

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



TESIS

**EVALUACIÓN DEL ÁREA DE CONSTRUCCIÓN DE NUEVAS CELDAS PARA
LOS RESIDUOS DEL RELLENO SANITARIO, UTILIZANDO SISTEMAS DE
INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN LA COMUNIDAD DE ITAPALLUNI
DEL DISTRITO DE PUNO- 2022.**

PRESENTADA POR:

HERNAN AUGUSTO TICONA CUSACANI

PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

PUNO – PERÚ

2024



Repositorio Institucional ALCIRA by Universidad Privada San Carlos is licensed under a [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



17.82%

SIMILARITY OVERALL

0%

POTENTIALLY AI

SCANNED ON: 23 NOV 2023, 6:21 PM

Similarity report

Your text is highlighted according to the matched content in the results above.

● IDENTICAL
1.26%

● CHANGED TEXT
16.55%

Most likely AI

Highlighted sentences with the lowest perplexity, most likely generated by AI.

● LIKELY AI
0%

● HIGHLY LIKELY AI
0%

Report #18864689

HERNANAUGUSTO TICONA CUSACANI EVALUACIÓN DEL ÁREA DE CONSTRUCCIÓN DE NUEVAS CELDAS PARA LOS RESIDUOS DEL RELLENO SANITARIO, UTILIZANDO SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN LA COMUNIDAD DE ITAPALLUNI DEL DISTRITO DE PUNO-2022. INTRODUCCIÓN Los problemas que plantea la inadecuada disposición final de los residuos sólidos en muchos casos no son tomados en cuenta entre las necesidades prioritarias de la población, esto sucede tanto en las grandes ciudades como en las aldeas más remotas. Es motivo de preocupación que a nivel mundial, alrededor del 90% de los residuos sólidos se vierten o se queman a la intemperie, afectando principalmente a los países o ciudades más pobres, haciéndolos vulnerables a los impactos que esto pueda causar. Recientemente, los desprendimientos de tierra de los llamados "basureros" han dejado las casas cubiertas de desechos sólidos. Esto se debe a que las casas de los residentes de bajos ingresos suelen estar ubicadas cerca de estos sitios de eliminación de desechos. Esto aumenta el riesgo de daños a la salud debido a los residuos. (Banco Mundial, 2018) De igual forma, la contaminación por desechos sólidos no sólo se concentra en los asentamientos humanos sino que también contamina los océanos, obstruyendo los drenajes y provocando inundaciones en lugares cercanos, lo que es un medio necesario para la propagación de epidemias de enfermedades causadas por lixiviados; al mismo tiempo, el aumento de las enfermedades respiratorias causadas por la quema

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

**EVALUACIÓN DEL ÁREA DE CONSTRUCCIÓN DE NUEVAS CELDAS PARA
LOS RESIDUOS DEL RELLENO SANITARIO, UTILIZANDO SISTEMAS
DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN LA COMUNIDAD
DE ITAPALLUNI DEL DISTRITO DE PUNO- 2022.**

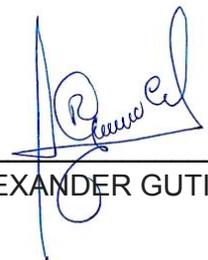
PRESENTADA POR:
HERNAN AUGUSTO TICONA CUSACANI
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AMBIENTAL

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE

: 
Dr. JORGE ABAD CALISAYA CHUQUIMIA.

PRIMER MIEMBRO

: 
Dr. RONNY ALEXANDER GUTIERREZ CASTILLO

SEGUNDO MIEMBRO

: 
Dra. MILDER ZANABRIA ORTEGA.

ASESOR DE TESIS

: 
Dr. ESTEBAN ISIDRO LEON APAZA.

Área: Ingeniería y Tecnología

Sub Área: Ingeniería Ambiental

Especialidad: Ingeniería ambiental y geológica

Puno, 21 de diciembre del 2023

DEDICATORIA

A mis padres Aurelio y Mónica que siempre están con Dios, a quienes siempre he admirado por su devoción y perseverancia con sus hijos.

A mis hermanos, especialmente a mi hermano Efraín por ser el mejor mentor y amigo.

A mi hija y nieta, porque fueron el motivo desde el primer día para seguir adelante y progresar.

A mi amigo Dany, que siempre está a mi lado sin importar las circunstancias: “No hay nada máspreciado que tu lealtad y confianza”

AGRADECIMIENTO

La paciencia y la enseñanza de mis profesores han contribuido significativamente a mis conocimientos, gracias. Estaré eternamente agradecido con mi Universidad Privada San Carlos, por la formación académica, hacernos competitivos y formarnos como buenas personas.

Muchas gracias la realización de mi tesis fue posible gracias al DR. ESTEBAN ISIDRO LEON APAZA, un asesor que consistentemente me ha brindado consejos útiles y confianza a través de su esfuerzo y dedicación para asegurar mi éxito con todos los componentes necesarios.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTO	2
ÍNDICE GENERAL	3
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
INDICE DE ANEXOS	10
RESUMEN	11
ABSTRACT	12
INTRODUCCIÓN	13

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.1.1. PROBLEMA GENERAL	16
1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	16
1.2. ANTECEDENTES	16
1.2.1. A NIVEL INTERNACIONAL	16
1.2.2. A NIVEL NACIONAL	17
1.2.3. A NIVEL LOCAL O REGIONAL	19
1.3. OBJETIVOS	20
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	20
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO	21
2.1.1. RELLENO SANITARIO	21

2.1.2. RESIDUOS SÓLIDOS	23
2.1.3. LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)	25
2.1.4. TELEDETECCIÓN	27
2.1.5. MECÁNICA DE SUELOS	27
2.1.6. MARCO LEGAL	27
2.2. MARCO CONCEPTUAL	29
2.3. HIPÓTESIS	30
2.3.1. HIPÓTESIS GENERAL	30
2.3.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	30

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ZONA DE ESTUDIO	31
3.1.1. UBICACIÓN	31
3.2. TAMAÑO DE MUESTRA	32
3.2.1 POBLACIÓN	32
3.2.2 MUESTRA	32
3.3. MÉTODO Y TÉCNICAS	32
3.3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	32
3.3.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	33
3.3.3. MÉTODO	33
3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	39
3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO.	39

CAPÍTULO IV

EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.1. EVALUACIÓN DEL ÁREA DE CONSTRUCCIÓN DE NUEVAS CELDA PARA EL RELLENO SANITARIO EN LA COMUNIDAD DE ITAPALLUNI, UBICADA EN EL DISTRITO DE PUNO-2022.	41
4.2. CUMPLEN LAS CONDICIONES ESTABLECIDAS EN EL ÁREA	

DE CONSTRUCCIÓN DE NUEVAS CELDAS PARA EL RELLENO SANITARIO EN LA COMUNIDAD DE ITAPALLUNI, DISTRITO DE PUNO- 2022.	42
4.3. IDENTIFICACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-MECÁNICAS DE SUELO, DEL ÁREA DE CONSTRUCCIÓN DE NUEVAS CELDAS PARA EL RELLENO SANITARIO EN LA COMUNIDAD DE ITAPALLUNI, DISTRITO DE PUNO- 2022.	48
4.3.1. PERFILES ESTRATIGRÁFICOS	48
4.4. DELIMITACIÓN DE ÁREAS ADECUADAS QUE REÚNAN LAS CONDICIONES PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL RELLENO SANITARIO, DISTRITO DE PUNO- 2022.	59
4.4.1. EVALUACIÓN DEL ÁREA 01 PARA LA INFRAESTRUCTURA DE DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS, DISTRITO DE PUNO.	61
4.4.2. EVALUACIÓN DEL ÁREA 02 PARA LA INFRAESTRUCTURA DE DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS, DISTRITO DE PUNO.	68
4.4.3. EVALUACIÓN DEL ÁREA 03 PARA LA INFRAESTRUCTURA DE DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS, DISTRITO DE PUNO.	75
4.4.4. EVALUACIÓN DEL ÁREA 04 PARA LA INFRAESTRUCTURA DE DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS, DISTRITO DE PUNO.	80
CONCLUSIONES	88
RECOMENDACIONES	90
BIBLIOGRAFÍA	92

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 01: Identificación de variables	39
Tabla 02: Requisitos de localización del estudio.	43
Tabla 03: Ubicación de calicatas	50

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 01: Ubicación de la zona de estudio.	31
Figura 02: Área de construcción de nuevas celdas para relleno sanitario Puno.	32
Figura 03: Plano de ubicación del área de construcción de nuevas celdas para el relleno sanitario en la Comunidad de Itapalluni.	43
Figura 04: Centro poblado más cercano.	44
Figura 05: Fuentes de agua superficial.	46
Figura 06: No estar ubicada en zonas con presencia de fallas geológicas.	47
Figura 07: Zonas donde se puedan generar asentamientos o deslizamientos que desestabilicen la integridad de la infraestructura de residuos sólidos.	48
Figura 08: Plano de distribución y ubicación de calicatas.	49
Figura 09: Perfil estratigráfico de la calicata N°1.	51
Figura 10: Perfil estratigráfico de la calicata N°2.	52
Figura 11: Perfil estratigráfico de la calicata N°3.	53
Figura 12: Perfil estratigráfico de la calicata N°4.	54
Figura 13: Perfil estratigráfico de la calicata N°5.	55
Figura 14: Perfil estratigráfico de la calicata N°6.	56
Figura 15: Perfil estratigráfico de la calicata N°7.	57
Figura 16: Perfil estratigráfico de la calicata N°8.	58
Figura 17: Perfil estratigráfico de la calicata N°9.	59
Figura 18: Opción de todas las áreas óptimas para la ubicación de infraestructuras de disposición final de residuos sólidos.	60
Figura 19: Plano de ubicación del área 01 para la ubicación de infraestructuras de disposición final de residuos sólidos.	61
Figura 20: Ubicación del área 01 para disposición final de residuos si está cerca a un centro poblado.	62
Figura 21: Ubicación del área 01 para disposición final de residuos si está	

a una distancia a fuentes de aguas superficiales.	63
Figura 22: Ubicación del área 01 para disposición final de residuos si está en zonas de pantanos, humedales o recarga de acuíferos.	65
Figura 23: Ubicación del área 01 para disposición final de residuos si están en zonas con presencia de fallas geológicas.	66
Figura 24: Mapa geológico de la área 01 deslizamientos que desestabilicen la integridad de la infraestructura de residuos sólidos.	67
Figura 25: Plano de ubicación del área 2.	68
Figura 26: Ubicación del área 02 para disposición final de residuos si está cerca a un centro poblado.	69
Figura 27: Ubicación del área 02 para disposición final de residuos si está a una distancia a fuentes de aguas superficiales.	70
Figura 28: Ubicación del área 02 para disposición final de residuos si está en zonas de pantanos, humedales o recarga de acuíferos.	72
Figura 29: Ubicación del área 02 para disposición final de residuos si están en zonas con presencia de fallas geológicas.	73
Figura 30: Mapa geológico de la área 02 deslizamientos que desestabilicen la integridad de la infraestructura de residuos sólidos.	74
Figura 31: Plano de ubicación del área 3.	75
Figura 32: Ubicación del área 03 para disposición final de residuos si está cerca a un centro poblado.	76
Figura 33: Ubicación del área 03 para disposición final de residuos si está a una distancia a fuentes de aguas superficiales.	77
Figura 34: Ubicación del área 03 para disposición final de residuos si está en zonas de pantanos, humedales o recarga de acuíferos.	78
Figura 35: Ubicación del área 03 para disposición final de residuos si están en zonas con presencia de fallas geológicas.	79
Figura 36: Mapa geológico de la área 03 deslizamientos que desestabilicen	

la integridad de la infraestructura de residuos sólidos.	80
Figura 37: Plano de ubicación de la opción 2.	81
Figura 38: Ubicación del área 04 para disposición final de residuos si está cerca a un centro poblado.	82
Figura 39: Ubicación del área 04 para disposición final de residuos si está a una distancia a fuentes de aguas superficiales.	83
Figura 40: Ubicación del área 04 para disposición final de residuos si está en zonas de pantanos, humedales o recarga de acuíferos.	84
Figura 41: Ubicación del área 04 para disposición final de residuos si están en zonas con presencia de fallas geológicas.	86
Figura 42: Mapa geológico de la área 04 deslizamientos que desestabilicen la integridad de la infraestructura de residuos sólidos.	87
Figura 43: Se observa panorámicamente donde se proyecta el área del estudio de la "Construcción de celdas para residuos; en el relleno sanitario Itapalluni de la comunidad de Cancharani, distrito de Puno.	98
Figura 44: Excavación de las calicatas del proyecto el área del estudio de la "Construcción de celdas para residuos; en el relleno sanitario Itapalluni de la comunidad de Cancharani, distrito de Puno.	99
Figura 45: Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM	102

INDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 01: Matriz de consistencia.	96
Anexo 02: Panel fotográfico.	98

RESUMEN

La presente investigación denominada: “Evaluación del área de construcción de nuevas celdas para los residuos del relleno sanitario, utilizando sistemas de información geográfica en la comunidad de Itapalluni del distrito de Puno- 2022”, tiene como objetivo identificar áreas de construcción de nuevas celdas para relleno sanitario, la cual se desarrolló utilizando sistemas de información geográfica mediante la evaluación multicriterio, para ello, se integró los criterios establecidos condiciones para la ubicación de infraestructuras de disposición final de residuos sólidos, según el Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM, de cuales se evaluaron 5 criterios de selección del sitio, teniendo como resultado lo siguiente: Se evaluó si cumple las condiciones establecidas en el área de construcción para las nuevas celdas para el relleno sanitario en la comunidad de Itapalluni, distrito de Puno- 2022, según la decreto supremo mencionado, con los cuales se procedió a la generación de mapas temáticos indicando cada uno de los criterios definidos y se logró determinar que en el territorio de evaluación de los 5 criterios principales solo cumple con 4, siendo estudio hidrogeológicamente está ubicado en un acuífero local, por ello no se debería realizar las nuevas celdas para el relleno sanitario, conclusión se identificaron 04 áreas óptimas, utilizando sistemas de información geográfica en el distrito de Puno, donde se aplicaron criterios de evaluación establecidos por el MINAM, para la instalación de un nuevo relleno sanitario.

Palabras clave: Sistemas de información geográfica, áreas potenciales, relleno sanitario, evaluación multicriterio.

ABSTRACT

The present investigation called: "Evaluation of the construction area of new cells for landfill waste, using geographic information systems in the community of Itapalluni in the district of Puno- 2022", aims to identify areas of construction of new cells for sanitary landfill, which was developed using geographic information systems through multi-criteria evaluation, for this, the criteria established conditions for the location of infrastructures for the final disposal of solid waste were integrated, according to Supreme Decree No. 014-2017-MINAM, of which 5 site selection criteria were evaluated, resulting in the following: It was evaluated whether it meets the conditions established in the construction area for the new cells for the sanitary landfill in the community of Itapalluni, district of Puno- 2022, according to the aforementioned supreme decree, with which thematic maps were generated indicating each of the defined criteria and it was determined that in the evaluation territory of the 5 main criteria it only meets 4, being a hydrogeological study located in a local aquifer, therefore new cells should not be made for the landfill, conclusion 04 optimal areas were identified, using geographic information systems in the district of Puno, where evaluation criteria established by the MINAM were applied, for the installation of a new landfill.

Keywords: Geographic Information Systems, potential areas, sanitary landfill, multi-criteria evaluation.

INTRODUCCIÓN

Los problemas derivados de la inadecuada disposición final de los residuos sólidos domiciliarios muchas veces no son considerados como necesidades prioritarias de la población. Aparece tanto en las grandes ciudades como en los pueblos más remotos. Alrededor del 90% de los desechos sólidos del mundo se vierten o se incineran al aire libre, lo que afecta especialmente a los países y ciudades más pobres, haciéndolos vulnerables. Recientemente, los deslizamientos de tierra provocados por los llamados "vertederos de basura" han sepultado las casas bajo residuos sólidos. Esto se debe a que los hogares de residentes de bajos ingresos suelen estar agrupados cerca de estos sitios de eliminación de desechos. Esto aumenta los riesgos para la salud derivados de los residuos. (Banco Mundial, 2018)

Además, la contaminación por residuos sólidos no sólo se concentra en las zonas urbanas, sino que también contamina los océanos, obstruye los desagües y provoca inundaciones en las cercanías, un vehículo necesario para la propagación de enfermedades transmitidas por las aguas residuales. Además, el aumento de las enfermedades respiratorias provocadas por la quema de residuos sólidos se debe en parte a la mala gestión de la eliminación de residuos sólidos, que en última instancia supone un riesgo para la salud humana. Además, el mundo animal existente también se ve afectado porque muchos animales consumen estos desechos. Finalmente, también tiene un impacto en la economía, ya que la mala disposición final de los residuos tiene un impacto negativo en el turismo de la ciudad.

Se requiere de infraestructura adecuada para la disposición final de los residuos sólidos. Los vertederos son una de las opciones de disposición final más eficientes porque evita los problemas asociados con la incineración de desechos, tiene bajos costos de operación y mantenimiento, crea empleos para trabajadores no calificados y permite que los terrenos designados se utilicen con fines recreativos. Encontrar sitios adecuados para el tratamiento y eliminación de residuos sólidos municipales es un problema complejo en todo el mundo. Esto se debe a que se deben considerar muchos factores para minimizar

los impactos negativos de un proyecto de integración. Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se han convertido en herramientas indispensables en la gestión y planificación territorial, ya que ayudan en el análisis, modelización y predicción de fenómenos espaciales. (González y Minga, 2010)

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente dice que la mala gestión de residuos no es sólo un problema ambiental, sino un problema económico y de salud global. A nivel mundial, cada año se generan entre 7 y 10 mil millones de toneladas de desechos sólidos, y aproximadamente 3 mil millones de personas no tienen acceso a instalaciones de eliminación de desechos gestionadas.

Asimismo, el crecimiento demográfico, la urbanización y el consumo imprudente son tales que se espera que la cantidad de residuos generados en África y Asia se duplique para 2030. El Banco Mundial (2013), en un estudio reciente titulado “Qué desperdicio” advirtió que para el año 2025, la cantidad de residuos sólidos que depositamos cada día en contenedores desde nuestros hogares se duplicará. El informe estima que la producción mundial de residuos sólidos aumentará de poco más de 3,5 millones de toneladas por día en 2020 a más de 6 millones de toneladas por día a finales del primer cuarto de este siglo.

Uno de los principales problemas que enfrentan los gobiernos locales que brindan estos servicios bajo la ley es la creación de puntos de recolección, volúmenes de producción y caminos para acceder a todos estos servicios. Sin embargo, en la mayoría de los casos se basan en investigaciones técnicas, lo que aumenta el tiempo y el coste de la obra.

La Municipalidad Provincial de Puno, una de sus funciones y tareas es el servicio de limpieza pública, las municipalidades realizan la recolección de los residuos sólidos por

administración directa. La recogida de residuos domésticos es un área que requiere la máxima atención y esfuerzos por parte de las autoridades locales. La información sobre la cantidad y calidad de la recolección de residuos no se registra ni evalúa sistemáticamente, pero las actividades de recolección se distribuyen regionalmente. La administración de la Municipalidad Provincial de Puno mantiene una gran cantidad de información alfanumérica sobre cada servicio que brinda, la cual es controlada estadísticamente y reflejada en los indicadores administrativos que se muestran en el portal web (González y Minga, 2010)

1.1.1. PROBLEMA GENERAL

¿Será posible evaluar el área de construcción de nuevas celdas para el relleno sanitario, utilizando sistemas de información geográfica en la comunidad de Itapalluni, del distrito de Puno - 2022?

1.1.2. PROBLEMAS ESPÈCIFICOS

- ¿Cumplirá las condiciones establecidas el área de construcción de nuevas celdas para el relleno sanitario en la comunidad de Itapalluni, del distrito de Puno- 2022, según Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM?
- ¿Cuáles son las características físico-mecánicas de suelo, del área de construcción de nuevas celdas para el relleno sanitario en la comunidad de Itapalluni, del distrito de Puno- 2022?
- ¿Cuáles son las áreas adecuadas que reúnan las condiciones para la construcción para el relleno sanitario en la comunidad de Itapalluni, del distrito de Puno- 2022?

1.2. ANTECEDENTES

1.2.1. A NIVEL INTERNACIONAL

Gómez (2020), en su tesis “Propuesta de posibles ubicaciones para el traslado de disposición final de residuos sólidos municipales a la comunidad de Cristóbal Obregón en el municipio de Villaflores, Chiapas”, el análisis espacial se realizó con el software ArcGis,

lo que resultó en seis recomendaciones para la reubicación de SFD. El trabajo de campo permite desalojar algunas tierras ejidales por las infracciones señaladas en la norma oficial. Se concluye que la aplicación de la tecnología SIG puede determinar de manera económica y rápida el mejor lugar para la disposición final de CSA, información importante para la toma de decisiones.

Gordillo (2019), en su tesis “Localización de un relleno sanitario en el cantón Naranjal, mediante proceso de análisis jerárquico basado en sistemas de información geográfica”, el objetivo de este estudio fue identificar ubicaciones potenciales de nuevos rellenos sanitarios en el estado de Naranjal utilizando un proceso de análisis jerárquico basado en SIG. El método comienza por caracterizar el vertedero actual ya que representa la perturbación asociada con su ubicación. Cómo identificar un componente basado en parámetros iniciales y aspectos técnicos, se pondera y se incluye en el proceso AHP; definiendo así su importancia en SIG. Durante este procedimiento se determinó el mejor espacio aprovechable y se generaron ocho alternativas, la cuarta de las cuales indicó la correcta ubicación dentro de los requerimientos y dificultades del sitio de disposición final.

Rodríguez y Trujillo (2018), en su tesis “Identificar, publicar y disponer información de áreas potenciales para la ubicación de rellenos sanitarios mediante herramientas SIG en el departamento de Boyacá”, tiene el objeto de la implementación y culminación de la propuesta es determinar los parámetros para el proceso de búsqueda de la ubicación de los potenciales rellenos sanitarios, teniendo en cuenta los criterios y métodos propuestos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Variables examinadas: estado de las vías principales, pendiente media de las vías de acceso, estado de las vías de acceso, equipo de movimiento de tierras en las áreas donde se realizará la disposición final, ocurrencia de congestión de tráfico las vías principales y la dirección del viento no se incluyeron en este estudio debido a la falta de información. información.

1.2.2. A NIVEL NACIONAL

Becerra (2021), en su tesis “Identificación de un área apta para la instalación de un relleno sanitario, utilizando sistemas de información geográfica en el distrito de Catilluc –

San Miguel”, se utilizó el software ArcGIS 10.5 utilizando GIS y evaluación multicriterio para determinar las áreas aptas para la construcción de rellenos sanitarios, tratamiento y análisis multicriterio (valor 0 para áreas no aptas y 1 para áreas aptas), considerar el área apta para 9 parámetros de evaluación en la vereda el mirador se determinó con una superficie igual a 182 hectáreas, tales como pendiente, hidrología, uso de suelo, sitios arqueológicos, poblados, centros de salud e instituciones educativas, tipos de suelo, cobertura vegetal, etc., por lo que se concluye que con apoyo de SIG y evaluación multicriterio se pueden aplicar áreas para la construcción de un relleno sanitario en el distrito de Catilluc - San Miguel de Cajamarca.

Pérez (2019), en su tesis “Identificación de áreas óptimas para la instalación de un relleno sanitario, utilizando sistemas de información geográfica en el distrito de Santa Rosa, Provincia de Jaén”, el estudio tuvo como objetivo identificar áreas potenciales donde se podría establecer un relleno sanitario en el distrito de Santa Rosa utilizando sistemas de información geográfica, el mapa fue creado para evaluar el área, posteriormente realizar mapas, la evaluación se realizó de acuerdo a los criterios definidos por el MINAM El mapa del área óptima, obtener 7 áreas óptimas que cumplan con los requisitos del MINAM, seleccionar áreas favorables, verificar si el número de área se podría definir a partir de las zonas seleccionadas por el SIG 7 es la zona con mejores condiciones, porque cumple con los criterios del MINAM y los investigadores proponen un estándar.

Loyaga (2019), en su tesis “Identificación de áreas óptimas para instalar un relleno sanitario utilizando sistemas de información geográfica, distrito las Pirias - Provincia de Jaén”, el objetivo fue determinar las mejores zonas para la instalación de un relleno sanitario, el Ministerio del Medio Ambiente evaluó ocho de estos criterios de selección de sitios y asignó un valor de "0" al área no apta, "1" al área óptima y "2" al área aceptable. Se seleccionaron 13 áreas aceptables mayores de 2 hectáreas para la construcción de rellenos sanitarios y se concluyó que los lineamientos para el diseño, construcción, operación, mantenimiento y clausura de rellenos sanitarios artificiales son adecuados, para seleccionar las mejores áreas donde se puede construir un relleno sanitario.

Altamirano (2019), en su tesis “Identificación de Áreas Potenciales para la Disposición Final de Residuos Sólidos Municipales Utilizando Análisis Espacial, distrito Chirinos-San Ignacio”, el objetivo de este estudio fue identificar áreas potenciales y seleccionar áreas para la disposición final de los residuos sólidos urbanos mediante análisis espacial. Como resultado se identificaron un total de 6 áreas potenciales con una superficie total de 34.71 hectáreas, de las cuales la mitad fueron descartadas, quedando tres alternativas como posibles rellenos sanitarios en el distrito de Chirinos. La opción 2, que cubre un área de 18,93 hectáreas, que podría utilizarse para la construcción de rellenos sanitarios, también fue reconocida como la más viable.

1.2.3. A NIVEL LOCAL O REGIONAL

Ito (2020), en su tesis “Identificación de áreas potenciales para relleno sanitario aplicando Sistemas de Información Geográfica en el distrito de Coata – Puno”, el propósito de este estudio fue aplicar el método MINAM (2011) “Lineamientos de diseño para la construcción, operación, mantenimiento y monitoreo de rellenos sanitarios mecanizados”, variables 1) pendiente, 2) distancia a centros densamente poblados, 3) río, 4) red de carreteras. En el distrito de Cota de la provincia de Puno, actualmente no existen rellenos sanitarios, sino tiraderos a cielo abierto, lo que genera problemas ambientales. Se realizó un análisis multicriterio utilizando el software ArcGIS 10.5 con valores de 0 y 1 para áreas no aptas y aptas, respectivamente. Como conclusión, se determinaron tres áreas posibles de rellenos sanitarios, a saber, 39.76, 93.09 y 491.71 hectáreas, utilizando la interrelación de variables y criterios.

Mamani (2020), en su tesis “Identificación de áreas potenciales para la instalación del relleno sanitario aplicando sistemas de información geográfica, en el distrito de Huayrapata, Provincia de Moho, Puno-2020”, el trabajo de investigación tuvo como objetivo identificar áreas potenciales para el establecimiento de rellenos sanitarios utilizando el sistema de información geográfica. Se utilizó el método de investigación en el software ArcGIS 10.5 para aplicar un análisis multicriterio (valor 0 para áreas no aptas y 1 para áreas aptas) según lo especificado en el manual del MINAM “Lineamientos para el

diseño, Construcción, Operación, Mantenimiento del Relleno Sanitario y el Cierre”. Los resultados obtenidos identificaron cuatro áreas potenciales para el establecimiento de rellenos sanitarios, a saber, 766, 247, 154 y 161 hectáreas.

Paredes (2018), en su tesis “Identificación de Áreas Óptimas para Relleno Sanitario de residuos sólidos de la ciudad de Sandia – Puno”, tiene como objetivo determinar el área óptima para la disposición final de residuos sólidos en la ciudad de Sandia, el apilamiento de capas se realizó en ArcGis 10.3, el cual fue evaluado mediante análisis espacial y siguiendo los lineamientos (D.S. N° 14-2017-MINAM). Los resultados obtenidos fueron: Opción 1 (Kallpapata) con estabilidad de terreno moderada, Opción 2 (Aricato) con estabilidad de terreno baja y finalmente Opción 3 (Queneque) con estabilidad de terreno baja. Se concluyó que la opción 2 (Aricato) es la mejor solución para el relleno sanitario: tiene buen acceso, vida útil de 10 años, larga distancia de la fuente de agua superficial, viento en contra, materiales cubiertos, topografía (32-44%).

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el área de construcción de nuevas celdas para relleno sanitario, utilizando sistemas de información geográfica en la comunidad de Itapalluni, del distrito de Puno-2022.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar si en el área de construcción de nuevas celdas para el relleno sanitario en la comunidad de Itapalluni, ubicada del distrito de Puno-2022, cumplen con las condiciones establecidas en el Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM.
- Identificar las características físico-mecánicas de suelo, del área de construcción de nuevas celdas para el relleno sanitario en la comunidad de Itapalluni, del distrito de Puno- 2022.
- Delimitar áreas adecuadas que reúnan las condiciones para la construcción del relleno sanitario, del distrito de Puno- 2022.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. RELLENO SANITARIO

Un relleno sanitario es una instalación para la disposición sanitaria y ambientalmente segura de desechos sólidos sobre el suelo o bajo tierra de acuerdo con los principios y métodos de la ingeniería sanitaria y ambiental. (D.L. N° 1278 que aprueba la ley gestión integral de residuos sólidos). El Relleno Sanitario es el último paso para disponer los residuos sólidos en terrenos que no causen perturbación o peligro a la salud o seguridad pública; No daña el medio ambiente ni durante el funcionamiento ni cuando está cerrado. La tecnología utiliza principios de ingeniería para limitar los desechos al área más estrecha, cubrirla con una capa de tierra y combinarla todos los días para reducir su volumen. Además, anticipa problemas potenciales causados por líquidos y gases resultantes de la descomposición de la materia orgánica. (Jaramillo, 2002)

Los rellenos sanitarios contiene los tres elementos de la vida: tierra, aire y agua. Por lo tanto, es importante evaluar las características específicas del área de estudio. Estas características deben definirse y evaluarse de tal manera que la evaluación sea más objetiva y técnicamente aceptable para las autoridades locales. (Umaña, 2002).

2.1.1.1. Los rellenos sanitarios se clasifican en:

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

- Relleno sanitario manual, capacidad operativa diaria no superior a 6 toneladas (TM).

- Relleno sanitario semi-mecanizado; cuya capacidad de operación diaria es más de seis (06) y menor de cincuenta (50) TM.
- Relleno sanitario mecanizado con una capacidad operativa diaria de más de 50 toneladas.

2.1.1.2. Métodos de construcción de un relleno sanitario

La forma de construcción y el tipo de trabajo de los rellenos sanitarios depende principalmente de la topografía del terreno, aunque también dependen del tipo de suelo y la profundidad del humedal. Hay dos métodos principales para crear un vertedero. (Jaramillo, 2002)

A. Método de trinchera o zanja

Este método se utiliza en superficies planas y requiere el uso de una excavadora o un tractor para cavar hoyos de hasta 2-3 metros de profundidad a la vez. Contamos con una trayectoria de perforación de pozos de hasta 7m. Los residuos sólidos se vierten en desagües, que luego se compactan y se cubren con arena excavada. Tenga especial cuidado durante la temporada de lluvias, ya que el agua puede acumularse en los canales.

Por lo tanto, se deben construir canales alrededor para capturar, desviar e incluso abastecer los canales internos. En casos extremos, se puede instalar el techo o un drenaje vertical. Se deberá cortar su talud o muro en función de la parte del relieve del terreno excavado.

El entierro requiere buenas condiciones en términos de profundidad del nivel freático y tipo de suelo. Los terrenos con un nivel freático alto o casi alto no son buenos debido al riesgo de contaminación del acuífero. Además, el suelo pedregoso no se vuelve pedregoso por la dificultad.

