincón de la Cruz".

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
5.97	5.01	3.44	1.45	0.42	0.19	0.55	0.04	1.50	2.64	0.56	4.67

FUENTE: (SENAMHI, 2021).

La desviación estándar promedio fue de 0.82.

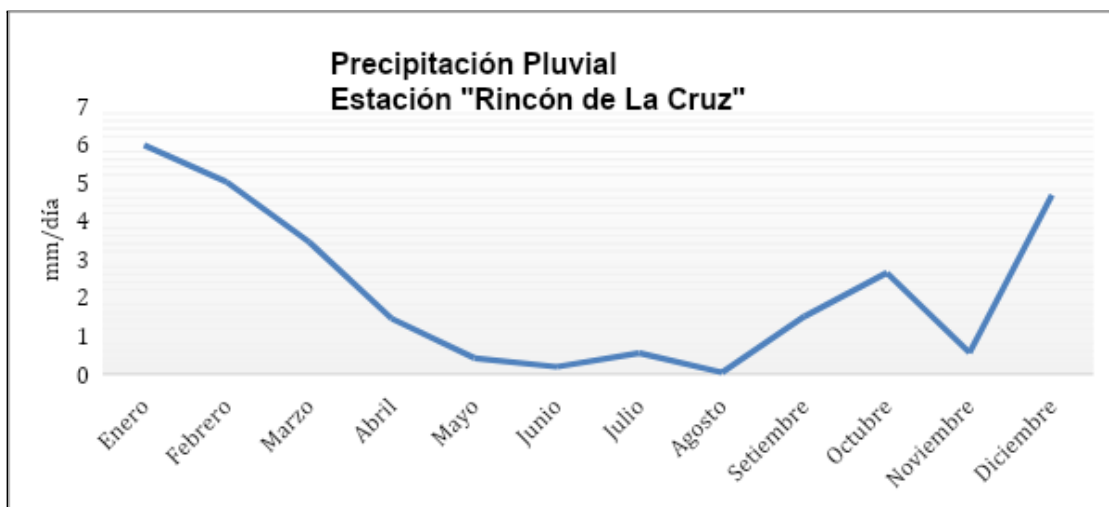


Figura 18: Precipitación pluvial en la estación meteorológica “Rincón de la Cruz”.

FUENTE: (SENAMHI, 2021).

Los datos recopilados de la estación “llave”, fueron para un periodo de cinco años (2017 - 2021) de la precipitación pluvial (mm/día). Realizando un promedio mensual y anual (Anexo 07), se obtuvieron los siguientes datos:

Tabla 14: Precipitación pluvial en la estación meteorológica “llave”.

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
4.63	4.25	2.43	1.18	0.57	0.17	0.26	0.02	0.63	1.05	0.97	3.03

FUENTE: (SENAMHI, 2021).

La desviación estándar promedio fue de 0.96.

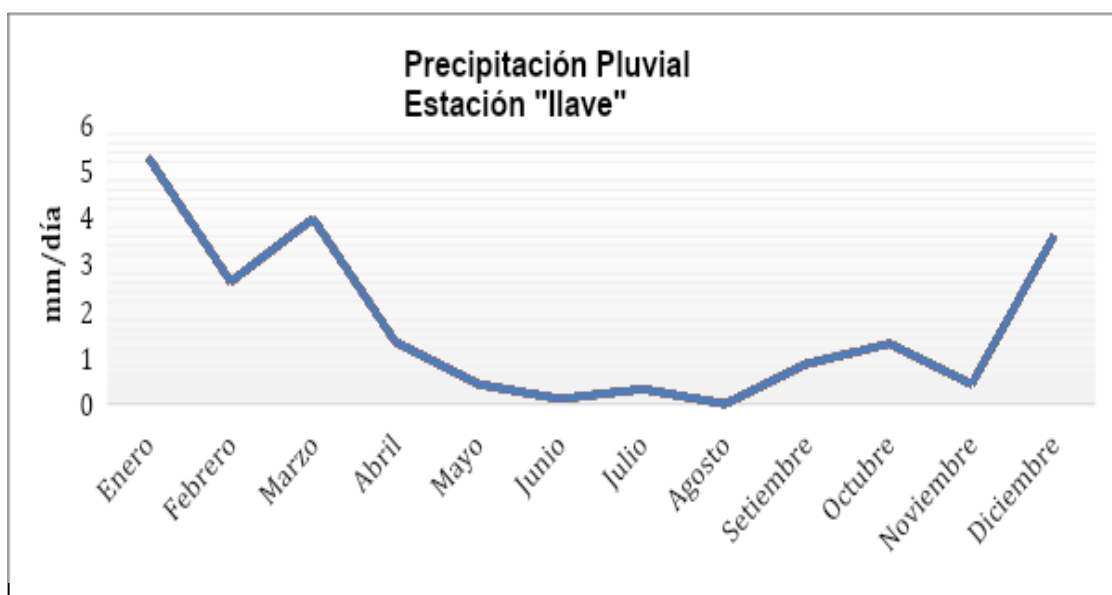


Figura 19: Precipitación pluvial en la estación meteorológica "llave".

FUENTE: (SENAMHI, 2021).

Los datos recopilados de la estación "Puno", fueron para un periodo de cinco años (2017 - 2021) de la precipitación pluvial (mm/día). Realizando un promedio mensual y anual (Anexo 07), se obtuvieron los siguientes datos:

Tabla 15: Precipitación pluvial en la estación meteorológica "Puno".

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
5.29	2.62	3.98	1.33	0.43	0.11	0.33	0	0.87	1.30	0.42	3.62

FUENTE: (SENAMHI, 2021).

La desviación estándar promedio fue de 0.8.

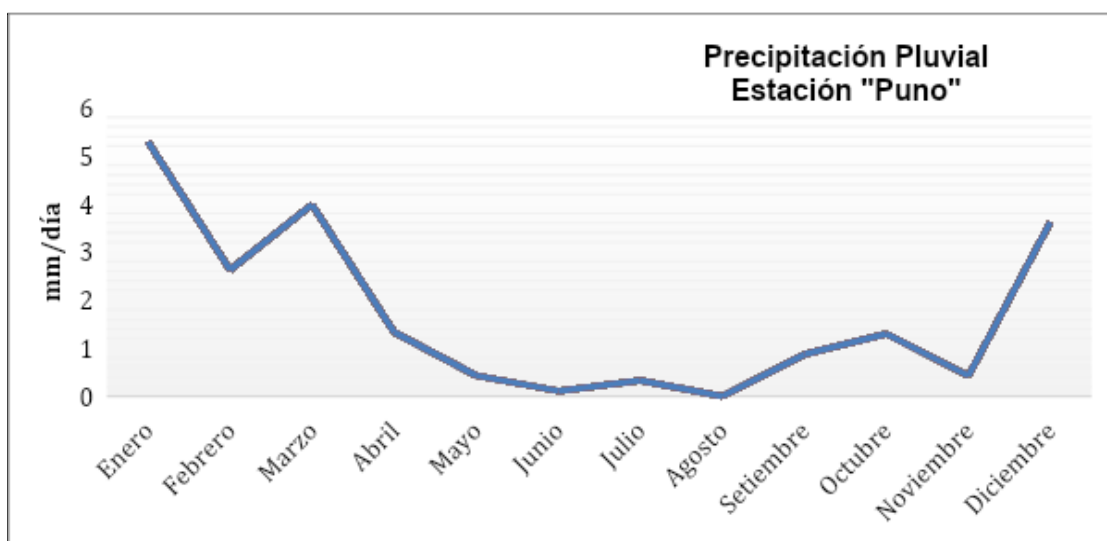


Figura 20: Precipitación pluvial en la estación meteorológica "Puno".

FUENTE: (SENAMHI, 2021).

La comparativa de los datos procesados de la estación "Ilave", "Puno" y "Rincón de la Cruz", de la precipitación pluvial (mm/día) para un periodo de cinco años (2017 - 2021) se resume en la gráfica siguiente.

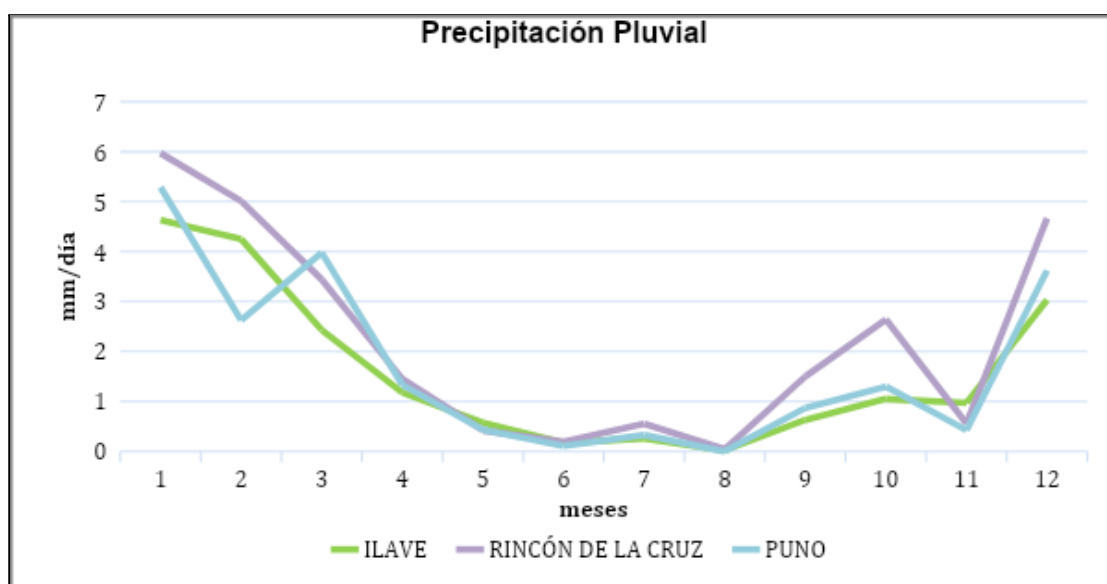


Figura 21: Comparativa de la precipitación pluvial de las estaciones meteorológicas.