B. Método de área

En zonas planas, si no es posible cavar fosas o zanjas para enterrar los residuos, se pueden amontonar directamente sobre el suelo primero, y después de la cobertura de agua, se elevará el suelo varios metros.

En estos casos, la funda deberá enviarse desde otro lugar. También se utiliza para rellenar depresiones naturales o lugares abandonados de varios metros de profundidad. El material para techumbre se toma de la pendiente del terreno o, si esto no es posible, de un sitio cercano para evitar costos de transporte.

2.1.1.3. Principios básicos de un relleno sanitario

Describir las principales actividades que se consideran apropiadas para la construcción, operación y gestión de residuos. (Jaramillo, 2002).

Monitoreo regular durante la construcción para mantener una alta calidad del trabajo y operación diaria de los equipos de desechos, todos los desechos, cubierta de desechos y compactación de celdas para mantener la estabilidad del cuerpo del sitio en las mejores condiciones. Esto supone que una persona es responsable de la operación y disposición.

Redirigir la escorrentía para evitar, en la medida de lo posible, su entrada a los vertederos. Considere una altura de celda diaria de 2-3 m para reducir la presión negativa y lograr una mayor estabilidad.

Cobertura diaria en una capa de 0,10 a 0,20 metros de tierra o similar.

Recogida de residuos sólidos a un nivel de 0,20 m a 0,30 m y finalmente cuando todo esté lleno de tierra. De esto depende el éxito del trabajo diario, ya que permite tener una gran densidad y una larga vida útil del sitio.

Consigue una alta densidad (gravedad específica) porque esto es beneficioso desde el punto de vista económico y medioambiental.

Controle y ventile los lixiviados y el gas para mantener condiciones operativas óptimas y proteger el medio ambiente. La cobertura final tiene un espesor aproximado de 0,40 a 0,60 metros y se realiza de la misma forma que la cobertura diaria, excepto que debe realizarse de forma que se cree y mantenga la vegetación para una mejor integración en el paisaje natural.

2.1.2. RESIDUOS SÓLIDOS

Residuos sólidos es todo objeto, material, sustancia o elemento resultante del consumo o uso de bienes o servicios de los que su propietario disponga, tenga intención de disponer

o deba disponer para dar prioridad al reciclaje de residuos para su gestión y producto final, su disposición final. (D.L. N° 1278 que aprueba la ley gestión integral de residuos sólidos).

A. Clasificación de residuos por su origen

Se refiere a la clasificación de sectores y no hay límite en el número de categorías o grupos que se pueden crear. Algunas de las categorías se mencionan a continuación:

- Domiciliarios, urbanos o municipales
- Industriales • Agrícolas, ganaderos y forestales
- Mineros
- Hospitalarios o de Centros de Atención de Salud
- De construcción
- Portuarios
- Radiactivos

B. Clasificación de residuos por su naturaleza

Orgánicos

Los residuos biológicos (vegetales o animales) que se descomponen naturalmente producen gases (dióxido de carbono, metano, etc.) que son arrastrados durante su procesamiento y disposición final. Si se trata adecuadamente, puede reutilizarse como mejorador del suelo o fertilizante. (compost, humus, estiércol, etc.)

Inorgánicos

Residuos no degradables de origen mineral o de producción industrial. Se pueden reutilizar a través del proceso de reciclaje.

C. Clasificación de residuos en función a su Gestión

Residuos Sólidos Municipales: Residuos de la administración municipal o del sector de los residuos domésticos, incluidos los residuos domésticos y los residuos del barrido y limpieza de lugares públicos, incluidas las playas, las actividades comerciales y otras actividades urbanas no domésticas, cuyos residuos puedan ser entregados a los servicios públicos. Limpieza en su jurisdicción.

Residuos Sólidos no Municipales: Los residuos domésticos o no domésticos se refieren a los residuos peligrosos y no peligrosos que se producen durante el desarrollo de las actividades mineras, productivas y de servicios. Incluyen los producidos en las instalaciones primarias y auxiliares de la operación.

2.1.3. LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)

Hoy en día, SIG es la herramienta más versátil para el almacenamiento y análisis de información espacial, ya que como herramienta analítica incide en la eficacia y eficiencia de las operaciones cartográficas, tanto en términos de procesamiento de datos como de procesamiento de datos, escenarios de representación y opciones de respuesta ante las situaciones que se encuentran en el territorio. (Pérez, 2019)

Chuvieco (2010), un SIG consiste en una unidad física diseñada para gestionar información espacial y una serie de programas conectados a ella que permiten realizar una serie de transformaciones en función de las variables espaciales introducidas en el sistema. SIG no es un producto cerrado, sino una combinación de elementos: computadoras, digitalizadores, plotters, impresoras, varios paquetes adaptados a un propósito específico.

Componentes de un SIG

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

Datos: Los datos son la materia prima requerida para el trabajo SIG y contienen información geográfica importante para la cual existe SIG.

Métodos: Un conjunto de formulaciones y métodos para aplicar a sus datos.

Software: Necesitamos una aplicación informática que pueda manipular los datos e implementar los métodos anteriores.

Hardware: Equipo necesario para ejecutar el software.

Personas: Las personas son responsables de desarrollar y utilizar el software que actúa como motor del sistema SIG.

Análisis Espacial

El análisis espacial es un conjunto de técnicas que combinan diferentes temas o capas temáticas para encontrar conexiones entre datos y patrones, lo que permite tomar decisiones sobre los resultados (Peña, 2005).

Según (Olaya, 2014), el análisis espacial es un estudio cuantitativo de los fenómenos que se manifiestan en el espacio. Muestra la importancia crítica de la posición, la superficie, la distancia y la interacción dentro del espacio mismo. Para que estos conceptos tengan sentido, toda información requiere una referencia espacial. Desde una perspectiva menos formal, podemos entender simplemente el análisis espacial como un conjunto de actividades que desarrollamos en nuestro trabajo diario a partir de datos espaciales.

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

Localización: La ubicación desde un "punto de vista espacial" está relacionada con un sistema de coordenadas geográficas invariante en el tiempo (latitud y longitud) a partir del cual se asigna un valor cuantitativo preciso de ubicación. La ubicación, desde una perspectiva de "ubicación", se especifica utilizando diferentes escalas (medidas en tiempo, costo, energía) cuyos resultados a menudo cambian debido a los avances tecnológicos.

Distribución espacial: El concepto establece que los grupos de unidades del mismo tipo están distribuidos geográficamente de alguna manera. Estos pueden ser puntos, líneas o polígonos (áreas) con varias propiedades asociadas en un sistema vectorial, o pueden representar la ubicación de un área en un sistema ráster.

Asociación espacial: Considere los estudios de correspondencias encontradas al comparar diferentes distribuciones espaciales como regiones sistemáticas (regiones individualizadas por la homogeneidad de una sola variable). En SIG vectorial, cada capa temática está contenida en una columna, y el trabajo entre ellas produce resultados de correlación espacial.

Interacción Espacial: El concepto de interacción espacial tiene en cuenta la estructura de los espacios relacionales, donde la posición (lugar), la distancia (ideal o real) y el vínculo (flujo) están en el centro de la definición del espacio funcional.

Evolución Espacial: El concepto implica incorporar una dimensión temporal, moviéndose constantemente de un estado a otro. El estudio de la geografía es esencialmente una aproximación al presente (recordemos que la geografía se presenta muchas veces como una ciencia del presente), pero nunca se ha reconocido que la dimensión del tiempo es muy importante en un análisis geográfico completo.

2.1.4. TELEDETECCIÓN

Chuvieco (2010), señala que la teledetección o teledetección es la ciencia de obtener y procesar información en la superficie de la tierra a partir de sensores instalados en plataformas espaciales, gracias a la interacción de energía electromagnética que existe entre los sensores y la tierra.

2.1.5. MECÁNICA DE SUELOS

La mecánica de suelos es una asignatura que aplica las leyes de la mecánica y la hidráulica a problemas geotécnicos, estudiando las propiedades, comportamiento y utilización del suelo como material estructural de manera que las deformaciones y resistencias del terreno garanticen la seguridad, resistencia y estabilidad de las estructuras. Asimismo, se estudia la rigidez de la tierra, su deformación y el flujo de agua hacia y a través de su masa, teniendo en cuenta los beneficios económicos de su uso como material de construcción.

2.1.6. MARCO LEGAL

Constitución Política del Perú (1993)

Es la máxima norma jurídica en nuestro país y se destaca entre los derechos humanos básicos, esto es, el derecho a disfrutar de un medio ambiente equilibrado y adecuado para la vida y el desarrollo. El marco general de la política ambiental del Perú fue desarrollado por el art. 67°, donde el Estado determina la política ambiental nacional y promueve el aprovechamiento sustentable de sus recursos naturales.

Ley Orgánica de Municipalidades (Ley N° 27972)

La función específica general en materia ambiental es la coordinación con los distintos niveles de las instituciones estatales, sectoriales y regionales, la correcta aplicación de los instrumentos de planificación y gestión ambiental en el marco de los sistemas de gestión ambiental nacionales y regionales, así como la salud y educación sanitaria municipal. La función de regular y controlar el proceso de disposición final de los desechos sólidos y líquidos y las emisiones industriales dentro de su jurisdicción.

Ley General del Ambiente (Ley N° 28611)

El 13 de octubre de 2005, la disposición del artículo 67 sobre saneamiento elemental, aprobada por la Asamblea de la República, establece que las instituciones del Estado a nivel estatal, sectorial, regional y local priorizan las medidas de saneamiento básico, incluyendo la construcción y gestión de infraestructura adecuada; Corresponde la adecuada gestión y potabilización del agua potable, pluvial, subterránea, alcantarillado público, reutilización de aguas servidas, excretas y disposición de residuos sólidos en las ciudades y zonas rurales, promoción de la universalidad, calidad y continuidad de los servicios de saneamiento y determinación de tarifas adecuadas y uniformes. a los costes de gestión y mejora.

Ley General de Salud (Ley N° 26842)

El artículo 104 establece: "Ninguna persona natural o jurídica podrá verter residuos o contaminantes al agua, aire o suelo sin tomar las medidas de descontaminación previstas en las normas de higiene y protección ambiental".

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

Según el Título III, los sistemas que integran los servicios de saneamiento son: los servicios de agua potable, los servicios de saneamiento y alcantarillado pluvial, las excretas sanitarias, los sistemas sanitarios y las fosas sépticas.

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

Esta norma se ha introducido para garantizar la máxima eficiencia en el uso de materiales y para regular la gestión y el manejo de los residuos sólidos. Esto incluye minimizar la

generación de residuos sólidos en la fuente, recuperar los materiales y energía de los residuos sólidos y su adecuada disposición final. Sostenibilidad de los servicios públicos de limpieza.

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

Regula la operación, procesos y operaciones de transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos con base en los principios de prevención y protección de las personas, el medio ambiente y los bienes.

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

Además de crear herramientas de gestión y planificación ambiental, velar por el cumplimiento de las metas ambientales de las instituciones del Estado y mejorar la gestión ambiental.

2.2. MARCO CONCEPTUAL

Celda: Infraestructura ubicada en un relleno sanitario donde se dispersan y compactan los residuos depositados.

Lixiviado: Es un residuo líquido resultante de la biodegradación de la porción orgánica o biodegradable del residuo sólido en condiciones aeróbicas o anaeróbicas, o de la fuga de agua a través del residuo durante el proceso de descomposición.

Sistema de referencia: Es el conjunto de coordenadas espaciales y temporales necesarias para determinar la ubicación de un punto. El marco de referencia puede estar en el ojo del espectador (Fernández 2009)

Proyección cartográfica: Según Fernández (2009), es un método de trasladar las características de la superficie terrestre al papel, es decir, a un plano.

Georreferenciación: Esto implica posicionar las capas en un sistema de coordenadas determinado mediante el registro de puntos de control terrestre definidos con coordenadas conocidas para que la información vectorial derivada de estas imágenes conserve las posiciones de coordenadas deseadas. (Vicente 2008).

Software ArcGis: Es un SIG desarrollado por la empresa californiana Environmental Systems Research Institute (ESRI) para trabajar a nivel multiusuario. Representa el desarrollo continuo de estos productos, que combinan los avances tecnológicos en tecnología de la información y las telecomunicaciones durante la última década para capturar, editar, analizar, desarrollar, publicar en la web e imprimir información geográfica. (Vicente 2008).

2.3. HIPÓTESIS

2.3.1. HIPÓTESIS GENERAL

La evaluación del área de construcción de nuevas celdas para relleno sanitario, utilizando sistemas de información geográfica en la comunidad de Itapalluni, del distrito de Puno- 2022 es posible.

2.3.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- Las condiciones establecidas en el área de construcción de nuevas celdas para el relleno sanitario en la comunidad de Itapalluni, del distrito de Puno- 2022, según Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM, no cumple con todos los criterios establecidos.
- La identificación de las características físico-mecánicas del suelo, del área de construcción de nuevas celdas para el relleno sanitario en la comunidad de Itapalluni, del distrito de Puno- 2022.
- La delimitación de áreas adecuadas que reúnan las condiciones para la construcción relleno sanitario, utilizando el sistemas de Información Geográfica del distrito de Puno- 2022.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ZONA DE ESTUDIO

El estudio se desarrolló en la comunidad de Itapalluni del distrito de Puno, Provincia de Puno, en la Región de Puno, geográficamente se encuentra entre los 13°00'00" y 17°17'30" de latitud sur y los 71°06'57" y 68°48'46" de longitud oeste del meridiano de Greenwich; cuenta con una extensión territorial de 15,57 km².

3.1.1. UBICACIÓN

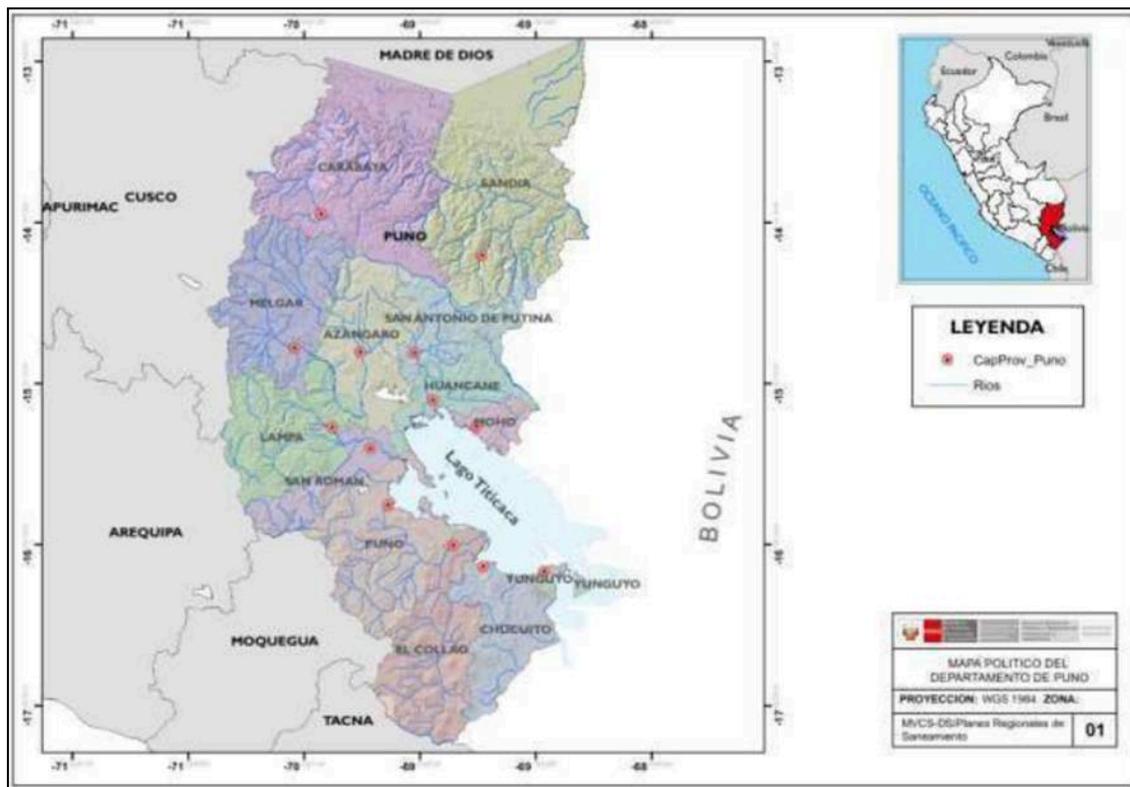


Figura 01: Ubicación de la zona de estudio

Fuente: Municipalidad Provincial de Puno.

3.2. TAMAÑO DE MUESTRA

3.2.1 POBLACIÓN

Está constituida por toda el área que comprende la ciudad de Puno, cuenta con una extensión territorial de 15,57 km².

3.2.2 MUESTRA

Se empleó el muestreo no probabilístico de tipo casual e incidental porque permite al investigador seleccionar de manera directa e intencionadamente la muestra. (Carrasco - 2006)

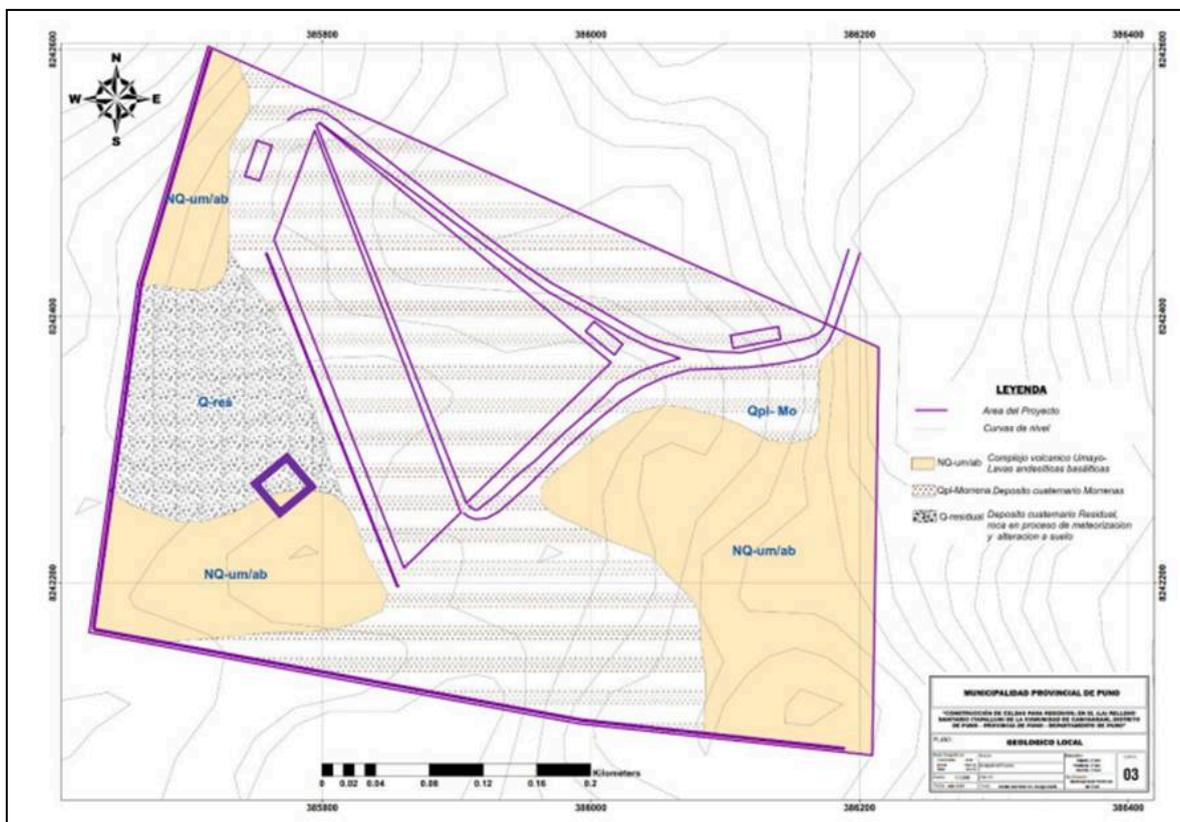


Figura 02: Área de construcción de nuevas celdas para relleno sanitario Puno.

3.3. MÉTODO Y TÉCNICAS

3.3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Según Hernández (2014), el tipo de investigación básica: Se denomina investigación pura, teórica. Se caracteriza porque se origina en un marco teórico y permanece con el objetivo de incrementar los conocimientos científicos pero sin contrastarlos con ningún aspecto práctico.

Fue de nivel descriptivo correlacional; porque describe los hechos sin manipulación alguna y correlacional porque relaciona las variables la cual proporcionaron el conocimiento sobre la realidad tal como se presenta en una situación espacio-temporal dada. (Carrasco, 2006)

3.3.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Carrasco (2006), diseño no experimental transversal - correlacional, en relación: porque no hay manipulación intencional en ellos, los hechos y fenómenos de la realidad son analizados y estudiados después de haber ocurrido, interrumpir; porque te permite realizar investigaciones científicas sobre los hechos y fenómenos de la realidad en un momento determinado.

3.3.3. MÉTODO

3.3.3.1. Aplicación de los criterios establecidos en el área de construcción de nuevas celdas para residuos relleno sanitario Puno, según el Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM, comunidad de Itapalluni, distrito de Puno- 2022.

FASE PREVIA DE GABINETE

a) Recopilación de información disponible se recopila la información bibliográfica y cartográfica existente de las instituciones como el Ministerio del Ambiente (MINAM), Instituto Geológico Metalúrgico y Minero (INGEMMET).

b) Elaboración del mapa base para la ejecución de este proyecto de investigación se iniciará con la elaboración de mapa, dicho mapa se elaborará de acuerdo a los ejes temáticos en el software ArcGIS 10.3. La realización de la cartografía base se comenzará con la verificación de los puntos más importantes para la localización de zonas.

c) Criterios de Selección y Restricción

Para realizar una adecuada selección del área, se han respetado los criterios de selección y limitaciones establecidas en el Reglamento de la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos (Decreto Supremo N° 014 - 2017 - MINAM), los mismos que actualmente se utilizan para determinar áreas potenciales. infraestructura para el almacenamiento final de residuos municipales.

Artículo 110.- Condiciones para elegir la ubicación de la infraestructura de disposición final de residuos sólidos La infraestructura de disposición final de residuos sólidos debe cumplir con las siguientes condiciones:

- 1) No menos de 500 metros de ciudades, granjas porcinas, granjas avícolas, etc. Excepcionalmente, de conformidad con lo dispuesto en el IGA, las autoridades ambientales podrán autorizar el despliegue de poblaciones a distancias más cortas en función de los riesgos potenciales para la salud o la seguridad de la población.
- 2) No debe ubicarse a menos de 500 metros de fuentes de agua superficial. Excepcionalmente, las autoridades de protección ambiental podrán permitir su colocación a distancias menores de conformidad con lo dispuesto en el IGA, teniendo en cuenta la demarcación de zonas fronterizas de acuerdo con la normativa vigente en la materia.
- 3) No estar ubicada en zonas de pantanos, humedales o recarga de acuíferos en la zona de emplazamiento del proyecto.
- 4)) No estar ubicada en zonas con presencia de fallas geológicas.
- 5) No estar ubicada en zonas donde se puedan generar asentamientos o deslizamientos que desestabilicen la integridad de la infraestructura de residuos sólidos.
- 6) Otros que establezca la normatividad sobre la materia.

3.3.3.2. Determinación de las características físico-mecánicas de los suelos en el área de construcción de nuevas celdas para residuos relleno sanitario Puno, comunidad de Itapalluni, distrito de Puno- 2022.

Trabajo de Terreno.

En el primer paso, se analizó y recolectó una muestra de suelo, que luego se envió al laboratorio.

En esta etapa se utilizó los siguientes métodos:

1. Calicata.

Consiste en excavaciones de pequeña a mediana profundidad en puntos individuales del terreno, la idea de un pozo de prueba es observar directamente el terreno que por sus

características y análisis normalmente nunca vemos, generalmente se utilizó una excavadora para realizar la prueba, un pozo.

2. Trabajo de Laboratorio.

Una vez realizado el trabajo en el terreno, las muestras son llevadas al laboratorio de Mecánica de Suelos S.A.C. para realizar las pruebas correspondientes.

2.1 Contenido de humedad natural (ASTM D-2216)

El contenido de humedad de una muestra indica la cantidad de agua que esta contiene, expresándose como un porcentaje del peso de agua entre el peso del material seco. Hasta cierto punto, este valor es relativo, ya que depende de las condiciones atmosféricas cambiantes. Por tanto, es conveniente realizar esta comprobación y utilizar este resultado casi de inmediato para evitar distorsiones en el cálculo.

2.2 Análisis granulométrico por tamizado (ASTM D-421)

La granulometría es la distribución de las partículas de un suelo de acuerdo a su tamaño, que se determina mediante el tamizado o paso del agregado por mallas de distinto diámetro hasta el tamiz N° 200 (diámetro 0.074 milímetros), considerándose el material que pasa dicha malla en forma global. Se realizaron pruebas de deposición para comprender la distribución del tamaño de las partículas debajo de esta pantalla. El análisis del tamaño de las partículas produce una curva del tamaño de las partículas en la que el diámetro de la malla se representa frente al porcentaje acumulativo transferido o retenido según el relleno utilizado.

2.3 Límite líquido (ASTM D-423) y Límite plástico (ASTM D-424)

La plasticidad del suelo se conoce como plasticidad. Depende de la cantidad de arcilla en el material de malla 200, porque es este material el que actúa como aglutinante. El material, dependiendo de su contenido de humedad, pasa por tres estados específicos: líquido, plástico y seco. Si el agregado tiene cierto contenido de humedad, está tan húmedo que no se puede moldear, está en un estado semilíquido. Después que el agua ha sido separada por algún tiempo, el suelo, aunque todavía húmedo, comienza a adquirir una consistencia que lo hace maleable o trabajable, y entonces se dice que está

en estado plástico. A medida que se sigue eliminando la humedad, el material a veces pierde su trabajabilidad y se agrieta al tratar de darle forma, lo que se denomina estado semiseco. El contenido de humedad cuando el agregado cambia de un estado semilíquido a un estado plástico es el límite líquido (ASTM D-423), y el contenido de humedad cuando el agregado cambia de un estado plástico a un estado semiseco es el límite plástico (ASTM D-424).

2.4 El perfil estratigráfico

Denotando una sección vertical del suelo que muestra el espesor y la secuencia de las capas, el término capa se aplica a una capa de suelo relativamente bien definida en contacto con otras capas de propiedades similares o diferentes.

2.5 Análisis de cimentación

Como parte de un estudio que predice varias estructuras que se ubican en áreas que consisten en suelo, por lo tanto, hemos dividido este capítulo en dos partes, donde se calculará la capacidad de carga permisible, donde se ubicará la estructura decorativa en el suelo, y la capacidad portante del piso y pavimento.

2.6 Potencial de expansión

Para fines prácticos de ingeniería, para caracterizar la capacidad de hinchamiento de las arcillas, es necesario determinar la presión de hinchamiento, que se define como la presión máxima que puede desarrollar la arcilla cuando se satura en condiciones de volumen constante.

2.7 Capacidad de soporte CBR.

"Suelo CBR es la carga específica correspondiente a una profundidad de penetración de 0,1" o 0,2", expresada como porcentaje del valor de referencia correspondiente. La prueba también está destinada a medir la resistencia al corte de un suelo en condiciones de humedad y densidad controladas, y produce un número de factor de soporte que no es constante para ningún suelo dado, sino que se relaciona solo con la condición en que se encontraba el suelo en el momento de la prueba. Las pruebas CBR generalmente se realizan en muestras que se han compactado al contenido de humedad óptimo para un

suelo en particular, según lo determinado por una prueba de compactación experimental estándar o modificada.

3.3.3.3 Elaboración del mapa temático de áreas óptimas para la instalación de nuevas celdas para residuos relleno sanitario Puno, comunidad de Itapalluni, distrito de Puno-2022.

La identificación de las áreas óptimas para la planta de tratamiento y disposición final de residuos sólidos se realizó en el distrito de Puno, la metodología que se utilizó en base a la aplicación de Sistemas de Información Geográfica, utilizando la Evaluación Multicriterio como instrumento de apoyo en la toma de decisiones para identificar las áreas óptimas analizando los criterios que establece la guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario manual, establecida por el Ministerio del Ambiente (MINAM), el cual “tiene como imparcial equipar y proporcionar el diseño, instalación, cimentación y importación de sistemas para la orden postero de desperdicios sólidos como movimiento complementaria de tarea auxilio a través de la tecnología de rellenos sanitarios.

Fase inicial de gabinete:

A) Recolección, revisión y selección de información

Consistió en la recopilación de información correspondiente al distrito Puno en formato shapefile.

b) Fase de campo

Las áreas resultantes son comparadas y verificadas en el sitio contra los estándares establecidos, usando GPS para obtener coordenadas, anotando el uso actual de estas áreas.

c) Fase final de gabinete:

Elaboración del mapa final con las zonas óptimas

Luego de la inspección en terreno, el mapa final determinó la mejor ubicación para la construcción de la planta de tratamiento en el distrito de Puno y para la disposición final de los residuos sólidos.

El ráster que recibió la evaluación multicriterio contiene las mejores áreas correspondientes a todos los valores que se transforman en shapefiles para producir el mapa inicial final llamado “Óptimo”.

3.3.3.4. Materiales:

De campo

Equipos.

- GPS.

Logística.

- Camioneta

De gabinete

Equipos

- Computadora.

Imágenes.

- Mapa Base a escala 1:80000
- Imagen Satelital Alos Palsar con resolución 12.5 metros.

Material cartográfico

- Carta nacional. Escala 1:100 000

Software

- Microsoft Windows 10, Microsoft Office 2016, ArcGis 10.3.

3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

Tabla 01: Identificación de variables

VARIABLES	INDICADOR	INSTRUMENTO
Independiente:	Mapa de poblaciones.	Programa ArcGIS 10.5
X1: . Sistemas de Información Geográfico .	- Mapa fuentes de aguas superficiales. - Mapa de zonas de pantanos, humedales, - Mapas fallas geológicas. - Mapa de asentamientos o deslizamientos.	
Dependiente	Criterios establecidos por	Guía Decreto Supremo
Y1: El área de construcción de nuevas celdas para los residuos del relleno sanitario de Puno.	Decreto Supremo 014-2017-MINAM.	N° N° 014-2017-MINAM

3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO.

Gómez y Barredo (2005), los distintos métodos o técnicas de EMC se diferencian básicamente en los procedimientos aritméticos estadísticos que se realizó sobre las matrices de evaluación y de prioridades, con lo cual se obtiene una evaluación final de las alternativas. Según el método empleado, se efectúan distintas operaciones aritméticas. Estas pueden ser simples, como las del método de sumatoria lineal ponderada, aplicado frecuentemente en modelos desarrollados en SIG.

Otros métodos requieren realizar operaciones de mayor dificultad, tales como el análisis de punto ideal (API), el análisis concordancia-discordancia (ACED), el método de optimización jerárquica (OJ), la programación lineal y otros. Respecto a esta clasificación se distinguen dos grupos de técnicas EMC: compensadas y no compensadas. Las técnicas compensatorias son aquellas que requieren procesamiento cognitivo, ya que requieren que el centro de decisión asigne el peso del criterio como un valor clave o función de preferencia, mientras que las técnicas no compensatorias requieren menos procesamiento cognitivo, ya que estas técnicas a menudo requieren una jerarquía de criterios. basado en la prioridad del centro de decisión. El método de compensación, desde una perspectiva operativa y de procesamiento de datos, que consideramos más adecuado, se basa en el supuesto de que el mayor valor de una alternativa en la línea base puede compensar el menor valor de la misma alternativa. Por otro lado, en un método no compensatorio, un valor bajo de un criterio no puede compensarse ni compensarse con un valor alto de otro criterio. Aquí se comparan las alternativas según todos los criterios sin realizar ninguna operación entre ellas.

CAPÍTULO IV

EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.1. EVALUACIÓN DEL ÁREA DE CONSTRUCCIÓN DE NUEVAS CELDAS PARA EL RELLENO SANITARIO EN LA COMUNIDAD DE ITAPALLUNI, UBICADA EN EL DISTRITO DE PUNO-2022.

El problema de los residuos sólidos en el distrito de Puno representa un motivo de preocupación y confusión para la administración de cualquier ciudad. El aumento de la población y su integración a las zonas urbanas, el aumento de la actividad industrial y el aumento de los patrones de consumo contribuyen al grave problema de la producción de residuos sólidos.

Utilizando sistemas de información geográficas se evaluaron el área de construcción de nuevas celdas para relleno sanitario, en la comunidad de Itapalluni, distrito de Puno-2022, El sitio no aborda adecuadamente muchos de los criterios de selección establecidos por los usuarios. (D.S. N° 014 – 2017 – MINAM).

En estudio realizado por Espejo (2017), se identificaron cuatro zonas óptimas dentro del área de estudio para un relleno sanitario empleando un sistema de información geográfica - SIG, integrado a los criterios de selección de sitio como pendiente, geología, distancia a carreteras, hidrología, bosques, distancia a la población urbana – rural, distancia a un aeropuerto y el volumen de almacenamiento, estos criterios se evaluaron mediante la evaluación multicriterio. De manera similar, aunque en este trabajo de investigación se evaluaron ocho criterios, se puede observar que el número de áreas identificadas varía significativamente, ya que cada criterio clasifica diferentes distancias y

el área total de estudio es mucho mayor. Sin embargo, la aplicación de estos criterios y herramientas fue útil para identificar áreas óptimas en el distrito de Puno.

4.2. CUMPLEN LAS CONDICIONES ESTABLECIDAS EN EL ÁREA DE CONSTRUCCIÓN DE NUEVAS CELDAS PARA EL RELLENO SANITARIO EN LA COMUNIDAD DE ITAPALLUNI, DISTRITO DE PUNO- 2022.

Para realizar una adecuada selección del área, se han respetado los criterios de selección y limitaciones establecidas en el Reglamento de la Ley de Gestión Integral de Residuos (Decreto Supremo N° 014 - 2017 - MINAM-Reglamento del Decreto Legislativo N° 1278, que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos), los mismos que actualmente se utilizan para determinar áreas potenciales. infraestructura para el almacenamiento final de residuos municipales.

Artículo 110.- Condiciones para elegir la ubicación de la infraestructura de disposición final de residuos sólidos La infraestructura de disposición final de residuos sólidos debe cumplir con las siguientes condiciones:

1) 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. Se muestran a más detalle del primer requisito en la tabla 02.

Tabla 02: Requisitos de localización del estudio.

REQUISITOS DE LOCALIZACIÓN	LÍMITES PERMISIBLES
Restricciones	
Distancia a centros poblados	≥ 500 m
Infraestructura existentes (embalses, represas, obras Hidroeléctricas)	≥ 500 m
Distancia aeropuertos	≥ 13 km

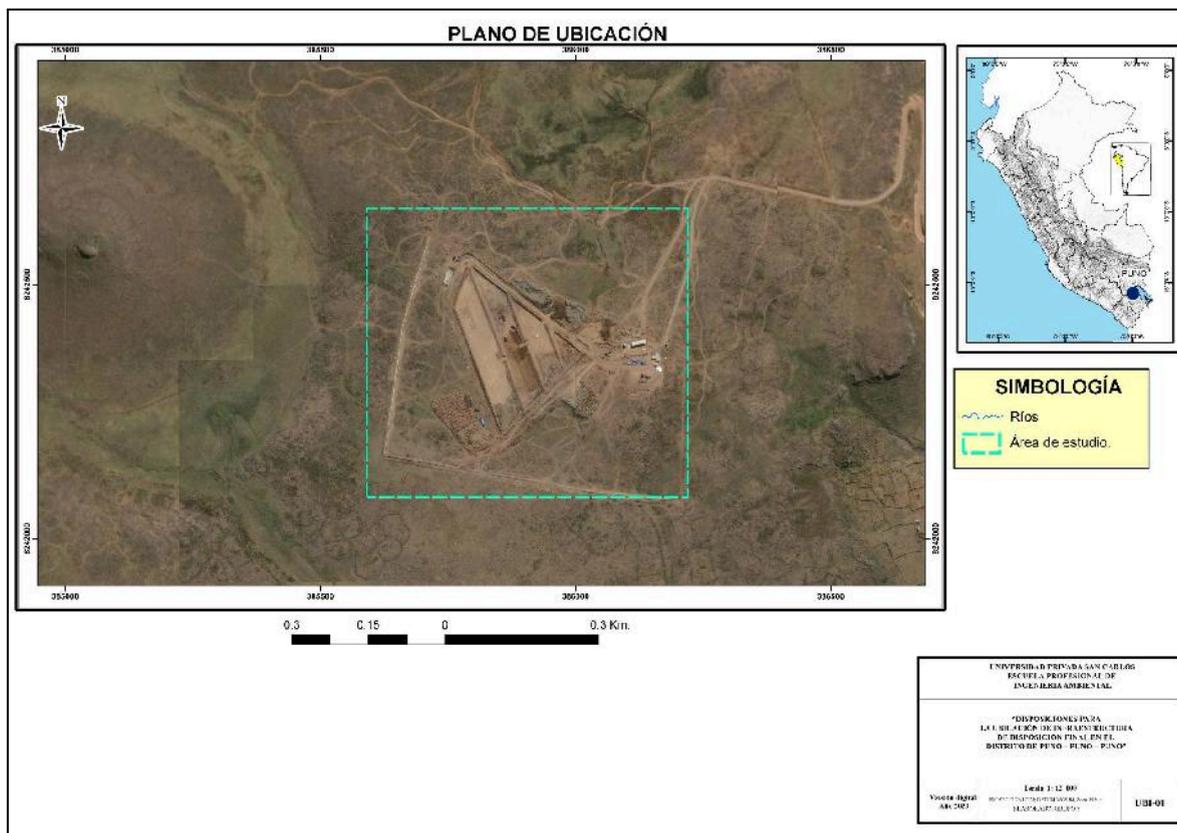


Figura 03: Plano de ubicación del área de construcción de nuevas celdas para el relleno sanitario en la Comunidad de Itapalluni.

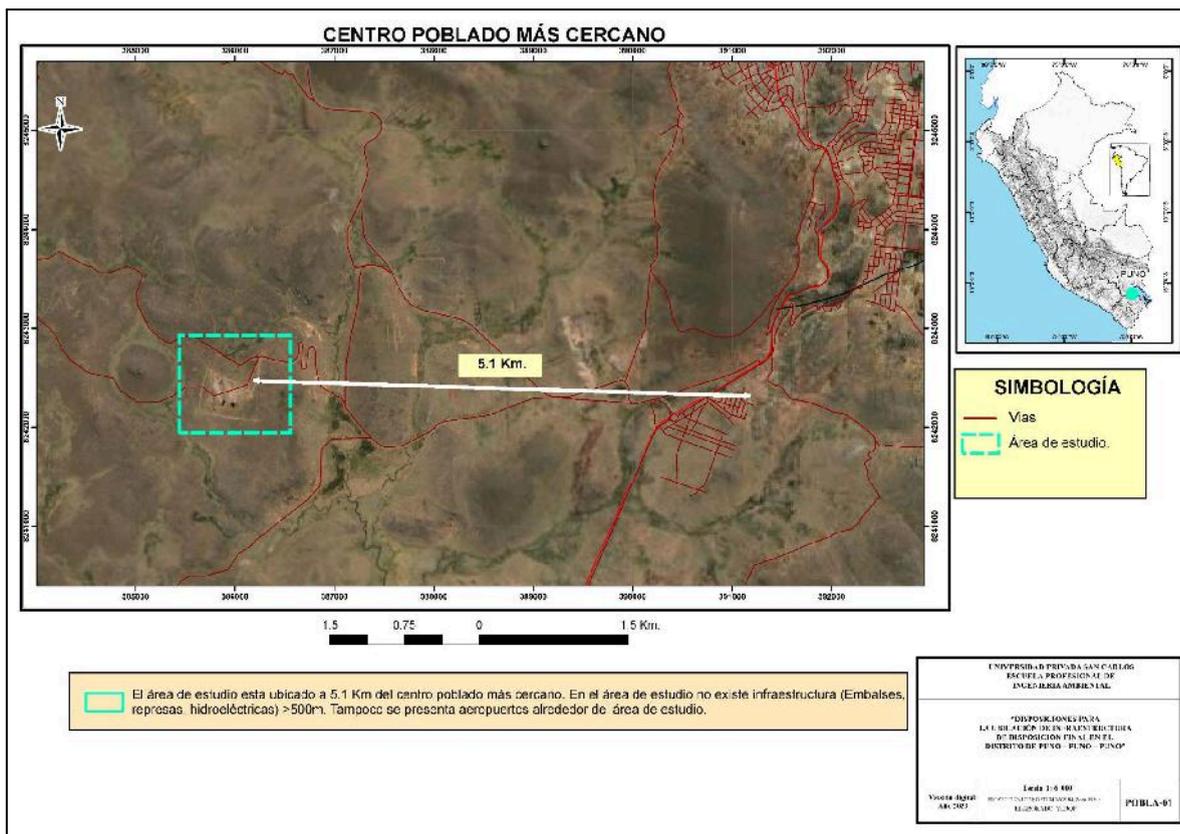


Figura 04: Centro poblado más cercano.

En la figura 04, el área de estudio está ubicado a 5.1 Km del centro poblado más cercano.

En el área de estudio no existe infraestructura (Embalses, represas, hidroeléctricas) >500m. Tampoco se presentan aeropuertos alrededor del área de estudio.

Indica en su trabajo de investigación que un relleno sanitario debe estar a no menos de 500 m de zonas edificadas o zonas urbanas, en el área de estudio no existe infraestructura (centros de salud, centros educativos, embalses, represas, hidroeléctricas), tampoco se presentan aeropuertos alrededor del área de estudio. Pero así mismo no debería ubicarse demasiado lejos de la zona urbana ya que se alargarán los tiempos de traslado y recolección de los desechos convirtiéndose también en problemas económicos. Un relleno sanitario no puede estar cerca a los centros poblados por problemáticas de tipo sanitarios, ni tampoco tan alejado por los costos que acarrea el transporte de los residuos (Belalcázar, 2019)

Para este criterio se utilizó el shapefile de Centros Poblados, luego a la caja de herramienta (arctoolbox), seguidamente se utiliza la herramienta (distance), euclidean

distance, finalmente se utiliza la herramienta, (spatial analyst tools/map algebra/ raster calculator. Los resultados predominantes al mapa temático se establecieron las respectivas distancias entre 500 – 2000 metros que son considerados “aptas” para la ubicación del área potencial de un relleno sanitario y con distancias menores a los 500 metros, no se consideraron estas áreas debido a que este tipo de instalaciones genera un cierto rechazo social por efecto de la generación de malos olores, riesgos a la salud y producción de vectores infecciosos provenientes del relleno sanitario, así como los posibles riesgos que se puedan generar y son consideradas como “no aptas”. (MINAM, 2011)

2) 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.

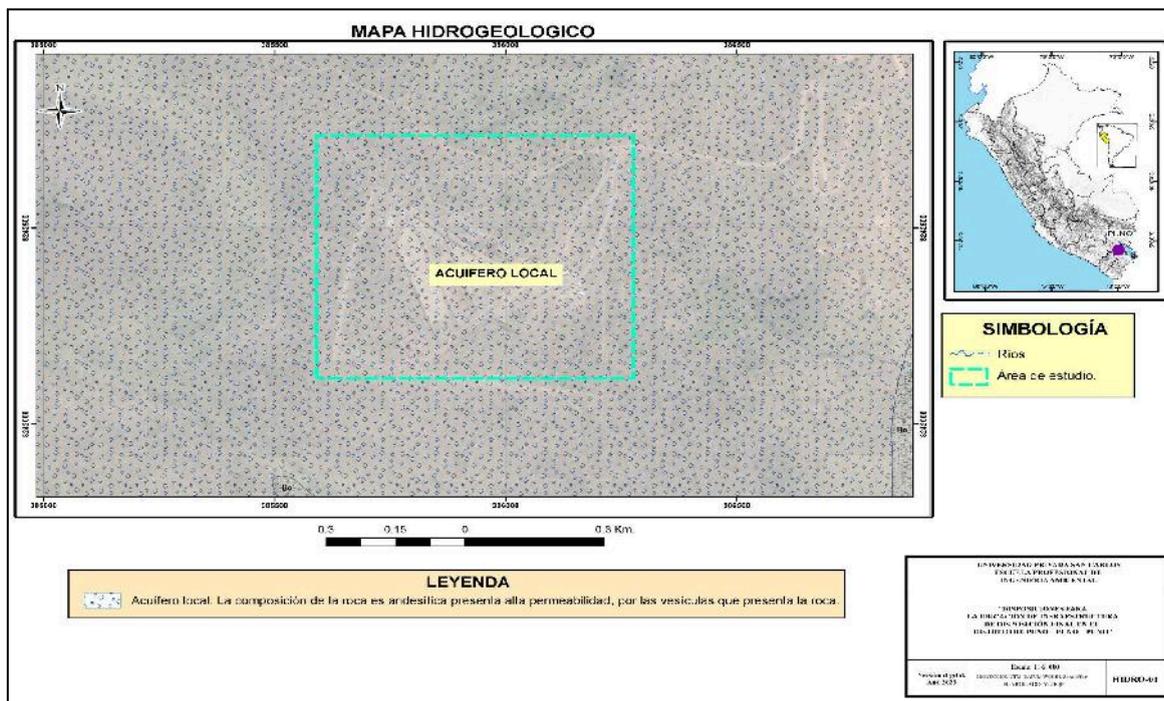


Figura 05: Fuentes de agua superficial.

En la figura 05, el área de estudio hidrogeológicamente está ubicado en un acuífero local. La composición de la roca es andesítica presenta alta permeabilidad (capacidad de la roca o del terreno para transmitir agua u otros fluidos), por las vesículas que presenta la

roca, no cumpliría las condiciones establecidas para el área de construcción de nuevas celdas para el relleno sanitario en la Comunidad de Itapalluni,

4)) No estar ubicada en zonas con presencia de fallas geológicas.

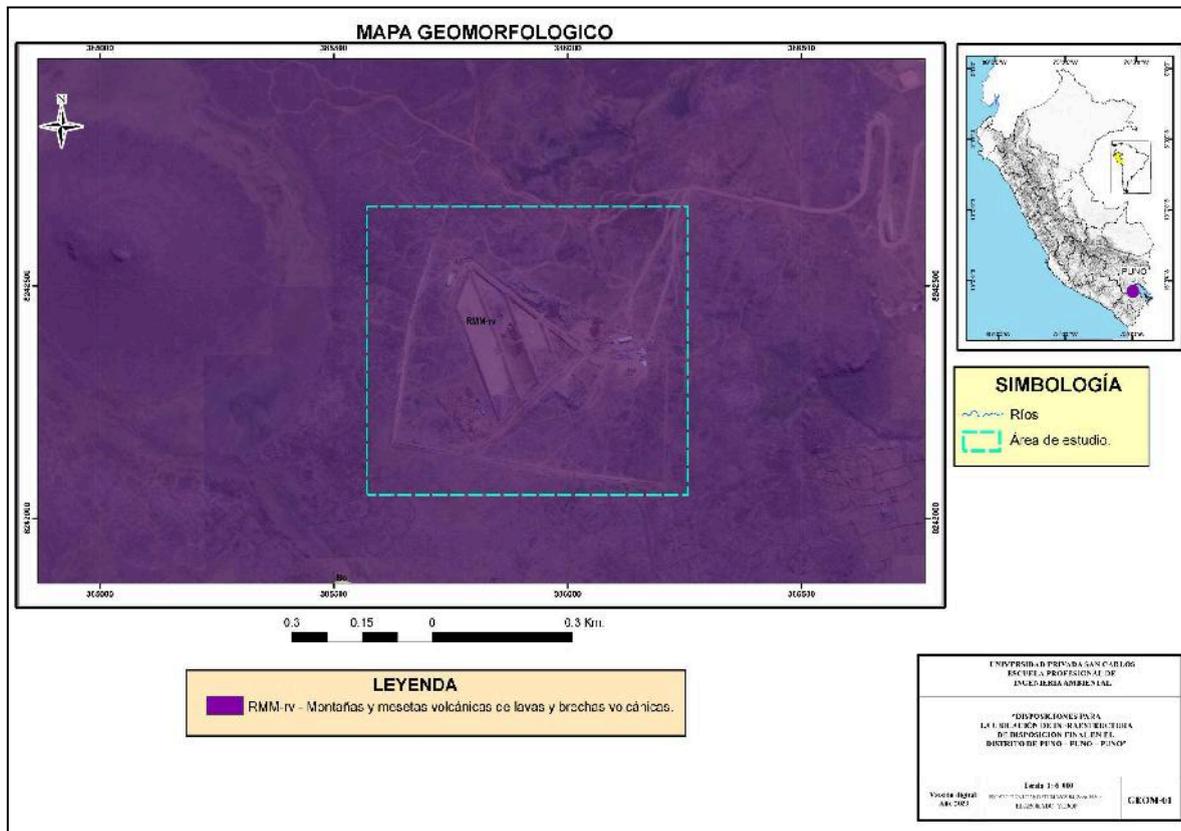


Figura 06: No estar ubicada en zonas con presencia de fallas geológicas.

En la figura 06, se observa que en el área de estudio no presenta fallas geológicas >1Km. Pero si presenta lineamiento a 1.6 km, se muestra el mapa temático de fallas geológicas con las respectivas distancias que se establecieron para cada categoría y valor óptimo para la instalación del relleno sanitario. si hubiera fallas geológicas “No aptas” con distancias menores a 500 metros respecto de las fallas geológicas. No se escogieron estas áreas debido a que estas zonas son terrenos vulnerables a desastres naturales como agrietamientos, desprendimientos, desplazamientos u otros movimientos de masas que pongan en riesgo la seguridad del personal y/o la operación del relleno. Es por ello considerar áreas “Óptimas” con distancias mayores a 1000 metros y las áreas consideradas “Aceptables” con distancias entre 500 – 1000 metros.

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



Figura 07: Zonas donde se puedan generar asentamientos o deslizamientos que desestabilicen la integridad de la infraestructura de residuos sólidos.

En la figura 07, se muestra que el área de estudio geomorfológicamente está ubicado en una meseta volcánica, por ende la pendiente $< 25\%$, el mapa temático de pendientes con los respectivos niveles que se establecieron para cada categoría y valor óptimo para la instalación del relleno sanitario. ni ubicarse en lugares inestables, ni en cauces de quebradas de zonas con posibilidad de deslizamientos, ni propensas a inundaciones en períodos de recurrencia de 50 años o menos.

4.3. IDENTIFICACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-MECÁNICAS DE SUELO, DEL ÁREA DE CONSTRUCCIÓN DE NUEVAS CELDAS PARA EL RELLENO SANITARIO EN LA COMUNIDAD DE ITAPALLUNI, DISTRITO DE PUNO- 2022.

Determinar, describir y evaluar las características físico-mecánicas de los suelos de fundación y subrasante a través de estudios realizados In Situ y ensayos Ex Situ en laboratorio determinando el contenido de humedad, análisis granulométrico, Límites Atterberg y clasificación de suelo mediante los sistemas SUCS y AASTHO, Próctor, CBR, corte directo y cálculo de la capacidad portante-

4.3.1. PERFILES ESTRATIGRÁFICOS

Un perfil estratigráfico es la representación gráfica de la continuidad de la disposición de las capas del suelo, su ubicación y sus características.

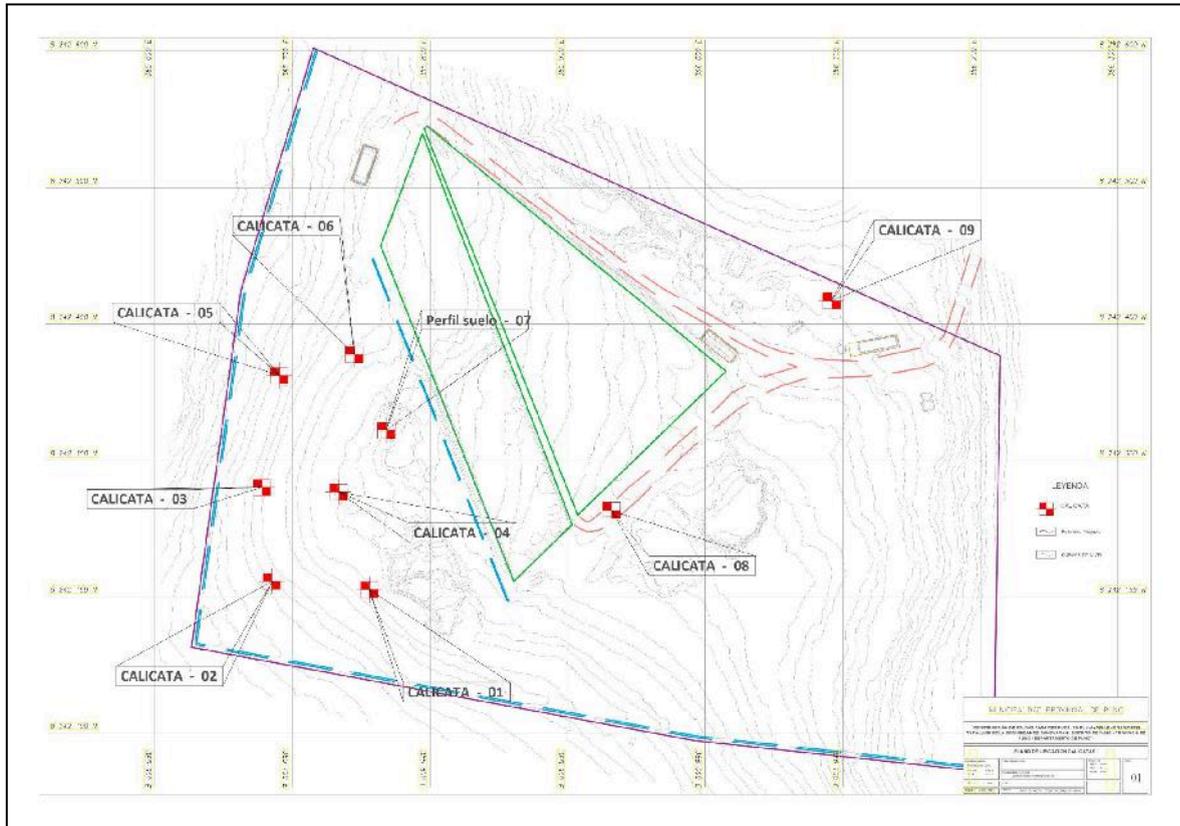


Figura 08: Plano de distribución y ubicación de calicatas.

Tabla 03: Ubicación de calicatas

CALICATA	COORDENADAS	
	NORTE	ESTE
C-01	8242205	385756
C-02	8242211	385685
C-03	8242280	385677
C-04	8242276	385733
C-05	8242362	385690
C-06	8242377	385744
C-07	8242322	385768
C-08	8242263	385931
C-09	8242417	386091

Calicata N°1: Relleno sanitario Itapalluni

- Compuesto por suelo: 0.00 – 0.60 m.: Compuesto por suelo orgánico, con raíces de color marrón claro a negro parduzco, en la parte superficial se ve ichu o paja (pasto del altiplano)
- 0.60 – 1.50 m. :Clasificado como suelo ML, suelo limo gravoso de baja plasticidad con arena de color marrón oscuro a gris, compuesto con mas del 50 % de finos (pasante malla 200), con bastante humedad a medida que se profundiza, de compacidad baja a media
- < 1.50 m .: Solo se hizo la excavación hasta los 1.50 m, ya que a esa profundidad se encontró roca o bolonería de roca mayor a 3 metros, esta roca es de tipo volcánica andesítica de color gris oscuro.

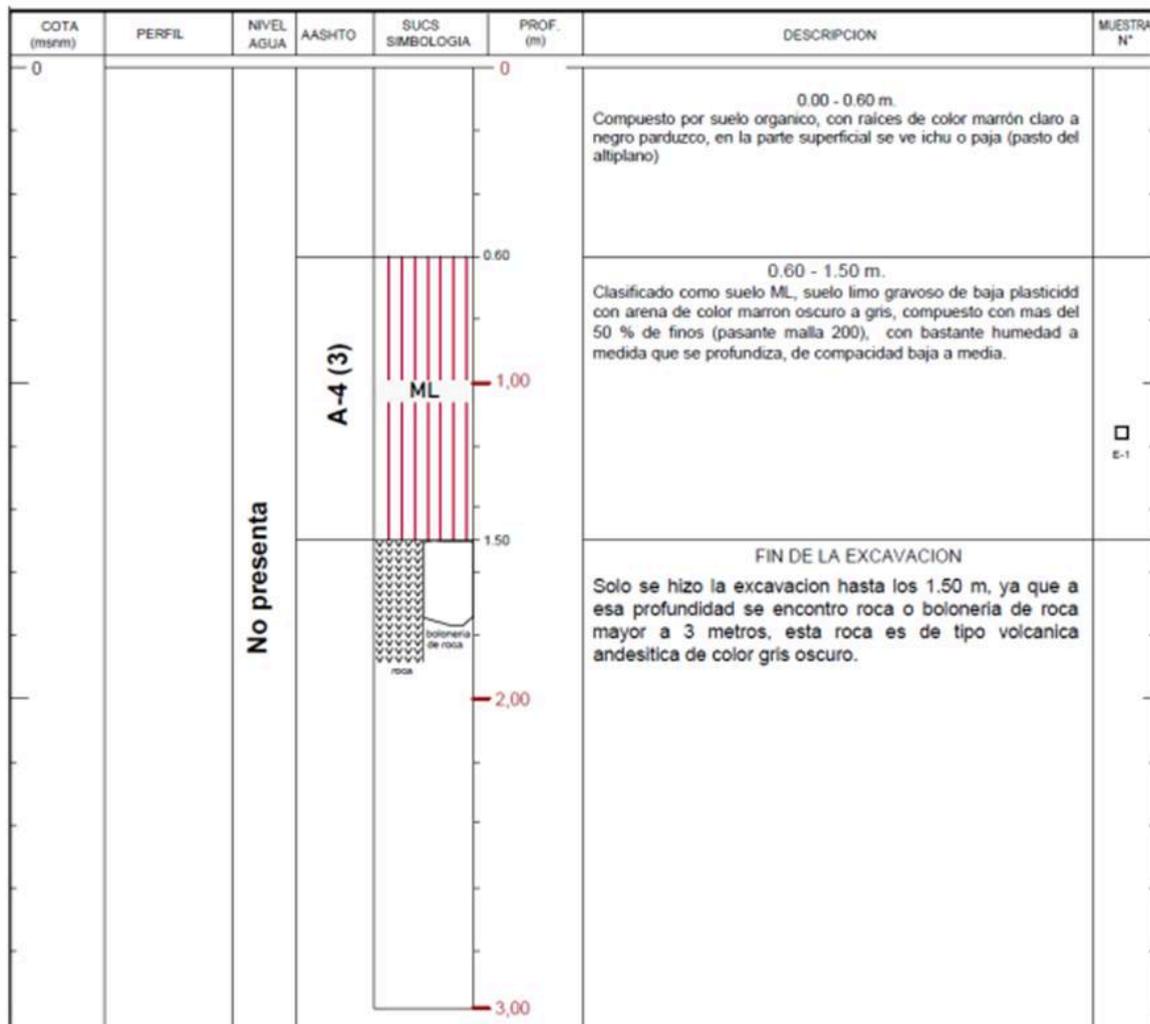


Figura 09: Perfil estratigráfico de la calicata N°1

Calicata N°02 – RELLENO SANITARIO ITAPALLUNI

Compuesto por suelo:

- 0.00 – 0.50 m.: Compuesto por suelo orgánico, con raíces de color marrón claro a negro parduzco, en la parte superficial se ve ichu o paja (pasto del altiplano)
- 0.50 – 1.50 m. : Clasificado como suelo ML, suelo limo gravoso de baja plasticidad con arena de color marrón oscuro a gris, compuesto con más del 70 % de finos (pasante malla 200), con bastante humedad a medida que se profundiza, de compacidad baja a media.
- < 1.50 m. : Solo se hizo la excavación hasta los 1.50 m, ya que a esa profundidad se encontró roca o bolonería de roca mayor a 3 metros, esta roca es de tipo volcánica andesitica de color gris oscuro.

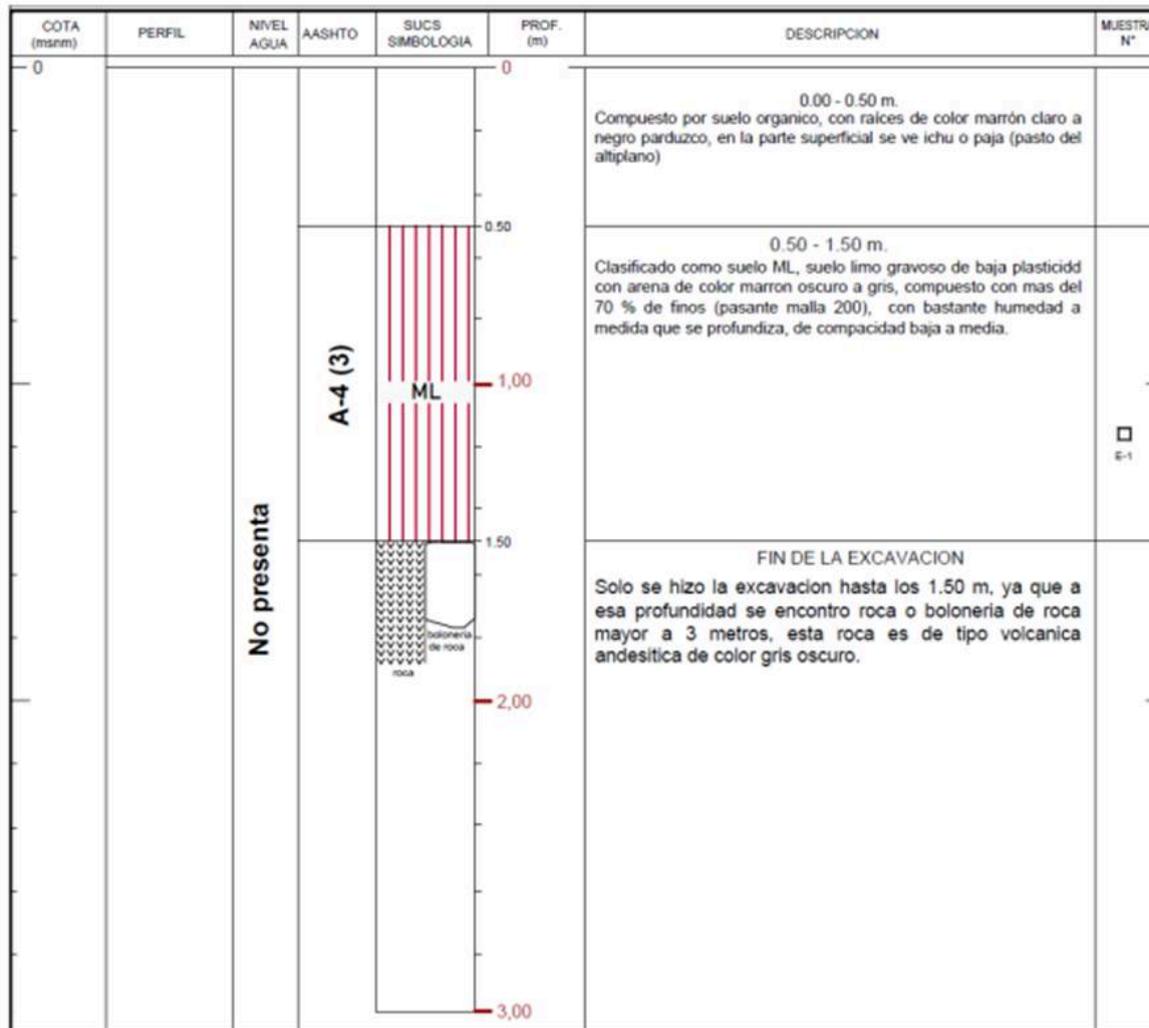


Figura 10: Perfil estratigráfico de la calicata N°2

Calicata N°03 – RELLENO SANITARIO ITAPALLUNI

Compuesto por suelo:

- 0.00 – 0.70 m.: Compuesto por suelo orgánico, con raíces de color marrón claro a negro parduzco, en la parte superficial se ve ichu o paja (pasto del altiplano)
- 0.70 – 1.70 m.: Clasificado como suelo ML, suelo limo gravoso de baja plasticidad con arena de color amarillo a marrón claro, compuesto con mas del 50 % de finos (pasante malla 200), con bastante humedad a medida que se profundiza, de compactidad baja a media.