FUENTE: (SENAMHI, 2021).

Notándose que, en los meses de mayo, junio, julio y agosto son los de menor índice de precipitación pluvial, siendo su máximo valor 0.55 mm/día; y los meses de diciembre,

enero, febrero y marzo son los de mayor índice de precipitación llegando a un promedio máximo de 5.97 mm/día en el mes de enero. Navarrete (2016), en su estudio meteorológico de precipitación pluvial determinó que los meses que más llueven llegan a 17 mm considerando este como un valor óptimo para el relleno sanitario; por lo que se puede considerar a los resultados obtenidos en el estudio como valores ideales para el relleno sanitario de Platería.

4.2.3.2. Temperatura

Los datos recopilados de la estación “Rincón de la Cruz”, fueron para un periodo de cinco años (2017 - 2021) obteniendo la temperatura (°C) media diaria. Realizando un promedio mensual y anual (Anexo 07), se obtuvieron los siguientes datos:

Tabla 16: Temperatura en la estación meteorológica “Rincón de la Cruz”.

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
10.1	10.3	10	9.47	7.79	6.72	6.54	7.46	8.71	9.75	11.07	10.8

FUENTE: (SENAMHI, 2021).

La desviación estándar promedio fue de 0.68.

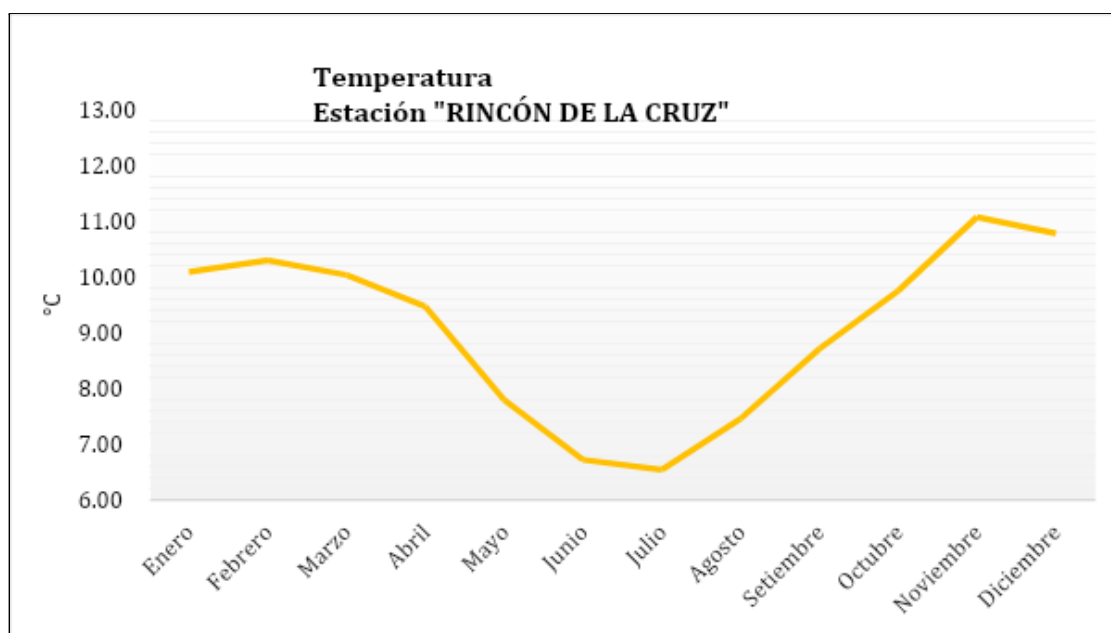


Figura 22: Temperatura en la estación meteorológica “Rincón de la Cruz”.

FUENTE: (SENAMHI, 2021).

Los datos recopilados de la estación “Ilave”, fueron para un periodo de cinco años (2017 - 2021) obteniendo la temperatura (°C) media diaria, realizando un promedio mensual y anual (Anexo 07), se obtuvieron los siguientes datos:

Tabla 17: Temperatura en la estación meteorológica “Ilave”.

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
10.1	10	9.83	9.10	7.73	6.85	6.08	8.02	8.62	10.4	11.4	10.8

FUENTE: (SENAMHI, 2021).

La desviación estándar promedio fue de 0.51.

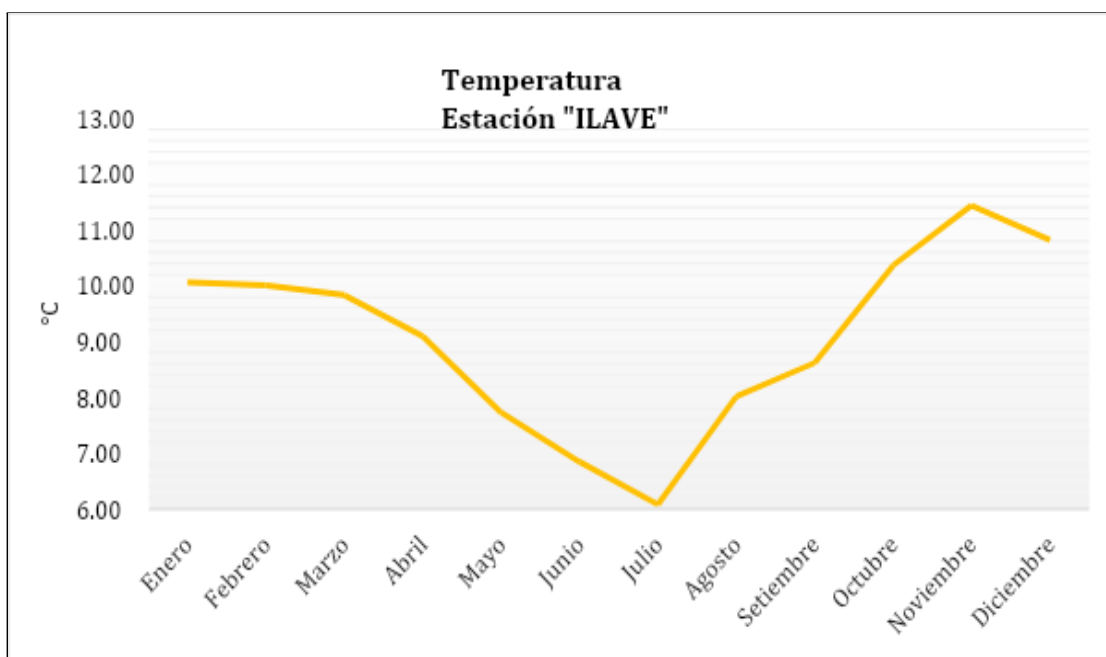


Figura 23: Temperatura en la estación meteorológica “Ilave”.

FUENTE: (SENAMHI, 2021).

Los datos recopilados de la estación “Puno”, fueron para un periodo de cinco años (2017 - 2021) obteniendo la temperatura (°C) media diaria. Realizando un promedio mensual y anual (Anexo 07), se obtuvieron los siguientes datos:

Tabla 18: Temperatura en la estación meteorológica “Puno”.

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
10.2	10.6	10.2	9.94	8.87	7.93	7.66	8.67	9.73	11.5	12.2	11.6

FUENTE: (SENAMHI, 2021).

La desviación estándar promedio fue de 0.74.

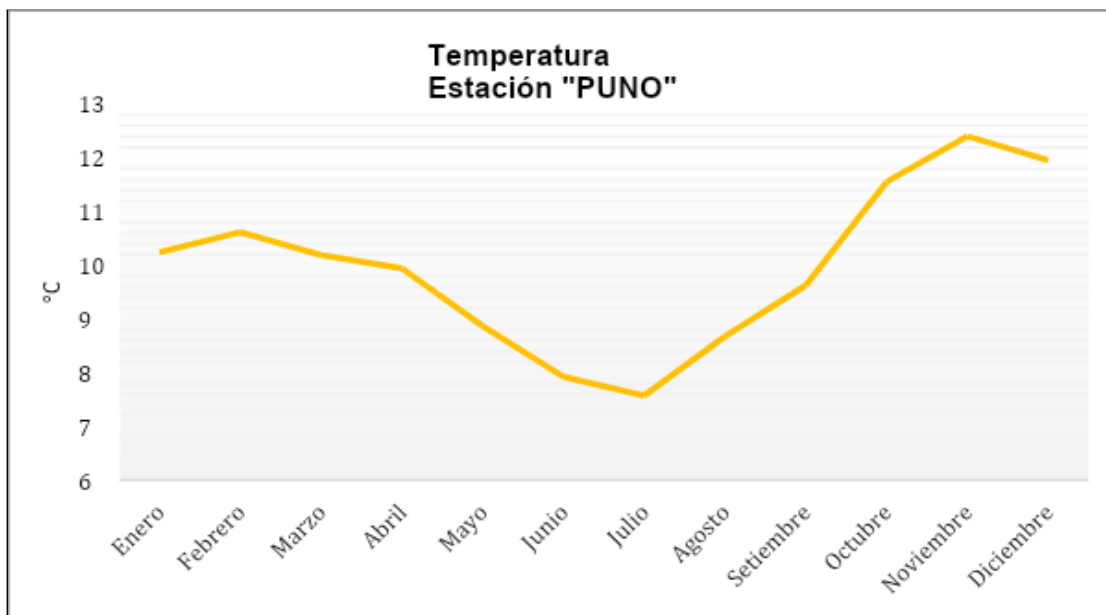


Figura 24: Temperatura en la estación meteorológica “Puno”.

FUENTE: (SENAMHI, 2021).

La comparativa de los datos procesados de la estación “Ilave”, “Puno” y “Rincón de la Cruz”, para un periodo de cinco años (2017 - 2021) de la temperatura (°C), se resume en la siguiente gráfica.