- 1.70 – 2.90 m. : Clasificado como suelo GC - GM, suelo grava limo arcilloso con arena de color marrón oscuro a gris oscuro, con bastante humedad a medida que se profundiza, de compacidad baja a media.

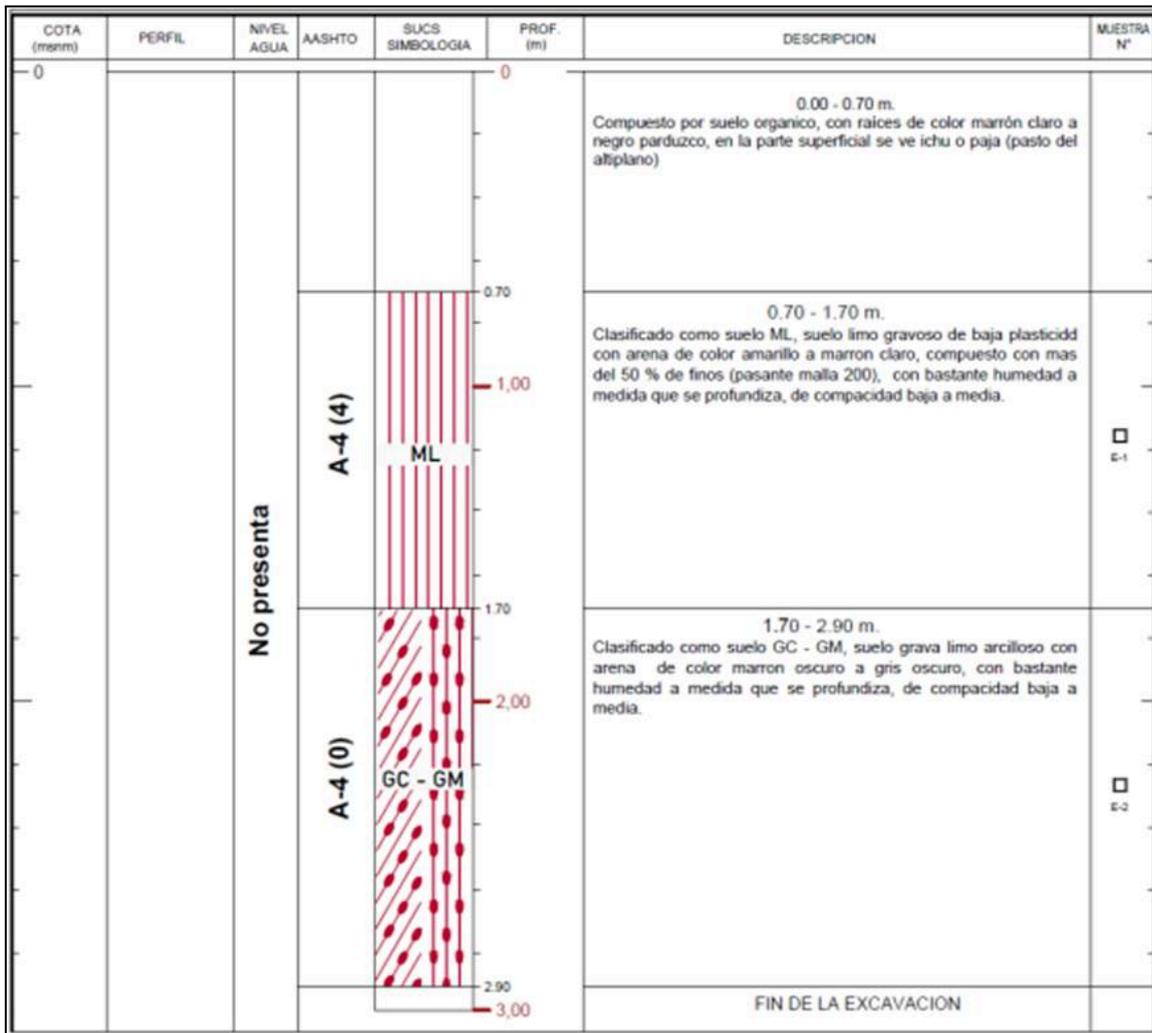


Figura 11: Perfil estratigráfico de la calicata N°3.

Calicata N°04 – RELLENO SANITARIO ITAPALLUNI

Compuesto por suelo:

- 0.00 – 0.60 m.: Compuesto por suelo orgánico, con raíces de color marrón claro a negro parduzco, en la parte superficial se ve ichu o paja (pasto del altiplano).
- 0.60 – 2.10 m.: Clasificado como suelo GC - GM, suelo grava limo arcilloso con arena de color marrón oscuro a gris oscuro, con bastante humedad a medida que se profundiza, de compacidad baja a media. Aparentemente suelo residual. compuesto bloques de roca alterada.

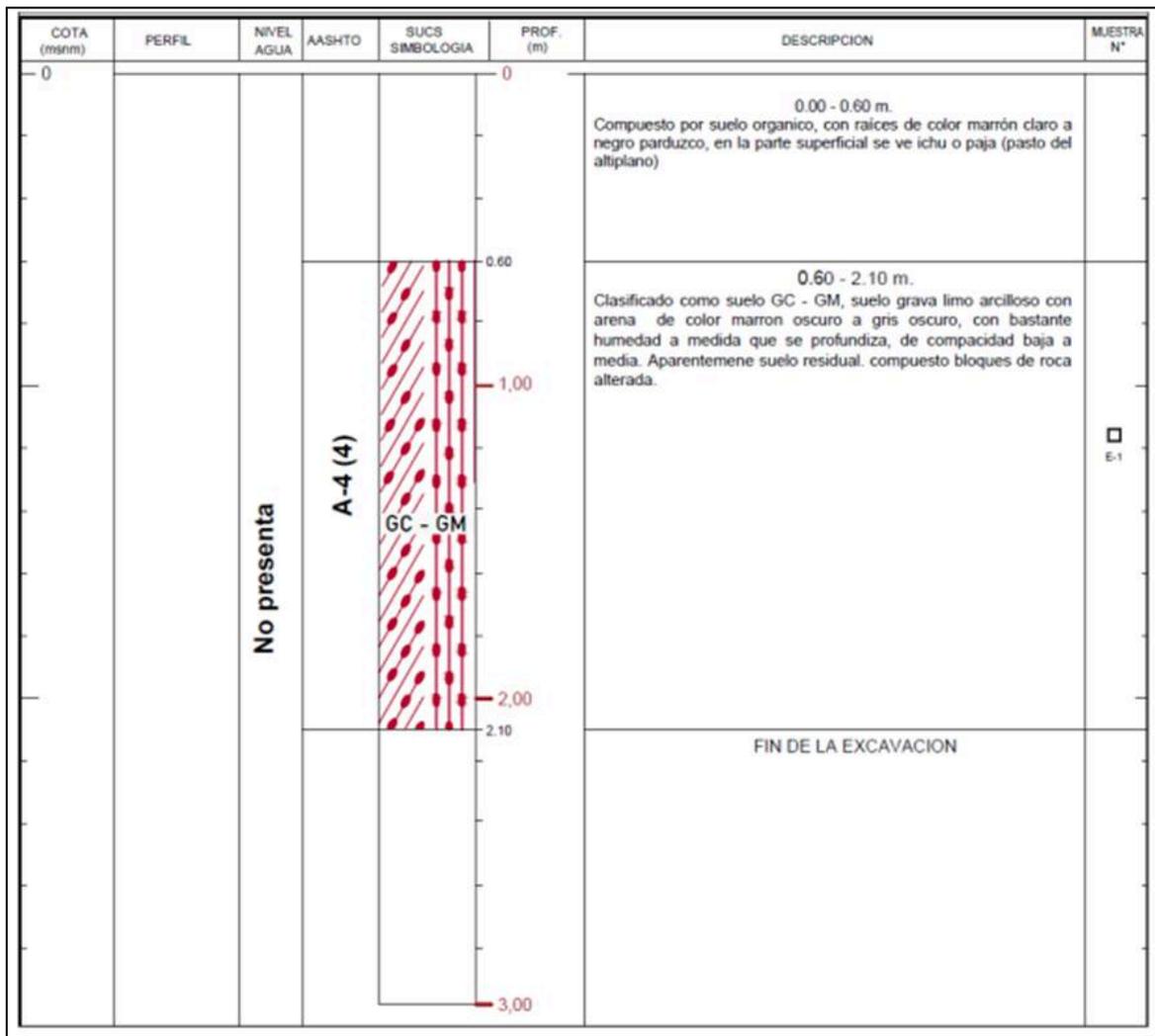


Figura 12: Perfil estratigráfico de la calicata N°4.

Calicata N°05 – RELLENO SANITARIO ITAPALLUNI

Compuesto por suelo:

- 0.00 – 0.80 m.: Compuesto por suelo orgánico, con raíces de color marrón claro a negro parduzco, en la parte superficial se ve ichu o paja (pasto del altiplano).
- 0.80 – 3.00 m.: Clasificado como suelo GC - GM, suelo grava limo arcilloso con arena de color marrón oscuro a gris oscuro, con bastante humedad a medida que se profundiza, de compacidad baja a media. Aparentemente suelo residual. compuesto bloques de roca alterada.

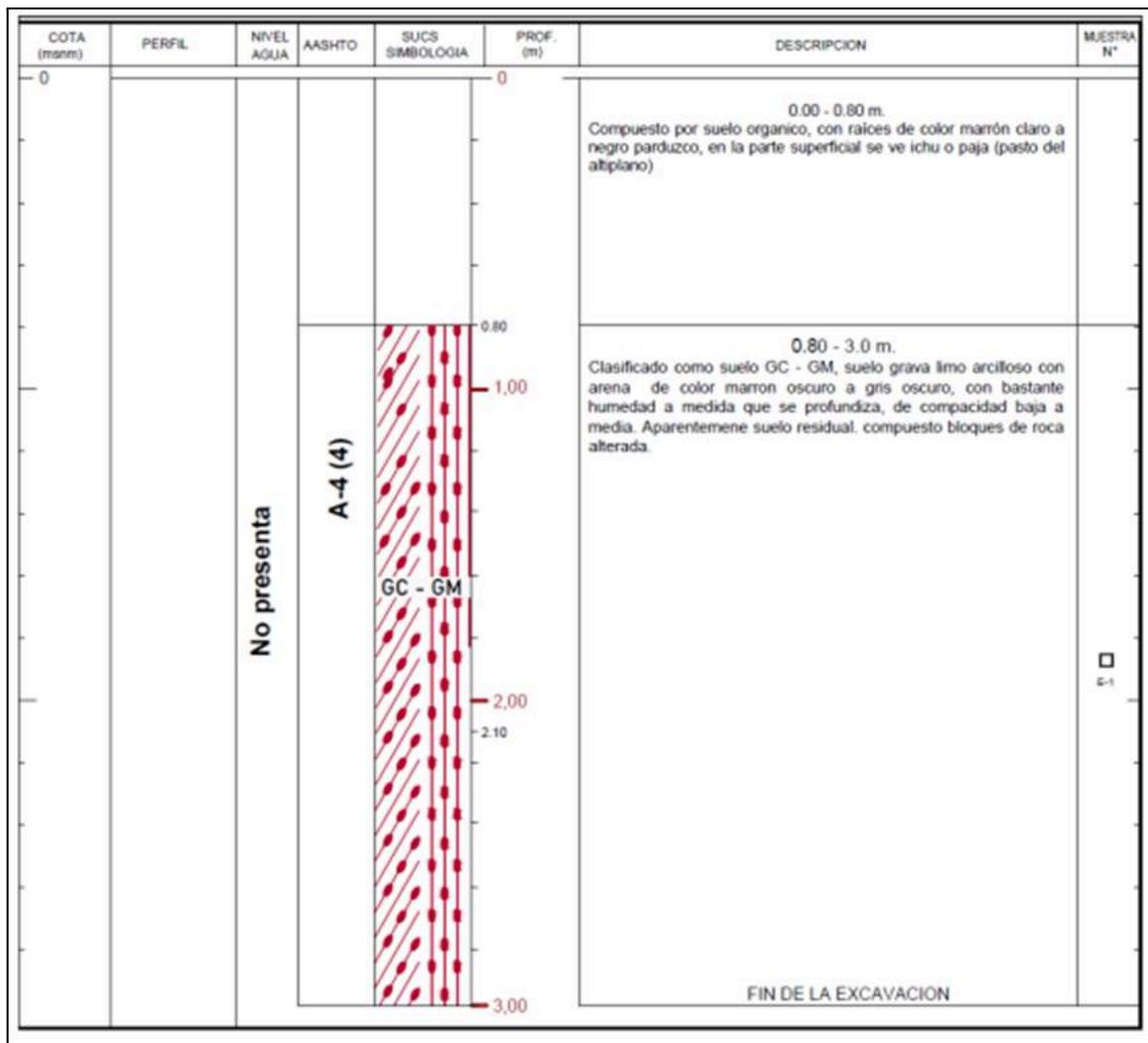


Figura 13: Perfil estratigráfico de la calicata N°5.

Calicata N°06 – RELLENO SANITARIO ITAPALLUNI

Compuesto por suelo:

- 0.00 – 0.60 m.: Compuesto por suelo orgánico, con raíces de color marrón claro a negro parduzco, en la parte superficial se ve ichu o paja (pasto del altiplano).
- 0.60 – 2.60 m.: Clasificado como suelo SM, suelo arena limosa con grava de color marrón oscuro a gris oscuro, con bastante humedad a medida que se profundiza, de compacidad baja a media. Se observan bloques de roca de hasta 0.40 metros con alta porosidad, con clastos angulosos a subangulosos de origen volcánico.

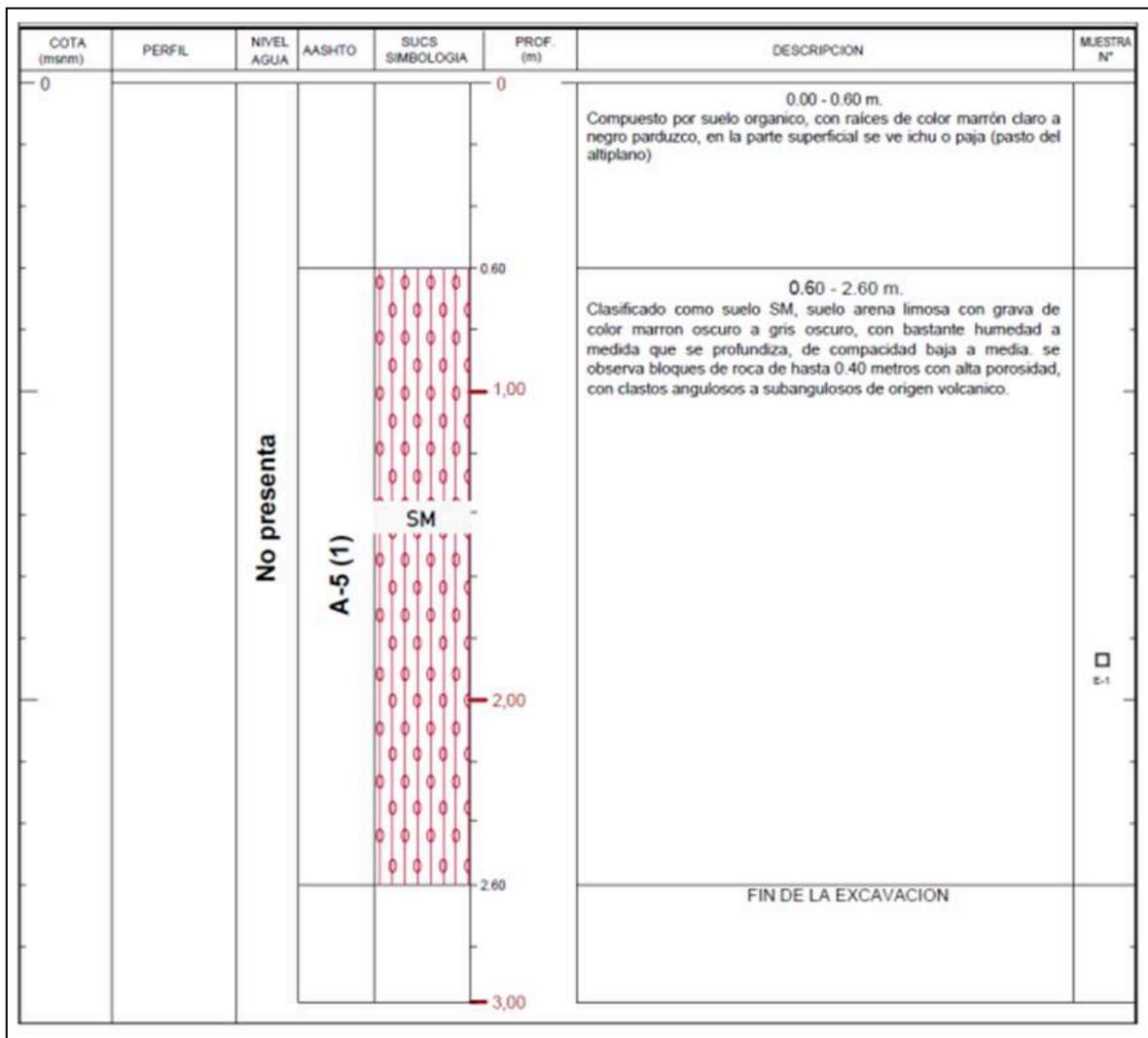


Figura 14: Perfil estratigráfico de la calicata N°6.

Calicata N°07 – RELLENO SANITARIO ITAPALLUNI

Compuesto por suelo:

- 0.00 – 2.90 Clasificado como suelo SM, suelo arena limosa con grava de color marrón rojizo a gris oscuro, con bastante humedad a medida que se profundiza, de compacidad baja a media. Se observan bloques de roca de hasta 0.20 metros, con clastos angulosos a subangulosos de origen volcánico.

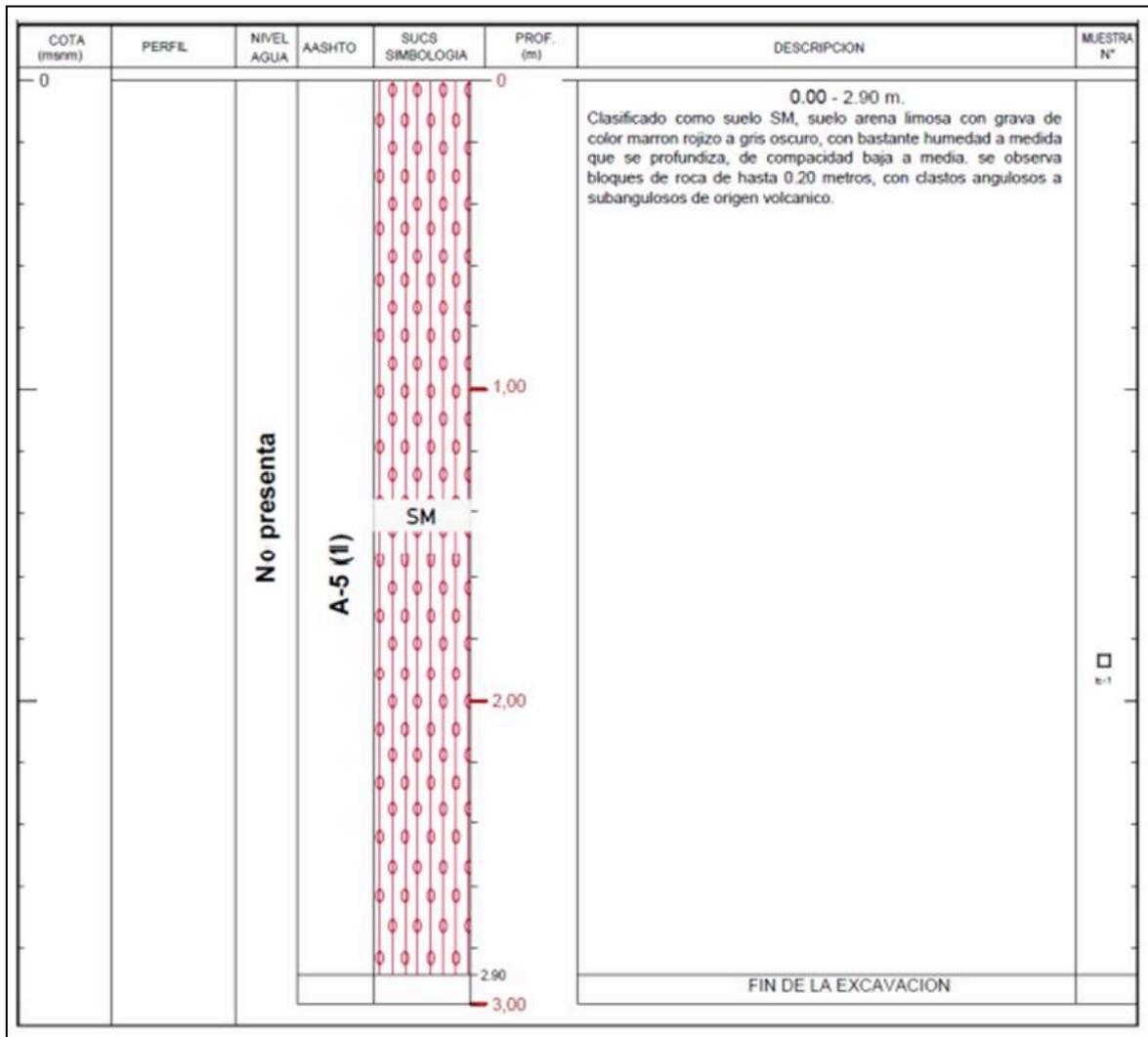


Figura 15: Perfil estratigráfico de la calicata N°7.

Calicata N°08 – RELLENO SANITARIO ITAPALLUNI

Compuesto por suelo:

- 0.00 – 1.50 Clasificado como suelo SM, suelo arena limosa con grava de color marron rojizo a gris oscuro, con bastante humedad, de compacidad baja a media. Se observa que el suelo está compuesto por bloques y boloneria de roca de hasta en un 30% y el resto sería suelo, los bloques de roca son de hasta 0.50 m. como máximo.

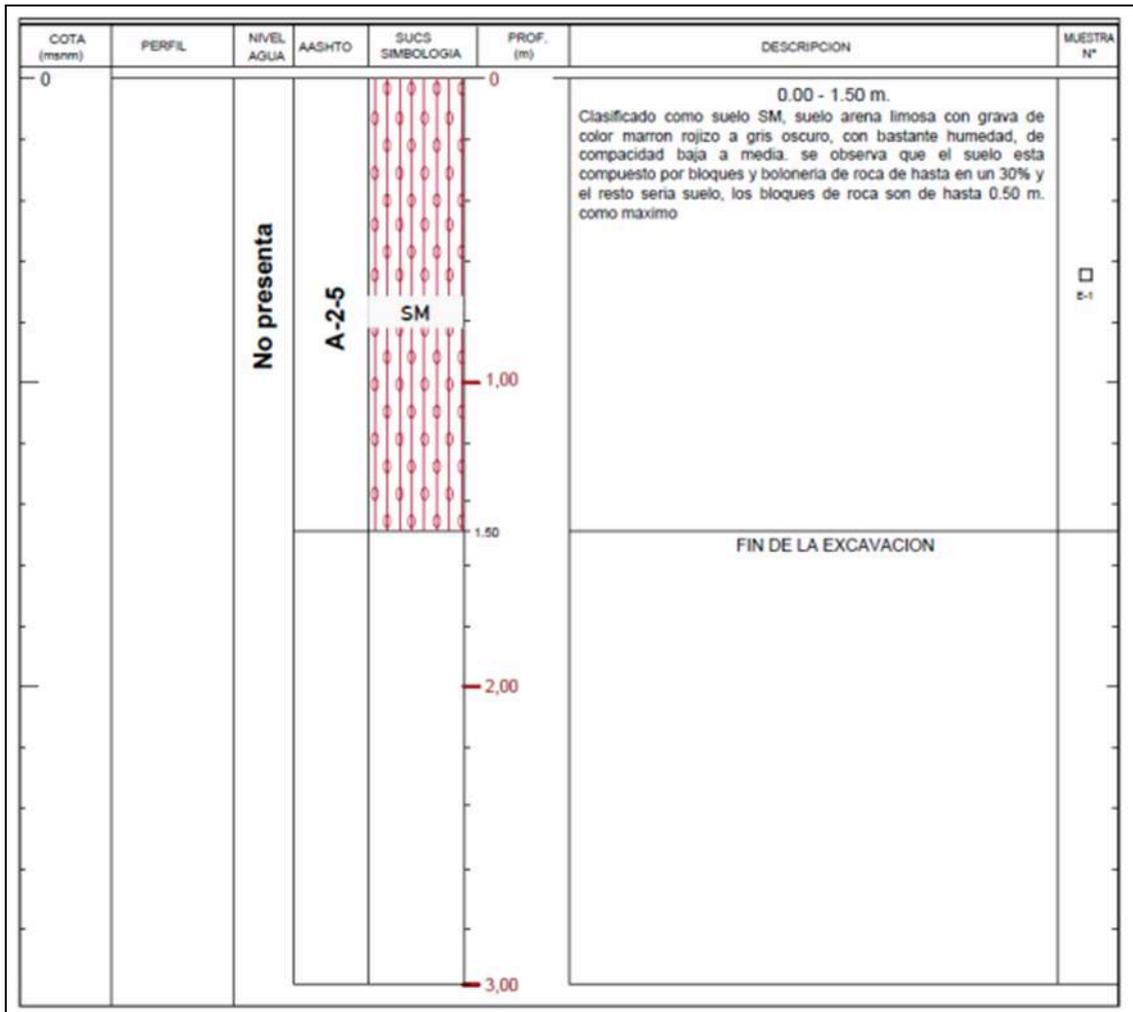


Figura 16: Perfil estratigráfico de la calicata N°8.

Calicata N°09 – RELLENO SANITARIO ITAPALLUNI

Compuesto por suelo:

- 0.00 – 0.50 Compuesto por suelo orgánico, con raíces de color marrón claro a negro parduzco, en la parte superficial.
- 0.50 – 1.50 Clasificado como suelo ML, suelo limo gravoso de baja plasticidad con mezcla de arena de color gris oscuro a claro, suelo con bastante humedad, de compacidad media, el suelo presenta bloques o boloneria de roca 0.50 metros como máximo en un 10 % del total del suelo.

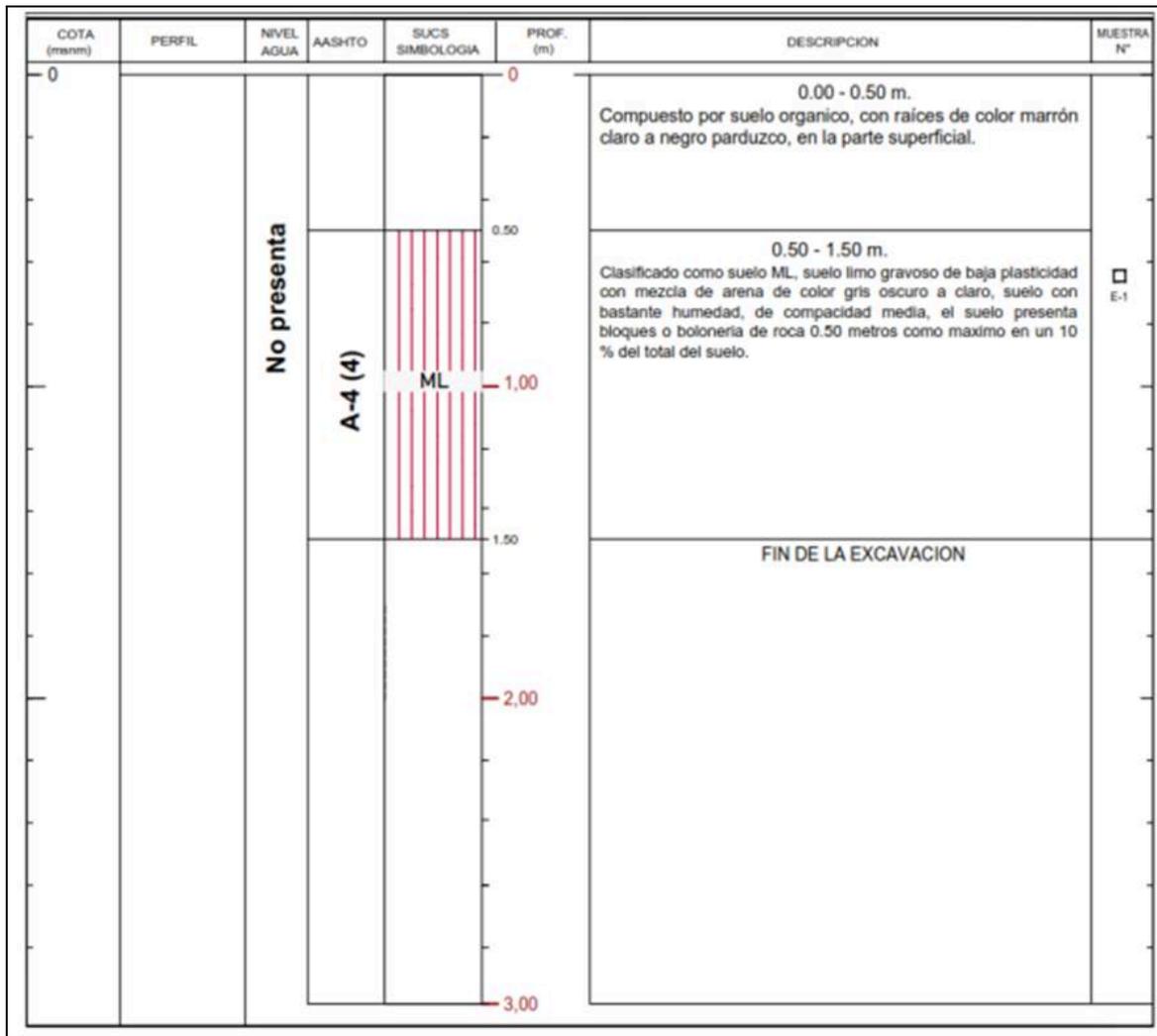


Figura 17: Perfil estratigráfico de la calicata N°9.

4.4. DELIMITACIÓN DE ÁREAS ADECUADAS QUE REÚNAN LAS CONDICIONES PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL RELLENO SANITARIO, DISTRITO DE PUNO- 2022.

En el presente trabajo de investigación, realizado en el distrito de Puno, se identificaron áreas óptimas (04) para la instalación de un relleno sanitario, utilizando 5 criterios que se encuentran establecidos en la guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario manual del Ministerio del Ambiente. Para lo cual, se consideró las siguientes categorías:

- 1) No menos de 500 metros de ciudades, granjas porcinas, granjas avícolas, etc. Excepcionalmente, de conformidad con lo dispuesto en el IGA, las autoridades

ambientales podrán autorizar el despliegue de poblaciones a distancias más cortas en función de los riesgos potenciales para la salud o la seguridad de la población.

2) No debe ubicarse a menos de 500 metros de fuentes de agua superficial.

Excepcionalmente, las autoridades de protección ambiental podrán permitir su colocación a distancias menores de conformidad con lo dispuesto en el IGA, teniendo en cuenta la demarcación de zonas fronterizas de acuerdo con la normativa vigente en la materia.

3) No estar ubicada en zonas de pantanos, humedales o recarga de acuíferos en la zona de emplazamiento del proyecto.

4)) No estar ubicada en zonas con presencia de fallas geológicas.

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

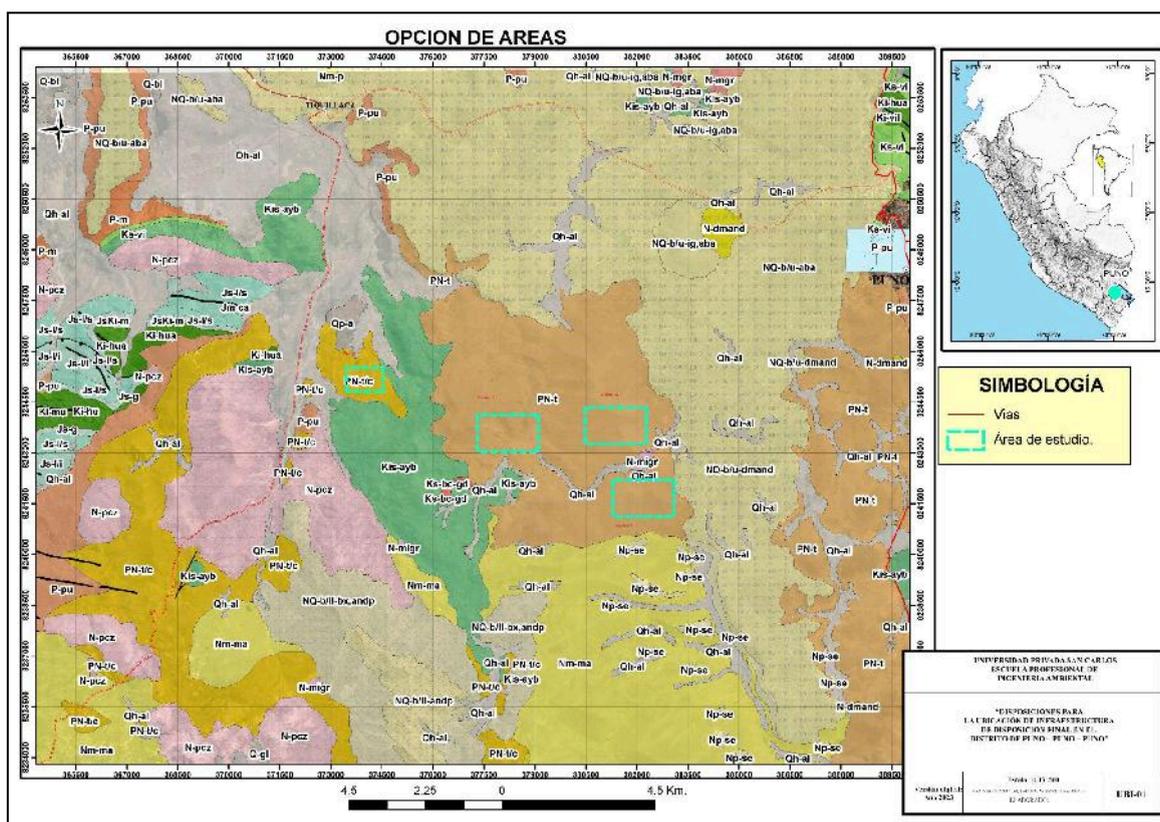


Figura 18: Opción de todas las áreas óptimas para la ubicación de infraestructuras de disposición final de residuos sólidos.

El presente trabajo de investigación, se identificaron 4 áreas potenciales para la instalación del relleno sanitario, utilizando los criterios (pendiente, centros poblados, ríos,

red vial) establecidos en la guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario mecanizado, realizado para la municipalidad Distrital de Puno, se aplicaron los criterios establecidos en la guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre del relleno sanitario manual del MINAM, para selección de las áreas óptimas donde se pueda construir un relleno sanitario.

4.4.1. EVALUACIÓN DEL ÁREA 01 PARA LA INFRAESTRUCTURA DE DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS, DISTRITO DE PUNO.

Los resultados mostrados a continuación son utilizando sistemas de información geográfica para la generación de las mapas temáticos y serán evaluados el área 01 según los criterios establecidos en el Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM.

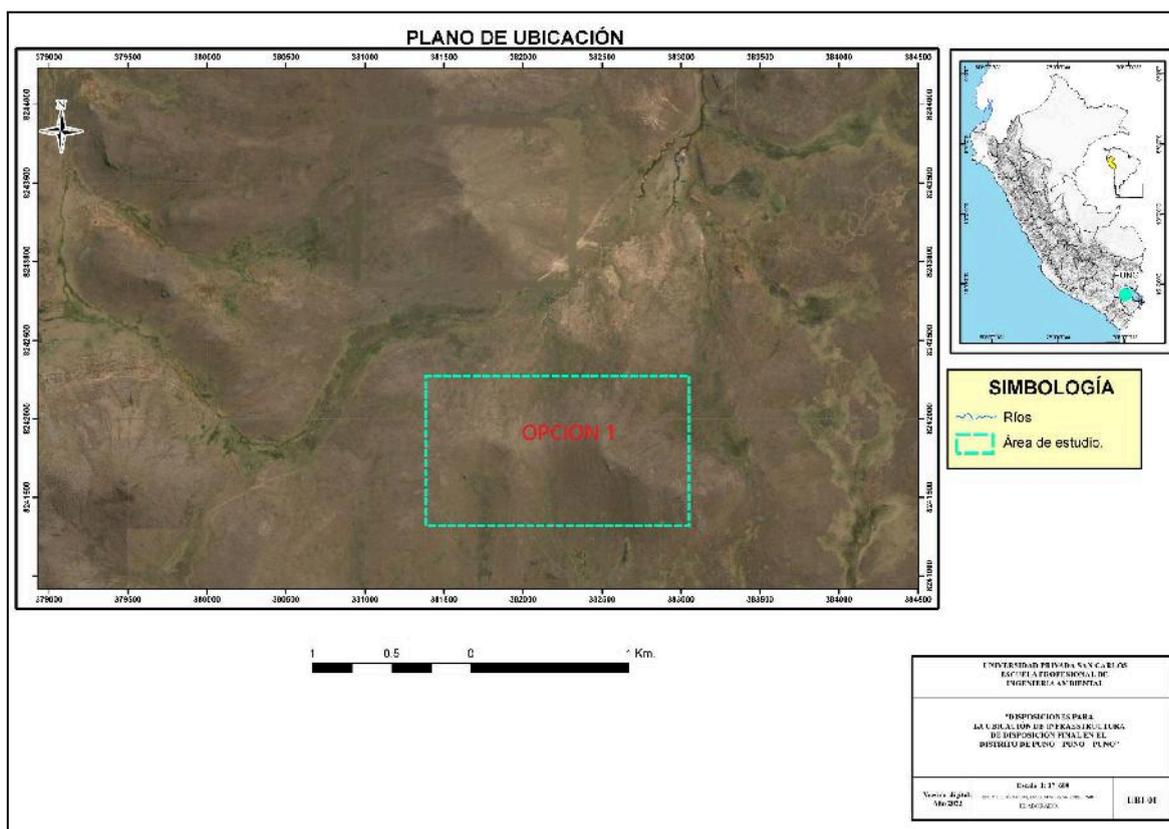


Figura 19: Plano de ubicación del área 01 para la ubicación de infraestructuras de disposición final de residuos sólidos.

En la figura 19, se muestra la ubicación del primer lugar que es apto para la construcción de infraestructura de disposición final de residuos sólidos, en el distrito de Puno.

1) 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.

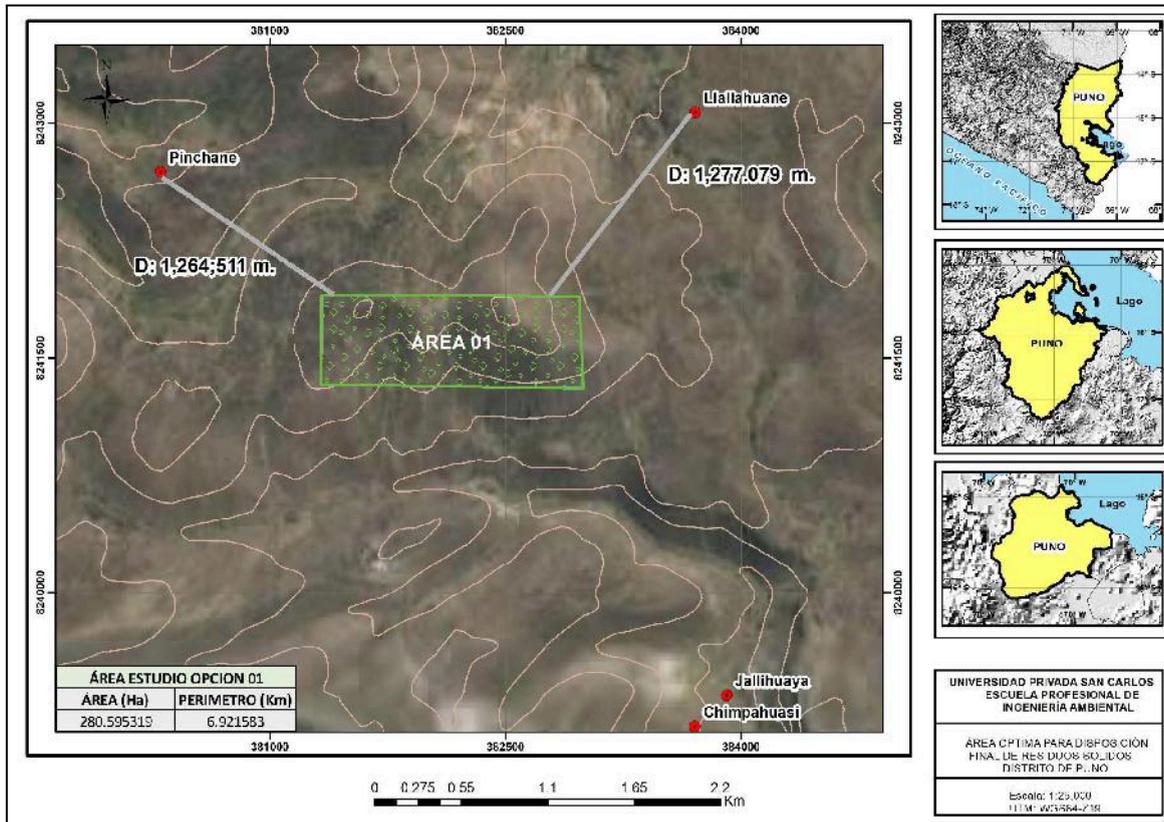


Figura 20: Ubicación del área 01 para disposición final de residuos si está cerca a un centro poblado.

En la figura 20, se aprecia el análisis de centros poblados el área de estudio no existe infraestructura (Embalses, represas, hidroeléctricas y centros educativos, etc.), evaluado que si cumple con los requisitos del MINAM, que indica las condiciones para la ubicación de infraestructuras de disposición final de residuos sólidos debe estar situado a una distancia no menor a 500 m de los criterios antes mencionados los resultados se pueden observar en el área de estudio está ubicada a 1,264.511 m y 1,277.079 m de los centros poblados más cercanos.

Según Becerra (2021), en estudio tuvo resultados donde señala que los rellenos sanitarios deben estar ubicados a 1000 metros de un centro poblado, se realizó el análisis y se determinó que existe un 64.46 % del área geográfica disponible, son áreas aptas. En ambos estudios se observa que si cumple respecto a la ubicación a una distancia no menor a 500 metros de poblaciones, así como de granjas porcinas, avícolas, entre otras.

2) 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.

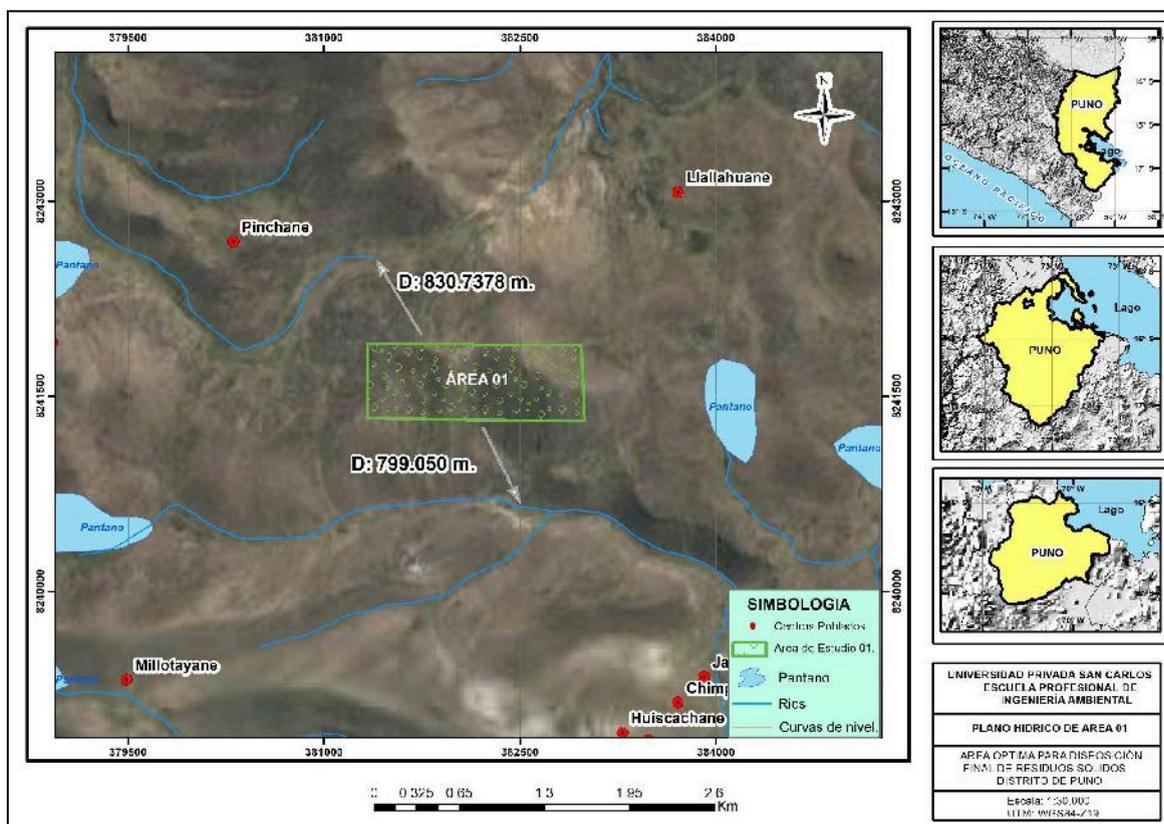


Figura 21: Ubicación del área 01 para disposición final de residuos si está a una distancia a fuentes de aguas superficiales.

En la figura 21, se aprecia el área de estudio hidrogeológico que el sitio seleccionado está lejos de posible corrientes superficiales y cuerpos receptores de agua, y cuenta con una adecuada red de drenaje pluvial para evitar escurrimientos dentro de la Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos.

Una parte de los problemas que se pueden generar al establecer una planta de tratamiento, es la contaminación de los cauces de agua a causa de la infiltración de algún tipo de fluidos proveniente de los residuos, es por ello que a criterio propio se plantea que la instalación de la planta de tratamiento será a una distancia no inferior a 500 m de cualquier cauce fluvial, nuestra primera opción de área óptima si es apto.

En nuestro estudio se cumplió con lo establecido por MINAM donde indica, no estar ubicadas a distancias menores de 500 metros de fuentes de aguas superficiales y de igual manera cumplió la investigación de Becerra (2021), se obtuvo como resultado que 7 556.2 ha del territorio se encuentra a una distancia mayor a 500 m lo cual nos indica que 37.37% del territorio se puede construir el relleno sanitario.

3) No estar ubicada en zonas de pantanos, humedales o recarga de acuíferos en la zona de emplazamiento del proyecto.

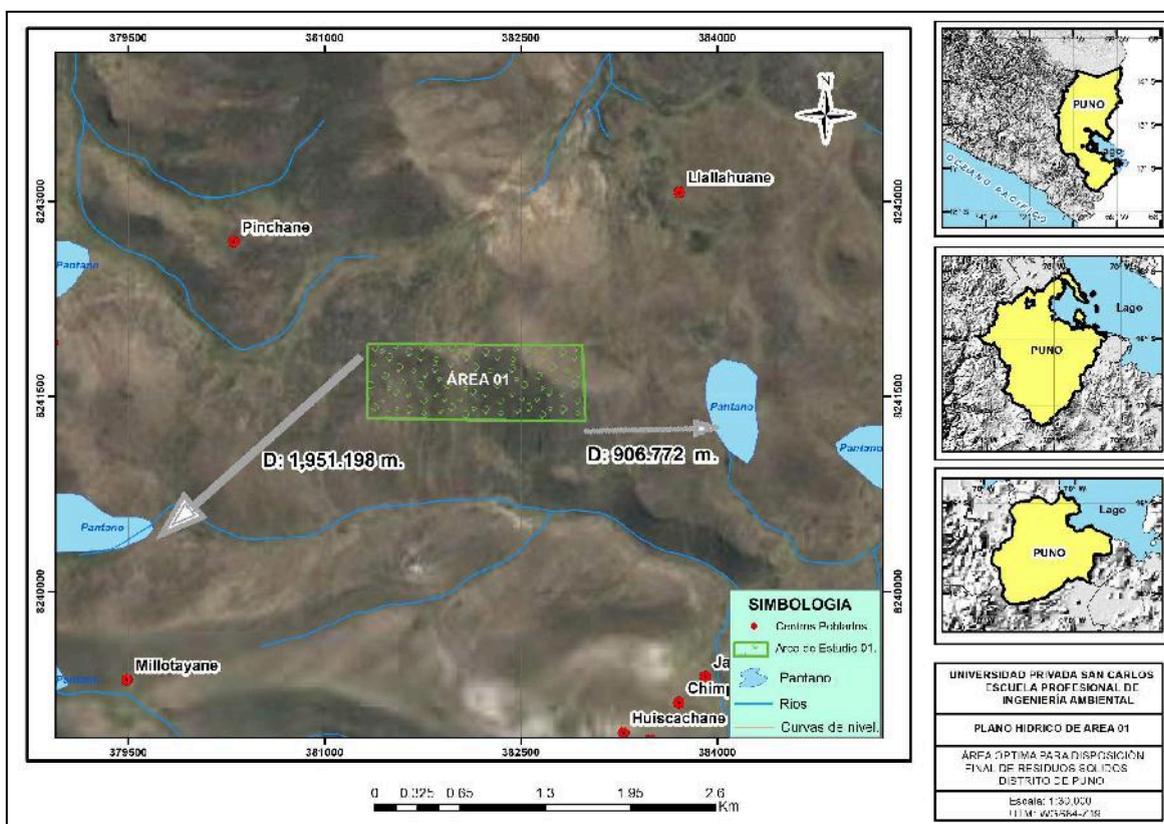


Figura 22: Ubicación del área 01 para disposición final de residuos si está en zonas de pantanos, humedales o recarga de acuíferos.

Se realizó el análisis hidrográfico en el área 01 del distrito Puno, evaluando que si se cumple con los requisitos del MINAM el cual indica que el criterio para las condiciones para la ubicación de infraestructuras de disposición final de residuos sólidos debe no estar ubicada en zonas de pantanos, humedales o recarga de acuíferos en la zona de emplazamiento del proyecto; lo cual nos indica que es una área 02 es óptima.

Para el desarrollo de la investigación se tomó en cuenta estudios realizados como es el caso de Pérez (2019), realizó el análisis hidrográfico del distrito evaluando que se cumpla con los requisitos del MINAM el cual indica que como criterio el relleno sanitario debe estar en una distancia no menor a 500 m de cualquier fuente de agua, por lo tanto, se obtuvo como resultado que 15007 ha del territorio se encuentran a una distancia mayor a 500 m lo cual nos indica que en el 55.91 % del territorio se puede construir el relleno sanitario.

4) No estar ubicada en zonas con presencia de fallas geológicas.

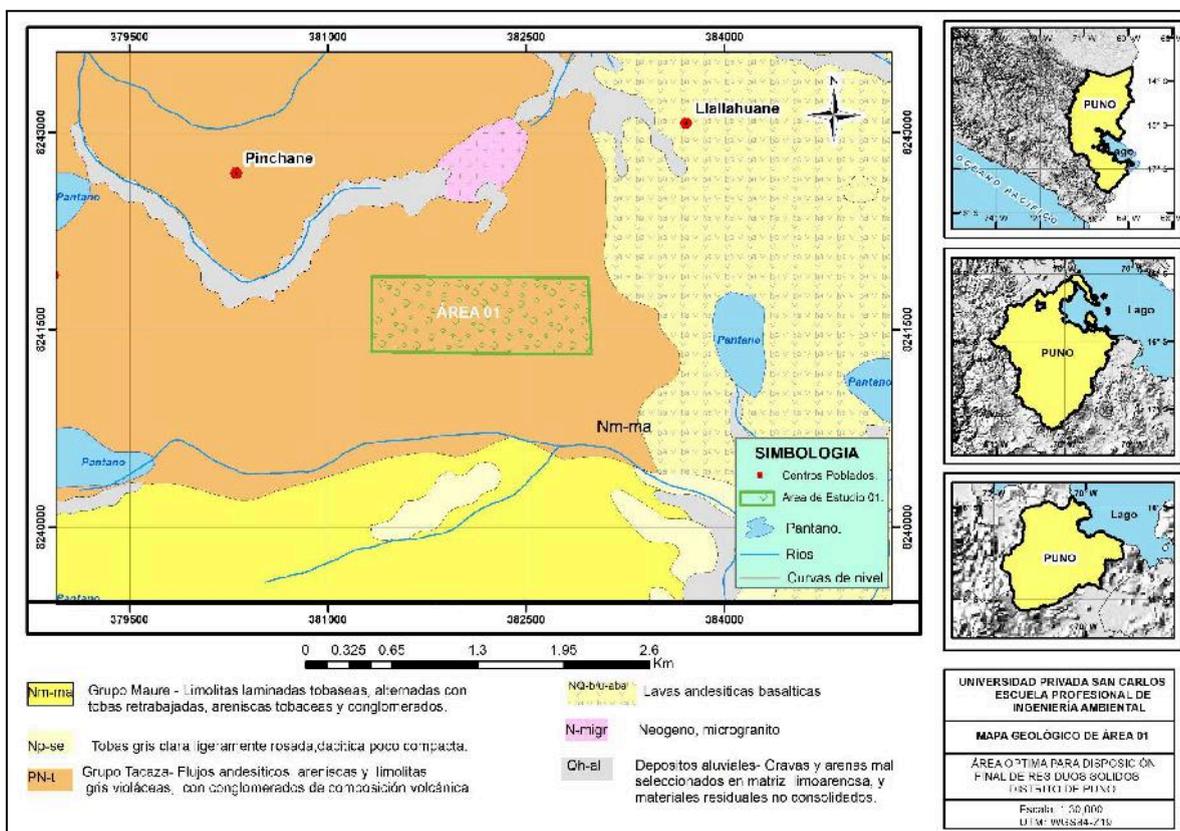


Figura 23: Ubicación del área 01 para disposición final de residuos si están en zonas con presencia de fallas geológicas.

En la figura 23, se muestra que el área de estudio no presenta fallas geológicas >1Km, no se escogieron zonas que presentan fallas geológicas y aledañas a las mismas, se estableció como criterio que el relleno de residuos sólidos no debe estar situado a una distancia menor de 2000 m de una falla geológica, habiéndose identificado la falla Inversa W, según la base de datos del MINAM.

La zona destinada a la implementación de una infraestructura de disposición final no debe presentar fallas geológicas, ni ubicarse en lugares inestables, cauces de quebradas de zonas con posibilidad de deslizamientos ni propensas a inundaciones en períodos de recurrencia de 50 años o menos. Nuestro área 01 es óptima.

Para el desarrollo de la investigación se tomó en cuenta estudios realizados como es el caso de Pérez (2019), en su estudio realizó el análisis de las zonas con fallas geológicas del distrito evaluando que se cumpla con los requisitos del MINAM, que indica que no se podrán escoger zonas que presenten fallas geológicas, por lo tanto, el relleno sanitario debe estar situado a una distancia mayor de 2000 m de una falla geológica, siendo así se determinó que existen un total de 21390 ha en las cuales se puede establecer un relleno sanitario y existen 5450 ha donde no se podría establecer y en nuestro estudio también se cumplió con lo mencionado anteriormente.

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

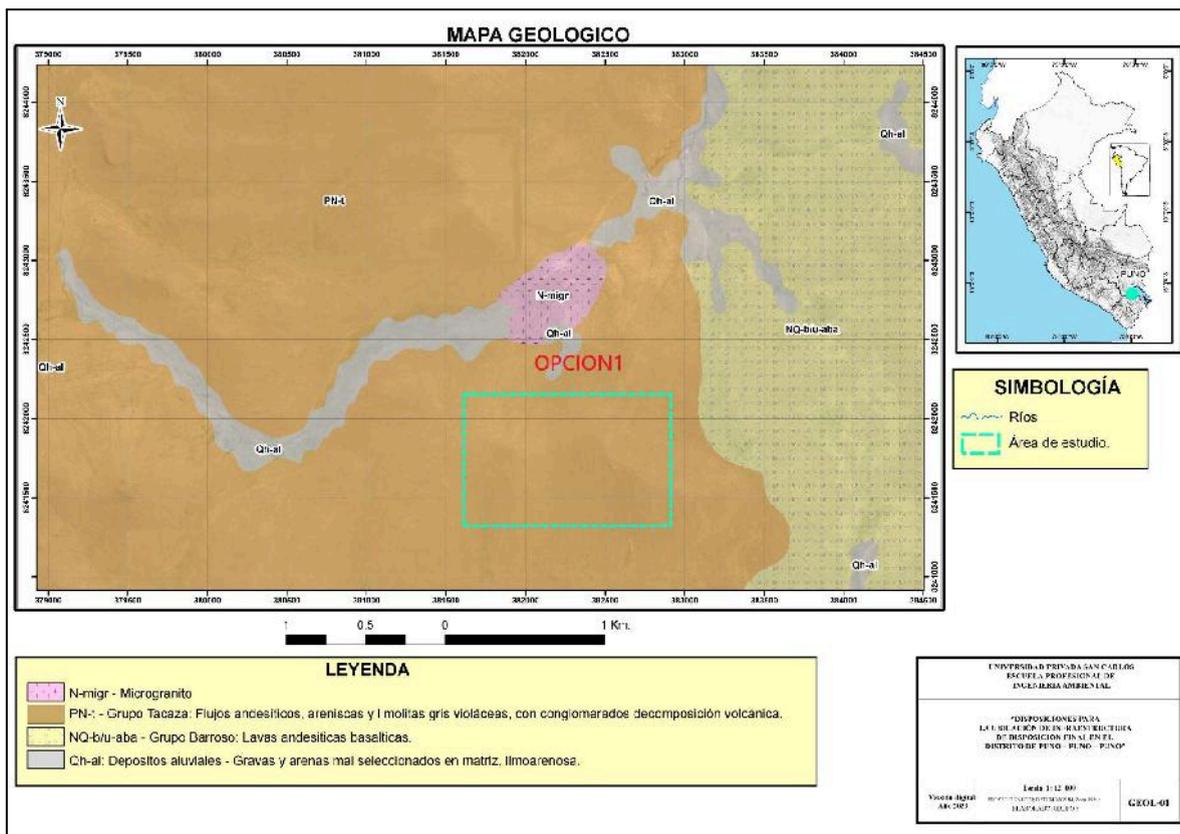


Figura 24: Mapa geológico de la área 01 deslizamientos que desestabilicen la integridad de la infraestructura de residuos sólidos.

Se observa el área seleccionada No estar ubicada en zonas donde se puedan generar asentamientos o deslizamientos que desestabilicen la integridad de la infraestructura de residuos sólidos El área que resulte como óptimo después de haber realizado las evaluaciones correspondientes a cada alternativa, el área o el sitio con mayor puntaje debe garantizar la integridad y estabilidad de la infraestructura (relleno sanitario)

4.4.2. EVALUACIÓN DEL ÁREA 02 PARA LA INFRAESTRUCTURA DE DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS, DISTRITO DE PUNO.

Los resultados mostrados a continuación son utilizando sistemas de información geográfica para la generación de las mapas temáticos y serán evaluados el área 02 según los criterios establecidos en el Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM.

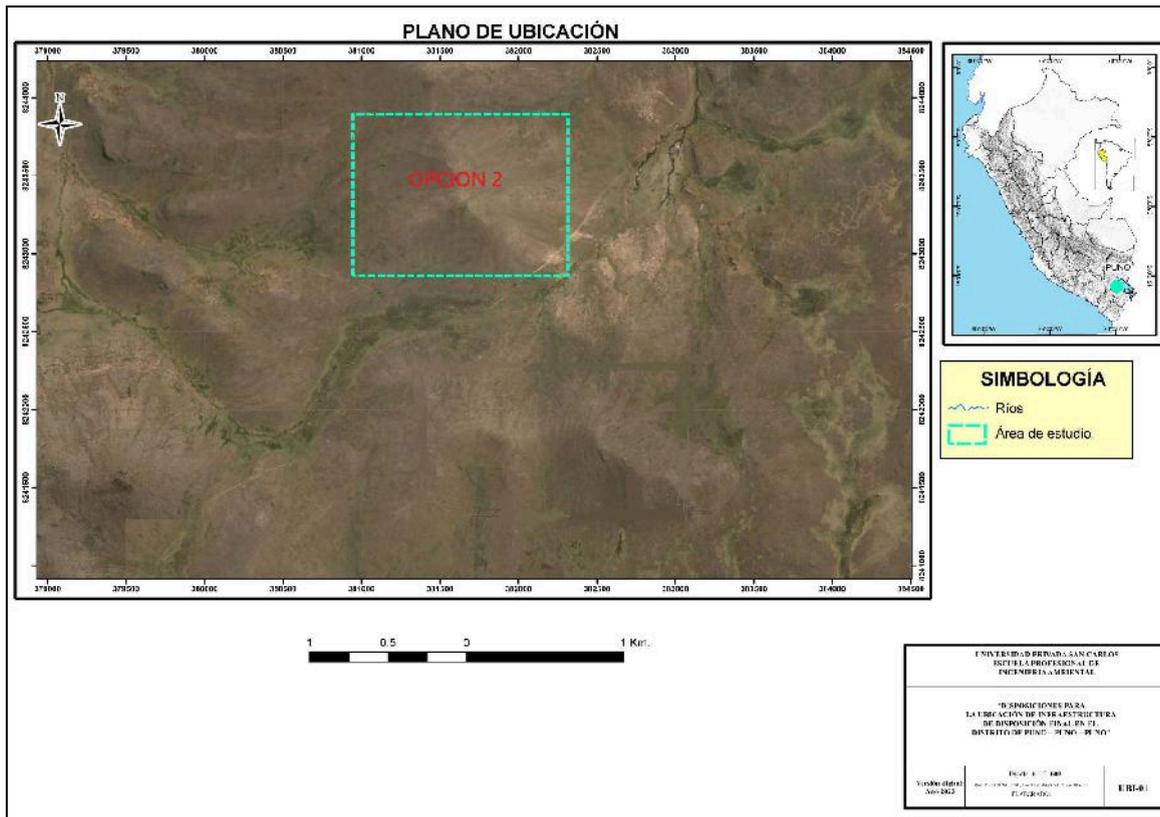


Figura 25: Plano de ubicación del área 2.