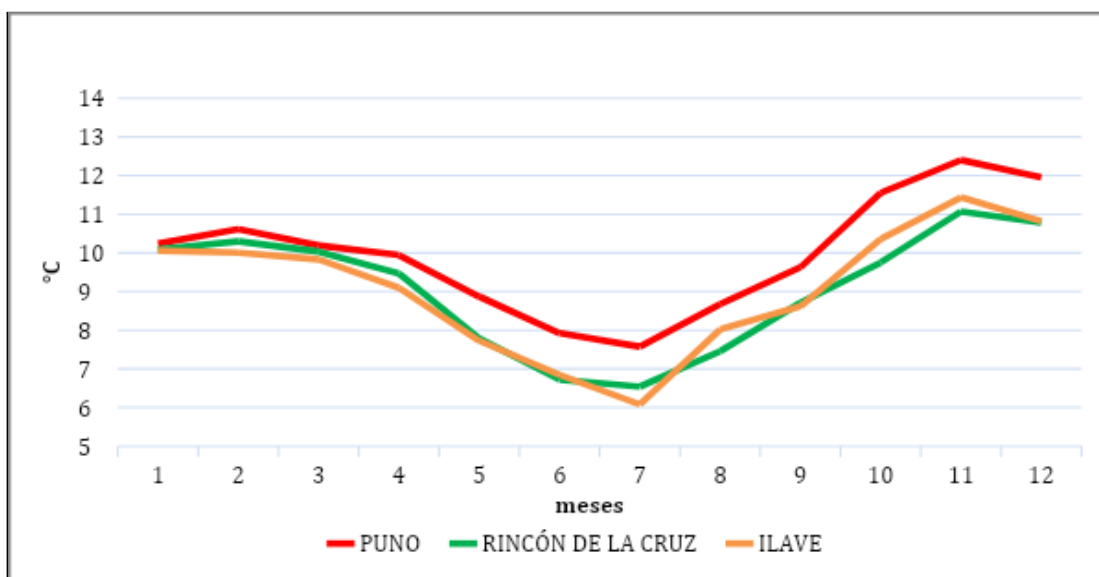


Figura 25: Comparativa de la temperatura en las estaciones meteorológicas.

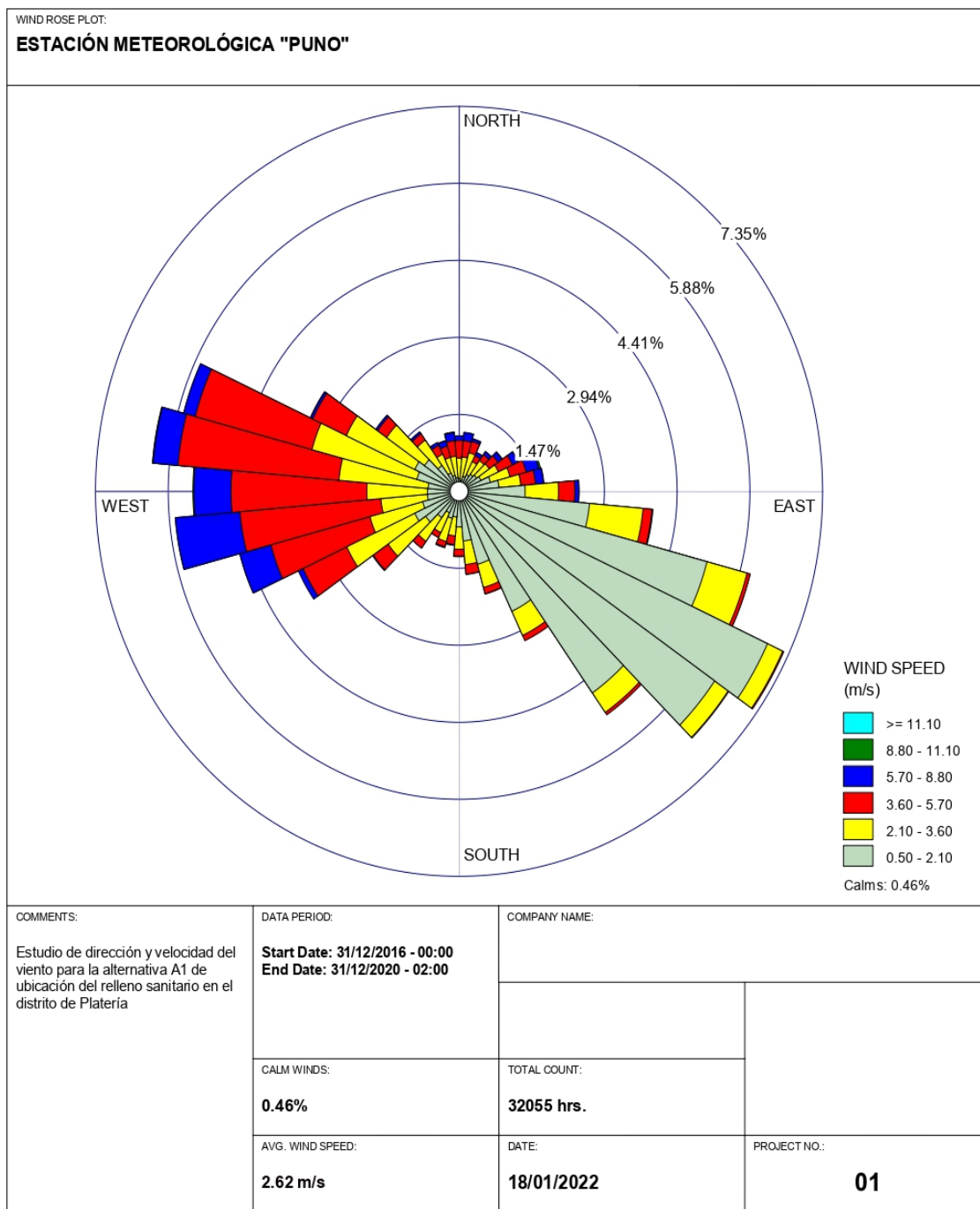
FUENTE: (SENAMHI, 2021).

Notándose que, los meses de junio y julio son los que registran los niveles más bajos de temperatura, llegando hasta 6°C en promedio diario en el mes de Julio, los valores más altos se registran en los meses de noviembre y diciembre llegando hasta 12.40 °C como promedio diario en el mes de noviembre. Comparando estos valores con los que obtuvo Navarrete (2016) que son temperaturas variantes entre 15°C y 35°C, las cuales son consideradas buenas al favorecer la descomposición orgánica, trayendo consigo la presencia vectores transmisores de enfermedades, estas temperaturas solo se podrían aprovechar en el caso de implementarse una planta de compostaje.

4.2.3.3. Rosa de vientos

Para el estudio de dirección y velocidad del viento solo se consideró a la estación más cercana a la alternativa de ubicación seleccionada, la estación más cercana es “Rincón de la Cruz” ubicada en el distrito de Acora; sin embargo, esta estación no cuenta con datos de dirección y velocidad del viento. Por lo que se eligió la estación “Puno” ubicada en el distrito de Puno con una altitud similar al sitio de estudio, los datos utilizados fueron desde el 2017 al 2020 haciendo un total de 32544 registros de velocidad y dirección de

viento, los mismos que fueron procesados en el software WRPLOT View, generando una rosa de vientos para una mejor interpretación.



WRPLOT View - Lakes Environmental Software

Figura 26: Rosa de vientos de la estación meteorológica “Puno” (2017-2020).

FUENTE: (SENAMHI).

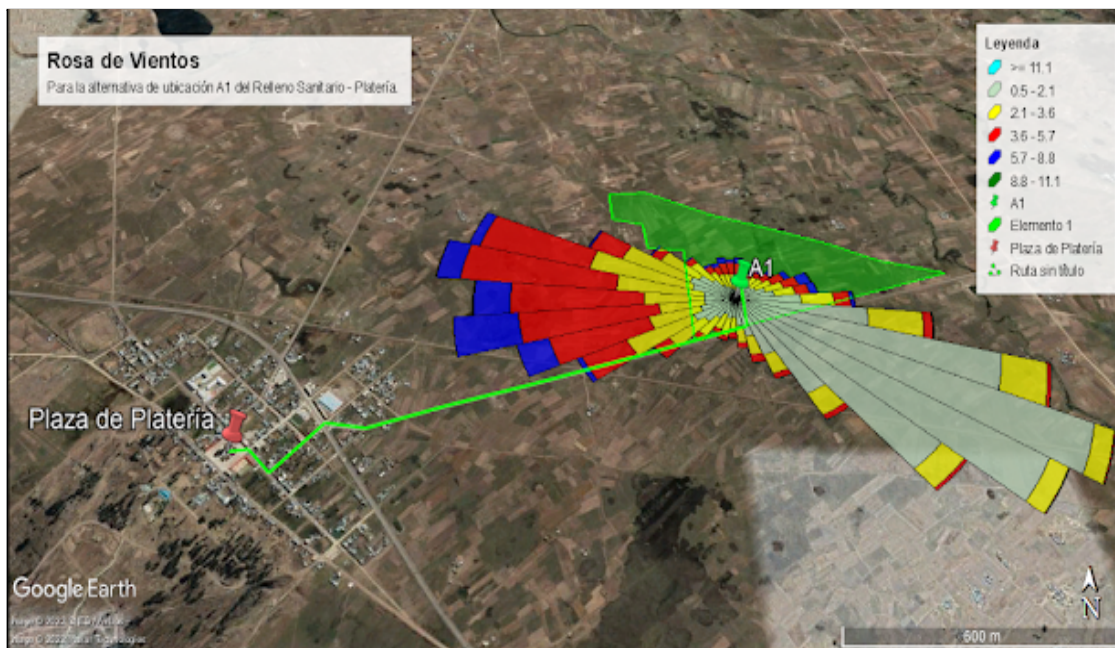


Figura 27: Rosa de vientos en el área de ubicación del Relleno Sanitario.

FUENTE: (Google Earth Pro).

En la Figura 27 se puede notar la predominancia de la dirección del viento (sotavento), donde aproximadamente el 40% de los registros se dirigen al suroeste (Distrito de Acora) a velocidades entre 0.5 y 3.6 m/s, otro 40% se dirige al oeste (zona urbana de Platería) a velocidades mayores que las anteriores, entre 2.1 y 8.8 m/s; finalmente el 20% está disperso en las demás direcciones. Comparando estos resultados con los de Morales y Rodríguez (2016), encontraron que los vientos predominantes soplan en sentido contrario al urbanismo y centros poblados, para evitar malos olores. Cabe mencionar que las velocidades registradas son en su mayoría elevadas por lo que podría favorecer a la dispersión de los malos olores producidos por el relleno sanitario de Platería.