En la figura 25, se muestra el segundo lugar que es apto para la ubicación de la infraestructura de disposición final de residuos sólidos en el distrito de Puno.

1) 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.

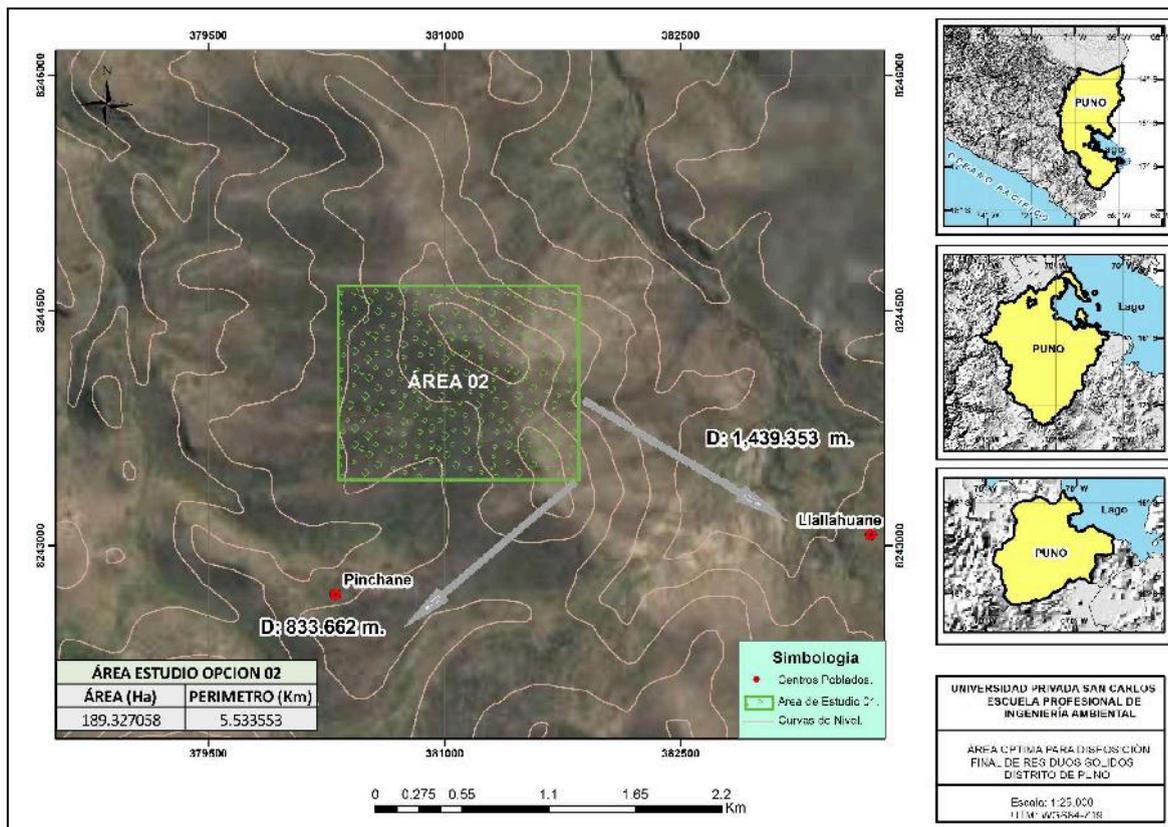


Figura 26: Ubicación del área 02 para disposición final de residuos si está cerca a un centro poblado.

En la figura 26, se aprecia el análisis de centros poblados el área de estudio no existe infraestructura así como de granjas porcinas, avícolas, entre otras, etc, evaluando que si cumple con los requisitos del MINAM, que indica las condiciones para la ubicación de infraestructuras de disposición final de residuos sólidos debe estar situado a una distancia no menor a 500 m de los criterios antes mencionados los resultados se pueden observar en el área de estudio está ubicada a 1,439.353 m y 833.662 m de los centros poblados más cercanos.

En estudio realizado por Loyaga (2019), tuvo en sus resultados las áreas de color verde fueron consideradas “Óptimas” con distancias entre 1000 – 1500 metros y las áreas de color amarillo fueron consideradas “Aceptables” con distancias mayores a 1500 metros. las áreas de color rojo fueron consideradas como “No aptas” con distancias menores a los 1000 metros. También en nuestro estudio se llegó cumplir los requisitos del MINAM, es importante cumplir a debido a que este tipo de instalaciones genera un cierto rechazo

social por efecto de la generación de malos olores, riesgos a la salud y producción de vectores infecciosos provenientes del relleno sanitario, así como los posibles riesgos que se puedan generar.

2) 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.

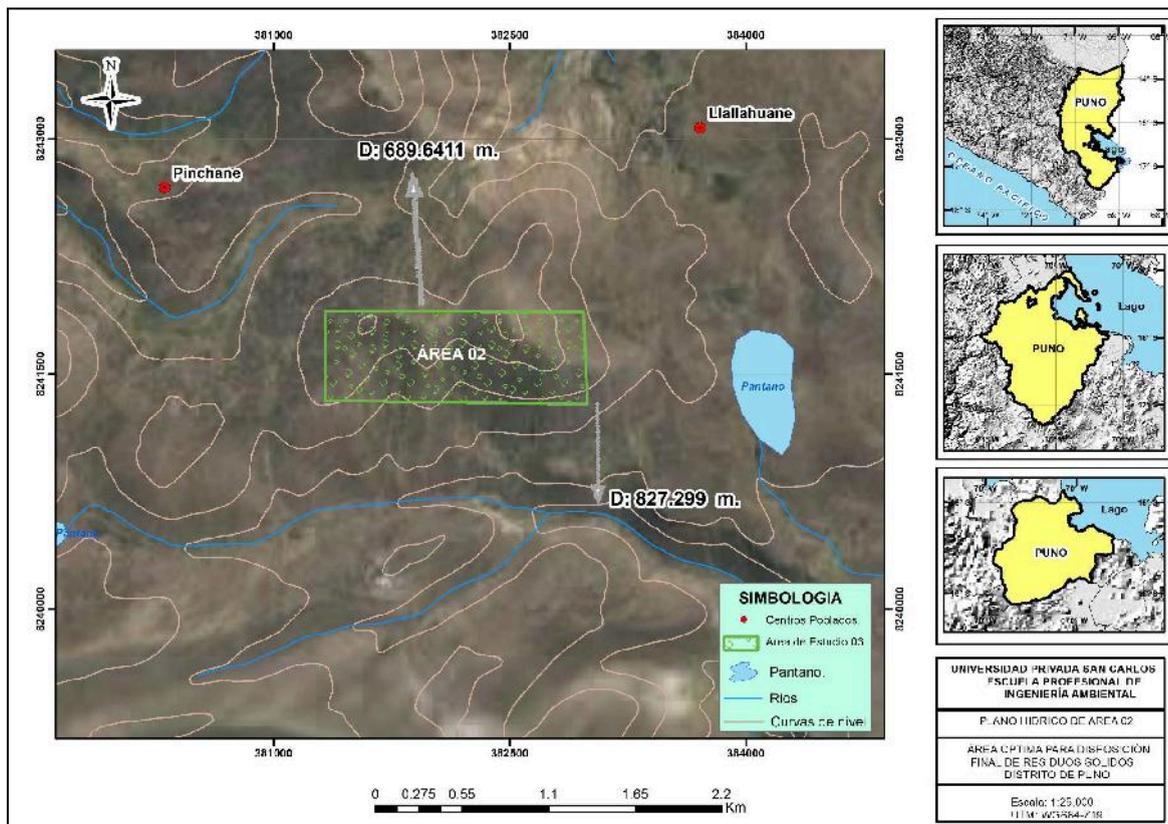


Figura 27: Ubicación del área 02 para disposición final de residuos si está a una distancia a fuentes de aguas superficiales.

En la figura 27, se aprecia el área de estudio hidrogeológico que el sitio seleccionado está lejos de posible corrientes superficiales y cuerpos receptores de agua, y cuenta con una adecuada red de drenaje pluvial para evitar escurrimientos dentro de la Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos.

La área con distancias mayores a los 300 - 2000 metros son consideradas "aptas" en nuestro estudio se tiene una distancia 689.6411m y 827.299 m, para la ubicación del área

potencial de infraestructura de disposición final de residuos sólidos. Así mismo, es muy importante que el sitio seleccionado esté lo más lejos posible de corrientes superficiales y cuerpos receptores de agua para evitar posibles contaminaciones por escurrimiento, filtración, lixiviación, etc. provenientes del relleno sanitario, y con distancias menores a 300 metros de un curso de agua, fueron consideradas como “No aptas” no se escogieron estas áreas con el objetivo de evitar alguna contaminación directa o indirecta a los cauces fluviales debido al escurrimiento, infiltración de algún tipo de fluidos provenientes de los residuos.

En estudio realizado por Loyaga (2019), tuvo como resultado, que las áreas de color verde fueron consideradas “Óptimas” con distancias mayores a los 1000 metros y las áreas de color amarillo fueron consideradas “Aceptables” con distancias entre 500 -1000 metros.

3) No estar ubicada en zonas de pantanos, humedales o recarga de acuíferos en la zona de emplazamiento del proyecto.

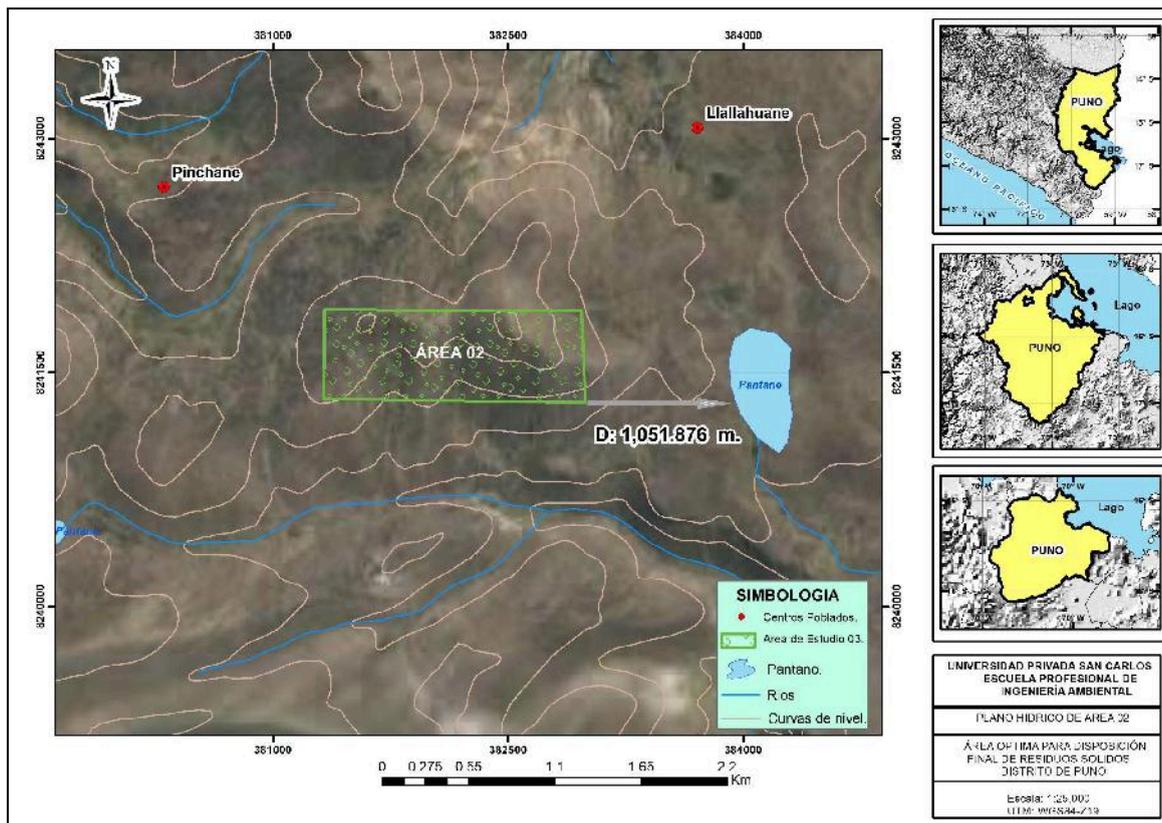


Figura 28: Ubicación del área 02 para disposición final de residuos si está en zonas de pantanos, humedales o recarga de acuíferos.

Se realizó el análisis hidrográfico en el área 02 del Distrito Puno, evaluando que si se cumple con los requisitos del MINAM el cual indica que el criterio para las condiciones para la ubicación de infraestructuras de disposición final de residuos sólidos debe considerar como una alternativa de evaluación no podrá encontrarse en zonas como: pantanos, humedales o recarga de acuíferos, lo cual nos indica que es una área 02 es óptima.

4) No estar ubicada en zonas con presencia de fallas geológicas.

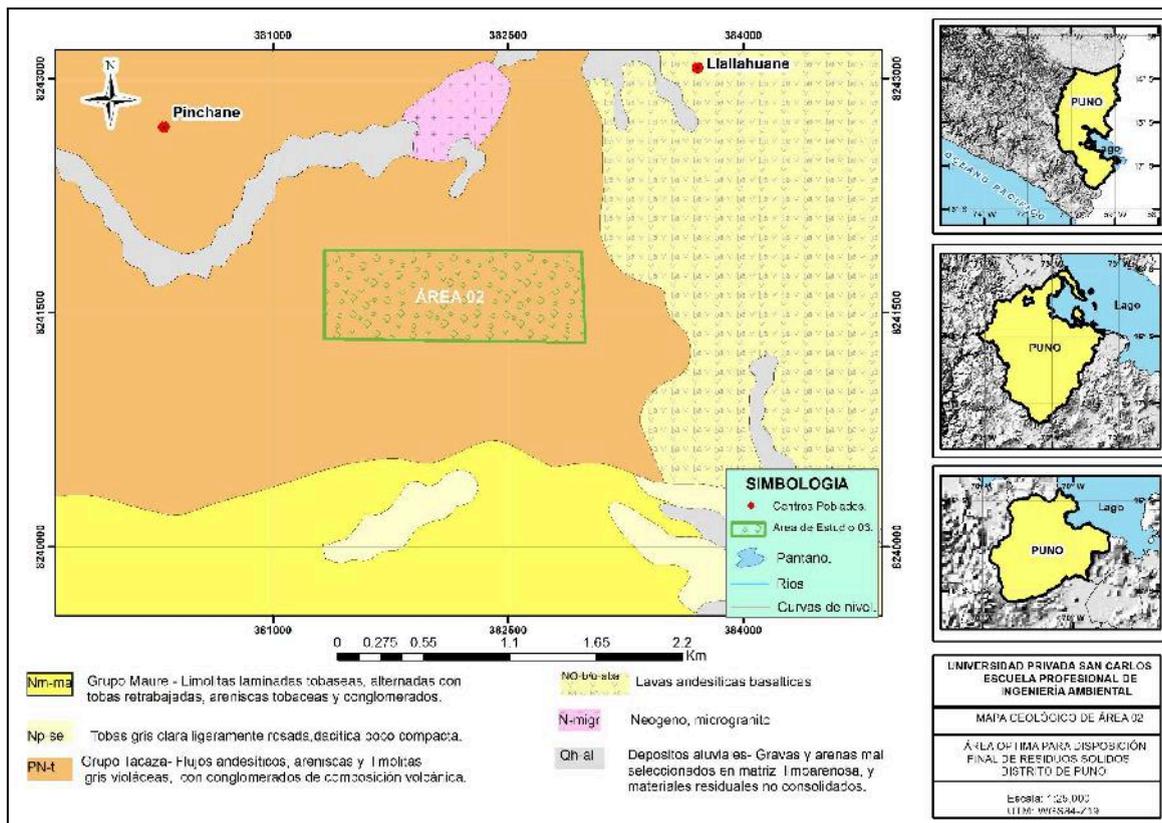


Figura 29: Ubicación del área 02 para disposición final de residuos si están en zonas con presencia de fallas geológicas.

En la figura 29, se muestra que el área 02 de estudio no presenta fallas geológicas, no está en un lugar inestable, si tiene fallas geológicas la zona tiene la posibilidad de derrumbes y propensos a ser inundadas, la área que está en evaluación, no se encuentran dentro de las fallas geológicas de acuerdo a lo establecido como criterio que el relleno de residuos sólidos no debe estar situado a una distancia menor de 2000 m de una falla geológica, habiéndose identificado la falla Inversa W, según la base de datos del MINAM.

En estudio realizado por Loyaga (2019), obtuvo en sus resultados que las áreas de color verde fueron consideradas “Óptimas” con distancias mayores a 1000 metros y las áreas de color amarillo fueron consideradas “Aceptables” con distancias entre 500 – 1000 metros. También en nuestro estudio área 02 no presenta fallas geológicas.

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

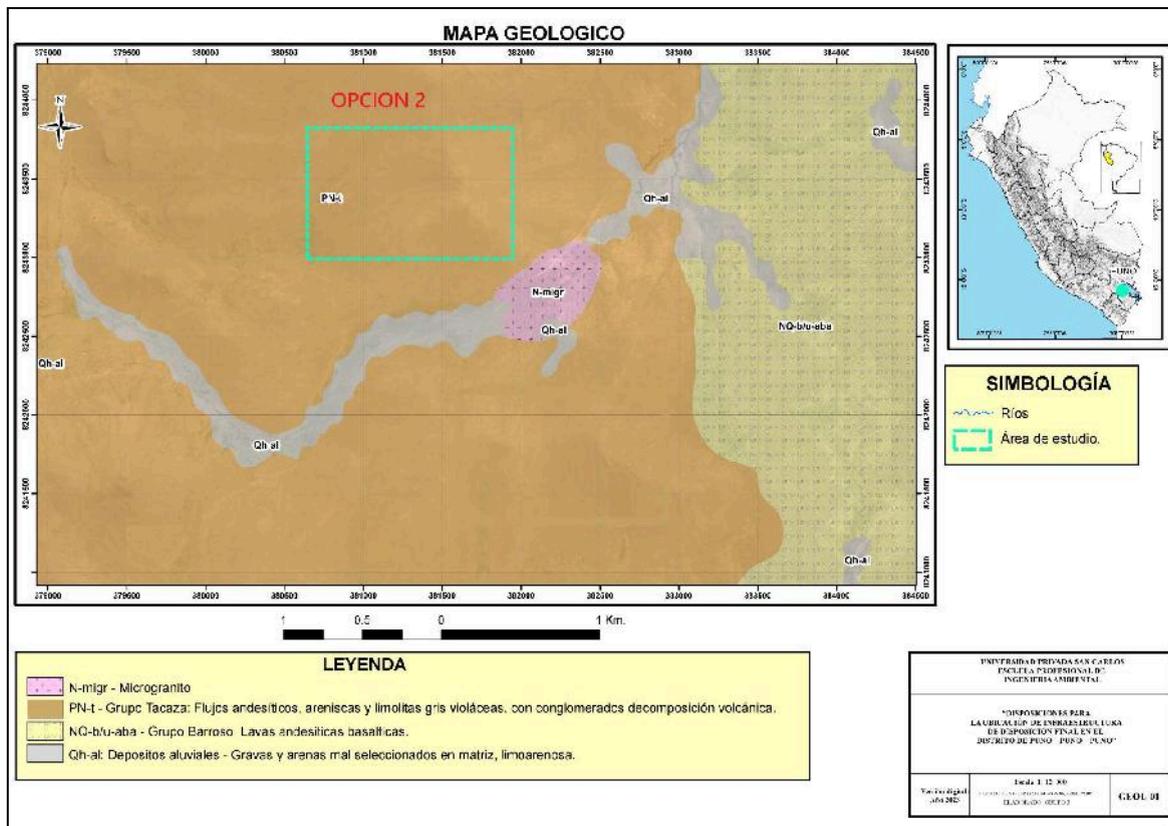


Figura 30: Mapa geológico de la área 02 deslizamientos que desestabilicen la integridad de la infraestructura de residuos sólidos.

Se observa en la figura 30, que el área seleccionada no está ubicada en lugares inestables, ni en cauces de quebradas de zonas con posibilidad de deslizamientos, ni propensas a inundaciones en períodos de recurrencia de 50 años o menos.

Estas áreas se seleccionaron a fin de evitar posibles procesos de inestabilidad, deslizamientos de material que son difíciles y costosos de reducir una vez iniciadas la construcción y a la vez, evitar que se originen encharcamientos en el entorno del área del relleno sanitario.

4.4.3. EVALUACIÓN DEL ÁREA 03 PARA LA INFRAESTRUCTURA DE DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS, DISTRITO DE PUNO.

Los resultados mostrados a continuación son utilizando sistemas de información geográfica para la generación de las mapas temáticos y serán evaluados el área 03 según los criterios establecidos en el Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM.

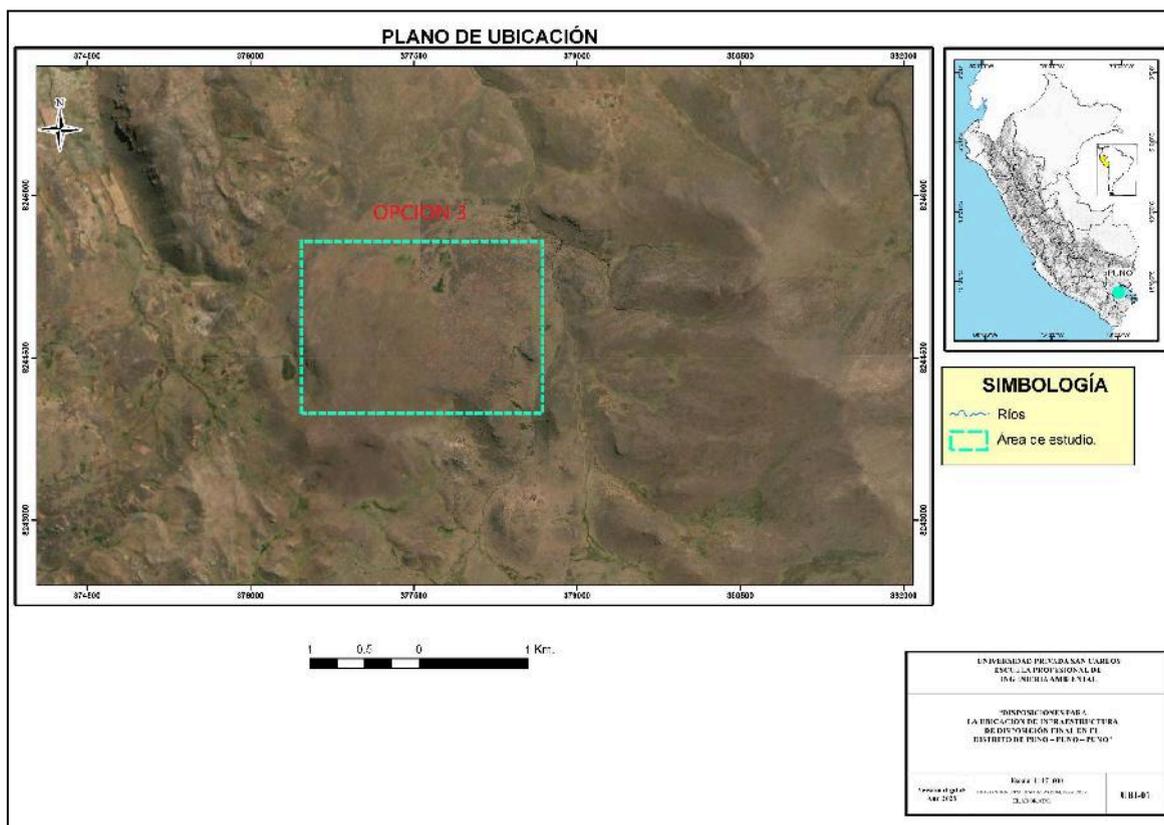


Figura 31: Plano de ubicación del área 3.

En la figura 31, se muestra la ubicación del tercer lugar que es apto para la construcción de relleno sanitario para el distrito de Puno.

1) 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.

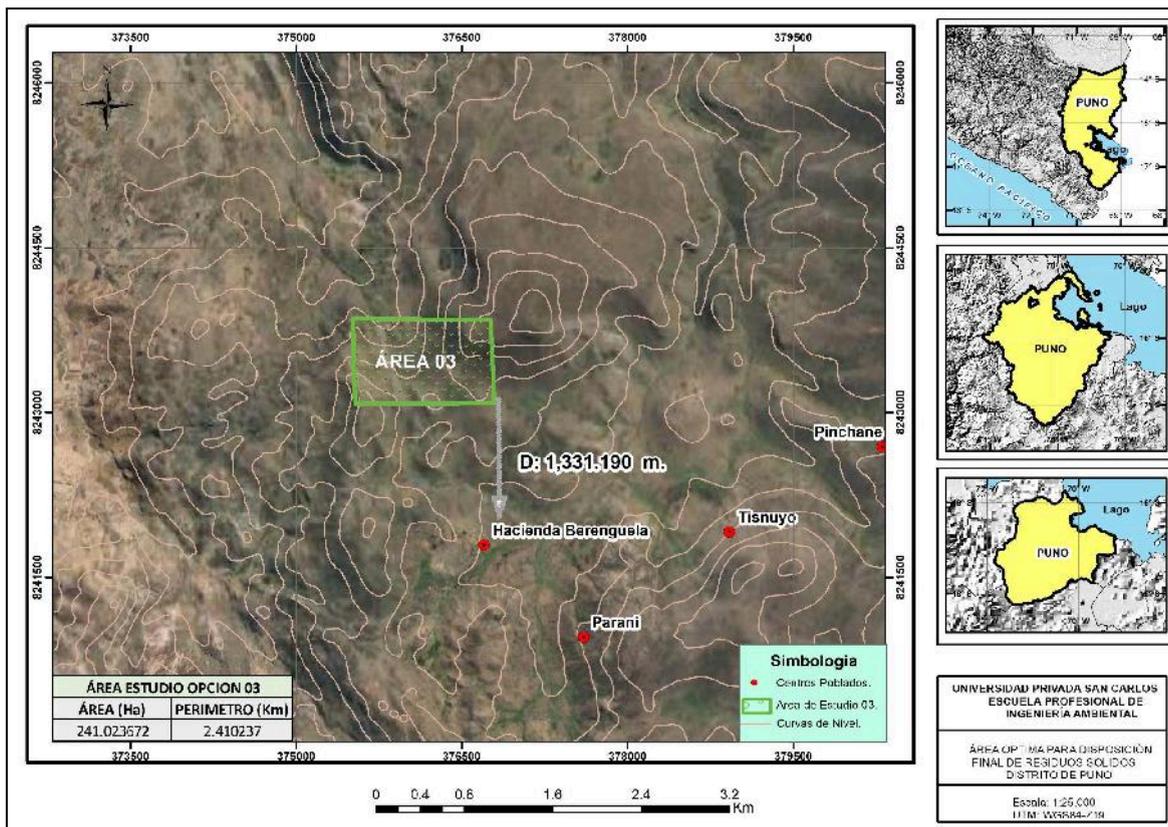


Figura 32: Ubicación del área 03 para disposición final de residuos si está cerca a un centro poblado.

En estudio ubicación del área 03 para disposición final de residuos si está a un centro poblado, debe estar a no menos de 500 m de zonas edificadas o zonas urbanas, dentro de las mismas se consideraron los centros de salud y centros educativos, en el mapa temático se establecieron las respectivas distancia 1,331.190 metros que son considerado “apta” para la ubicación del área potencial de un relleno sanitario y con distancias menores a los 500 metros, no se consideraron otras áreas debido a que este tipo de instalaciones genera un cierto rechazo social por efecto de la generación de malos olores, riesgos a la salud y producción de vectores infecciosos provenientes del relleno sanitario, así como los posibles riesgos que se puedan generar y son consideradas como “no aptas”.

En trabajos similares de identificación de áreas para la operación de rellenos sanitarios, De Altamirano (2019), en sus resultados se identificó un total de áreas óptimas de 34.71

hectáreas que cumplieron con los criterios de evaluación para la instalación del relleno sanitario en el distrito de Chirinos.

2) 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.

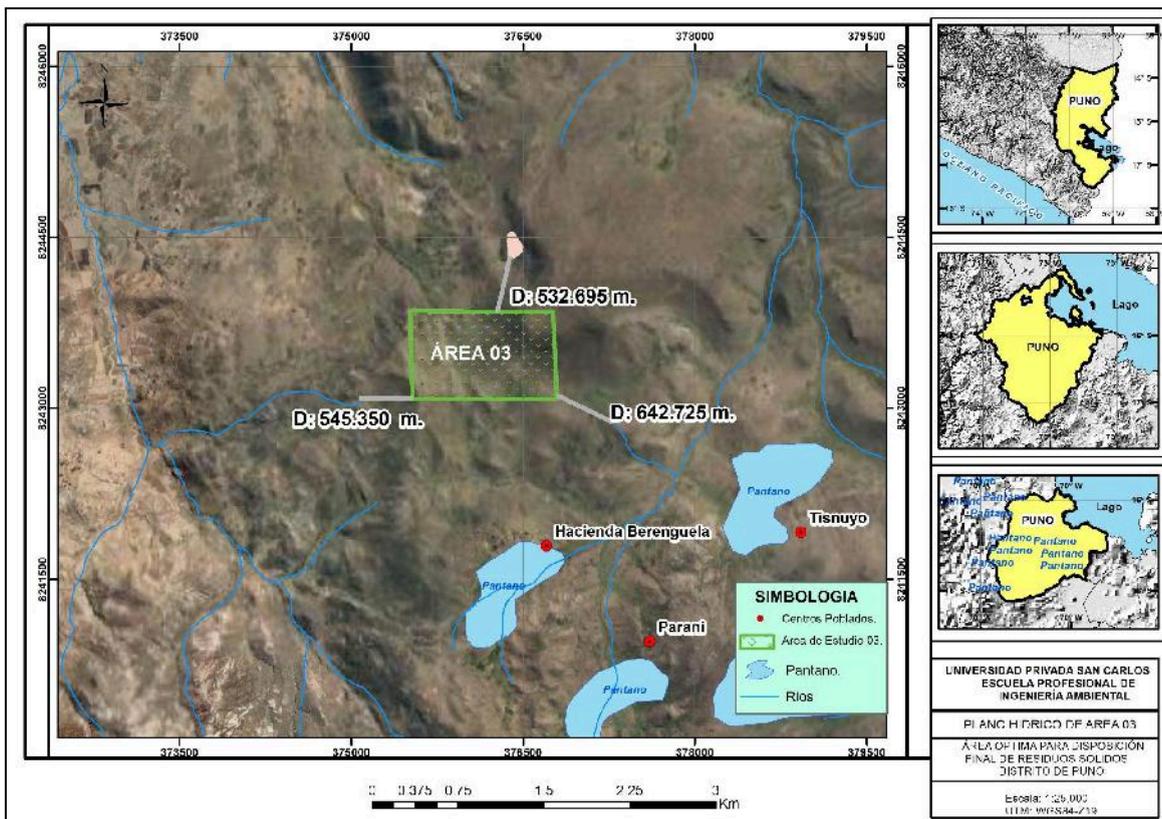


Figura 33: Ubicación del área 03 para disposición final de residuos si está a una distancia a fuentes de aguas superficiales.

Se observa en la figura 33, que la distancia de la ubicación del sitio de disposición final, con respecto a cuerpos de agua superficiales, ríos y lagunas, debe de ser la distancia mínima se debe considerar es de 500 m, en nuestro estudio se tiene distancia 545.350 m, 642.725 m y 532.695 m son las distancias más cercanas a las fuentes hídricas y que podría causar un impacto ambiental si por alguna razón se derraman los lixiviados del relleno sanitario.

En estudios similares, Altamirano (2019), como resultado se identificaron un total de 6 áreas potenciales con una superficie total de 34.71 hectáreas, de las cuales la mitad fueron descartadas, quedando tres alternativas como posibles rellenos sanitarios en el distrito de Chirinos. La opción 2, que cubre un área de 18,93 hectáreas, que podría utilizarse para la construcción de rellenos sanitarios, también fue reconocida como la más viable.

3) No estar ubicada en zonas de pantanos, humedales o recarga de acuíferos en la zona de emplazamiento del proyecto.

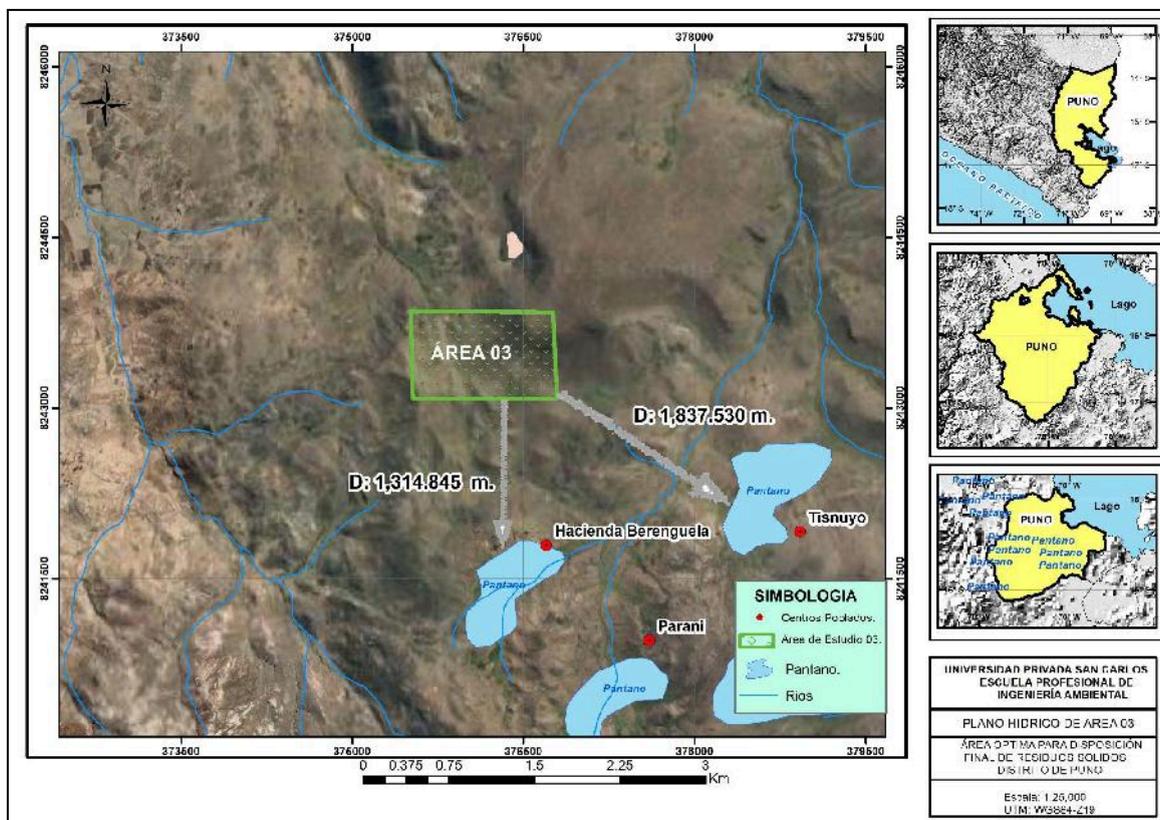


Figura 34: Ubicación del área 03 para disposición final de residuos si está en zonas de pantanos, humedales o recarga de acuíferos.

Se realizó el análisis hidrográfico en el área 03 del distrito Puno, evaluando que si se cumple con los requisitos del MINAM el cual indica que el criterio para las condiciones para la ubicación de infraestructuras de disposición final de residuos sólidos debe considerar como una alternativa de evaluación no podrá encontrarse en zonas como:

pantanos, humedales o recarga de acuíferos, nuestra área propuesta está a una distancia de 1,314.845 m y 1,837.530m, lo cual nos indica que es una área 03 es óptima.

4) No estar ubicada en zonas con presencia de fallas geológicas.

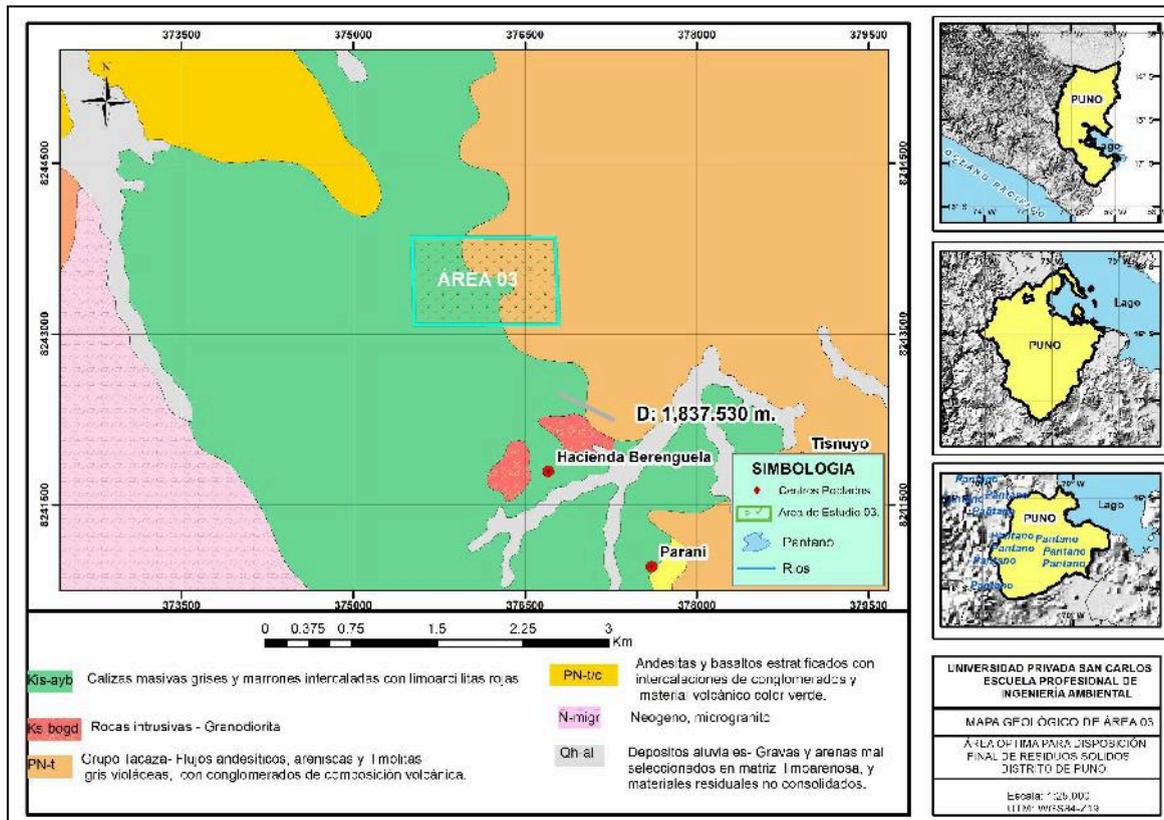


Figura 35: Ubicación del área 03 para disposición final de residuos si están en zonas con presencia de fallas geológicas.

En la figura 35, se realizó el análisis en la muestra que el área 03 del estudio no presenta fallas geológicas, no está en un lugar inestable, si tiene fallas geológicas la zona destinada a la implementación de una infraestructura de disposición final no debe presentar fallas geológicas, ni ubicarse en lugares inestables, ni en cauces de quebradas de zonas con posibilidad de deslizamientos, ni propensas a inundaciones en períodos de recurrencia de 50 años o menos.

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

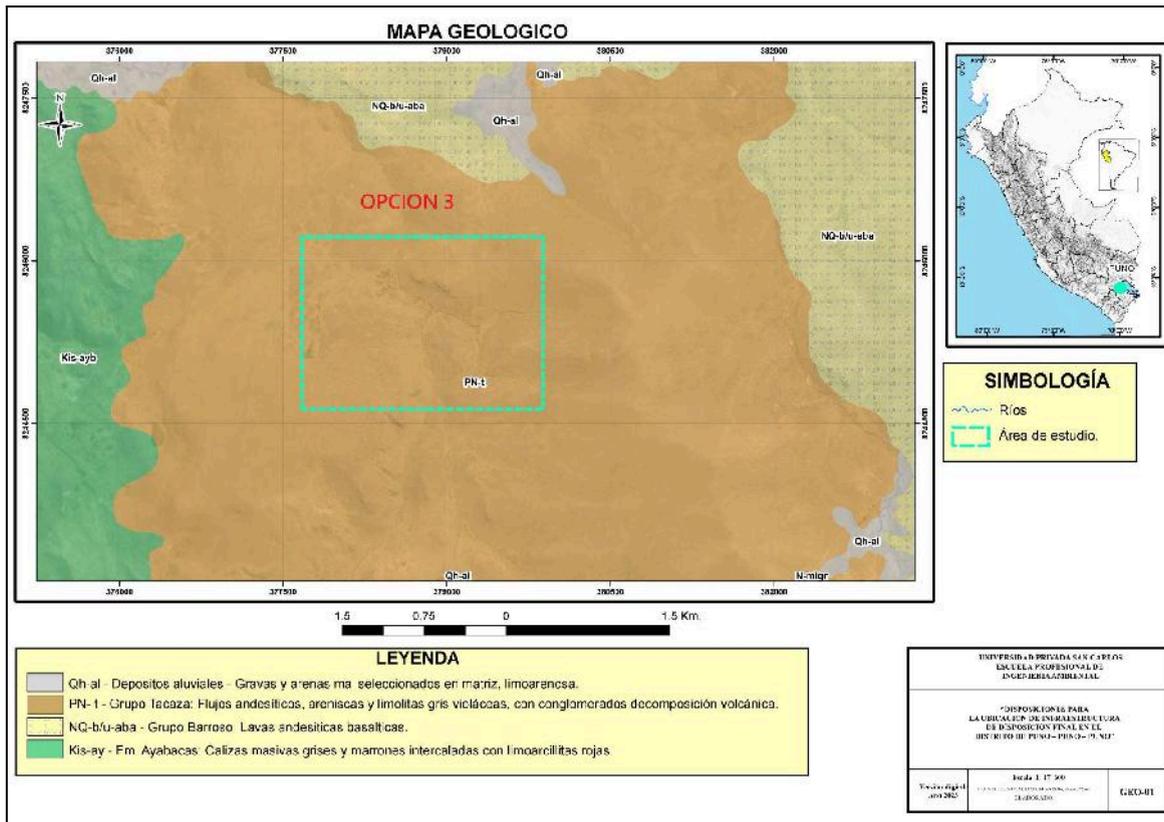


Figura 36: Mapa geológico de la área 03 deslizamientos que desestabilicen la integridad de la infraestructura de residuos sólidos.

Se observa en la figura 36, que el área seleccionada no está ubicada en lugares inestables, ni en cauces de quebradas de zonas con posibilidad de deslizamientos, ni propensas a inundaciones en períodos de recurrencia de 50 años o menos.

Estas áreas se seleccionaron a fin de evitar posibles procesos de inestabilidad, deslizamientos de material que son difíciles y costosos de reducir una vez iniciadas la construcción y a la vez, evitar que se originen encharcamientos en el entorno del área del relleno sanitario.

4.4.4. EVALUACIÓN DEL ÁREA 04 PARA LA INFRAESTRUCTURA DE DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS, DISTRITO DE PUNO.

Los resultados mostrados a continuación son utilizando sistemas de información geográfica para la generación de las mapas temáticos y serán evaluados el área 4 según los criterios establecidos en el Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM.

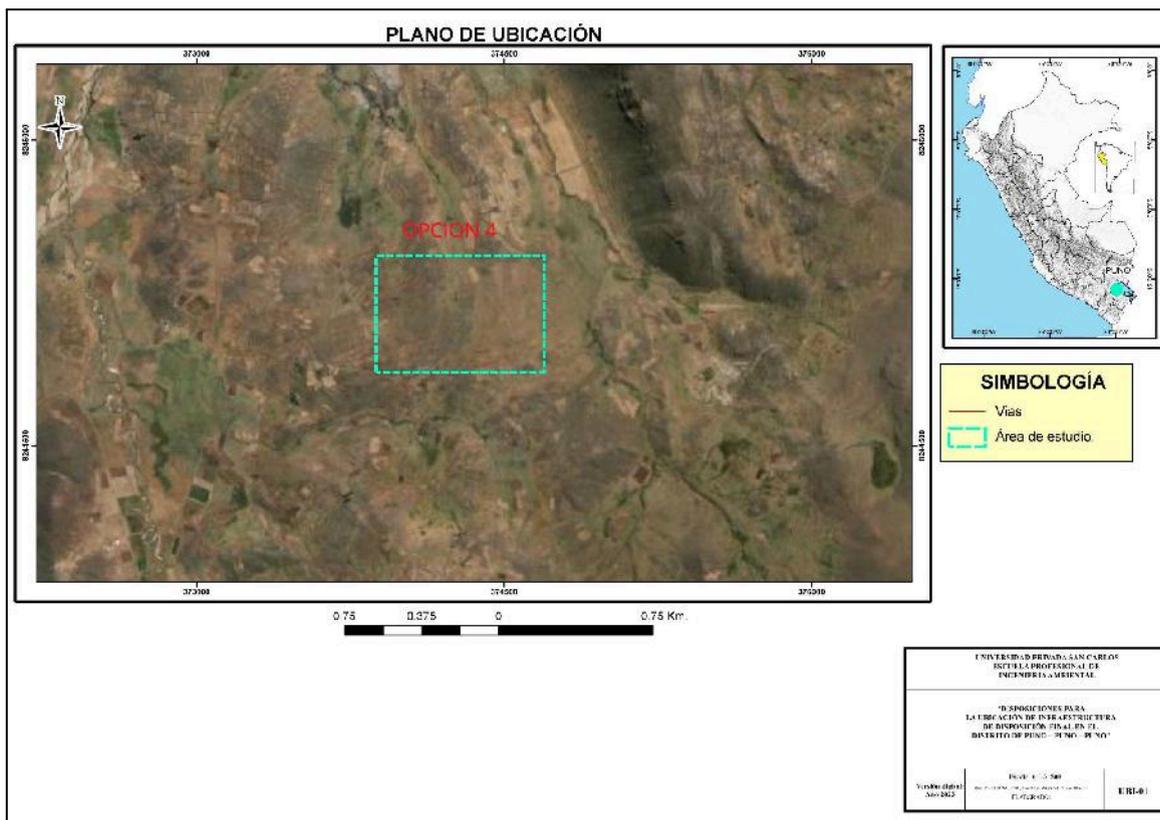


Figura 37: Plano de ubicación de la opción 2.

En la figura 37, se muestra la ubicación del cuarto lugar que es apto para la construcción de relleno sanitario para el distrito de Puno.

1) 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.

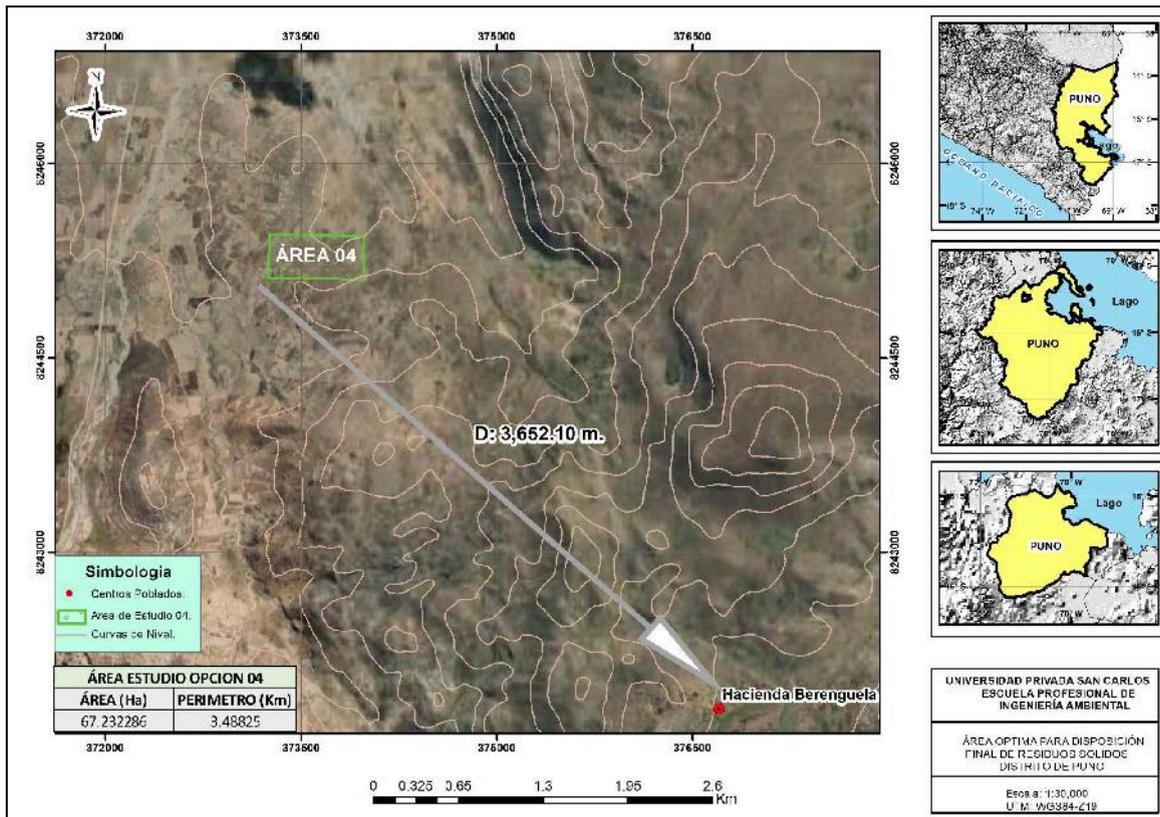


Figura 38: Ubicación del área 04 para disposición final de residuos si está cerca a un centro poblado.

En estudio ubicación del área 04 para disposición final de residuos si está cerca a un centro poblado, debe estar a no menos de 500 m de zonas edificadas o zonas urbanas, dentro de las mismas se consideraron los centros de salud y centros educativos, en el mapa temático se establecieron las respectivas distancia 3,652.10 metros que son considerado “apta” para la ubicación del área potencial de un relleno sanitario y con distancias menores a los 500 metros, no se consideraron otras áreas debido a que este tipo de instalaciones genera un cierto rechazo social por efecto de la generación de malos olores, riesgos a la salud y producción de vectores infecciosos provenientes del relleno sanitario, así como los posibles riesgos que se puedan generar y son consideradas como “no aptas”.

Según Ito (2020), en sus estudios tuvo resultados predominantes al mapa temático se establecieron las respectivas distancias entre 500 – 2000 metros que son considerados

“aptas” para la ubicación del área potencial de un relleno sanitario y con distancias menores a los 500 metros.

2) 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.

3) No estar ubicada en zonas de pantanos, humedales o recarga de acuíferos en la zona de emplazamiento del proyecto.

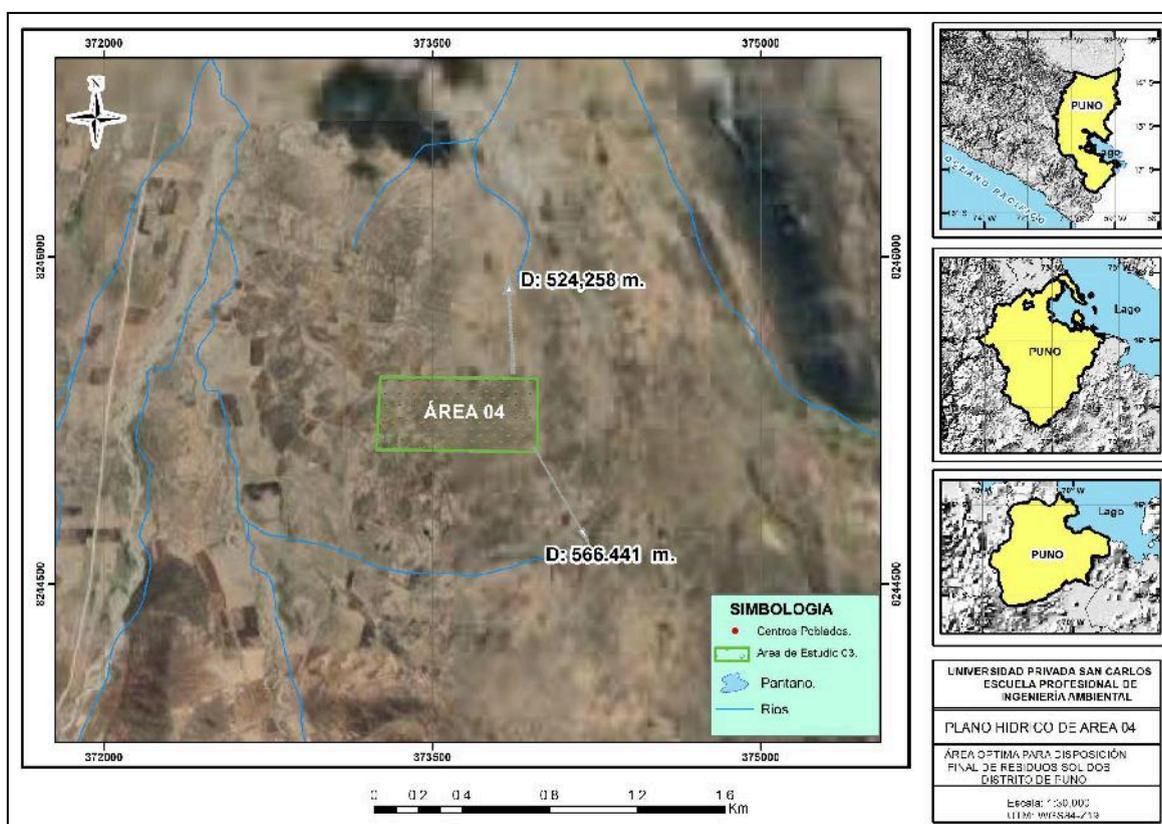


Figura 39: Ubicación del área 04 para disposición final de residuos si está a una distancia a fuentes de aguas superficiales.

Se observa en la figura 39, que la distancia de la ubicación del sitio de disposición final, con respecto a cuerpos de agua superficiales, ríos y lagunas, debe de ser la distancia mínima se debe considerar es de 500 m, en nuestro estudio se tiene distancia 524.258 m y 566.441 m son las distancias más cercanas a las fuentes hídricas y que podría causar un impacto ambiental si por alguna razón se derraman los lixiviados del relleno sanitario.

Según Ito (2020), en su estudio tuvo tres áreas siendo área 1, el área 2 el área 3 expuestas en la sección de resultados cumplen con la mayoría de requisitos determinados en cada criterio y subcriterio, sin embargo, el área 2 es la más adecuada pues es la de mayor calificación en toda la zona de estudio y su tamaño se ajusta al ideal para la localización de rellenos sanitarios regionales, el cual debe ser igual o superior a las 40 Hectáreas.

3) No estar ubicada en zonas de pantanos, humedales o recarga de acuíferos en la zona de emplazamiento del proyecto.

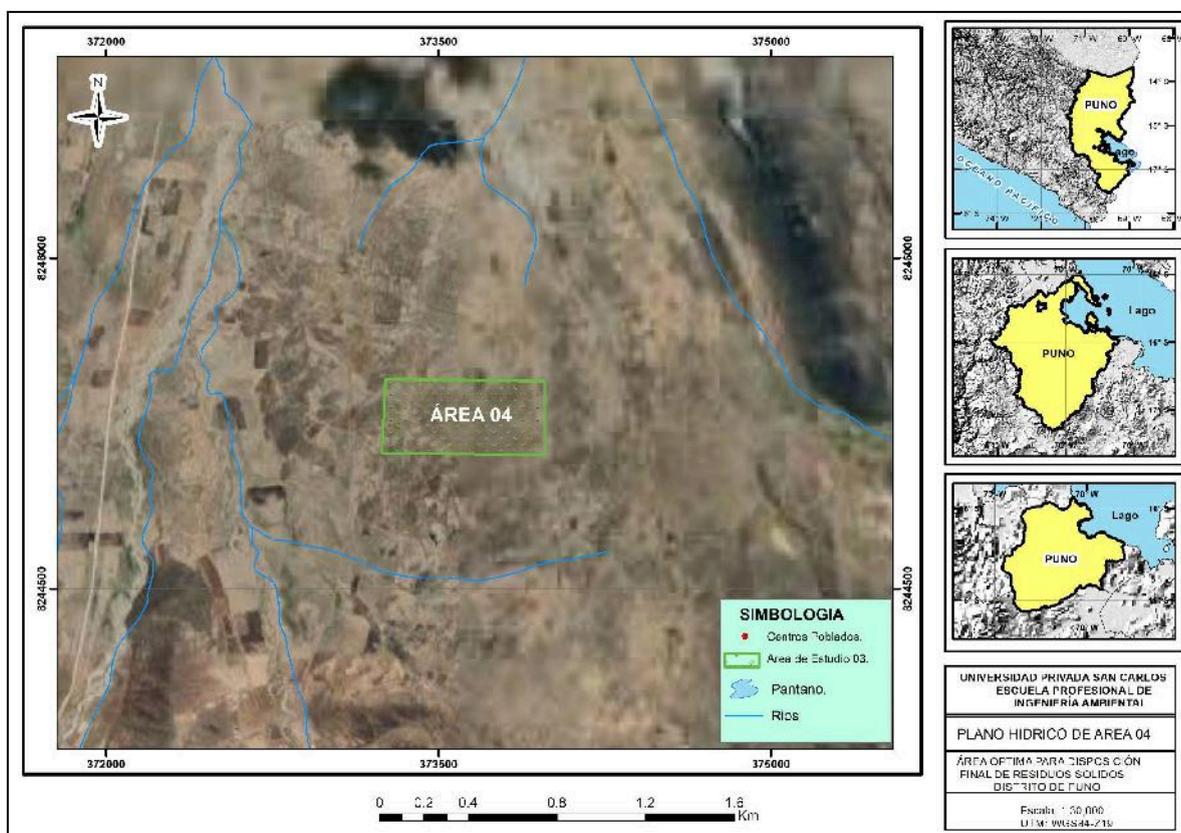


Figura 40: Ubicación del área 04 para disposición final de residuos si está en zonas de pantanos, humedales o recarga de acuíferos.

Se realizó el análisis hidrográfico en el área 04 del distrito Puno, evaluando que si se cumple con los requisitos del MINAM el cual indica que el criterio para las condiciones para la ubicación de infraestructuras de disposición final de residuos sólidos debe considerar como una alternativa de evaluación no podrá encontrarse en zonas como:

pantanos, humedales o recarga de acuíferos, como se muestra en la figura 00, alrededor del área 04 cumple lo establecido por MINAM lo que nos indica es óptima.

Paredes (2018), tuvo en sus resultados la mejor alternativa para la implementación del relleno sanitario es la Alternativa 2 (Aricato) con 411 puntos; puesto que es superior a la Alternativa 1 (Kallpapata) con 409 puntos y la Alternativa 3 (Queneque) con 397 puntos. Dicho sitio reúne la mayoría de los criterios de selección establecidos por el (D.S. N° 014 – 2017 MINAM y D.L. N° 1278 - 2016), y estos criterios son: Presenta vías de acceso en regulares condiciones de mantenimiento, vida útil del sitio es proyectado para 10 años, la evaluación hidrológica de las aguas superficiales están lo suficientemente alejados del área en estudio, los vientos dominantes soplan en sentido contrario al centro poblado, el material de cobertura se encuentra en el sitio del relleno lo cual resulta ser beneficioso económicamente, la topografía está entre los rangos que van desde (32 % - 44 %), la vulnerabilidad a desastres naturales en la zona indica que la misma está dentro de un área de amenaza de media a baja.

4) No estar ubicada en zonas con presencia de fallas geológicas.

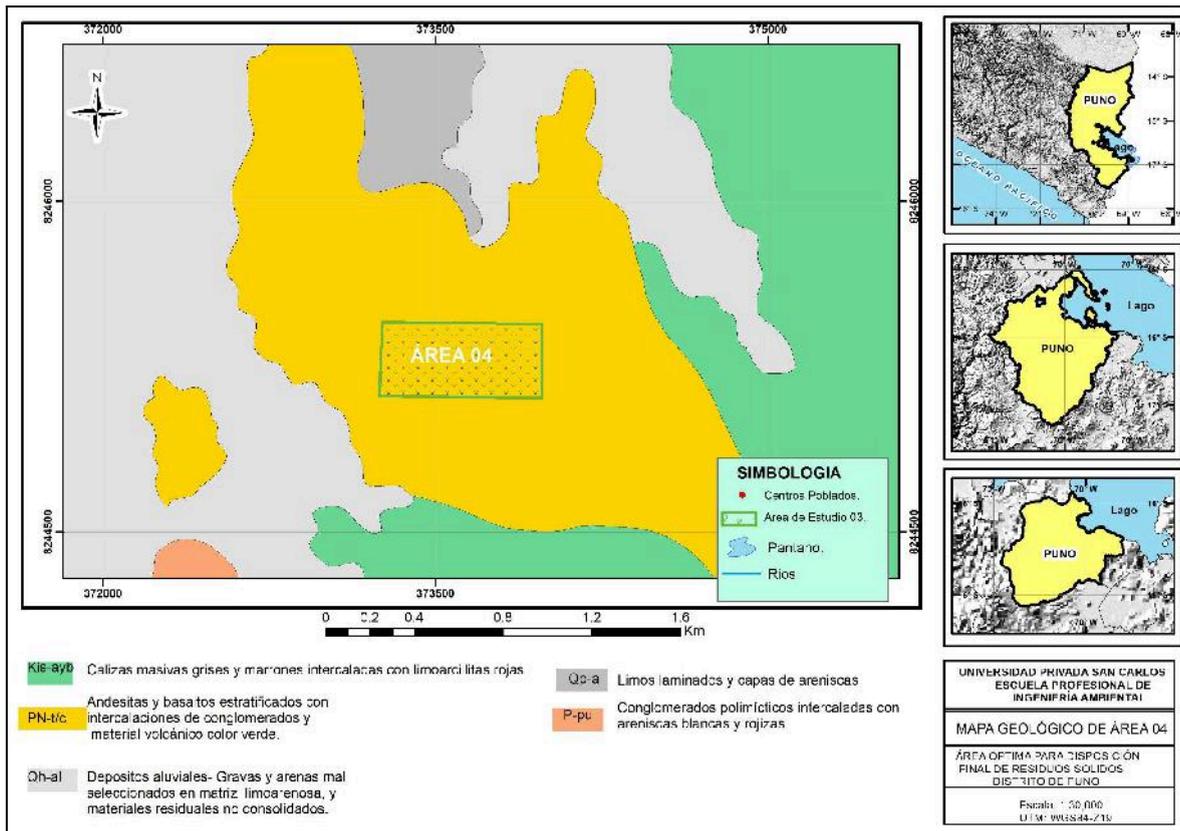


Figura 41: Ubicación del área 04 para disposición final de residuos si están en zonas con presencia de fallas geológicas.