4.2.4. Estudio de aprobación social

De los pobladores encuestados, su totalidad afirma residir en el sector hace más de quince años; de acuerdo a las preguntas planteadas para el proyecto solo un 11% saben o tienen un leve conocimiento del concepto de relleno sanitario.

Tabla 19: ¿Conoce que es un relleno sanitario?

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Si	1	11%
No	8	89%
Total	9	100%

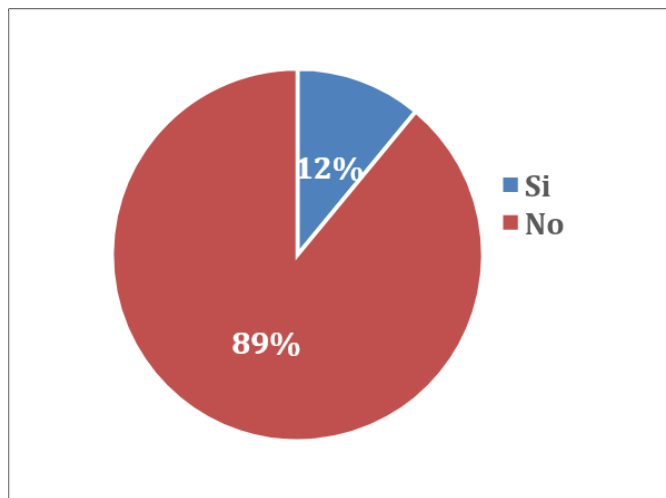


Figura 28: ¿Conoce que es un relleno sanitario?

Para la pregunta sobre el lugar a donde van los residuos sólidos en la comunidad y el distrito, el 67% tienen conocimiento del lugar donde se disponen sus residuos.

Tabla 20: ¿Sabe a dónde van los residuos sólidos en su comunidad y distrito?

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Si	6	67%
No	3	33%
Total	9	100%

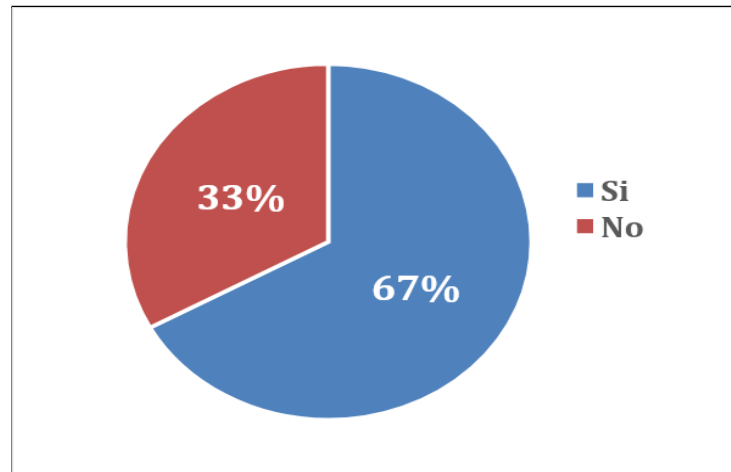


Figura 29: ¿Sabe a dónde van los residuos sólidos en su comunidad y distrito?

Para la pregunta sobre si está de acuerdo con la construcción de un relleno sanitario en su distrito, después de haber explicado el concepto del mismo, el 89% de encuestados están de acuerdo con su construcción.

Tabla 21: ¿Está de acuerdo con su construcción?

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Si	8	89%
No	1	11%
Total	9	100%

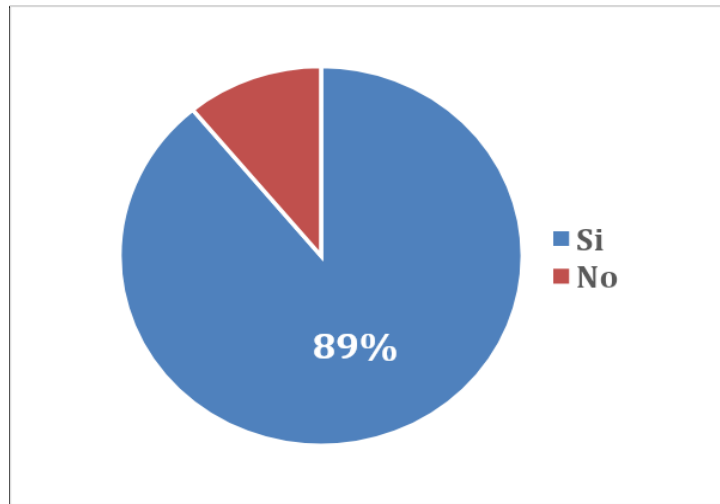


Figura 30: ¿Está de acuerdo con su construcción?

Para la pregunta con alternativas múltiples de si considera que al vivir cerca del relleno sanitario lo deja afectado, el 56% considera que el relleno sanitario los deja poco afectados.

Tabla 22: Considera que vivir cerca del relleno sanitario lo deja.

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Muy afectado	1	11%
Afectado	2	22%
Poco afectado	5	56%
Nada afectado	1	11%
Total	9	100%

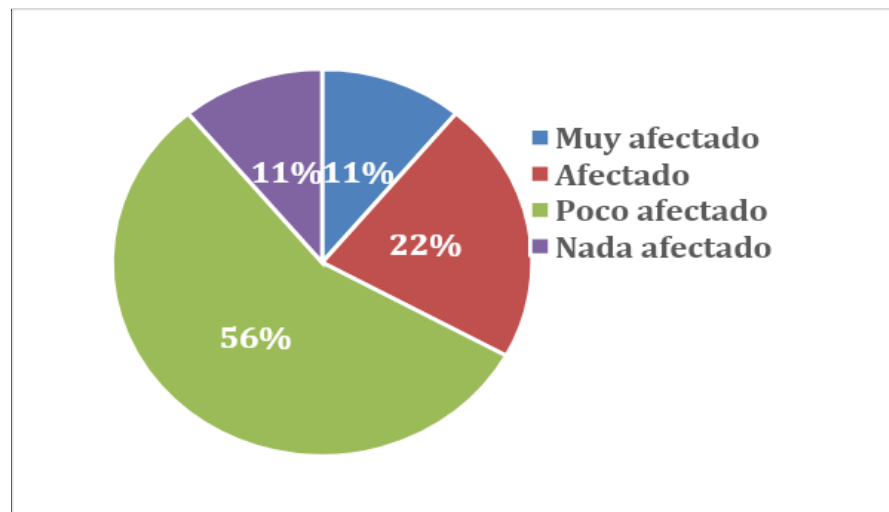


Figura 31: Considera que vivir cerca del relleno sanitario lo deja.

Sobre la pregunta de en qué aspecto lo deja afectado, el 56% respondió que el relleno sanitario podría afectar su salud y la de su familia, un 22% en lo económico y otro 22% en ambos aspectos.

Tabla 23: ¿En qué aspecto lo deja afectado?

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Económico	2	22%
Salud	5	56%
Ambas	2	22%
Otro	0	0%
Total	9	100%

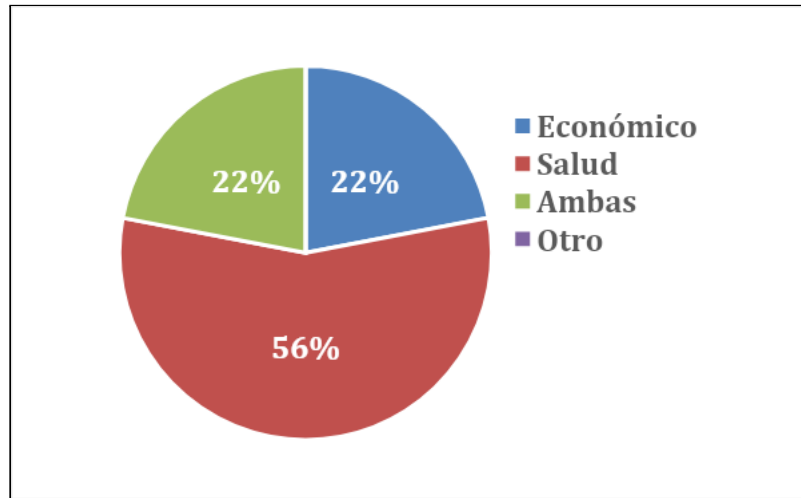


Figura 32: ¿En qué aspecto lo deja afectado?

Para la pregunta sobre si se considera afectado con la ubicación del relleno sanitario, la solución al problema sería; un 78% contestó que se debería reubicar, el 11% optaría por el cierre del relleno y un 11% por una brigada de salud.

Tabla 24: Si se considera afectado, la solución al problema sería.

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
La reubicación	7	78%
Cierre del relleno	1	11%
Traslado de la comunidad	0	0%
Brigada de salud	1	11%
Total	9	100%

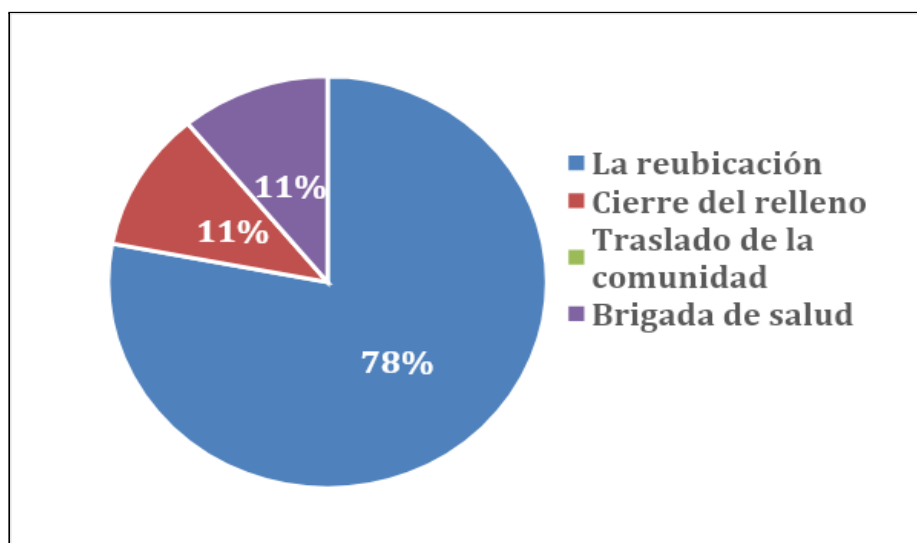


Figura 33: Si se considera afectado, la solución al problema sería.

Con este estudio de aprobación social se pudo determinar la viabilidad social del proyecto, siempre y cuando no se afecten las actividades económicas, el bienestar y la salud de los habitantes cercanos al área seleccionada para el relleno sanitario; cabe resaltar el desconocimiento de este tipo infraestructura sanitaria; sin embargo, al conocer su utilidad y el tratamiento de los residuos municipales que realiza, la mayoría de los habitantes está de acuerdo con su construcción.

4.3. EVALUACIÓN DE LA ALTERNATIVA DE UBICACIÓN DEL RELLENO SANITARIO

Tomando en consideración los estudios técnicos enfocados en la alternativa de ubicación preseleccionada (Alternativa 1), se realizó una evaluación final con la tabla de puntajes máximos por parámetros de evaluación propuesta por el MINAM (2011), así se determinó un puntaje total para asignarle una calificación a la alternativa seleccionada como ubicación del relleno sanitario.

Tabla 25: Puntaje máximo ponderado por parámetro de evaluación para la alternativa A1.

Ítem	Parámetro	Valores límite o de referencia y Puntaje	Puntaje máximo	Impor tancia	Puntaje máximo	Puntaje Máximo
------	-----------	--	----------------	--------------	----------------	----------------

			o	del	o	del
				indica	ponder	Compo
				dor	ado	nente
1.1	Distancia a la población más cercana (m)	> 1000 (1) < 1000 (-1)	1	5	5	5
1.2	Distancia a granjas crianza de animales (m)	> 1000 (1), < 1000 (-1)	1	5	5	5
1.3	Distancia a aeropuertos o pista de aterrizaje (m)	> 3.0 (1), < 3.0 (-1)	1	2	2	2
1.4	Distancia a fuentes de aguas superficiales (m)	> 300 m quebrada seca una parte del año (2), >300 m de río principal (1), < 300 m de río principal (-2) <de 300 m de quebrada seca una parte del año (-1)	2	2	4	4

1.5	Distancia con respecto a la Ciudad o villa (km)	> 16 km (1), entre 1 y 16 km (2)	2	2	4	4
1.6	Accesibilidad al área (Distancia a vía de acceso principal km)	Acceso en buen estado (2) Acceso en Mal estado (1), sin acceso (-2)	2	2	4	4
1.7	Uso actual del suelo y del área de influencia	Cultivo en Limpio (1) Cultivo seco (2), pastos cultivados (3), Pastos naturales (4), forestal de sierra (5) Eriazo (6)	6	5	30	15
1.8	Compatibilidad con la capacidad de uso mayor del suelo y planes de desarrollo Urbano	Uso compatible (1) uso no compatible (-1)	1	5	5	5
1.9	Propiedad del terreno	saneado (1) no saneado (-1)	1	10	10	-10

1.10	Vida útil del proyecto en función del área del terreno	> 5 años (2) < 5 años (-2)	2	5	10	10
1.11	Topografía pendiente promedio del terreno (%)	Plano a ligeramente inclinado 0 - 7% (4), Inclinado 7-12% (3), empinado 12-25% (2), muy empinado >25% (1)	4	2	8	8
1.12	Cuenta con barrera sanitaria natural	Presenta Barrera sanitaria natural (2) Presencia de barrera sanitaria parcial (1) sin barrera sanitaria natural (-2)	2	2	4	-4
1.13	Posibilidad del material de cobertura	Material de cobertura adecuado para operación total del proyecto (2), material de cobertura parcialmente adecuado (1), sin	2	5	10	5

		material de cobertura (-2)				
1.14	Profundidad de la napa freática (m)	Profundidad < 10 metros (-1), Profundidad > 10 m (1)	1	5	5	-5
1.15	Permeabilidad de suelo	Impermeabilidad es < a 1×10^{-6} (arcilla) (1), impermeabilidad > a 10^{-6} (-1)	1	5	5	-5
1.16	Dirección predominante del viento	Contrario a la población más cercana (1), a favor de la población más cercana (-1)	1	5	5	-5
1.17	Pasivos ambientales	No existe pasivo ambiental (1) existe pasivo (-1)	1	5	5	5
1.18	Área natural protegida por el estado	Fuera de área natural (1), Dentro del área natural (-1)	1	5	5	5
1.19	Área con restos	Inexistencia de restos (1) Existencia de	1	5	5	5

	arqueológicos	restos (-1)				
1.20	Vulnerabilidad por peligro geológico	Baja vulnerabilidad (3), Mediana Vulnerabilidad (2), Alta Vulnerabilidad (1)	3	5	15	15
2.1	Opinión	Desfavorable (-1) poco Favorable (1) Regular (2) Altamente favorable (3)	3	12	36	36
2.2	Interés en el proyecto	Sin interés (-1), Bajo interés (1) Mediano Interés (2) Alto interés (3)	3	18	54	54
2.3	Creencias	Negativas (-1) positivas (1)	1	16	16	16
2.4	Actitud	Favorable (1) Desfavorable (-1) Incierta (0)	1	16	16	16
2.5	Participación	Participación de rechazo (-2) No haría nada (0) Participación favorable (2)	2	12	24	24
Puntaje Final						214

Los criterios antes evaluados se detallan de la siguiente manera:

Distancia a la población más cercana: El área seleccionada se encuentra a una distancia de 1.64 km de la zona urbana del distrito de Platería, y a más de un kilómetro de distancia de la vivienda más cercana.

Distancia a granjas de crianza de animales: Este criterio fue subjetivo, por el conocimiento del evaluador, a los alrededores del área seleccionada no se encuentran granjas de animales cercanos al lugar.

Distancia a aeropuertos o pista de aterrizaje: El distrito no cuenta con este tipo de instalaciones o infraestructuras; por lo que se considera el puntaje máximo.

Distancia a fuentes de agua superficiales: El área seleccionada colinda con una quebrada (según los mapas hidrológicos) seca durante una parte del año, esta se encuentra a una distancia mayor a 300 metros.

Distancia con respecto a la ciudad o villa: La alternativa de ubicación de área del relleno sanitario se encuentra a 1.64 km de distancia respecto a la villa de Platería.

Accesibilidad al área: Las vías de acceso al área seleccionada se encuentran en buen estado con más de la mitad de la vía con carretera asfaltada y el resto trocha afirmada.

Uso actual del suelo y del área de influencia: Según el mapa de uso de suelo, el área seleccionada se encuentra dentro de la zona de cultivos transitorios, lo que representa una valoración media.

Compatibilidad con la capacidad de uso mayor del suelo y planes de desarrollo Urbano: La ubicación y el uso de suelo prestan las condiciones necesarias para la implementación de un relleno sanitario, y deberá contar con planes de post clausura para ser usado como área de esparcimiento o recreacional.

Propiedad del terreno: Por conocimiento del evaluador de campo, el terreno es de propiedad privada y no se encuentra saneado.

Vida útil del proyecto en función del área del terreno: Se proyectó una vida útil de 8 años, teniendo en cuenta que el área seleccionada es más que suficiente.

Topografía pendiente promedio del terreno: El terreno seleccionado presenta condiciones favorables, según el mapa de pendientes se encuentra por debajo del 12%, lo que se considera como llano o ligeramente inclinado.

Barrera sanitaria natural: El terreno no cuenta con barreras sanitarias naturales, lo que representará una inversión adicional para el proyecto.

Posibilidad de material de cobertura: El terreno carece de lomas o montículos para material de cobertura.

Profundidad de la napa freática: Es un parámetro difícil de calcular, sin embargo, el área se encuentra próxima a la zona lago del distrito, por lo que se considera un valor menor a diez metros.

Permeabilidad del suelo: Según los resultados del estudio ($2,5 \times 10^{-4}$ m/s) el suelo aún es permeable a pesar de contener limo y arcilla en su composición, por lo que se debe optar por geomembranas como medio impermeabilizante.

Dirección predominante del viento: Como se vio en la rosa de vientos un 40% de los registros se dirigen al oeste con velocidades entre 2.1 y 8.8 m/s, por lo que podría haber afectaciones leves en la zona urbana de Platería por los olores del relleno sanitario, si no se controlan mediante tratamientos.

Pasivos ambientales: Por conocimiento del evaluador de campo, en el área no existen pasivos ambientales.

Área natural protegida por el estado: El terreno seleccionado está fuera de un área natural protegida por el estado.

Área con restos arqueológicos: Este parámetro es de difícil definición, ya que la opinión la debe dar un arqueólogo; sin embargo, no se encuentran cercanos yacimientos arqueológicos, elementos estructurales u otra serie de anomalías.

Vulnerabilidad por peligro geológico: El área del terreno seleccionado se encuentra en una zona libre de riesgos geológicos ni propenso a avalanchas y terremotos; sin embargo, se deberán considerar los registros sísmicos en el distrito para la construcción del relleno sanitario, la zona a utilizar cuenta con depósitos no consolidados.

Opinión: La opinión de la construcción de un relleno sanitario en el distrito es favorable, ya que el 89% de los encuestados están de acuerdo con el proyecto.

Interés en el proyecto: El interés en el proyecto es grande ya que el distrito carece de un lugar adecuado para la disposición final de sus residuos sólidos municipales, según manifestó el Subgerente del Área de Desarrollo económico y Medio Ambiente del Municipio de Platería.

Creencias: El 56% de los encuestados considera que el proyecto podría traer consigo pocas afecciones a la población, si es que lleva consigo un manejo adecuado en sus operaciones.

Actitud: La actitud es favorable, en el caso de considerarse afectados económicamente o en su salud, el 78% de los encuestados manifiesta como solución la reubicación del relleno sanitario.

Participación: La participación es favorable por parte de las autoridades y la población.

Según la escala de calificación propuesta por el MINAM (2011), la calificación que recibe la alternativa A1 es BUENO o Terreno aceptable, ya que el puntaje ponderado total es de 214.

Tabla 26: Calificación para el puntaje ponderado total de la alternativa A1.

Puntaje Ponderado	Calificación
Total	
0 - 146	MALO o Terreno No aceptable o de opción Marginal.
147 - 195	REGULAR o terreno moderadamente aceptable.
196 - 245	BUENO o Terreno aceptable.
246 - 292	MUY BUENO o Terreno aceptable de Primera Opción.

Realizando un análisis general de la evaluación del área seleccionada para relleno sanitario (alternativa A1), según los criterios más importantes del estudio: comparando con los resultados de Badi y Kridish (2020), se puede mencionar que el lugar determinado en el presente estudio tiene la capacidad de reducir los impactos ambientales negativos, además de considerar los costos más bajos de transporte y de fácil acceso. Asimismo, Rivera (2006) menciona que al no encontrarse con una topografía apta para el relleno se aumentarán significativamente los costos económicos; sin embargo el distrito de Platería presenta un terreno ideal para este tipo de construcción sanitaria, con pendientes inferiores a 12%. Al igual como mencionan Pinedo y Ramos (2014), el terreno cumple con los requisitos establecidos en el actual Reglamento de la Ley N°1278 “Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos” (Anexo 08), además de criterios internacionales como propone Collazos (2013). Haciendo un balance general

como se menciona en el estudio de selección de área de la Municipalidad Distrital de Coasa (2018), el área seleccionada cuenta con buenas características topográficas, geológicas, hidrológicas, y de aprobación social, sin ningún proyecto de irrigación o de otra índole inmediata o mediata, para que se pueda dar una viabilidad inmediata.

CONCLUSIONES

- **PRIMERA:** Se concluye que el estudio de selección de área para el relleno sanitario del distrito de Platería, Puno; evaluó las áreas alternativas (A1 y A2) para la elección de un terreno para el relleno sanitario del distrito de Platería. De acuerdo a los criterios técnicos definidos en las normativas, reglamentos (Anexo 08) y guías metodológicas utilizadas; se seleccionó la alternativa A1; la cual de acuerdo a la tabla de puntaje máximo ponderado por parámetro de evaluación del MINAM (2011), el puntaje total obtenido fue de 214, que califica al terreno como BUENO o ACEPTABLE. Por lo tanto, su ubicación estratégica permite evitar o minimizar los impactos socioambientales negativos en el proceso de construcción, operación y cierre. Este área cuenta con una extensión de 0.18 km² o 18 ha, ubicada al noreste de la zona urbana de Platería a una distancia de 1.60 km, con coordenadas: Latitud 15°56'48.89"S y Longitud 69°49'3.11"O.
- **SEGUNDA:** Se localizaron áreas alternativas de terreno con una superficie y ubicación altamente apropiadas para el relleno sanitario de Platería por el método de mapas sobrepuestos. Dos fueron los sitios potencialmente utilizables para este tipo de infraestructura sanitaria, la alternativa A1 y A2 están ubicadas en lugares ambientalmente compatibles con el tipo de infraestructura sanitaria.

- **TERCERA:** En cuanto a los estudios técnicos realizados según la normativa, reglamentos (Anexo 08) y metodologías utilizadas, fueron favorables en su mayoría; según el cálculo de área requerida para el relleno sanitario (vida útil de ocho años y profundidad de dos metros) fue de 0.10 ha, siendo este un valor aceptable considerando que la alternativa seleccionada A1 posee una extensión de 18 ha; el estudio de permeabilidad del suelo determinó un drenaje moderadamente lento por lo cual se deberá considerar un medio adicional de capa de infiltración para el relleno sanitario; el estudio meteorológico determinó datos relevantes como promedios mensuales de precipitación pluvial y temperatura, ambos con promedios aceptables de acuerdo a los criterios establecidos y comparado con otras investigaciones similares, estos datos serán utilizados para el tipo de manejo y construcción del relleno sanitario (consideración de canales de escorrentía); el estudio de dirección y velocidad del viento determinó una moderada afección a la población más cercana al proyecto; y finalmente el estudio de aprobación social determinó una actitud asertiva en relación a la propuesta de la implementación del relleno sanitario en el distrito de Platería.

RECOMENDACIONES

- **PRIMERA:** Según la evaluación del área alternativa seleccionada (A1) para el relleno sanitario del distrito de Platería, se recomienda a la municipalidad distrital de Platería realizar estudios técnicos de mayor grado de incidencia como: la profundidad de la napa freática; ya que al considerarse el terreno cercano a la zona lago puede ser un factor determinante al momento de definir el método de construcción del relleno sanitario; así como el estudio de inexistencia de restos arqueológicos y el estudio de impacto ambiental.
- **SEGUNDA:** Se recomienda a la Municipalidad Distrital de Platería considerar la alternativa A1 que se propone en este estudio para el relleno sanitario, por presentar condiciones favorables en lo económico, ambiental y social. Asimismo, no se descarta la alternativa A2 por tener un potencial similar a la alternativa A1.
- **TERCERA:** Se recomienda al municipio mejorar el plan distrital de manejo de residuos sólidos, además de implementar planes de segregación y reciclaje desde la fuente de generación antes de la planeación de la implementación de un relleno sanitario en el distrito; además de programas de educación y sensibilización ambiental.

BIBLIOGRAFÍA

- Ambientum. (2018). *Características físicas de los residuos sólidos*.
https://www.ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/suelos/caracteristicas_quimicas_de_los_rsu.asp
- ArcGIS, D. (2016). *¿Qué son los datos ráster?* ArcGIS desktop.
<https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/manage-data/raster-and-images/what-is-raster-data.htm>
- Ayala, G. (2019). *Estadística Básica*. Universidad de Valencia.
<https://www.uv.es/ayala/docencia/nmr/nmr13.pdf>
- Badi, I., & Kridish, M. (2020). Landfill site selection using a novel FUCOM-CODAS model: A case study in Libya. *Scientific African*, 9.
<https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2020.e00537>
- Bennema, S., van Setten, A., 't Hoen, H., & Voogd, H. (1984). Multicriteria evaluation for regional planning: Some practical experiences. *Papers of the Regional Science Association*, 55(1), 59-69. <https://doi.org/10.1007/BF01939844>
- Cabezas, C., & Casierra, M. (2020). *Propuesta de diseño del relleno sanitario en el cantón Bucay, Provincia del Guayas*. Universidad de Guayaquil.
- Canelas, T. (2008). *Estadística*. Universidad Mayor de San Andrés.
<https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/4464/Canelas.PDF?sequence=3&isAllowed=y>
- CIDELSA. (2006). *Empresa comercializadora de geomembranas*.
<https://grupogha.com/2020/12/09/que-es-una-geomembrana/>
- Collazos, H. (2009). *La situación de la disposición final de la basura en Colombia*. Revista Innovación y Ciencia.
- Collazos, H. (2013). *Diseño y Operación de Rellenos Sanitarios* (4ta edición). Escuela Colombiana de Ingeniería.

- <https://es.scribd.com/document/473726957/Diseno-y-Operacion-de-Rellenos-Sanitarios-pdf>
- Colomer, F., Altabella, J., García, F., Herrera, L., & Robles, F. (2013). *Influencia de la ubicación de los rellenos sanitarios en el impacto ambiental. Caso de España*. 12.
- Custodio, E. (1976). *Hidrología subterránea*.
<https://www.mendoza.conicet.gov.ar/portal/enciclopedia/terminos/CapaFreat.htm>
- Díaz, L., & Vallejo, A. (2017). *Propuesta para el diseño del nuevo relleno sanitario para el municipio de Aguachica—Cesar*. Universidad Católica de Colombia.
- Flores, A., & Cubas, S. J. (2020). Diseño de un Relleno Sanitario manual en el distrito de Jepelacio, San Martín. *Universidad Peruana Unión*.
- Geoinnova. (2016). *¿Qué es el álgebra de mapas? - Territorio Geoinnova*. Territorio Geoinnova - SIG y Medio Ambiente.
<https://geoinnova.org/blog-territorio/analisis-raster-mediante-algebra-de-mapas/>
- Huaccoto, R., & Huarachi, W. (2020). *Diseño de relleno sanitario implementando geomembrana para la disposición final de residuos sólidos en Acora-Puno 2020*. Universidad Cesar Vallejo.
- Hurtado, I., & Toro, J. (2001). *Paradigmas y métodos de investigación en tiempos de cambio*. Episteme Consultores Asociados.
- INEI. (2017). *Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas* (p. 644).
- Jaramillo, J. (2002). *Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales* (p. 303). Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente División de Salud y Ambiente Organización Panamericana de la Salud Oficina Sanitaria Panamericana, Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud.
- MDP. (2020). *Plan Anual de Actividades del Distrito de Platería 2020*.

- Meegoda, J., Hettiarachchi, H., & Hettiaratchi, J. (2016). *Landfill Design and Operation*.
En Manejo sustentable de residuos sólidos.
- Mena, C., Morales, Y., Ormazabal, Y., & Gajardo, J. (2010). *Localización de un relleno sanitario en la comuna de Parral, Chile, a través de evaluación multicriterio*. 35, 7.
- MINAM. (2013). *Disposición final segura de residuos sólidos municipales*.
<http://www.ods.org.pe/material-de-consulta/15-disposicion-final-segura-de-residuos-solidos-municipales-minam/file>
- MINAM. (2017). *Reglamento del Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos (N.º 1278)*.
https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2018/06/ds_014-2017-minam_-RRSS.pdf
- Ministerio del Ambiente. (2011). *Guía de: Diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario manual*.
<https://sinia.minam.gob.pe/documentos/guia-diseno-construccion-operacion-mantenimiento-cierre-relleno>
- Ministerio del Ambiente. (2017). *Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2016 – 2024*.
- Ministerio del Ambiente. (2018). *Guía metodológica para el desarrollo del Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales (EC-RSM)*.
- Morales, S., & Rodríguez, A. (2016). Evaluación geológica ambiental para ubicar un relleno sanitario manual en la parroquia Mene de Mauroa, Venezuela. *Minería y Geología*, 32(2), 87-101.
- Morin, A., & Soto, N. (2017). *Diseño de un relleno sanitario manual para el distrito de Parcoy – La Libertad 2016*. Universidad Nacional de Trujillo.
- Municipalidad Distrital de Coasa. (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, p. 48).
- Municipalidad Distrital de Platería. (2021). *Estudio de caracterización de residuos sólidos municipales del Distrito de Platería, Puno, 2021.*
- Navarrete, S. (2016). *Estudio de prefactibilidad para la instalación de un relleno sanitario para la localidad de Tembladera—Distrito de Yonán.* Universidad Nacional de Trujillo.
- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. (2015). *Fiscalización ambiental en residuos sólidos de gestión municipal provincial.*
<https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Situaci%C3%B3n-de-la-gesti%C3%B3n-de-residuos-s%C3%B3lidos-en-Am%C3%A9rica-Latina-y-el-Caribe.pdf>
- Paredes, E. (2018). *Identificación de áreas óptimas para relleno sanitario de residuos sólidos de la ciudad de Sandía – Puno.* Universidad Nacional del Altiplano.
- Pazmiño, L. (2010). *Relleno sanitario de la isla San Cristóbal, provincia de Galápagos: Diseño e impermeabilización.* Universidad San Francisco de Quito.
- Pinedo, J., & Ramos, C. (2014). *Propuesta de diseño de un relleno sanitario semi-mecanizado en el distrito de Moche.* Universidad Nacional de Trujillo.
- Quispe, R. (2018). *Evaluación del diseño de infraestructura de relleno sanitario para la localidad de Ocuvi, distrito de Ocuvi, provincia de Lampa – Puno.* Universidad Nacional del Altiplano.
- Rivera, G. (2006). *Estudio de factibilidad y diseño de relleno sanitario manual para el municipio de Concepción Quezaltepeque, departamento de Chalatenango.* Universidad de El Salvador.
- Salazar, N. (2018). *Manejo de los residuos sólidos en las empresas alimentarias.* Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Sánchez, B., & Toapanta, J. (2019). *Estudio de factibilidad para la ubicación de un relleno*

sanitario como solución al mal manejo de los desechos sólidos en el cantón Milagro. 11.

Santos, R. (2011). *Diseño de relleno sanitario para el municipio de La Paz- Carazo.* Universidad Nacional de Ingeniería.

Toruño, G., & López, B. (2017). *Diseño de un relleno sanitario para la ciudad de Villa el Carmen, departamento de Managua.* Universidad Nacional de Ingeniería.

UGR EMPRENDEDORA. (2017). *Viabilidad de proyectos.*
<https://ugremprendedora.ugr.es/viabilidad-de-proyectos/>

Villegas, T. (2019). *Estudio de factibilidad de un relleno sanitario para mejorar la calidad de vida de los habitantes de la parroquia Membrillar.* Universidad Estatal del Sur de Manabí.

Zaror, C. (2000). *Introducción a la ingeniería ambiental para la industria de procesos.*
http://www.ingenieroambiental.com/4018/introduccion%20a%20la%20ingenieria%20ambiental%20para%20la%20industria%20de%20procesos_c%20zaror.pdf

ANEXOS

Anexo 01: Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p>PROBLEMA GENERAL ¿El distrito de Platería contará con alternativas de selección de un terreno para relleno sanitario con la extensión y ubicación estratégica para evitar impactos socioambientales negativos?</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> - ¿El distrito de Platería contará con un terreno con la extensión y ubicación apropiada para un relleno sanitario? - ¿Los estudios técnicos prestarán las condiciones socioambientales favorables del área alternativa seleccionada para el relleno sanitario? 	<p>OBJETIVO GENERAL Evaluar áreas alternativas para la elección de un terreno para relleno sanitario con la extensión y ubicación estratégica, que minimicen impactos socioambientales negativos en el distrito de Platería.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Localizar áreas de terreno con la superficie y ubicación apropiada para un relleno sanitario mediante el método de mapas sobrepuestos, en el distrito de Platería. - Realizar los estudios técnicos que presten las condiciones socioambientales favorables del área alternativa seleccionada para un relleno sanitario en el distrito de Platería, considerando los criterios de la tabla de puntajes máximos por parámetros de evaluación propuesta por el MINAM (2011). 	<p>HIPÓTESIS GENERAL El distrito de Platería cuenta con alternativas de áreas para relleno sanitario con la extensión y ubicación estratégica para evitar impactos socioambientales negativos.</p> <p>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</p> <ul style="list-style-type: none"> - El distrito de Platería cuenta con un terreno con la extensión y ubicación apropiada para un relleno sanitario. - Los estudios técnicos cumplen las condiciones socioambientales favorables del área alternativa seleccionada para el relleno sanitario. 	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE</p> <p>Estudio de identificación de un área óptima para el relleno sanitario .</p> <p>VARIABLE DEPENDIENTE</p> <p>Cumplimiento de criterios técnicos..</p>	<p>Población Está constituida por el área geográfica del Distrito de Platería - Puno.</p> <p>Muestra Son las alternativas de selección altamente apropiadas</p> <p>Diseño de Investigación Diseño descriptivo de enfoque cualitativo y cuantitativo.</p> <p>Técnicas</p> <ul style="list-style-type: none"> - Evaluación Multi Criterio - Investigación de campo - Investigación documental <p>Instrumentos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Guías de elaboración. - Encuestas

Anexo 02: Formato de encuesta poblacional sobre el relleno sanitario.

	UNIVERSIDAD PRIVADA "SAN CARLOS" FACULTAD DE INGENIERIAS INGENIERIA AMBIENTAL	ESTUDIO DE SELECCIÓN DE UN ÁREA ÓPTIMA PARA EL RELLENO SANITARIO DEL DISTRITO DE PLATERÍA-PUNO
---	--	---

ENCUESTA A LA POBLACIÓN CERCANA AL RELLENO SANITARIO

NOMBRE DEL ENCUESTADO: _____ OCUPACIÓN: _____

DIRECCIÓN DE DOMICILIO: _____ FECHA: _____

PREGUNTAS	RESPUESTAS
¿Hace cuánto reside en el sector?	
¿Sabe a dónde van los residuos sólidos en su comunidad y distrito?	
¿Conoce que es un relleno sanitario?	
¿Está de acuerdo con su construcción?	
Considera que vivir cerca del relleno sanitario lo deja: a) Muy afectado b) Afectado c) Poco afectado d) Nada afectado	
¿En qué aspecto lo deja afectado?: a) Económico b) Salud c) Ambas d) Otro	
Si se considera afectado, la solución al problema sería: a) La reubicación b) Cierre del relleno c) Traslado de la comunidad d) Brigada de salud	
¿Practica la clasificación de sus residuos sólidos en su domicilio? (plástico, vidrio, orgánico)	
¿Conoce los beneficios de segregar sus residuos y el reciclaje?	
¿Si hubiera una planta de reciclaje usted practicaría separar sus residuos?	
¿Qué propondría para mejorar el funcionamiento del relleno sanitario?	

Anexo 03: Ficha de validación de encuesta aplicada.

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y nombres del experto: Condori Castillo Wil. William
- 1.2 Grado académico: Doctor
- 1.3 Título de la Investigación: Estudio de Selección de un Área Óptima para el Relleno Sanitario del Dist. Puno 2021
- 1.4 Denominación del instrumento: Encuesta Poblacional sobre el Relleno Sanitario

INDICADORES	CRITERIOS CUALITATIVOS / CUANTITATIVOS	Deficiente	Regular	Bueno	Muy Bueno	Excelente
		0	1	2	3	4
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado.					✓
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables medibles.				✓	
3. ACTUALIDAD	Adecuado al alcance de la ciencia y tecnología.					✓
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.					✓
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de cantidad y calidad.				✓	
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos del estudio.					✓
7. CONSISTENCIA	Basados en aspectos Teóricos-Científicos y del tema de estudio.					✓
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores, dimensiones y variables					✓
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del estudio.					✓
10. CONVENIENCIA	Genera nuevas pautas en la investigación y construcción de teorías.				✓	
SUB TOTAL					9	28
TOTAL						37

VALORACIÓN

Deficiente ()	Regular ()	Bueno ()	Muy Bueno ()	Excelente ()
0 - 8	9 - 16	17 - 24	25 - 32	33 - 40

Lugar y fecha: Puno, 22 de noviembre de 2021


 Wil. William Condori Castillo
 DIRECTOR - EPEP
 UPEL - PUNO

Firma del Experto

Nombre: Dr. Wil. W. Condori Castillo

DNI: 01889282

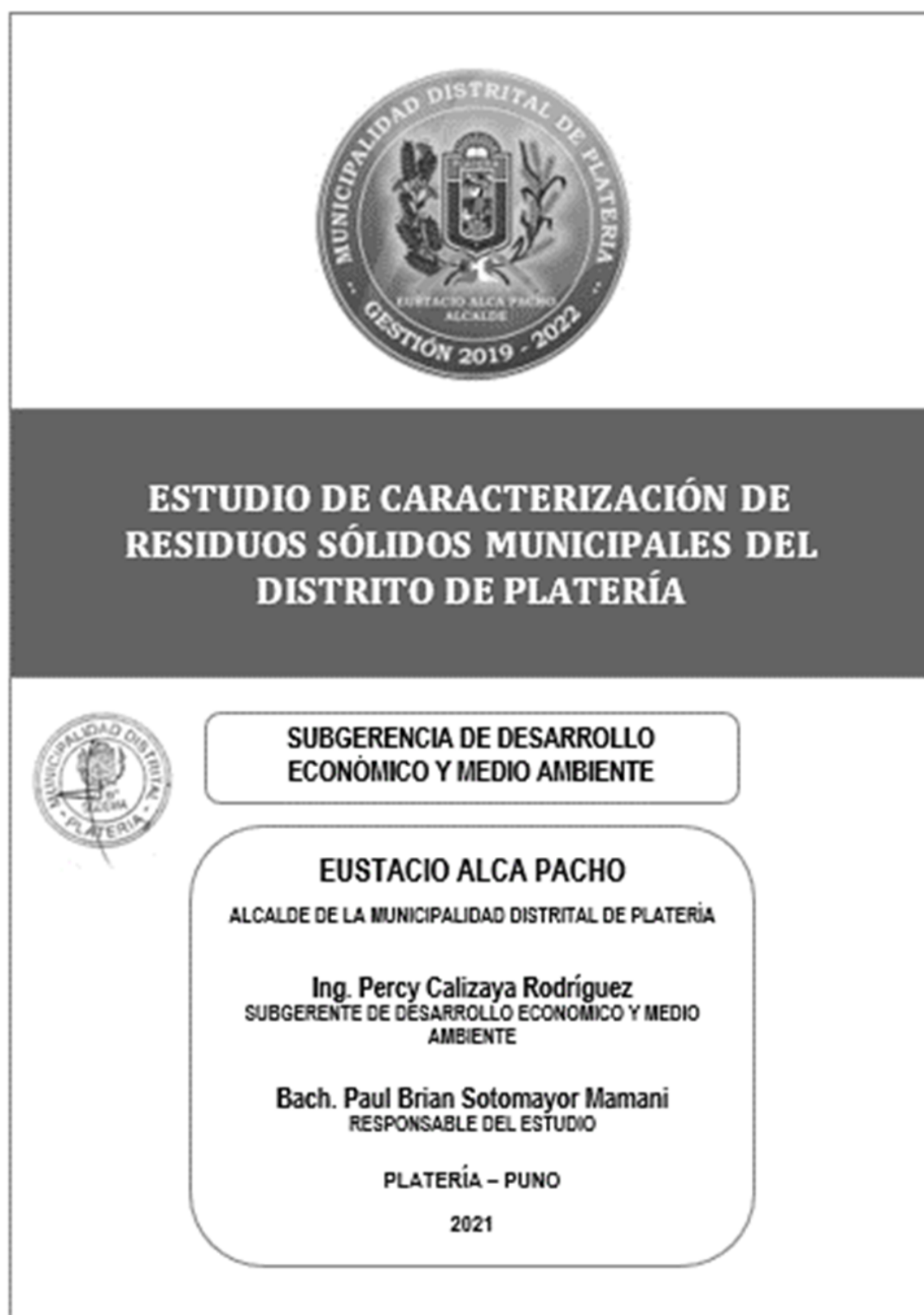
Anexo 04: Registro fotográfico del estudio de permeabilidad del suelo.



Anexo 05: Registro fotográfico del estudio de aprobación social.



Anexo 06: Portada del ECRSM de Platería.



Anexo 07: Promedios por estación meteorológica.

Precipitación pluvial

ESTACIÓN PUNO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2017	-	2.83	4.74	1.58	0.66	0.05	0.09	0.00	2.19	1.85	0.88	2.24
2018	5.40	1.25	1.33	1.14	0.28	0.48	1.03	0.00	0.15	-	-	-
2019	-	2.78	1.52	2.27	0.37	0.02	0.18	0.00	0.20	0.19	0.03	-
2020	-	0.03	-	0.50	0.06	0.00	-	0.00	0.94	1.85	0.36	5.00
2021	5.16	2.26	8.32	1.16	0.78	0.00	-	-	-	-	-	-
Promedio mensual por periodo	5.29	2.62	3.98	1.33	0.43	0.11	0.33	0.00	0.87	1.30	0.42	3.62

ESTACIÓN RINCÓN DE LA CRUZ	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2017	-	-	-	-	-	-	-	-	2.17	1.41	0.95	3.58
2018	5.36		3.54	2.65	0.39	0.54	1.43	0.12	0	3.41	0.54	4.02
2019	5.76	4.56	2.30	1.70	0.26	0.21	0.21	0	2.5	-	-	-
2020	-	5.77	2.63	0	0	0	0	0	1.33	3.09	0.17	6.41
2021	6.78	3.71	5.28	1.43	1.01	0	0	-	-	-	-	-
Promedio mensual por periodo	5.97	5.01	3.44	1.45	0.42	0.19	0.55	0.04	1.5	2.64	0.56	4.67

ESTACIÓN ILAVE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2017	7.1	4.21	3.4	0.94	1.69	0.12	0	0	1.15	0	0.82	2.77
2018	4	6.09	4.31	1.19	0.04	0.7	1.01	0.04	0	2.26	0.54	1.35
2019	3.99	5.46	0.78	1.87	0	0	0	0	0	0.23	2.6	2.5
2020	3.37	3.38	0.36	0.81	0.2	0	0.01	0.01	1.36	1.68	0	5.51
2021	4.69	2.09	3.31	1.08	0.94	0.01	--	-	-	-	-	-
Promedio mensual por periodo	4.63	4.25	2.43	1.18	0.57	0.17	0.26	0.02	0.63	1.05	0.97	3.03

Temperatura

ESTACIÓN PUNO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2017	9.96	10.96	10	10.01	9.33	8.17	7.62	8.74	9.21	10.47	11.92	11.18
2018	10.13	10.13	10.08	9.72	8.45	7.25	7.48	7.98	9.57	14.84	14.84	14.35
2019		10.74	10.48	10.3	8.93	8.01	7.59	8.43	10.19	10.86	10.74	11.36
2020	10.9	10.64	10.94	10.09	9.04	8.17	7.6	9.55	9.52	10.03	12.11	10.92
2021	9.96	10.59	9.46	9.58	8.59	8.02	8	8.64	10.17	11.47	11.42	10.17
Promedio mensual por periodo	10.24	10.62	10.19	9.94	8.87	7.93	7.57	8.67	9.62	11.55	12.40	11.95

ESTACIÓN RINCÓN DE LA CRUZ	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2017	-	-	-	-	-	-	-	-	8.7	9.59	11.25	10.08
2018	10.11	10.04	10.11	9.02	7.49	6.44	6.65	7.11	8.22	10.19	11.3	10.52
2019	10.61	10.36	10.22	9.56	8.26	6.86	6.7	6.91	8.77	-	-	-
2020		10.71	10.37	10.5	7.7	7.03	6.28	8.35	9.15	9.47	10.67	10.75
2021	9.55	10.08	9.44	8.8	7.73	6.55	-	-	-	-	-	-
Promedio mensual por periodo	10.09	10.30	10.04	9.47	7.80	6.72	6.54	7.46	8.71	9.75	11.07	11.11

ESTACIÓN ILAVE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2017	9.76	10.42	9.46	9.13	8	8.31	-	7.31	8.55	11	11.47	10.81
2018	9.78	9.53	9.52	8.83	7.21	5.92	6.25	8.62	8.41	10.06	11.6	10.72
2019	10.5	10.12	10.43	9.54	-	-	-	-	-	10.74	10.39	11.1
2020	10.54	10.29	10.65	9.38	8.08	6.72	5.91	8.14	8.9	9.64	12.27	10.66
2021	9.72	9.67	9.09	8.61	7.63	6.43	-	-	-	-	-	-
Promedio mensual por periodo	10.09	10.3	10.04	9.47	7.79	6.72	6.54	7.46	8.71	9.75	11.07	10.78

Anexo 08: Reglamento del Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos (N.º 1278), Título IX, Capítulo V, Artículo 109 y 110.

Artículo 109.- Selección de áreas para las infraestructuras de disposición final

La municipalidad provincial, en coordinación con la distrital, identifica los espacios geográficos en su jurisdicción para implementar infraestructuras de disposición final de residuos sólidos teniendo en cuenta lo siguiente:

- a) La compatibilidad con el uso del suelo y los planes de expansión urbana;
- b) La minimización y prevención de los impactos sociales, sanitarios y ambientales negativos, que se puedan originar por la construcción, operación y cierre de las infraestructuras;
- c) Los factores climáticos, topográficos, geológicos, geomorfológicos, hidrogeológicos, entre otros;
- d) Disponibilidad de material de cobertura;
- e) La preservación del patrimonio cultural;
- f) La preservación de áreas naturales protegidas por el Estado;
- g) La vulnerabilidad del área ante desastres naturales;
- h) El patrimonio nacional forestal y de fauna silvestre, según las normativa de la materia;
- i) Otros que establezca la normatividad sobre la materia.

En caso de discrepancia entre dos o más Municipalidades Provinciales, el Gobierno Regional define la ubicación y selección de áreas para la implementación de infraestructuras de residuos sólidos, en concordancia con el literal g) del artículo 21 del Decreto Legislativo N° 1278.

Artículo 110.- Condiciones para la ubicación de infraestructuras de disposición final de residuos sólidos

Las infraestructuras de disposición final de residuos sólidos deben seguir las siguientes condiciones:

- a) Ubicarse a una distancia no menor a 500 metros de poblaciones, así como de granjas porcinas, avícolas, entre otras. Por excepción, y de acuerdo a lo que se establezca en el IGA, la autoridad ambiental podrá permitir su ubicación a distancias menores sobre la base de los potenciales riesgos para la salud o la seguridad de la población;
- b) No estar ubicadas a distancias menores de 500 metros de fuentes de aguas superficiales. Por excepción y de acuerdo a lo que establezca en el IGA, la autoridad ambiental podrá permitir su ubicación a distancias menores, considerando la delimitación de la faja marginal conforme a la normativa vigente de la materia;
- c) No estar ubicada en zonas de pantanos, humedales o recarga de acuíferos en la zona de emplazamiento del proyecto;
- d) No estar ubicada en zonas con presencia de fallas geológicas;
- e) No estar ubicada en zonas donde se puedan generar asentamientos o deslizamientos que desestabilicen la integridad de la infraestructura de residuos sólidos;
- f) Otros que establezca la normatividad sobre la materia.