En la figura 41, se realizó el análisis en la muestra que el área 04 del estudio no presenta fallas geológicas, no está en un lugar inestable, si tiene fallas geológicas la zona destinada a la implementación de una infraestructura de disposición final no debe presentar fallas geológicas, ni ubicarse en lugares inestables, ni en cauces de quebradas de zonas con posibilidad de deslizamientos, ni propensas a inundaciones en períodos de recurrencia de 50 años o menos.

El estudio realizado por Mamani (2020), realizado en el distrito de Huayrapata, se identificaron áreas potenciales para la instalación del relleno sanitario, utilizando los criterios (pendiente, ríos, fallas geológicas, lagos y vías de acceso) establecidos en la guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario manual. Además, se utilizó la evaluación multicriterio valor de 0 y 1 para áreas no aptas y áreas aptas, respectivamente. Se identificaron 4 áreas potenciales para la instalación del

relleno sanitario que cumplen con los criterios establecidos, las 4 áreas potenciales fueron, 766, 247, 154 y 161 ha.

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

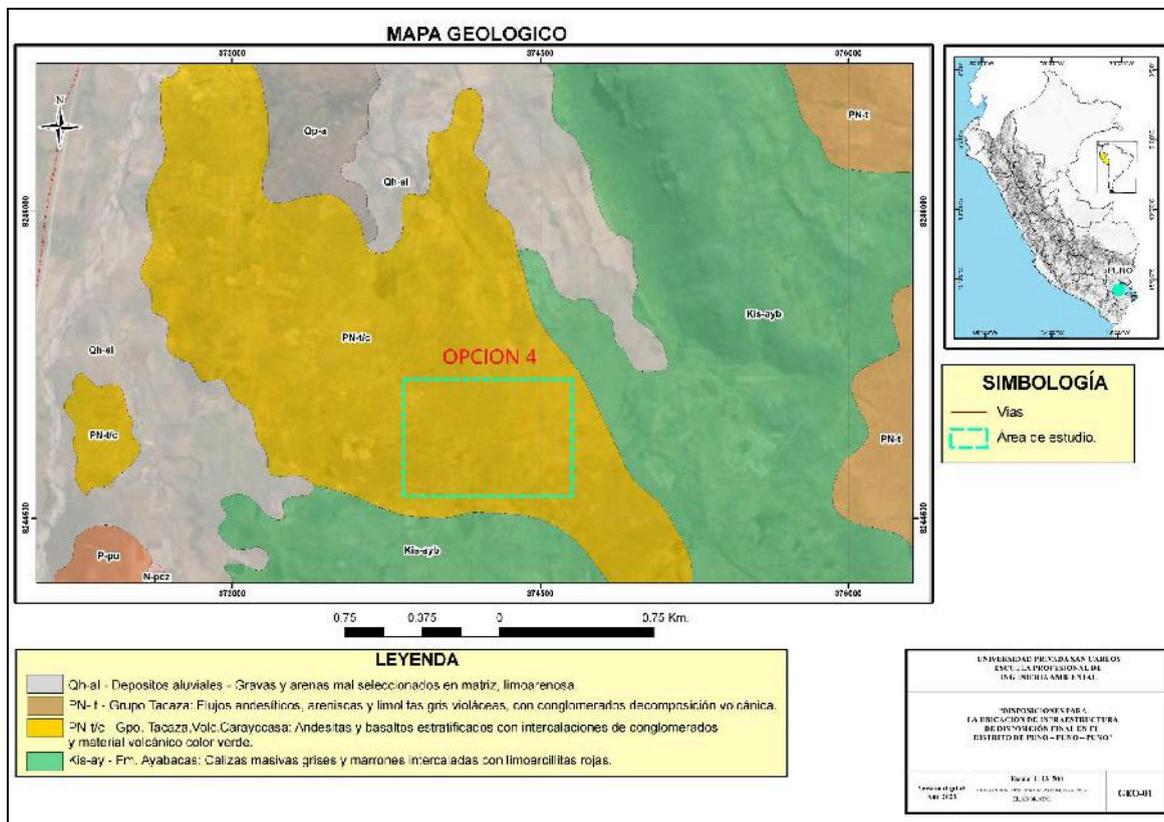


Figura 42: Mapa geológico de la zona 04 deslizamientos que desestabilicen la integridad de la infraestructura de residuos sólidos.

Se observa en la figura 42, que el área seleccionada no está ubicada en lugares inestables, ni en cauces de quebradas de zonas con posibilidad de deslizamientos, ni propensas a inundaciones en períodos de recurrencia de 50 años o menos.

Estas áreas se seleccionaron a fin de evitar posibles procesos de inestabilidad, deslizamientos de material que son difíciles y costosos de reducir una vez iniciadas la construcción y a la vez, evitar que se originen encharcamientos en el entorno del área del relleno sanitario.

CONCLUSIONES

PRIMERA: Utilizando sistemas de información geográficas se evaluaron el área de construcción de nuevas celdas para relleno sanitario, en la comunidad de Itapalluni, distrito de Puno- 2022, dicho sitio no reúne en su totalidad con la mayoría de los criterios de selección establecidas por el (D.S. N° 014 – 2017 – MINAM y D.L. N° 1278 - 2016), y se logró identificar 04 áreas óptimas para instalación de un relleno sanitario utilizando sistemas de información geográfica en el distrito de Puno.

SEGUNDA: Se evaluó si cumple las condiciones establecidas en el área de construcción para las nuevas celdas para el relleno sanitario en la comunidad de Itapalluni, distrito de Puno- 2022, según el Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM, con los cuales se procedió a la generación de mapas temáticos indicando cada uno de los criterios definidos y se logró determinar que en el territorio de evaluación de los 5 criterios principales solo cumple con 4, siendo el estudio hidrogeológicamente está ubicado en un acuífero local. La composición de la roca es andesítica presenta alta permeabilidad (capacidad de la roca o del terreno para transmitir agua u otros fluidos).

TERCERA: El reconocimiento del terreno y la interpretación de los datos obtenidos nos permiten caracterizar los diversos suelos presentes en la zona de estudio para el emplazamiento del proyecto “construcción de celdas para residuos; en el relleno sanitario itapalluni de la comunidad de Cancharani, distrito de Puno - provincia de Puno - departamento de Puno” por lo que se debe considerarse: el tipo suelo de explanación: clasificación del suelo, construcción de rellenos, excavación de desmontes, materiales de préstamo: (origen y calidad), posición nivel freático, y agua y solución a problemas locales

del terreno. En tal sentido el presente estudio de suelos está dado en la comunidad de Cancharani, distrito de Puno, provincia de Puno, región de Puno.

CUARTA: En el presente trabajo de investigación se identificaron 04 áreas óptimas para la instalación de un relleno sanitario utilizando sistemas de información geográfica en el distrito de Puno de la provincia de Puno, donde se aplicaron criterios de evaluación establecidos por el MINAM, con los cuales se procedió a la generación de mapas temáticos indicando cada uno de los criterios definidos y se logró determinar que en el territorio de evaluación se cuenta con 04 áreas que cumplen con los criterios indicados.

RECOMENDACIONES

PRIMERA: Se deben realizar estudios de sitio para ubicaciones potenciales de nuevos vertederos en áreas tratadas. No es necesario velar por el cumplimiento únicamente de los aspectos técnicos. Esto también incluye aguas subterráneas, sitios arqueológicos, etc. Es necesario recopilar información en áreas donde no hay datos.

SEGUNDA: Se recomienda a la Municipalidad Provincial de Puno, buscar posibles sitios para la disposición final de residuos sólidos municipales. Comprenda que un vertedero significa una instalación diseñada para la eliminación de desechos sólidos que está diseñada y operada para minimizar el impacto en la salud pública y el medio ambiente.

TERCERA: Al impermeabilizar un relleno sanitario, al instalar una geomembrana como elemento impermeabilizante entre dos materiales terrestres, la preservación es posible sólo cuando se evita que partículas de arena y agua ingresen al área excavada cuando se instala la geomembrana. Se debe compactar el suelo natural al 95% de la densidad seca máxima del ensayo Proctor modificado y luego colocar una capa de arcilla de 0.10 m de espesor o según lo observe el ingeniero de diseño.

CUARTA: A través de la evaluación multicriterio, es necesario comparar los mapas temáticos elaborados por expertos con los estudios hidrológicos del suelo del territorio proporcionados por los sistemas de información geográfica. Si hay varias áreas que cumplen con los criterios de recuperación, se deben realizar evaluaciones in situ en todos los sitios identificados a través del estudio de viabilidad y evaluarlas según criterios como el impacto. Las condiciones climáticas. Efectos, dirección del viento, distancia del centro de la Tierra, terreno, precipitaciones y belleza natural.

BIBLIOGRAFÍA

- Altamirano, J. K. (2019). *Identificación de Áreas Potenciales para la Disposición Final de Residuos Sólidos Municipales Utilizando Análisis Espacial, Distrito Chirinos-San Ignacio* [Tesis de pre grado, Universidad de Jaén].
<http://localhost/jspui/handle/UNJ/148>
- Becerra, Y. (2021). *Identificación de un área apta para la instalación de un relleno sanitario, utilizando sistemas de información geográfica en el distrito de Catilluc—San Miguel* [Tesis de pre grado, Universidad Nacional de Cajamarca].
<http://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/4745>
- Bautista, M. y Rosales, C. (2010): Guía para la selección de sitios potenciales para la ubicación de rellenos sanitarios por el método de peso y escala con el uso de álgebra de mapas. 11pag.
- Baxendale, C. y Buzai, G. (2011). Análisis Espacial con Sistemas de Información Geográfica. Aportes de la Geografía para la elaboración del Diagnóstico en el Ordenamiento Territorial. Grupo de Ecología del Paisaje y Medio Ambiente (GEPAMA) de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad Buenos Aires. Argentina. Revista Fronteras. 60 pág.
- BID/OPS (1998). Diagnóstico de la Situación del Manejo de Residuos Sólidos Municipales en América Latina y el Caribe. Segunda edición. 78 pág.
- Chuvieco, E. (2010). Fundamentos de la Teledetección Espacial. Madrid – España. 92 pág.
- Decreto Legislativo 1278. Que aprueba la ley Gestión Integral de Residuos Sólidos, publicada en el diario oficial el peruano, 21 de diciembre del 2016. 35 pág.
- Decreto Supremo N° 014 – 2017 – MINAM. Reglamento de la ley Gestión Integral de Residuos Sólidos, publicada el 21 de diciembre del 2017. 32 pág.
- Gómez, L. F. (2020). *Propuesta de sitios potenciales para la reubicación del sitio de disposición final de residuos sólidos domiciliarios, en la comunidad de Cristóbal obregón, municipio de villaflores, chiapas* [Tesis de pre grado, Universidad de

Ciencias y Artes de Chiapas].

<https://repositorio.unicach.mx/handle/20.500.12753/2368>

González, M. F., & Minga, F. E. (2010). *Definición de sitios para el tratamiento y disposición final de residuos sólidos en cinco parroquias rurales del cantón Loja, utilizando sistemas de información geográfica (sig)* [bachelorThesis]. <https://dspace.unl.edu.ec/handle/123456789/5711>

Gordillo, C. L. (2019). *Localización de un relleno sanitario en el cantón Naranjal, mediante proceso de análisis jerárquico basado en sistemas de información geográfica* [Tesis de pre grado, Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/39601>

Ito, Y. (2020). *Identificación de áreas potenciales para relleno sanitario aplicando Sistemas de Información Geográfica en el Distrito de Coata—Puno* [Tesis de pre grado, Universidad Peruana Unión]. <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/4678>

Loyaga, F. (2019). *Identificación de Áreas Óptimas para Instalar un Relleno Sanitario Utilizando Sistemas de Información Geográfica, Distrito Las Pirias—Provincia de Jaén* [Tesis de pre grado, Universidad Nacional de Jaén]. <http://localhost/jspui/handle/UNJ/134>

Mamani, V. (2020). *Identificación de áreas potenciales para la instalación del relleno sanitario aplicando sistemas de información geográfica, en el distrito de Huayrapata, Provincia de Moho, Puno-2020* [Tesis de pre grado, Universidad Peruana Unión]. <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/3760>

Paredes, E. (2018). *Identificación de áreas óptimas para relleno sanitario de residuos sólidos de la ciudad de Sandía – Puno* [Tesis de pre grado, Universidad Nacional del Altiplano]. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/10351>

Pérez, N. A. (2019). *Identificación de áreas óptimas para la instalación de un relleno sanitario, utilizando sistemas de información geográfica en el distrito de Santa Rosa, provincia de Jaén* [Tesis de pre grado, Universidad Nacional de Cajamarca].

<http://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/4087>

Rodríguez, Á. M., & Trujillo, A. L. (2018). *Identificar, publicar y disponer información de áreas potenciales para la ubicación de rellenos sanitarios mediante herramientas SIG en el departamento de Boyacá* [Tesis de pre grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. <http://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/14675>

ANEXOS

Anexo 01: Matriz de consistencia.

EVALUACIÓN DEL ÁREA DE CONSTRUCCIÓN DE NUEVAS CELDAS DE RESIDUOS RELLENO SANITARIO PUNO, UTILIZANDO SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA, COMUNIDAD DE ITAPALLUNI, DISTRITO DE PUNO- 2022.

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	TÉCNICA DE PROCESAMIENTO DE DATOS
<p>PROBLEMA GENERAL</p> <p>¿Será posible evaluar el área de construcción de nuevas celdas para el relleno sanitario, utilizando sistemas de información geográfica en la comunidad de Itapalluni, del distrito de Puno - 2022?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>Evaluar el área de construcción de nuevas celdas para relleno sanitario, utilizando sistemas de información geográfica en la comunidad de Itapalluni, del distrito de Puno- 2022.</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL</p> <p>La evaluación del área de construcción de nuevas celdas para relleno sanitario, utilizando sistemas de información geográfica en la comunidad de Itapalluni, del distrito de Puno- 2022 es posible.</p>	<p>Independiente:</p> <p>Sistemas de Información Geográfico.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Mapa de poblaciones. - Mapa fuentes de aguas superficiales. - Mapa de zonas de pantanos, humedales, - Mapas fallas geológicas. - Mapa de asentamientos o deslizamientos. 	<p>Técnica:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Software ArcGIS 10.5 - Microsoft Excel 	<ul style="list-style-type: none"> - Mapas temáticos. - Gráficos y tablas.
<p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</p> <p>-¿Cumplirá las condiciones establecidas el área de construcción de nuevas celdas para el relleno sanitario en la comunidad de Itapalluni, del distrito de Puno- 2022, según Decreto</p>	<p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Evaluar si en el área de construcción de nuevas celdas para el relleno sanitario en la comunidad de Itapalluni, 	<p>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Las condiciones establecidas en el área de construcción de nuevas celdas para el relleno sanitario en la comunidad de Itapalluni, del distrito de Puno- 2022, según 	<p>Dependiente:</p> <p>El área de construcción de nuevas celdas para los residuos del relleno sanitario de Puno</p>	<p>Criterios establecidos por Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM,</p>	<p>Instrumento:</p> <p>Guía Decreto Supremo N° 014-2017-MINA M</p>	

<p>Supremo N° 014-2017-MINAM?</p> <p>-¿Cuáles son las características físico-mecánicas de suelo, del área de construcción de nuevas celdas para el relleno sanitario en la comunidad de Itapalluni, del distrito de Puno- 2022?</p> <p>-¿Cuáles son las áreas adecuadas que reúnan las condiciones para la construcción para el relleno sanitario en la comunidad de Itapalluni, del distrito de Puno- 2022?</p>	<p>ubicada del distrito de Puno-2022, cumplen con las condiciones establecidas en el Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM .</p> <p>- Identificar las características físico-mecánicas de suelo, del área de construcción de nuevas celdas para el relleno sanitario en la comunidad de Itapalluni, del distrito de Puno- 2022.</p> <p>- Delimitar áreas adecuadas que reúnan las condiciones para la construcción del relleno sanitario, del distrito de Puno- 2022.</p>	<p>Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM, no cumple con todos los criterios establecidos.</p> <p>- La identificación de las características físico-mecánicas del suelo, del área de construcción de nuevas celdas para el relleno sanitario en la comunidad de Itapalluni, del distrito de Puno- 2022.</p> <p>- La delimitación de áreas adecuadas que reúnan las condiciones para la construcción relleno sanitario, utilizando el sistemas de Información Geográfica del distrito de Puno- 2022.</p>			
--	---	--	--	--	--

Anexo 02: Panel fotográfico



Figura 43: Se observa panorámicamente donde se proyecta el área del estudio de la "Construcción de celdas para residuos; en el relleno sanitario Itapalluni de la comunidad de Cancharani, distrito de Puno.



Figura 44: Excavación de las calicatas del proyecto el área del estudio de la "Construcción de celdas para residuos; en el relleno sanitario Itapalluni de la comunidad de Cancharani, distrito de Puno.

de gestión correspondientes y las disposiciones complementarias necesarias, para la adecuada implementación de la presente norma.

Segunda.- Efectos presupuestales

La aplicación del Reglamento de Organización y Funciones del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) se sujeta a su presupuesto institucional, sin demandar recursos adicionales al Tesoro Público.

Tercera.- Denominación

Toda referenda en normas anteriores a las Oficinas y Direcciones que no formen parte del presente Reglamento de Organización y Funciones, deben identificarse con las nuevas Oficinas, Direcciones, Subdirecciones y Unidades de acuerdo a sus funciones.

DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA DEROGATORIA

Única.- Derogación

Deróguese el Decreto Supremo N° 022-2009-MINAM, que aprueba el Reglamento de Organización y Funciones del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los veinte días del mes de diciembre del año dos mil diecisiete.

PEDRO PABLO KUCZYNSKI GODARD
Presidente de la República

ELSA GALARZA CONTRERAS
Ministra del Ambiente

1599658-6

Aprueban Reglamento del Decreto Legislativo N° 1278, Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos

**DECRETO SUPREMO
N° 014-2017-MINAM**

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

Que, el numeral 22 del artículo 2 de la Constitución Política del Perú establece que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida;

Que, conforme a lo dispuesto por el artículo I del Título Preliminar de la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, asegurando particularmente la salud de las personas en forma individual y colectiva, la conservación de la diversidad biológica, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el desarrollo sostenible del país;

Que, el artículo 3 de la citada Ley señala que el Estado, a través de sus entidades y órganos correspondientes, diseña y aplica, las políticas, normas, instrumentos, incentivos y sanciones que sean necesarios para garantizar el efectivo ejercicio de los derechos y el cumplimiento de las obligaciones y responsabilidades contenidos en la referida Ley;

Que, de acuerdo al literal k) del artículo 7 del Decreto Legislativo N° 1013, Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente, esta entidad tiene como función específica promover y coordinar la adecuada gestión de residuos sólidos;

Que, a través del Decreto Legislativo N° 1278, se aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, la cual tiene como objeto establecer derechos, obligaciones, atribuciones y responsabilidades de la sociedad en su conjunto, con la finalidad de propender

hacia la maximización constante de la eficiencia en el uso de los materiales y asegurar una gestión y manejo de los residuos sólidos económica, sanitaria y ambientalmente adecuada, con sujeción a las obligaciones, principios y lineamientos señalado en ella;

Que, de acuerdo a lo dispuesto por la Novena Disposición Complementaria Final del referido Decreto Legislativo, mediante decreto supremo, en coordinación con los sectores competentes, se aprobará el Reglamento del mismo en un plazo no mayor de ciento ochenta (180) días calendario, contados desde del día siguiente de la fecha de su publicación;

Que, mediante Resolución Ministerial N° 174-2017-MINAM, el Ministerio del Ambiente dispuso la prepublicación del Proyecto de Decreto Supremo que aprueba el Reglamento de la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, en el Portal Institucional del Ministerio del Ambiente, en virtud de la cual se recibieron aportes y comentarios al mismo;

De conformidad con lo dispuesto en el numeral 8 del artículo 118 de la Constitución Política del Perú; el numeral 3 del artículo 11 de la Ley N° 28158, Ley Orgánica del Poder Ejecutivo; la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente; y, el Decreto Legislativo N° 1278, Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos;

DECRETA:

Artículo 1.- Aprobación del Reglamento del Decreto Legislativo N° 1278 que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos

Apruébese el Reglamento del Decreto Legislativo N° 1278, que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, cuyo texto está compuesto de trece (13) Títulos, ciento treinta y seis (136) Artículos, catorce (14) Disposiciones Complementarias Finales, seis (06) Disposiciones Complementarias Transitorias, una (01) Disposición Complementaria Derogatoria y cinco (05) Anexos, los cuales forman parte integrante del presente Decreto Supremo.

Artículo 2.- Publicación

Disponer la publicación del presente Decreto Supremo, el Reglamento aprobado por el artículo precedente y sus Anexos en el Portal del Estado Peruano (www.peru.gob.pe) y en el Portal Institucional del Ministerio del Ambiente (www.minam.gob.pe) el mismo día de la publicación de la presente norma en el Diario Oficial "El Peruano".

Artículo 3.- Financiamiento

El financiamiento de la presente norma se realiza con cargo al presupuesto institucional de los pliegos involucrados, sin demandar recursos adicionales del Tesoro Público.

Artículo 4.- Refrendo

El presente Decreto Supremo es refrendado por la Ministra del Ambiente, la Ministra de Energía y Minas, la Ministra de Economía y Finanzas, el Ministro de la Producción, el Ministro de Transportes y Comunicaciones, el Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento, el Ministro de Salud y el Ministro de Agricultura y Riego.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los veinte días del mes de diciembre del año dos mil diecisiete.

PEDRO PABLO KUCZYNSKI GODARD
Presidente de la República

ELSA GALARZA CONTRERAS
Ministra del Ambiente

CAYI IANA ALJUVÍN GAZZANI
Ministra de Energía y Minas

CLAUDIA MARÍA COOPER FORT
Ministra de Economía y Finanzas

PEDRO OLAFCHETA ÁLVAREZ CALDERÓN
Ministro de la Producción

- c) Recuperación de aceites usados;
- e) Desmantelamiento/desensamblaje de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos;
- f) Otras alternativas de valorización.

Artículo 104.- Condiciones mínimas de las plantas de valorización

Las plantas de valorización de residuos sólidos deben cumplir como mínimo, con las siguientes condiciones:

- a) No deben ubicarse en áreas de zonificación residencial, comercial o recreacional;
- b) No obstaculizar el tránsito vehicular o peatonal;
- c) Disponer de un sistema de lavado, limpieza y fumigación;
- d) Contar con canales para la evacuación de aguas de lluvia, según corresponda.

Artículo 105.- Características de las plantas de valorización

Para el diseño de las plantas de valorización se debe considerar, como mínimo, los siguientes aspectos:

- a) Contar con áreas para la maniobra y operación de vehículos y equipos sin perturbar las actividades operativas;
- b) Independización del área de manejo de residuos del área administrativa y de los laboratorios;
- c) Contar con sistemas de iluminación y ventilación;
- d) Contar con paredes y pisos impermeables y lavables;
- e) Contar con sistemas contra incendio.

CAPÍTULO IV

PLANTAS DE TRANSFERENCIA DE RESIDUOS SÓLIDOS

Artículo 106.- Actividades de las plantas de transferencia

En las plantas de transferencia se realiza la descarga de los residuos sólidos de los vehículos de menor capacidad y la carga de los mismos en los vehículos de mayor capacidad. Dichas plantas se implementan con el propósito de reducir los costos de transporte y alcanzar una mayor productividad de la mano de obra y del equipo utilizado.

En las instalaciones de las plantas de transferencia no se puede almacenar residuos sólidos por más de doce (12) horas.

Artículo 107.- Condiciones mínimas de las plantas de transferencia

Las plantas de transferencia de residuos sólidos deben cumplir como mínimo, con las siguientes condiciones:

- a) No deben ubicarse en áreas de zonificación residencial, comercial o recreacional;
- b) Disponer de vías de fácil acceso para vehículos recolectores;
- c) No obstaculizar el tránsito vehicular o peatonal;
- d) Contar con un sistema de carga y descarga de residuos sólidos;
- e) Tener un sistema de pesaje de los residuos sólidos acorde a las necesidades de la planta de transferencia;
- f) Disponer de un sistema alterno para operación en caso de fallas o emergencias;
- g) Contar con paredes y pisos impermeables en zonas de carga y descarga de residuos sólidos;
- h) Disponer de un sistema de lavado, limpieza y fumigación;
- i) Contar con canales para la evacuación de aguas de lluvia, según corresponda.

CAPÍTULO V

INFRAESTRUCTURAS DE DISPOSICIÓN FINAL

Artículo 108.- Infraestructuras de disposición final

108.1 Son consideradas infraestructuras de

disposición final de residuos sólidos los rellenos sanitarios, los rellenos de seguridad y las escombreras.

108.2 Los rellenos sanitarios se clasifican en:

- i) Relleno sanitario manual cuya capacidad de operación diaria no excede a seis (06) toneladas métricas (TM);
- ii) Relleno sanitario semi-mecanizado, cuya capacidad de operación diaria es más de seis (06) hasta cincuenta (50) TM, y
- iii) Relleno sanitario mecanizado, cuya capacidad de operación diaria es mayor a cincuenta (50) TM.

108.3 En los rellenos de seguridad se realiza la disposición final de residuos sólidos no peligrosos.

108.4 Para el caso de los residuos sólidos no peligrosos provenientes de las actividades de la construcción y demolición, la infraestructura de disposición final se denomina escombrera.

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 normativas 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 normatividad 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.

Artículo 111.- Implementación de infraestructura de disposición final de residuos sólidos cercana a aeródromos

Para la implementación de infraestructuras de disposición final de residuos sólidos a ser ubicadas dentro de las Áreas de Seguridad del Aeródromo, previstas en la normativa aeronáutica y establecidas por la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC) del MTC, que se ubiquen dentro de los 13.0 km de radio con centro en el Punto de Referencia del Aeródromo; se requiere la opinión favorable de la DGAC. Para tal efecto, el titular del proyecto debe presentar un Estudio de Riesgo de la Seguridad Operacional para ser evaluado por la DGAC, conforme a los criterios y los requisitos establecidos en la normativa vigente de la materia.

Artículo 112.- Plan de cierre de infraestructura de disposición final de residuos sólidos

El plan de cierre de la infraestructura de disposición final de residuos sólidos que forma parte del IGA debe contar, como mínimo, con los siguientes aspectos:

- a) Diseño de cobertura final;
- b) Control de gases;
- c) Control, manejo y/o tratamiento de lixiviados;
- d) Programa de monitoreo ambiental;
- e) Medidas de contingencia posterior al cierre;
- f) Proyecto de uso del área después de su cierre, en caso correspondiente.

El plan de cierre debe contener actividades y acciones dirigidas a mitigar los posibles impactos ambientales de la infraestructura hasta por un periodo de diez (10) años después de su cierre definitivo, el mismo que debe ser establecido en el IGA y ser de cumplimiento obligatorio.

Artículo 113.- Prohibición del uso del área de disposición final

Queda prohibida la habitación urbana y la construcción de edificaciones de cualquier naturaleza en lugares que fueron utilizados como infraestructuras de residuos sólidos o áreas degradadas por los mismos.

SUB CAPITULO 1

RELLENOS SANITARIOS

Artículo 114.- Instalaciones del relleno sanitario

Las instalaciones del relleno sanitario deben cumplir como mínimo con lo siguiente:

- a) Impermeabilización de la base y los taludes del relleno para evitar la contaminación ambiental por lixiviados ($k \leq 1 \times 10^{-9}$ cm/s y en un espesor mínimo de 0.40 m); salvo que se cuente con una barrera geológica natural para dichos fines, lo cual estará sustentado técnicamente.
- De no cumplir con las condiciones antes descritas, la impermeabilización de la base y los taludes del relleno deben considerar el uso de geomembrana con un espesor mínimo de 1.2. mm y el uso de geotextil entre la geomembrana.
- b) Drenes de lixiviados con planta de tratamiento o sistema de recirculación interna de los mismos.
- c) Drenes y chimeneas de evacuación y control de gases.
- d) Canales perimétricos de intersección y evacuación de aguas de escorrentía superficial;
- e) Barreras sanitarias, que pueden ser barreras naturales o artificiales que contribuyan a reducir los impactos negativos y proteger a la población de posibles riesgos sanitarios y ambientales.
- f) Pozos para el monitoreo de agua subterránea, en caso correspondiente;
- g) Sistemas de monitoreo y control de gases y lixiviados;
- h) Señalización y letreros de información conforme a la normativa sobre seguridad y salud en el trabajo;

- i) Sistema de pesaje y registro;
- j) Control de vectores y roedores;
- k) Instalaciones complementarias, tales como caseta de control, oficinas administrativas, almacén, servicios higiénicos y vestuario.

Para el caso de rellenos sanitarios que manejen más de 200 toneladas de residuos sólidos citarios, se debe implementar progresivamente la captura y quema centralizada de gases, a efectos de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. En caso de que sean menores a las 200 toneladas diarias, deben implementarse captura y quema convencional de gases u otra medida orientada a la mitigación de gases de efecto invernadero. Del mismo modo, podrán incluir actividades de valorización energética a través del uso de la biomasa para la generación de energía.

Artículo 115.- Operaciones mínimas en rellenos sanitarios

Las operaciones mínimas que deben realizarse en un relleno sanitario son:

- a) Recepción, pesaje y registro del tipo y volumen de los residuos sólidos;
- b) Nivelación y compactación diaria para la conformación de las celdas de residuos sólidos;
- c) Cobertura diaria de los residuos con capas de material que permita el correcto confinamiento de los mismos;
- d) Compactación diaria de la celda en capas de un espesor no menor de 0.20 m.
- e) Cobertura final con material de un espesor no menor de 0.50 m;
- f) Monitoreo de los parámetros establecidos en la línea base para la calidad del aire, suelo, ruido y agua superficial o subterránea, en caso correspondiente;
- g) Mantenimiento de pozos de monitoreo, drenes de lixiviados, chimeneas para evacuación y control de gases, canalotas superficiales.

SUB CAPITULO 2

RELLENOS SEGURIDAD

Artículo 116.- Instalaciones del relleno de seguridad

Las instalaciones del relleno de seguridad deben cumplir como mínimo con lo siguiente, según corresponda:

- a) Impermeabilización de la base y los taludes del relleno para evitar la contaminación ambiental por lixiviados ($k \leq 1 \times 10^{-9}$ cm/s para residuos peligrosos y con un espesor mínimo de 0.50 m), salvo que se cuente con una barrera geológica natural para dichos fines;
- b) Geomembrana de un espesor no inferior a 2 mm;
- c) Geotextil de protección y filtración;
- d) Capa de drenaje de lixiviados;
- e) Drenes de lixiviados con planta de tratamiento o sistema de recirculación interna de los mismos;
- f) Drenes y chimeneas de evacuación y control de gases;
- g) Canales perimétricos de intersección y evacuación de aguas de escorrentía superficial;
- h) Barrera sanitaria;
- i) Pozos de monitoreo de agua subterránea, en caso correspondiente;
- j) Sistemas de monitoreo y control de gases y lixiviados;
- k) Señalización y letreros de información;
- l) Sistema de pesaje y registro;
- m) Control de vectores y roedores;
- n) Instalaciones complementarias, tales como caseta de control, oficinas administrativas, almacén, servicios higiénicos y vestuario;
- o) Contar con un laboratorio en sus instalaciones para la operación del mismo.

La celda de seguridad es aquella donde se disponen los residuos peligrosos. Para aquellas celdas que se implementan dentro de las instalaciones industriales o

Figura 45: Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM