

**UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN**  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



**Evaluación de la viabilidad técnica, socio ambiental para la  
disposición final de residuos sólidos para el Distrito de San Miguel –  
Puno**

Tesis para obtener el Título de Ingeniero Ambiental

**Autor:**

Hermojenez Galindo Fuentes Aruhuanca

**Asesor:**

MSc. Rose Adeline Callata Chura

Juliaca, agosto 2022

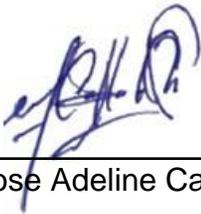
## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo MSc. Rose Adeline Callata Chura, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“EVALUACIÓN DE LA VIABILIDAD TÉCNICA, SOCIO AMBIENTAL PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA EL DISTRITO DE SAN MIGUEL - PUNO”** del autor **Hermojenez Galindo Fuentes Aruhuanca**, tiene un índice de similitud de 18 % verificable en el informe del programa Turnitin, y fue realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad u omisión de los documentos como de la información aportada, firmo la presente declaración en la ciudad de Juliaca a los 09 días del mes de octubre del año 2023.



---

MSc. Rose Adeline Callata Chura

Asesor



174

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Puno, Juliaca, Villa Chullunquiari, a 02 día(s) del mes de agosto del año 2022, siendo las 10:00 horas, se reunieron en el Salón de Grados y Títulos de la Universidad Peruana Unión, Filial Juliaca, bajo la dirección del Señor Presidente del jurado: Ing. Nancy Lurasí Rafael, el secretario: Mtro. Juan Eduardo Vigo Rivera y los demás miembros: Msc. Jael Gallo Gallo y el asesor: Msc. Rose Adeline Gallata Elvira

con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulada: Evaluación de la viabilidad técnica, socio ambiental para la disposición final de residuos sólidos para el Distrito de San Miguel - Puno

de el(los)/la(las) bachiller(es): a) Hermojerez Galindo Fuentes Aruahuanca b) conducente a la obtención del título profesional de Ingeniero Ambiental (Nombre del Título Profesional)

con mención en

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (los)/a(la)(las) candidato(a)s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por el(los)/la(las) candidato(a)s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Candidato (a): Hermojerez Galindo Fuentes Aruahuanca

Table with columns: CALIFICACIÓN, ESCALAS (Vigesimal, Literal, Cualitativa), Mérito. Row 1: Aprobado, 17, B+, Muy Bueno, Sobresaliente

Candidato (b):

Table with columns: CALIFICACIÓN, ESCALAS (Vigesimal, Literal, Cualitativa), Mérito. Row 1: Empty

(\*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al(los)/a(la)(las) candidato(a)s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

Signatures of Presidente, Secretario, Asesor, Miembro, and Candidato/a (a) and (b)

## **DEDICATORIA**

A Dios, por la vida, por darme una oportunidad de ser diferente y por ayudarme a terminar esta aspiración de formación profesional, por todo lo que fui, lo que soy y lo que seré, gracias a nuestro creador.

A mis padres, por su amor incondicional brindado y por sus instrucciones, por su apoyo moral y económico a mis hermanos por su apoyo, sin ellos nada hubiese sido posible.

A algunos de los pastores de la Universidad por demostrarme la realidad y con sus actos de momentos difíciles forjar en mi deseo de superación y demostrarlos que si se pudo.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, por su grandeza y maravillosa forma de ser por su compañía incondicional, por ayudarme a concluir cada una de mis metas.

A la Universidad Peruana Unión, por permitirme formarme como un profesional en sus aulas, y a la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental por la dicha de formarme como profesional ambiental para forjar un mundo mejor.

A la Ing. Rose Adeline Callata Chura, mi asesor, por haber sido una gran mentora, guía para la ejecución de la presente investigación y compartirme sus conocimientos que fueron de mucha ayuda.

Al Mg. Juan Eduardo Vigo Rivera, por orientarme en la finalización de este trabajo de investigación y su gran paciencia en la enseñanza.

A Mg. Magaly A. Broussett Minaya, Al Ing. Delbert Eleasil. Condori Moreno, Por los consejos y enseñarme a superarme y nunca rendirme, por inculcarme la mística de un ingeniero ambiental, finalmente a mis amigos de carpeta, docentes, y demás personas que ayudaron a este gran logro.

También brindo un agradecimiento muy especial a la novísima Municipalidad Distrital de San Miguel, Gerencia de Desarrollo Ambiental y Servicios Públicos por brindarme las facilidades para el desarrollo de esta investigación.

## TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	xv
ABSTRACT .....	xvi
CAPÍTULO I.....	17
EL PROBLEMA .....	17
1.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	17
1.2. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	19
1.3. OBJETIVOS .....	19
1.3.1. Objetivo general .....	19
1.3.1. Objetivos específicos.....	19
CAPÍTULO II.....	20
REVISIÓN DE LA LITERATURA .....	20
2.1. FUNDAMENTOS DEL OBJETO DE ESTUDIO.....	20
2.1.1. Parámetros internacionales usados para la selección de sitios. ....	20
2.1.2. Criterios recomendados por la agencia de protección ambiental de los Estados Unidos. ....	20
2.1.3. Criterios ambientales recomendados por la OPS. ....	21
2.1.4. Criterios recomendados por SEDESOL (México). ....	22
2.1.5. Parámetros nacionales usados para la selección del sitio (Perú) .....	23
2.2. ÁREAS DE DISPOSICIÓN FINAL .....	25
2.3. RESIDUOS SÓLIDOS.....	26
a. Clasificación de residuos por su origen .....	26
b. Clasificación de residuos por su naturaleza .....	27
c. Clasificación de residuos en función a su Gestión.....	27
2.4. SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA .....	27
2.4.1. Componentes de un SIG .....	28
2.4.2. Tipos de SIG.....	29
2.4.3. SIG Ráster.....	29
2.5. ESTUDIO DE SELECCIÓN DE ÁREA.....	30
2.6. RESULTADOS DE ANTERIORES DE INVESTIGACIONES. ....	30
2.6.1. Antecedentes Internacionales.....	30

2.6.2. Antecedentes Nacionales.....	32
2.6.3. Antecedentes locales .....	34
2.7. MARCO LEGAL.....	35
CAPITULO III.....	37
MATERIALES Y MÉTODOS.....	37
3.1. DESCRIPCIÓN DEL LUGAR DE EJECUCIÓN.....	37
3.1.1. Ubicación Política: .....	37
3.1.2. Ubicación Geográfica en sistema de coordenadas WGS 1984_UTM_19L: .....	37
3.2. MATERIALES, EQUIPOS, MAPAS Y SOFTWARE. ....	38
3.3. METODOLOGÍA.....	39
3.3.1. Metodología para determinar la producción per cápita de residuos sólidos municipales de la ciudad de San Miguel.....	39
a) Zonificación del distrito .....	39
b) Determinación y proyección de la población actual .....	40
c) Determinación del tamaño y distribución de la muestra por ubicación espacial .	40
d) Determinación de número de muestras no domiciliarios y especiales -Identificación de las principales actividades económicas del distrito de acuerdo al índice usos .....	41
e) Determinación del número de muestra de generadores de residuos no domiciliarios 42	
f) Determinación del número de muestra de generadores de residuos especiales	47
g) Determinación de la distribución de la muestra por ubicación espacial .....	48
3.3.2. Ejecución del estudio.....	48
a). Recolección de muestras domiciliarias.....	48
3.3.3. Determinación de la generación per-cápita .....	50
3.3.4. Recolección de muestras de generadores no domiciliarios y especiales.....	53
3.3.5. Determinación de la generación .....	54
3.3.6. Determinación de la densidad .....	55
3.3.7. Determinación de la composición física de los residuos sólidos .....	56
3.3.8. Determinación de la humedad .....	57
3.4. METODOLOGÍA PARA EL SEGUNDO OBJETIVO .....	58
3.4.1. Fases para la Identificación de Zonas Potenciales para Infraestructura de Disposición Final de Residuos Sólidos Municipales .....	60
3.4.2. Fase Inicial .....	61

3.4.3. Búsqueda de información en las diversas plataformas de sistemas de información geográfica.....	63
3.5. FASE DE ANÁLISIS ESPACIAL.....	66
3.5.1. Especialización de las restricciones y exclusiones .....	66
3.5.2. Identificación preliminar de áreas potenciales para IRS .....	67
3.6. FASE DE EVALUACIÓN.....	68
3.6.1. Evaluación y selección de alternativas .....	68
3.6.2. Validación de las alternativas .....	69
CAPÍTULO IV.....	70
RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	70
4.1. RESULTADOS DE LA GENERACIÓN PER CÁPITA (GPC) DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL.....	70
4.1.1. Generación per cápita (GPC) de los residuos sólidos domiciliarios .....	70
4.1.2. Densidad de residuos sólidos domiciliarios .....	71
4.1.3. Composición física de los residuos sólidos domiciliarios .....	71
4.1.4. Humedad de residuos sólidos domiciliarios .....	73
4.2. RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN NO DOMICILIARIA Y ESPECIAL.....	73
4.2.1. Densidad de residuos sólidos .....	74
4.2.2. Composición física de los residuos sólidos.....	74
4.2.3. Humedad de residuos sólidos.....	76
4.3. RESULTADOS GENERALES DE LA CARACTERIZACIÓN.....	76
4.3.1. Generación total y generación per cápita total municipal.....	76
4.3.2. Densidad suelta de residuos sólidos municipales.....	76
4.3.3. Composición general de los residuos sólidos municipales .....	77
4.3.4. Resultados de la Identificación de áreas óptimas para la disposición final de residuos sólidos de la ciudad de San Miguel .....	79
CAPÍTULO V.....	100
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	100
5.1. CONCLUSIONES .....	100
5.2. RECOMENDACIONES.....	101
REFERENCIAS .....	102
ANEXOS.....	105

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1</b> Criterios para la selección de área para infraestructura de disposición final de residuos sólidos .....	23
<b>Tabla 2</b> Rangos de Tamaño de Muestras .....	41
<b>Tabla 3</b> Número de muestras por nivel socioeconómico .....	41
<b>Tabla 4</b> Principales actividades económicas del distrito de San Miguel .....	42
<b>Tabla 5</b> Cantidad de establecimientos por fuentes de generación .....	43
<b>Tabla 6</b> Tamaño de muestras para diversas cantidades de generadores no domiciliarios en las ciudades o localidades .....	43
<b>Tabla 7</b> Representatividad por fuentes de generación de residuos sólidos no domiciliarios .	44
<b>Tabla 8</b> Muestras por fuentes de generación de residuos sólidos no domiciliarios .....	44
<b>Tabla 9</b> Subdivisión de muestras en clases de generación de residuos sólidos en establecimiento comerciales .....	45
<b>Tabla 10</b> Muestras por clases de establecimiento comerciales .....	45
<b>Tabla 11</b> Muestras por giro comercial en restaurantes.....	46
<b>Tabla 12</b> Determinación de número de muestras por subclases de Instituciones Educativas	46
<b>Tabla 13</b> Determinación de número de muestras por clases de fuentes de generación de residuos especiales.....	47
<b>Tabla 14</b> Selección de área para infraestructura de disposición final de residuos solidos.....	62
<b>Tabla 15</b> Condiciones para la ubicación infraestructura de disposición final de residuos sólidos .....	62
<b>Tabla 16</b> Infraestructura de disposición final .....	63
<b>Tabla 17</b> Inventario de información geoespacial de entidades públicas .....	65
<b>Tabla 18</b> Sistematización de información para la aplicación del modelo de identificación de zonas potenciales para infraestructura de disposición final de residuos sólidos municipales .....	65
<b>Tabla 19</b> Definición de variables temáticas que forman parte de las restricciones y exclusiones del modelo.....	66

<b>Tabla 20</b> Consolidación de la información temática requerida para el modelamiento cartográfico .....	67
<b>Tabla 21</b> GPC de residuos sólidos domiciliarios del distrito de San Miguel .....	70
<b>Tabla 22</b> Densidad de residuos sólidos domiciliarios del distrito de San Miguel .....	71
<b>Tabla 23</b> Composición física de residuos sólidos domiciliarios del distrito de San Miguel.....	71
<b>Tabla 24</b> Generación Total de residuos sólidos no domiciliarios del distrito de San Miguel ..	73
<b>Tabla 25</b> Generación Total de residuos sólidos especiales del distrito de San Miguel .....	73
<b>Tabla 26</b> Generación Total de residuos sólidos no domiciliarios y especiales del distrito de San Miguel .....	74
<b>Tabla 27</b> Densidad de residuos sólidos no domiciliarios y especiales del distrito de San Miguel .....	74
<b>Tabla 28</b> Composición física de residuos sólidos no domiciliarios del distrito de San Miguel	75
<b>Tabla 29</b> Generación total y generación per cápita total municipal del distrito de San Miguel	76
<b>Tabla 30</b> Densidad suelta de residuos sólidos municipales del distrito de San Miguel.....	77
<b>Tabla 31</b> Composición general de los residuos sólidos municipales del distrito de San Miguel	77
<b>Tabla 32</b> Definición de variables temáticas que forman parte de las restricciones y exclusiones del modelo.....	80
<b>Tabla 33</b> Consolidación de la información temática requerida para el análisis de las restricciones – San Miguel .....	80

## Índice de Figuras

Figura 1 Mapa de ubicación del Distrito de San Miguel .....	38
Figura 2 Zonificación del Distrito de San Miguel .....	40
Figura 3 Recolección de muestras de las viviendas y entrega de bolsa .....	48
Figura 4 Transporte de las muestras de viviendas en una moto carga.....	49
Figura 5 Muestras en el lugar para la segregación .....	49
Figura 6 Pesado y registro de los residuos sólidos recolectados de las viviendas para la determinación de la generación per cápita .....	50
Figura 7 Cilindro para la obtención de la densidad de los residuos domiciliarios.....	51
Figura 8 Determinación de la composición mediante la segregación de las muestras de viviendas .....	52
Figura 9 Determinación de la humedad .....	53
Figura 10 Recolección de muestras no domiciliarias y entrega de bolsa .....	54
Figura 11 Pesado y registro de los residuos sólidos no domiciliarios y especiales .....	55
Figura 12 Muestras y cilindro para la obtención de la densidad de los residuos no domiciliarios y especiales.....	56
Figura 13 Determinación de la composición mediante la segregación de las muestras de no domiciliarias.....	57
Figura 14 Determinación de la humedad .....	58
Figura 15 Plataforma de Información territorial ambiental .....	64
Figura 16 Plataforma de SERNANP .....	65
Figura 17 Plataforma digital de INGEMMET .....	65
Figura 18 Organización de la base de datos geoespacial.....	79
Figura 19 Ámbito de influencia y Ubicación de centros poblados .....	81
Figura 20 Ámbito de influencia de área urbana .....	82
Figura 21 Ámbito de influencia de aeropuerto .....	83

Figura 22	Ámbito de influencia a ríos.....	84
Figura 23	Ámbito de influencia a lagunas .....	85
Figura 24	Ámbito de influencia a red vial .....	86
Figura 25	Ámbito de influencia a fallas geológicas .....	87
Figura 26	Ámbito de influencia a pendientes .....	88
Figura 27	Ámbito de influencia a predios rurales .....	89
Figura 28	Espacialización de peligros por inundación .....	90
Figura 29	Espacialización de peligros por movimiento de masa.....	91
Figura 30	Espacialización de influencia de faja marginal.....	92
Figura 31	Espacialización de sitios arqueológicos.....	93
Figura 32	Espacialización de áreas naturales protegidas y zonas de amortiguamiento ...	94
Figura 33	Espacialización de acuíferos .....	95
Figura 34	Espacialización de concesiones .....	96
Figura 35	Espacialización de comunidades.....	97
Figura 36	Resultados de Zonas Potenciales sin las capas de “Peligros o susceptibilidad por inundación y movimientos en masa” .....	98
Figura 37	Mapa final del Geoprocesamiento del Distrito de San Miguel.....	99
Figura 38	Ubicación de pozo en el área 01 .....	105
Figura 39	Medición de la profundidad de la Napa freática del área 01 .....	105
Figura 40	Medición de Napa freática en pozos del área 02.....	106
Figura 41	Levantamiento de coordenadas UTM con GPS Garmin. ....	106
Figura 42	Reunión con los pobladores del sector Chocacha - San Miguel. ....	107
Figura 43	Levantamiento topográfico con GPS diferencial del área .....	107
Figura 44	Levantamiento topográfico con GPS diferencial del terreno en general .....	108

## Índice de Anexos

Anexo A. Panel Fotográfico.....	108
Anexo B. Ficha de estación GNSS de rastreo permanente PU02 – IGN .....	112
Anexo C. Levantamiento de coordenadas y altitud con GPS DIFERENCIAL y compra de PU02 .....	116
Anexo D. Procesamiento de los puntos de GPS diferencial enlazando a PU02 del GNSS .....	117

## **Símbolos Utilizados**

TON	: Tonelada
SIGERSOL	: Sistema de Información para la Gestión de Residuos Sólidos
D.L.	: Decreto Legislativo
D. S.	: Decreto Supremo
MINAM	: Ministerio del Ambiente
EDUCCA	: Educación, cultura y ciudadanía ambiental
OEFA	: Organismo de evaluación y fiscalización ambiental
OPS	: Organización panamericana de la salud
SEDESOL	: Secretaría de Desarrollo Social en México.
EPA	: Agencia de Protección Ambiental (USA)
IRS	: Infraestructura de Residuos Solidos

## RESUMEN

La disposición final de los residuos sólidos es un problema común y frecuente, su inadecuada disposición genera problemas de contaminación en el agua, suelo y aire; por tanto, es importante implementar y buscar áreas óptimas de disposición final de residuos sólidos que cumplan con los estándares requeridos según normativas ambientales. El objetivo de la presente investigación tuvo como finalidad identificar áreas con potencial para la ubicación de áreas de disposición final de residuos sólidos en el distrito de San Miguel a través de los Sistemas de Información Geográfica aplicando un Análisis Multicriterio adaptado de la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos aprobado por el Decreto Legislativo N.º 1278 en concordancia a su reglamento en el Decreto Supremo N.º 014- 2017-MINAM y la R.M. N.º 165-2021 – MINAM. a través del software ArcGIS 10.5. y Para determinar la generación per cápita, composición y densidad de residuos sólidos domiciliarios y no domiciliarios, se realizó el estudio de caracterización de residuos sólidos, con 0.55 kg/hab/día de generación per cápita domiciliaria, y una generación de residuos domiciliarios de 2.56 ton/día, en tanto la generación no domiciliaria alcanza el valor de 1.76 ton/día; por lo tanto, la generación municipal total es de 33.35 ton/día. Así mismo, para seleccionar las áreas óptimas para la disposición final de residuos sólidos utilizando el software ArcGIS 10.5 dio como resultado tras superponer todas las capas cartográficamente aptas dentro del distrito de San Miguel se obtuvo 00 áreas con potencial para la ubicación de un área de disposición final de residuos sólidos. Concluyendo que en el distrito de San Miguel no existe áreas para la construcción de infraestructuras de disposición final de residuos sólidos.

**Palabras clave:** Áreas óptimas, generación per cápita, residuos sólidos, sistema de información geográfica.

## ABSTRACT

**SUMMARY** The final disposal of solid waste is a common and frequent problem; its inadequate disposal generates pollution problems in water, soil and air; Therefore, it is important to implement and search for optimal solid waste final disposal areas that meet the required standards according to environmental regulations. The objective of this research was to identify areas with potential for the location of final disposal areas of solid waste in the district of San Miguel through Geographic Information Systems applying a Multicriteria Analysis adapted from the Comprehensive Waste Management Law. Solid Waste approved by Legislative Decree No. 1278 in accordance with its regulations in Supreme Decree No. 014-2017-MINAM and the R.M. No. 165-2021 – MINAM. through ArcGis 10.5 software. and To determine the per capita generation, composition and density of household and non-household solid waste, the solid waste characterization study was carried out, with 0.55 kg/inhabitant/day of household per capita generation, and a household waste generation of 2.56 ton/day, while non-domestic generation reaches the value of 1.76 ton/day; Therefore, the total municipal generation is 33.35 tons/day. Likewise, to select the optimal areas for the final disposal of solid waste using the ArcGis 10.5 software, the result was that after superimposing all the cartographically suitable layers within the district of San Miguel, 00 areas with potential for the location of a disposal area were obtained. final solid waste. Concluding that in the district of San Miguel there are no areas for the construction of infrastructure for the final disposal of solid waste.

**Keywords:** Optimum areas, generation per capita, solid waste, geographic information system.

## **CAPÍTULO I**

### **EL PROBLEMA**

#### **1.1. Identificación del problema**

Según estimaciones realizadas por la Dirección General de Gestión de Residuos Sólidos (DGRS) del Ministerio del Ambiente, el año 2020 en el Perú se generaron 7 905 118.00 toneladas de residuos sólidos y solo se valorizó el 0.75% de estos. El 54.9 % de los residuos se dispuso en rellenos sanitarios. Estas cifras se basan en los reportes sobre la gestión de los residuos sólidos ejecutada por las municipalidades provinciales y distritales en el Sistema de Información sobre la Gestión de Residuos Sólidos SIGERSOL (MINAM, 2022).

En el Perú, al día se genera un promedio de 21 mil toneladas de residuos sólidos municipales, producidas por 30 millones de habitantes. Lo que equivale a 0.8 kilogramos de generación de residuos por persona al día. De ese total, más de la mitad de los desechos son materia orgánica como alimentos o vegetales.(MINAM, 2022).

La problemática de la disposición de residuos sólidos se ha incrementado en la mayoría de los municipios del país, un ejemplo de esto el relacionado con los municipios de Juliaca y San Miguel de la provincia de San Román departamento de Puno, en donde estos dos primeros cuentan con un sitio para la disposición final de residuos sólidos urbanos, ambas municipalidades disponen sus residuos en las celdas transitorias de Huanuyo, de estos la Municipalidad Distrital de San Miguel generan un total de 33.55 ton/día (Municipalidad Distrital de San Miguel - Puno, 2019).

Es importante mencionar que la implementación de la Celda Transitoria se desarrolló en el marco de una declaratoria de emergencia en materia de residuos sólidos; debido a que la

Municipalidad Provincial de San Román y la Municipalidad distrital de San Miguel anteriormente efectuaban la disposición final de residuos sólidos municipales en el botadero de Chilla, ubicado en el distrito de Juliaca, provincia de San Román, departamento de Puno (OEFA, 2020).

Sin embargo, al presente las celdas transitorias de Huanuyo vienen prestando asistencia de acogimiento de residuos sólidos que genera la ciudad de San Miguel, a corte expansivo denominado tajo abierto, el Municipio de San Miguel en los últimos años ha tenido un desarrollo poblacional enorme, y ha venido convirtiendo los residuos sólidos en un inconveniente de importancia, específicamente por la producción indiscriminada de parte de la población y una administración inoportuna de las celdas transitorias de Huanuyo, en donde la capacidad proyectada ya fue superada y se proyecta para fines del año 2022 el cierre definitivo de las celdas transitorias de Huanuyo por superar su capacidad.(OEFA, 2020).

Las mencionadas acciones provocan efectos ambientales negativos como la contaminación de la superficie utilizados como botaderos informales, deslizamiento de tierras agrícolas, disminución de ecosistemas agrícolas, huésped de plagas y enfermedades, depreciación de los terrenos usados como botaderos de residuos, genera la disminución de la calidad del agua a través de los lixiviados y deterioro de la calidad atmosférica. Por lo tanto, se precisa la actuación de un compromiso asertivo de tipificación de áreas óptimas para la implementación de un área de disposición final que beneficie a la población de San Miguel.

Es por ello que en la actualidad una de las prioridades dentro del manejo de los residuos sólidos la constituye la disposición final, aunado al análisis de diversos factores, la integración de criterios normativos relacionados con los sitios de disposición final que es parte importante, la cual establece en la Resolución Ministerial N.º 165-2021-MINAM (MINAM, 2021d) y en su anexo, tiene por objetivo orientar a los gobiernos locales en la identificación de zonas potenciales para implementar infraestructuras de disposición final de residuos sólidos municipales, como insumo técnico estratégico de los proyectos de inversión de infraestructuras, acordes a las potencialidades y limitaciones del territorio. Así mismo, menciona los pasos, fases y criterios técnicos y normativos para la identificación de zonas potenciales para la implementación de las infraestructuras de disposición final de residuos sólidos municipales, así como, la aplicación de la guía en un ámbito territorial que permitirá apoyar a lograr la viabilidad de los proyectos de inversión que formulen los gobiernos locales (MINAM, 2021b).

## **1.2. Justificación de la investigación**

La dificultad de los residuos sólidos en la población de San Miguel se seguirá agudizando tenazmente considerando el aumento poblacional, incrementándose a raíz de la ausencia de planificación, ordenamiento geográfico, y planes de gestión ambiental de residuos sólidos. El acopio de residuos en diferentes zonas y la aglutinación defectuoso se relaciona con el duplicado de vectores, con malos olores y con un paisajismo desapacible.

En la ciudad de San Miguel el mal manejo de residuos sólidos ha provocado efectos negativos hacia el medio ambiente como la contaminación del aire, agua y suelo, así mismo causando efectos perniciosos hacia la salud humana. El resguardo de la salud y la comodidad de la vida humana, evitando problemas sanitarios en consecuencia de las enfermedades transmisibles por intermedio de roedores e impulsores que viven en bifurcación de la basura. La Municipalidad distrital de San Miguel no cuenta con un área propio de disposición final de residuos sólidos. Por tales motivos cabe la necesidad de identificar y evaluar la parte técnica, socio ambiental adecuado para la disposición final de residuos sólidos.

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo general**

- Evaluar la viabilidad técnica, socio ambiental para la disposición final de residuos sólidos en el distrito de San Miguel – Puno.

### **1.3.1. Objetivos específicos**

- Determinar la producción per cápita de residuos sólidos municipales del distrito de San Miguel.
- Seleccionar las áreas óptimas para la disposición final de residuos sólidos de la ciudad de San Miguel.

## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LA LITERATURA

#### 2.1. Fundamentos del objeto de estudio.

##### 2.1.1. *Parámetros internacionales usados para la selección de sitios.*

Las recomendaciones de algunos organismos en cuestión de los parámetros para la adecuada ubicación de rellenos sanitarios, a fin de que nos guíe para poder puntualizar los elementos de áreas de descarte y localización de la presente disertación, a continuación, veremos los criterios de selección de área (Paredes Paredes, 2018).

##### 2.1.2. *Criterios recomendados por la agencia de protección ambiental de los Estados*

###### *Unidos.*

Según recomendaciones de la EPA (1991) indica que los criterios recomendados para la ubicación de un relleno sanitario son las siguientes(Paredes Paredes, 2018).

###### **a) Seguridad aeroportuaria**

Los aeropuertos deberán tener unas distancias mínimas, para los aviones con motor de turbina deberán estar alejados a 3 Km, y los aviones con motor de pistón estarán a 1.5 Km.

###### **b) Llanuras de inundación**

Las ubicaciones de los rellenos no deberán estar dentro las zonas de inundación y con periodos de retorno de 100 años.

###### **c) Pantanales, marismas y similares**

Las ubicaciones de las instalaciones del relleno sanitario serán limitadas en zonas pantanosas, marismas y similares.

###### **d) Fallas geológicas**

Las instalaciones para rellenos sanitarios deberán tener una distancia 60 m o más de las fallas que hayan tenido desplazamiento durante el Holoceno.

**e) Zonas Inestables**

Se considerará los siguientes aspectos:

- Condiciones del suelo que puedan causar asentamientos diferenciales.
- Características geomorfológicas o geológicas de las zonas locales.
- Características especiales causadas por obras previas por la acción del hombre.

**2.1.3. Criterios ambientales recomendados por la OPS.**

Según OPS indica que los criterios ambientales recomendados son (Paredes Paredes, 2018) :

**a) Acceso vial.**

El acceso vial del terreno idóneo desde el área de recolección y la zona inmediata a la entrada, que serán diseñados para la concentración de gran cantidad de vehículos.

**b) Ubicación**

Los edificios cercanos habitados, es un factor de importancia para la selección del terreno, sin embargo, esto dependerá de la topografía del lugar, la permanencia probable de la operación del relleno sanitario, las cantidades y los tipos de establecimientos cercanos y la dirección de los vientos que predominan en el lugar, si bien no existen reglas definidas, lo mencionado con anterioridad son los factores que con llevaran a la selección adecuada del terreno. Por otra parte, la experiencia indica que los límites de un relleno deben estar a una distancia mínima de 200 m de las áreas residenciales más cercanas. Los residuos descargados pueden provocar a las aves, siendo un riesgo potencial para la aeronavegación a baja altura, si en caso se considere establecer un relleno sanitario cercano a un terminal aéreo, deberá ser consultado a las autoridades respectivas.

**c) Proximidad al área de recolección de desechos.**

En la posibilidad, el relleno sanitario deberá estar a una distancia que permita el uso económico de los vehículos recolectores; de no ser así, se deberá justificar las inversiones de capital y los costos de operación de una estación de transbordo en el área de recolección (OPS/OMS, 1993).

**d) Consideraciones hidrológicas y geológicas.**

Se realizará estudios hidrológicos del área de relleno y de los alrededores para determinar la necesidad de tomar medidas de protección de los cursos de agua superficial y subterráneos

contra la contaminación ocasionada por el percolador o drenaje del relleno. Además, será necesario las acciones preventivas cuando existan riesgos de que los gases producidos por la descomposición de los residuos orgánicos puedan llegar a través de fisuras en el terreno circundante hasta las propiedades privadas adyacentes (Jaramillo, 2002).

**e) Disponibilidad de material de cobertura.**

Es obligatorio colocar material de cobertura suficiente durante toda la operación del relleno, además, deberá ser estudiado para cada sitio.

**2.1.4. Criterios recomendados por SEDESOL (México).**

Según SEDESOL (1990, NTE-CRM-001/90) (citado en Paredes, 2018, p. 19) indica que los criterios recomendados son:

**a) Profundidad del manto freático.**

La ubicación será una distancia mayor de 10 m del nivel freático.

**b) Zona de recarga.**

Estará ubicado con una distancia mayor de 1 kilómetro y aguas abajo de las zonas de recarga de acuíferos o fuentes de abastecimiento de agua potable.

**c) Ubicación con respecto a la zona de facturación.**

Se deberá ubicar a una distancia de 500 metros, como mínimo del límite de la zona de fracturación.

**d) Características del suelo.**

El suelo tendrá características de impermeabilidad y de remoción de contaminantes, representadas éstas por el coeficiente de permeabilidad de  $10^{-6}$  cm/s.

**e) Material de cobertura.**

Es necesario que cuente con material suficiente para la cobertura diaria de los residuos sólidos, durante su vida útil. En caso de no ser así, se presentará planos de ubicación de los bancos de los materiales de préstamo al que se recurrirá, incluyendo las formas de transporte y almacenamiento para dicho material.

**f) Vida útil del sitio.**

La vida útil será de 7 años como mínimo.

**g) Ubicación con respecto a cuerpos de agua.**

Deberá estar ubicado a una distancia mayor de 500 m, de zonas de inundación, cuerpos de agua y áreas de drenajes naturales.

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

Deberá estar ubicado:

- A una distancia mayor de 3 Km del área urbana.
- El área será de acceso fácil y rápido, ya sea por carretera o camino transitable en toda época del año.
- la distancia de las vías de comunicación será a una distancia mayor de 200 m.
- será fuera de las áreas naturales protegidas, del área de influencia de aeropuertos, de los derechos de vías de oleoductos o gasoductos y de las líneas de conducción de energía eléctrica.

**i) Drenaje.**

Deberá contar con un drenaje natural adecuado, libre del sistema de drenaje pluvial con que se deberá equipar.

**j) Topografía.**

La pendiente media no debe ser mayor de 30% del terreno natural del sitio. Además, deberá estar protegido de los procesos de erosión hídrica.

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

Según la “Guía para la identificación de zonas potenciales para infraestructura de disposición final de residuos sólidos municipales” establece criterios de selección de áreas para la disposición final de residuos sólidos a través de la R.M. N.º 165 – 2021 – MINAM. En el artículo 109 del Reglamento del Decreto Legislativo N.º 1278, Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, aprobado por Decreto Supremo N.º 014-2017-MINAM manifiesta para la selección de área para infraestructura de disposición final de residuos sólidos de debe considerar los siguientes criterios.

**Tabla 1**

*Criterios para la selección de área para infraestructura de disposición final de residuos sólidos.*

- 
1. La compatibilidad con el uso del suelo y los planes de expansión urbana.
-

- 
2. 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.
  3. Los factores climáticos, topográficos, geológicos, geomorfológicos, hidrogeológicos, entre otros.
  4. Disponibilidad de material de cobertura.
  5. La preservación del patrimonio cultural.
  6. La preservación de áreas naturales protegidas por el Estado.
  7. La vulnerabilidad del área ante desastres naturales.
  8. El patrimonio nacional forestal y de fauna silvestre.
- 

**Fuente: Decreto Legislativo N.º 1278.**

Las infraestructuras de disposición final de residuos sólidos deben seguir las siguientes condiciones para la ubicación de infraestructura de disposición final:

- 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 (MINAM, 2017).
- No estar ubicadas a distancias menores de 500 metros de fuentes de aguas superficiales. Por excepción y de acuerdo con lo que se 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 (MINAM, 2017).

Las infraestructuras de disposición final de residuos sólidos deben seguir las siguientes condiciones (MINAM, 2017):

- No estar ubicada en zonas de pantanos, humedales o recarga de acuíferos en la zona de emplazamiento del proyecto.
- No estar ubicada en zonas con presencia de fallas geológicas.

- No estar ubicada en zonas donde se puedan generar asentamientos o deslizamientos que desestabilicen la integridad de la infraestructura de residuos sólidos; otros que establezca la normatividad sobre la materia.

Las infraestructuras de disposición final de residuos sólidos deben seguir las siguientes condiciones (MINAM, 2017):

- Para el caso de ubicación de una infraestructura de disposición final cercana a aeródromos se debe considerar 13 km de radio con centro en el punto de referencia del aeródromo.
- Cuando se planifique la ubicación de un relleno sanitario tecnificado a una distancia mayor de 4 km del punto de referencia del aeródromo pero menor de un radio de 13 km y fuera del área que conforman dos líneas paralelas a la proyección del eje de pista ubicadas a 4 km a cada lado del eje proyectado (ver gráfico 02), se deberá contar con la opinión favorable de la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC) del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, debiendo presentar ante la DGAC un estudio de Riesgo de la Seguridad Operacional.

## **2.2. Áreas de disposición final**

Disponer los residuos sólidos municipales es la operación de colocar de forma permanentemente los residuos sólidos en lugares con condiciones ambientalmente seguras para evitar daños al ambiente. Sin embargo, esta premisa no siempre se cumple, debido a que por lo general los sitios generalmente no satisfacen las características necesarias. En Perú, las infraestructuras de disposición final son rellenos sanitarios, rellenos controlados, rellenos no controlados y los botaderos a cielo abierto (PAOT, 2021).

Los rellenos sanitarios son técnicas de ingeniería que procuran el adecuado confinamiento de los residuos sólidos municipales. Los procedimientos realizados en los rellenos sanitarios son el esparcimiento, acomodo y la compactación de los residuos, su cobertura con tierra u otro material inerte (por lo menos una vez al día), además, el control de gases, lixiviados y proliferación de vectores, la realización de estos procesos se da con el fin de evitar la contaminación del ambiente y proteger la salud de la población (PAOT, 2021).

Sin embargo, los rellenos sanitarios son una alternativa poco eficiente a estas alturas del siglo XXI ya que presentan una serie de dificultades por la dimensión de área que irrumpen y el tiempo de vida de estas es limitado, por ello cuando el relleno llega al final de su vida útil se tendrá que ubicar otro lugar y así sucesivamente alterando más áreas naturales y con ello aportando más problemas sociales con la población (Rodríguez San Román, 2015).

Por ello se propone en este estudio un área de disposición final de residuos sólidos municipales con una tecnología sofisticada usada en países desarrollados como son las plantas de tratamiento de residuos sólidos. Estas plantas de tratamiento procesan los residuos con técnicas diferentes con la finalidad de aprovechar el 100% de los residuos sólidos que ingresen a la planta (Umaña, 1999).

### **2.3. Residuos sólidos**

En el D.L. N.º 1278 Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos (2016) se define al residuo sólido como “toda cosa, material, sustancia o elemento resultante del consumo o uso de un bien o servicio, del cual su poseedor se desprenda o tenga la intención u obligación de desprenderse, para ser manejados priorizando la valorización de los residuos y en último caso, su disposición final”.

#### ***a. Clasificación de residuos por su origen***

Los residuos se clasifican, de acuerdo al manejo que reciben, en peligrosos y no peligrosos, y según la autoridad pública competente para su gestión, en municipales y no municipales. (MINAM, 2017). El Reglamento del presente Decreto Legislativo puede establecer nuevas categorías de residuos por su origen u otros criterios, de ser necesario.

Tower & Tower (2021) se refiere a una clasificación sectorial y no existe límite en cuanto a la cantidad de categorías o agrupaciones que se pueden realizar. A continuación, se mencionan algunas categorías:

- 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 (vegetal o animal), son los que se descomponen naturalmente, y generan gases (dióxido de carbono y metano, entre otros) y lixiviados en los lugares de tratamiento y disposición final. A través de tratamientos adecuados, pueden ser reaprovechados para mejorar el suelo y fertilizantes como compost, humus, abono, entre otros (Apaza Arpasi et al., 2015).
- Inorgánicos. - Al ser residuos de origen mineral o producidos industrialmente no se degradan con facilidad. Su reaprovechamiento se da a través del proceso del reciclaje (Apaza Arpasi et al., 2015).

**c. Clasificación de residuos en función a su Gestión**

- a) Residuos Sólidos Municipales: Los residuos del ámbito de la gestión municipal o residuos municipales, son los residuos domiciliarios y los provenientes del barrido y limpieza de espacios públicos, incluye las playas, actividades comerciales y otras actividades urbanas no domiciliarias cuyos residuos se pueden asimilar a los servicios de limpieza pública, en todo el ámbito de su jurisdicción (MINAM, 2017).
- b) Residuos Sólidos no Municipales: Los residuos del ámbito de gestión no municipal o residuos no municipales, son residuos de carácter peligroso y no peligroso generadas por las actividades extractivas, productivas y de servicios. Que son generados en instalaciones principales y auxiliares de la operación (MINAM, 2017).

**2.4. Sistema de información geográfica**

El sistema de información geográfica o GIS es un sistema para la gestión, análisis y visualización de información geográfica”. Ordóñez y Martínez-Alegría (2003) mencionan que “el GIS son conjuntos de herramientas conjunto de herramientas creado para la adquisición, almacenamiento, análisis y representación de datos espaciales”. Los SIG ofrecen una gran variedad de utilidades y aplicaciones relacionadas con los trabajos específicos de ordenamiento

urbano y territorial (Purizaga Izquierdo, 2019) resolviendo una gran diversidad de problemáticas medio ambientales como:

- Localización: Preguntar por las características óptimas de un lugar concreto.
- El control y la gestión de la información para los y procesos de toma de decisión, por ejemplo, el seguimiento georreferenciado de expedientes.
- Tendencia: Comparación entre situaciones temporales o espaciales distintas de alguna característica.
- Rutas: Cálculo de rutas optimas entre dos o más puntos, etc.

#### **2.4.1. Componentes de un SIG**

##### **a) Bases de datos espacial y temática**

El núcleo central del sistema está constituido por las bases de datos espaciales y temáticas, ambas almacenan estructuralmente los objetos cartográficos (su posición, tamaño y forma) y sus características no geométricas (atributos), respectivamente. De tal forma que, en un mapa parcelario, la forma y la situación de las parcelas estaría en la base de datos geográfica, mientras que la información relativa a propietarios, tipo de uso, etc., estaría en la base de datos temática (Roé-Sosa et al., 2014).

##### **b) Sistema de representación cartográfica**

Nos permiten dibujar mapas mediante elementos elegidos desde la base de datos, realizar composiciones cartográficas variadas y enviar los mapas a los dispositivos de salida (impresora, plotter, etc.). Sin embargo, los SIG al no tener bien desarrollado los sistemas de representación cartográfica no se obtiene una adecuada calidad en la apariencia de sus salidas, por este motivo es necesario exportar los mapas a programas que brinden herramientas para crear composiciones cartográficas.

Los mapas ayudan a representar los resultados de los análisis realizados en un SIG, por ende, son los medios más utilizados, además, van acompañados de tablas y diagramas, por lo que estos sistemas incorporan herramientas para crear este tipo de documentos (Alfonso et al., 2012).

### **c) Sistema de digitalización de mapas**

Las bases de datos cartográficas de los SIG se construyen a partir de los mapas, fotografías o imágenes que a su vez conforman los datos de partida. Para cargar los datos en la base de datos del SIG, se necesita la conversión de formato digital que sea acorde al sistema, para lo cual existen varios programas que permiten la digitalización y conversión de formatos. La digitalización de los mapas analógicos se realiza mediante una tableta digitalizadora y un software correspondiente, también se puede insertar en el ordenador mapas escaneados y digitalizándolos en pantalla (Becerra Ordoñez et al., 2015).

### **d) Procesado de imágenes**

No todos los SIG disponen de módulos para analizar y operar con imágenes obtenidas con sensores aerotransportados o de satélites artificiales. Las imágenes resultantes de satélite se usan con más frecuencia con fuentes de datos en los sistemas de información geográfica, todavía más en análisis y resoluciones de problemas vinculados con el medio ambiente (Alfonso et al., 2012).

#### **2.4.2. Tipos de SIG**

Los mapas son modelos de la realidad que son registrados de forma simple aquellos aspectos que más nos interesan en función del objetivo del mapa y de la escala. Generalmente se usan 2 métodos para representar esta realidad, dando lugar a otros tipos de modelos de datos geográficos: el modelo vectorial y el modelo ráster (Becerra Ordoñez et al., 2015).

Según del tipo de representación (modelo de datos) que se use, se diferencian dos tipos de SIG: Vectorial y ráster. Pero existen algunos SIG que trabajan con ambos modelos de datos y realizan análisis vectorial y ráster, debido a esto, son los más aconsejables, por lo tanto, los sistemas que solo trabajaban solo con uno se desarrollaron e incorporaron con el tiempo ambos modelos de datos (Paz Paz, 2011).

#### **2.4.3. SIG Ráster**

El SIG ráster, es apropiado para trabajar con datos continuos variables en el espacio, como las superficies topográficas, los mapas de temperaturas y concentración de sustancias e incluso cuando la fuente de datos sea de imágenes de satélite, por ejemplo, es más usual en

problemas medioambientales y otros campos de aplicación, además se viene usando en disciplinas variadas (la biología, la geología, la medicina, la climatología o el medio ambiente) (Becerra Ordoñez et al., 2015).

## **2.5. Estudio de selección de área**

Es preciso realizar un análisis de variables que influyen al tiempo de advertir la percusión perjudicial al medio ambiente y a la salud pública; para ello nos apoyamos en la premisa de Boroschek Krauskopf y Retamales Saavedra (2004) donde señala que: “la guía nos indica la elaboración preferencial y de los criterio o factores que deben ser tomados en cuenta para la toma del sitio adecuado; por lo que es conveniente que se establezca indicadores cuánticos y cualitativos que permita analizar y comparar las alternativas; estos indicativos serán desde simples hasta complejos con el fin de ayudar a tomar la decisión clara con respecto a nuestros objetivos”.

La selección del sitio tiene que cumplir las mejores alternativas ante los peligros naturales, al ordenamiento territorial y los planes del distrito de San Miguel; que a su vez cuenta con planes técnicos, normas y reglamentos, en base de ello se toma el reconocimiento del área tomando en cuenta los fenómenos naturales y amenazas; se toma decisiones contando con la información de las pesquisas obtenidas.

## **2.6. Resultados de anteriores de investigaciones.**

### **2.6.1. Antecedentes Internacionales**

Morales-Soto y Rodríguez-Infante (2016) realizaron una evaluación geológica ambiental para ubicar un relleno sanitario manual en Venezuela, la inadecuada condición de los residuos sólidos urbanos son actualmente un gran problema ambiental que afecta a muchas comunidades. La intención de esta pesquisa fue elegir, mediante criterios técnicos geográficos, el mejor sitio conveniente para localizar un relleno sanitario colmado manejable para disponer los desechos sólidos generados en la congregación Mene de Mauroa en Venezuela. En donde se establecieron 19 variables que fueron sometidas a un sistema de valorización mediante un procedimiento de balance y nivel, que consiste en la comparación de variables, dando así preferencia, según orientación de importancia. Por medio de un nivel aprobativo de cinco valores para sus respectivos puntajes de cada variable se elige como el área más apropiada para el relleno sanitario el terreno con un superior puntaje.

Herrera Becerra (2014) realizó un estudio donde identifico las áreas potenciales para el manejo de residuos o desechos peligrosos en el departamento de Cundinamarca aplicando el estándar de desarrollado por el PIRS (2009) Programa de Investigación en Residuos, que coordina en conjunto con los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y las metodologías de valoración multicriterio para la situación de infraestructura para la administración de residuos peligrosos, en un área de disertación que contempla la jurisdicción de Cundinamarca. Donde identificó un área potencialmente apta para la instalación de colmado o relleno de seguridad en el distrito de Ubaté y 3 áreas adicionales para orientación de nuevo arquetipo de infraestructura en los municipios de Sibaté, Soacha y Villapinzón.

Giménez Vera y Cardozo Carrera (2012) realizaron un estudio para determinar la localización óptima de relleno sanitario aplicando técnicas multicriterio en Sistemas de Información Geográfica (SIG) en el área metropolitana del alto Paraná”. Donde se analizó mediante criterios de un SIG una ubicación adecuada para un relleno sanitario en los Distritos de Hernandarias, Ciudad del Este, Minga Guazú y presidente Franco (Alto Paraná), estableciendo las características y criterios apropiados para el propósito señalado, localizo las áreas probables para su disposición y representando los resultados mediante geodesia tema. Se tomó como relación la Resolución N°:282 de secretario del Ambiente (SEAM). que implementa criterios para la selección de áreas referentes a la disposición final de residuos sólidos en rellenos sanitarios. Determino el requerimiento de superficie del terreno en relación a la población estimada y la vida útil del relleno sanitario. Además esto le ayudo a elaborar un modelo cartográfico donde se expresan los datos de entrada, procedimientos espaciales aplicados en SIG, con la utilización del Software ArcGIS, y los valores asignados a cada criterio de exclusión, determinando así las áreas óptimas para rellenos sanitarios diseñando mapas luego su observación que permitirá seleccionar el área idóneo con las características optimas de construcción de rellenos sanitarios; en consecuencia se pudo fijar los lugares óptimos para situar rellenos sanitarios utilizando técnicas de SIG, igualmente fue operable la preparación de los mapas temáticos del terreno de observación y de las parcelas seleccionadas entre el mismo.

Erazo Tapia (2016) en su investigación identificó sitios potenciales para la construcción de un relleno sanitario a partir de un SIG en el Municipio de Pupiales – Nariño, se orientó hacia la tipificación de sitios que eran potenciales para la implementación de un relleno sanitario en dicha municipalidad de Colombia; usando principalmente el software ArcGIS, con el fin de conseguir un polígono que facilito la toma de decisiones en la clasificación ambiental del territorio,

mejorando la asistencia de utilidad y que contribuya a un ambiente saludable para la población. Para la valoración de las áreas potenciales se realizó por medio del estudio espacial que permitió examinar criterios biofísicos, sociales, económicos y de confinamiento de acuerdo a la favorabilidad de las mismas, siendo necesario para sobreponer la cartografía asunto del Croquis de Clasificación Geográfico del jurisdicción de Pupiales y algunas generadas para este plan; después de emplear las técnicas encontró que la jurisdicción de Pupiales disponía de áreas potencialmente aptas para la implementación de un relleno sanitario, las cuales eran altamente o medianamente favorables para dicho propósito, que de igual forma fueron sometidas a procesos de evaluación que permitan la confirmación de las mismas, a razón de los resultados obtenidos en esta aspiración se fundamentaron en la selección de pesquisa presente del área de aplicación en el cual no se efectuó comprobación de pesquisa, por tanto este fruto se convierte en un insumo más para el clasificación geográfico, en el marco de la realización para la edificación del relleno sanitario.

### **2.6.2. Antecedentes Nacionales**

Tejada Soriano (2018) en su investigación realizó una propuesta de diseño del relleno sanitario para el distrito de san José, provincia de Pacasmayo – la Libertad, consisto en diseñar un relleno sanitario, que cumpliera con los criterios técnicos y normativos enmarcadas en el MINAM y DIGESA. Realizó la colección de la pesquisa histórica del sector de observación, como el estudio de opción de área, caracterización, cuenca hidrológica, topográfica y funcionamiento de suelos que permitió echar de ver la muestra de suelo en que se ubica el plan de armonía a la composición. El modelado del relleno sanitario se considera de Arquetipo Manual, en estimación a la localidad del lugar que son de 12,679 habitantes con una producción per-cápita de 0,298 kg/hab./día de desechos, utilizó el procedimiento constructivo de Foso o Cuneta sitio, ya que se ajusta a las características de la superficie, material de cubierta, capa freática; diseñado para 15 años dentro de 2,8 ha, con zanjas de 26 m de largo, 10 m de ancho con un total de 18 zanjas, al igual que se consideraron estructuras para drenajes pluviales, gases y lixiviados; con el costo cercano a S/. 7'171,286.30.

Erazo Tapia (2016) investigo la “Localización óptima de un relleno sanitario empleando SIG en el distrito de Chachapoyas, región amazonas, 2017” los impactos de la disertación de selección del terreno para la condición final de residuos sólidos en la población de Chachapoyas, relativo a la superficie, atmósfera, recursos hídricos y el incumplimiento de los derechos fundamentales. Su objetivo fue ubicar una zona óptima para un relleno sanitario empleando

herramientas SIG integrado a los criterios de selección del área como ladeado, geodinámica, distancia a carreteras, hidrología, bosques, distancia a la población rural, distancia a un terminal y el cuerpo de acumulación, siendo fundamentales para la valoración de criterios y los pesos para todo juicio fueron de para lugares no óptimos y 1 para lugares óptimos. Empleando los SIG se obtuvieron cuatro zonas óptimas entre el terreno de análisis de acuerdo a las zonas: zona 01 con 60 Ha, zona 02 con 6 Ha, zona 03 con 3 Ha, zona 04 con 15 Ha. La metodología que utilizó fue la recopilación de datos tomados en sitio con GPS, luego determinó la caracterización y criterios de elección del área y elaboró mapas temáticos respectivamente su análisis e interpretación. El crecimiento poblacional para el año 2025 sea de 30275 habitantes, por ello las construcciones y los usos aumentan, y con ello los residuos sólidos también. Por los motivos mencionados es una gran dificultad para el mandato municipal, así que, optar el área adecuada para un relleno sanitario es tremendamente trascendental.

Jimenez Otivo (2017) en su investigación realizó un modelo espacial de los parámetros de calidad de sitio para la disposición final de los residuos sólidos en el distrito de Chilca, provincia de Huancayo, departamento de Junín – 2017” su propósito fue de plantear un modelo geofísico que modele los parámetros de eficacia de área para fijar zonas adecuadas para el acondicionamiento final de residuos sólidos cumpliendo con los requisitos técnicos y legales mediante un modelamiento geofísico GIS en la jurisdicción de Chilca, con la ayuda de ArcGIS, utilizando la tecnología de la sobre posición de espacios geofísicos mediante procesos espaciales integrando parámetros para la determinación de la mejor área. Determinando 163 sitios aptos que cumplen con 14 parámetros planteados, que comprenden una superficie general de 707.637 Ha. y representa el 25.879% con relación al espacio de aplicación, igualmente fue factible la realización de los mapas temáticos del espacio de análisis.

Churata Zarate (2017) estudió la determinación y dimensionamiento de relleno sanitario para el distrito de Sicuani; Cusco, 2016. Su objetivo es establecer y dimensionar un relleno sanitario para la condición final de los residuos sólidos; teniendo en cuenta para 25 años de vida útil para 59864 habitantes al año 2015, se apreció que para el año 2025, los pobladores del distrito subirán a 62930 pobladores; también se conoce que se requiere 17 Ha. La metodología utilizada fue de la exploración del sitio adecuado conforme a la Opinión Técnica Favorable de Estudio de Selección de Área para Infraestructuras de Tratamiento, Transferencia y Disposición Final de Residuos Sólidos elaborado por DIGESA.

Tapia Alarcon (2017) investigaron el “Dimensionamiento de un Relleno Sanitario Para los Residuos Sólidos Municipales en el Distrito de Paucarpata - Provincia y Región de Arequipa” este estudio surgió por medio de los conflictos sociales reconocido, evaluado con anterioridad con examen de los referencias y demostración de la jerarquía del trabajo, apoyados bajo las normativas legales peruanas, así como la utilización de criterios metodológicos desde su caracterización hasta la determinación del área óptima para la disposición final de los residuos sólidos municipales con una visión de 25 años.

### **2.6.3. Antecedentes locales**

Pari Chuta (2016) investigo una “Propuesta De Gestión De Residuos Sólidos Mediante Un Relleno Sanitario Manual, Para El Municipio De Taraco” analizo estudios necesarios para la ejecución y así luego diseñar un relleno sanitario para el municipio de Taraco, impidiendo la contaminación de la napa freática, la superficie terrestre por los lixiviados los cuales serán conducidos adecuadamente y tratados, es por ello que su diseño y edificación es una opción que contribuye a un adecuada manejo de los residuos sólidos. La producción per cápita de Taraco es 0.2836 kg/hab/día cuya población está sobre 5500 hab. La proyección es de 5 años aproximadamente que contara con una superficie de 2,77 Ha. Mediante un análisis topográfico indico que la zona de colmado está en una cuesta con una elevación de 25 m, por ello planteo la construcción de plataformas escalonadas en un cifra de 5 en algunas secciones transversales del arranque principal; El análisis hidrológico se realizó con el procedimiento de Creager, determinando los caudales máximos para un periodo de torna de 25 años; El diseño del relleno sanitario consistió en situar un lugar de relleno cumpliendo la normatividad peruana, proporcionar una disposición adecuada y diseñar las siguientes infraestructuras considerando los estudios realizados: Impermeabilización del fondo y taludes del colmado con greda, Drenes de lixiviados con sistema de procedimiento para drenes de deposición de gases, canales de escorrentía exterior, trinchera sanitaria, pozos para el monitoreo del subsuelo, sistemas de monitoreo de gases, lixiviados, señalización, construcción.

Paredes Paredes (2018) identifico Áreas Óptimas Para Relleno Sanitario De Residuos Sólidos De La Ciudad De Sandía, Puno”. Su objetivo es determinar áreas adecuadas para el diseño y modelado de la geodesia, también de consolidar la producción de residuos por habitante de Sandía, seguidamente levantar un modelado espacial del terreno detectado para la posible construcción del relleno sanitario. El trabajo se hizo bajo la condición de tres alternativas basándose en el D.L. No 014 - 2017 - MINAM, 2017 en el sector 1 generó 409 puntuaciones, el

sector 2 generó 411 puntuaciones, el sector 3 generó 397 puntuaciones. Para la producción per cápita se determinó mediante datos registrados a 70 viviendas y 99 establecimientos, siendo de 0.521 kg/hab/día, indicando que producción de residuos municipales bordea 4.32 ton/día. Para la fijación de la consistencia del área se trabajó con capas temática de precipitación, aplazado y altura, se realiza la transposición ponderada en el ArcGIS. Los resultados que obtuvo son del Sector 1 tiene la estabilidad del área con valor moderada, sector 2 obtiene la estabilidad del área con valor baja y posteriormente el sector 3 tiene la estabilidad del área con valor baja. Mediante el análisis estimo que el sector 2, es la opción más apta para relleno sanitario, ya que esta presenta buenas vías de ingreso, vida útil 10 años, buena distancia a fuentes de recursos hídricos, orientación del viento en dirección inverso, aspecto de basto de cubierta, relieve, buena precipitación y excelente solidez del suelo, lo cual es propicio por mostrar drenaje moderado sin inseguridad de desbordamiento y desgaste hídrico.

Rodríguez San Román (2015) investigo la “Optimización Del Dimensionamiento De Un Relleno Sanitario De Residuos Sólidos Municipales Para La Ciudad De Juliaca – 2015”. Se prevé ejecutar el dimensionamiento recomendable de un relleno sanitario para la población de Juliaca, será ineludible establecer el reuso posible de residuos sólidos; para lo cual preliminarmente se realiza una identificación de residuos determinando la constitución porcentual y la productividad per cápita de los mismos.

## **2.7. Marco legal.**

En esta sección se hace un enumerado de las normas.

- Resolución Ministerial N.º 191-2016-MINAM, que aprueba el “Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos - PLANRES 2016-2024”.
- Decreto Legislativo N° 1278, que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos.
- Decreto Supremo N.º 014-2017-MINAM, que aprueba el Reglamento de la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos.
- Ley N.º 27972, Ley Orgánica de Municipalidades.
- RM. 165-2021-MINAM. Aprueban la “Guía para la identificación de zonas potenciales para infraestructura de disposición final de residuos sólidos municipales”.
- Decreto Supremo N.º 017-2017-TR, que aprueba el Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo de los Obreros Municipales del Perú.

- Resolución Ministerial N.º 249-2017-TR, que establece disposiciones técnicas y medidas complementarias al Reglamento de Seguridad y Salud en el trabajo de los Obreros Municipales del Perú.
- Ley N.º 29419, “Ley que regula la actividad de los recicladores” y su reglamento aprobado con el Decreto Supremo N.º 005-2010-MINAM.

## **CAPITULO III**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Descripción del lugar de ejecución**

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el distrito de San Miguel provincia de San Román del departamento de Puno. La ciudad de San Miguel es una nueva municipalidad de la provincia de San Román, y se emplaza a una altitud aproximadamente de 3842 m.s.n.m.; la superficie del distrito es de 122 Km<sup>2</sup>, Al distrito de San Miguel (zona de estudio) se accede desde la ciudad de Puno por la carretera asfaltada: Puno- Juliaca – San Miguel, con una longitud de 60 kilómetros. En la ruta se conectan vías sin afirmar y trochas carrozables, así como diversos caminos de herradura que articulan los diferentes centros poblados de la cuenca.

##### **3.1.1. Ubicación Política:**

- Región: Puno
- Provincia: San Román
- Distrito: San Miguel

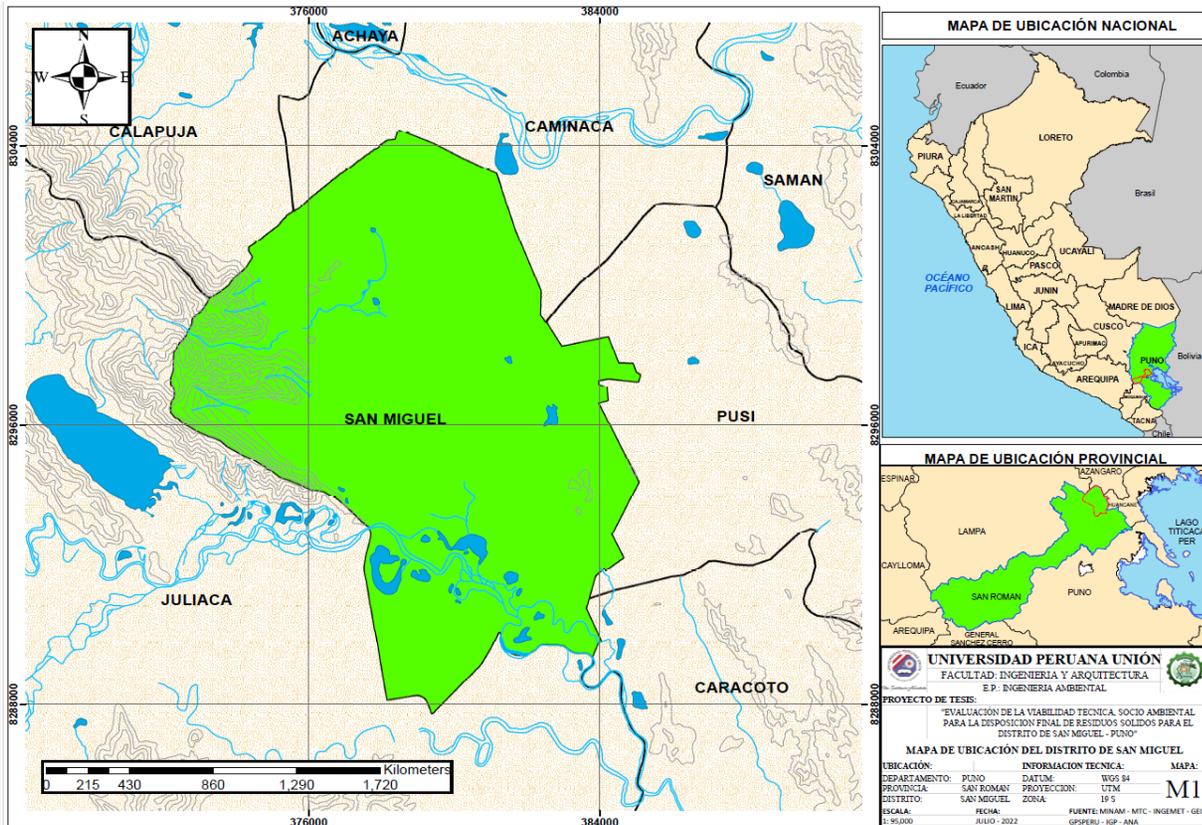
##### **3.1.2. Ubicación Geográfica en sistema de coordenadas WGS 1984\_UTM\_19L:**

- Este: 449761
- Norte:8416588
- Altitud: 3842 m.s.n.m.

Los límites del distrito son: a) por el Este: con la provincia de Huancané y el distrito de Caracoto, b) por el Norte: con la provincia de Lampa y la provincia de Azángaro, c) por el Sureste y Oeste: limita con el distrito de Juliaca.

**Figura 1**

*Mapa de ubicación del Distrito de San Miguel.*



### 3.2. Materiales, equipos, mapas y software.

#### Materiales.

- Lapiceros
- Libretas

#### Equipos.

- GPS Garmin- e Trex 10
- GPS Diferencial Trimble R8
- Motocicleta
- Laptop Dell

Mapas.

- Mapa Base a escala 1:50 000
- Imagen Satelital sentinel
- Carta nacional. Escala 1: 100 000

Software

- ArcGIS 10.5
- Microsoft office 2016
- Microsoft Windows 10

### **3.3. Metodología**

#### ***3.3.1. Metodología para determinar la producción per cápita de residuos sólidos municipales de la ciudad de San Miguel.***

Para determinar la generación y caracterización de los residuos sólidos del distrito de San Miguel, se utilizó la metodología establecida en la “Guía para la Caracterización de Residuos Sólidos Municipales, del Ministerio del Ambiente”, la cual fue aprobada con Resolución Ministerial N.º 457 – 2018 – MINAM, y la aplicación de esta metodología se explica en las siguientes líneas.

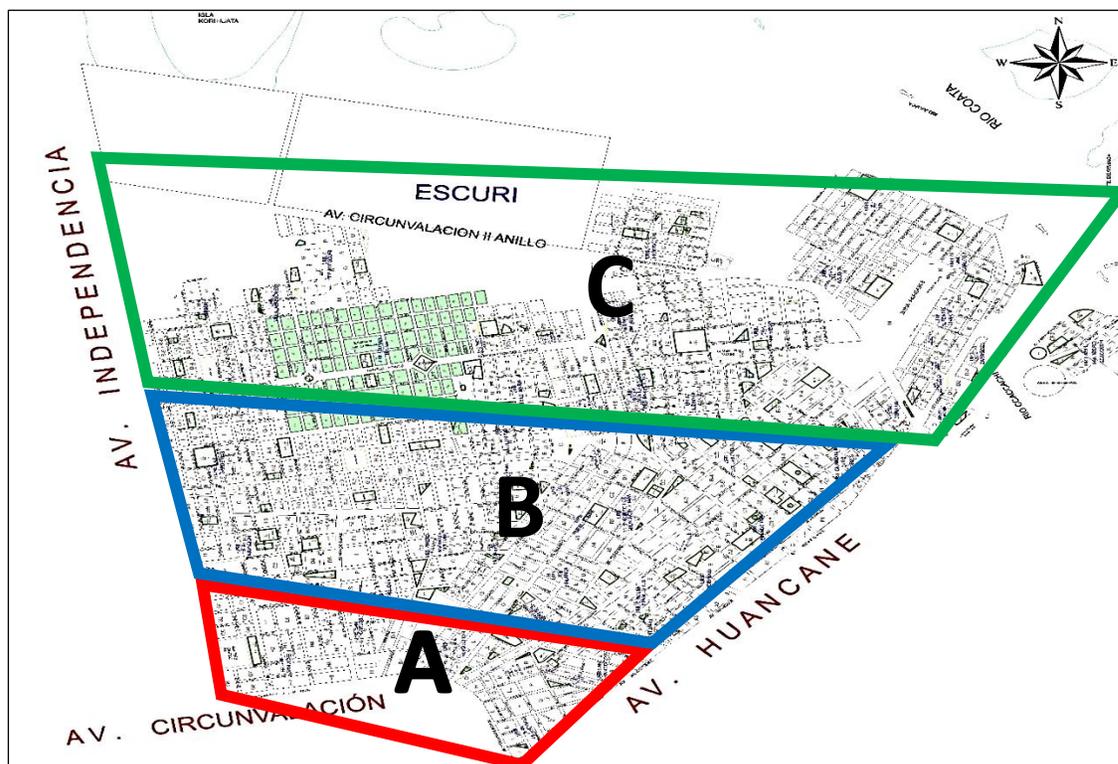
**3.1.1.1. Determinación de numero de muestras domiciliarias:** Para la realización del estudio de caracterización de residuos sólidos domiciliarios se ha seguido los siguientes pasos:

#### **a) Zonificación del distrito**

Para el muestreo de las viviendas participantes se sectorizo la ciudad de San Miguel en tres zonas utilizando para ello un plano catastral, cada una de las zonas fueron asignadas de forma aleatoria al equipo que realizó el estudio de caracterización, tal y como lo muestra la siguiente figura:

**Figura 2**

*Zonificación del Distrito de San Miguel*



**b) Determinación y proyección de la población actual**

Para la determinación y la proyección de la población actual de acuerdo al censo del INEI 2017 el distrito de San Miguel cuenta con 60850 habitantes en la zona urbana y con 4572 habitantes en el sector rural y en el caso de viviendas el distrito de San Miguel cuenta con 20315 viviendas urbanas y 2864 viviendas rurales

**c) Determinación del tamaño y distribución de la muestra por ubicación espacial**

El tamaño de muestra fue determinado de acuerdo a la guía para la caracterización de residuos sólidos municipales del Ministerio del Ambiente en la cual se utilizó la información de la cantidad de viviendas urbanas que tiene el distrito de San Miguel el cual es 20315 viviendas y de acuerdo a los rangos establecidos en la guía se trabajara con un tamaño de muestras domiciliarias de 119 muestras, tal y como se observa en la siguiente tabla:

**Tabla 2***Rangos de Tamaño de Muestras*

<b>Rango de viviendas (N)</b>	<b>Tamaño de Muestra (n)</b>	<b>Muestras de Contingencia (20% de n)</b>	<b>Total, de muestras domiciliarias</b>
Hasta 500 viviendas	45	9	54
Más de 500 y hasta 1000 viviendas	71	14	85
Más de 1000 y hasta 5000 viviendas	94	19	113
Más de 5000 y hasta 10000 viviendas	95	19	114
Más de 10000 viviendas	96	23	119

**Fuente: Guía para la caracterización de residuos sólidos municipales (MINAN, 2019)**

Luego se realizó la distribución de las muestras por zonas de acuerdo a las condiciones y niveles socioeconómicos del distrito de San Miguel los cuales fueron contrastados con el censo del INEI 2017, por consecuencia de acuerdo a la guía para la caracterización de residuos sólidos municipales la zonificación recomendada para el distrito de San Miguel le correspondió un máximo de tres zonas los cuales son A, B y C, donde de acuerdo a la representatividad se calculó el número total de muestras a tomar en cada una de estas zonas, el cual se detalla a continuación

**Tabla 3***Número de muestras por nivel socioeconómico*

<b>Nivel socioeconómico</b>	<b>Cantidad de viviendas</b>	<b>Representatividad</b>	<b>Total, de muestra por zona</b>
A	2438	12%	14
B	11173	55%	66
C	6704	33%	39
Total	20315	100%	119

**d) *Determinación de número de muestras no domiciliarios y especiales -Identificación de las principales actividades económicas del distrito de acuerdo al índice usos***

En la ciudad de San Miguel, entre las principales actividades económicas del distrito según índice de usos o giros comerciales podemos encontrar bodegas, librerías, farmacias o boticas, sastrerías, hornos y panaderías, salones de belleza y peluquerías,

restaurants, pollerías, cevicherías y chifas, entre otros; asimismo contamos con instituciones educativas (inicial, primaria y secundaria), Instituto Superior, además tenemos instituciones públicas y privadas, todas las actividades económicas principales descritas e identificadas en el distrito de San Miguel, se detallan en el siguiente tabla.

**Tabla 4**

*Principales actividades económicas del distrito de San Miguel*

Tipo de generación	Fuentes de Generación	Clases de fuentes de generación	Cantidad	
No domiciliario	Establecimientos comerciales	Bodega	52	
		Ferretería	41	
		Panadería	5	
		Librerías	6	
		Cabinas de internet	15	
		Vidriería	5	
		Farmacias y boticas	52	
		Salones de belleza y peluquerías	14	
		Barracas	2	
		Carpintería	17	
		Hoteles	Hostal	5
		Instituciones públicas y privadas	Entidades públicas y privadas	3
		Restaurants	Chifa y cevicherías	4
			Restaurants	41
	Pollerías		32	
	Juguerías		20	
	Establecimientos de comida rápida		4	
	Instituciones educativas		Colegios	59
		Institutos	4	
	Mercados	Mercado	1	
Barrido y limpieza publica	Limpieza publica	12		
Especial	Especiales	Lubricentros	26	
		Taller mecánico	66	
		Centros médicos, clínicas y laboratorios	14	
TOTAL			500	

Fuente: PLANEFA 2019 MDSM

**e) Determinación del número de muestra de generadores de residuos no domiciliarios**

La determinación del tamaño de muestra de generadores de residuos sólidos no domiciliarios se definió por el tipo de fuente de generación y fue de acuerdo a la guía para la caracterización de residuos sólidos municipales del Ministerio del Ambiente, la cual es de la siguiente manera:

- **Tamaño de muestra de establecimiento comerciales, hoteles, instituciones públicas y privadas y restaurants**

Para la determinación del tamaño de muestra de establecimientos comerciales, hoteles, instituciones públicas y privadas y restaurants, se realizaron los siguientes pasos:

**Primero:** se determinó la cantidad de establecimientos por fuente de generación el cual se detalla en la siguiente tabla:

**Tabla 5**

*Cantidad de establecimientos por fuentes de generación*

<b>Fuentes de generación</b>	<b>Cantidad</b>
Establecimientos comerciales	209
hoteles	5
Instituciones Públicas y privadas	3
Restaurants	101
<b>TOTAL</b>	<b>318</b>

**Segundo:** Para la determinación del tamaño de muestra, se realizó de acuerdo a la guía para la caracterización de residuos sólidos municipales donde de acuerdo a los rangos establecidos se trabajará con un total de 97 muestras no domiciliarias, tal como se observa en la siguiente tabla:

**Tabla 6**

*Tamaño de muestras para diversas cantidades de generadores no domiciliarios en las ciudades o localidades*

<b>Rango de total de fuentes de generación no domiciliaria en el distrito (N)</b>	<b>Tamaño de Muestra (n)</b>	<b>Muestras de Contingencia (20% de n)</b>	<b>Total, de muestras no domiciliarias</b>
Menor a 50 generadores	n<50	0	Es igual a n
Más de 50 y hasta 100	50	10	60
Más de 100 y hasta 250	70	14	84
Más de 250 y hasta 500	81	16	97
Más de 500 y hasta 1000	88	18	106
Más de 1000	88	22	110

Fuente: Guía para la caracterización de residuos sólidos municipales (MINAM, 2018)

**Tercero:** Luego de la determinación del tamaño de muestra se procedió a distribuirse de acuerdo a fuente de generación y a su representatividad para cubrir la mayor parte posible de la variabilidad existente en cada una de ellas, tal y como se *detalla a continuación*:

**Tabla 7**

*Representatividad por fuentes de generación de residuos sólidos no domiciliarios*

<b>Fuentes de generación de residuos sólidos no domiciliarios</b>	<b>Cantidad total de fuentes de generación</b>	<b>Representatividad</b>
• Establecimientos comerciales	209	66%
• Hoteles	5	2%
• Instituciones públicas y privadas	3	1%
• Restaurants	101	32%
Total	318	100%

**Cuarto:** Luego se procedió a calcular las muestras por fuentes de generación teniendo en consideración que el total de muestras según los rangos establecidos es de 97 muestras no domiciliarias, tal y como se *detalla a continuación*:

**Tabla 8**

*Muestras por fuentes de generación de residuos sólidos no domiciliarios*

<b>Fuentes de generación de residuos sólidos</b>	<b>Representatividad</b>	<b>Total, de muestras por fuente de generación</b>
• Establecimientos comerciales	66%	64
• Hoteles	2%	2
• Instituciones públicas y privadas	1%	1
• Restaurants	32%	31
Total	100%	97

**Quinto:** en el caso de establecimientos comerciales se procedió a realizarse la subdivisión de muestras en función a las clases presentes agrupándolos en clases homogéneas los negocios existentes, tal y como se *detalla a continuación*.

**Tabla 9**

*Subdivisión de muestras en clases de generación de residuos sólidos en establecimiento comerciales*

<b>Clases de fuentes de generación</b>	<b>N.º</b>	<b>Clase</b>
• Bodega	52	1
• Ferretería	41	2
• Panadería	5	1
• Librerías	6	3
• Cabinas de internet	15	3
• Vidriería	5	4
• Farmacias y boticas	52	5
• Salones de belleza y peluquerías	14	5
• Barracas	2	6
• Carpintería	17	6
<b>Total</b>	<b>209</b>	

**Sexto:** luego se procedió a distribuir las 64 muestras de establecimiento comerciales de acuerdo a la representatividad de cada clase, tal y como se detalla a continuación:

**Tabla 10**

*Muestras por clases de establecimiento comerciales*

<b>Clase</b>	<b>N.º de comercios</b>	<b>Representatividad</b>	<b>Total, de muestras por clase</b>
1	57	27%	17
2	41	20%	13
3	21	10%	6
4	5	2%	2
5	66	32%	20
6	19	9%	6
<b>TOTAL</b>	<b>209</b>	<b>100%</b>	<b>64</b>

**Séptimo:** Para el caso de restaurantes se procedió a distribuir las 31 muestras de acuerdo al giro comercial, tal y como se detalla a continuación en la siguiente tabla:

**Tabla 11***Muestras por giro comercial en restaurantes*

<b>Fuente de generación</b>	<b>Clases de fuentes de generación</b>	<b>cantidad</b>	<b>Representatividad</b>	<b>Total, de muestras por clase</b>
Restaurants	• Chifas y cevicheras	4	4%	1
	• Restaurantes	41	41%	13
	• Pollerías	32	31%	10
	• Juglerías	20	20%	6
	• Establecimientos de comida rápida	4	4%	1
Total		101	100%	31

- **Tamaño de muestra de instituciones educativas**

Para la determinación del tamaño de muestra de instituciones educativas de acuerdo a la guía para la caracterización de residuos sólidos municipales se muestreo 10 instituciones educativas dividiéndolas en subclases tal y como se muestra a continuación.

**Tabla 12***Determinación de número de muestras por subclases de Instituciones Educativas*

<b>Subclases de instituciones educativas</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Total, a muestrear (n)</b>
• Instituciones educativas superiores con más de 200 alumnos	3	1
• Instituciones educativas superiores con menos de 200 alumnos	1	1
• Colegios con más de 200 alumnos	15	4
• Colegios con menos de 200 alumnos	44	4

- **Tamaño de muestra de mercados**

Para el caso de mercados la ciudad de San Miguel cuenta con un mercado que funciona todos los días y para el presente estudio se muestreo la totalidad de residuos que genera el mercado.

- **Tamaño de muestra de barrido y limpieza pública**

En cuanto al servicio de limpieza pública de la ciudad de San Miguel la municipalidad cuenta con 12 personas que realizan la labor de limpieza pública los cuales están distribuidos en las principales vías de la ciudad, y para el presente estudio se tomó 3 rutas aleatoriamente y de acuerdo a la verificación catastral y de los planos el total de distancia de las tres rutas hacen más de 5 kilómetros de recorrido al día, tal y como se menciona en la guía para la caracterización de residuos sólidos municipales.

**f) *Determinación del número de muestra de generadores de residuos especiales***

La determinación del tamaño de muestra de generadores de residuos especiales se definió por la clase de fuente de generación y de acuerdo a la guía para la caracterización de residuos sólidos municipales del Ministerio del Ambiente se trabajó con el 20% de la totalidad de generadores el cual es 21 muestras de residuos especiales, tal y como se muestra a continuación:

**Tabla 13**

*Determinación de número de muestras por clases de fuentes de generación de residuos especiales*

<b>Fuente de generación</b>	<b>Clases de fuentes de generación</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Total, de muestras por clase</b>
Especiales	• Lubricentros	26	5
	• Taller mecánico	66	13
	• Centros médicos, clínicas y laboratorios	14	3
<b>TOTAL</b>		<b>106</b>	<b>21</b>

**g) Determinación de la distribución de la muestra por ubicación espacial**

Las muestras de residuos sólidos no domiciliarios y especiales fueron distribuidos por toda la ciudad de San Miguel aleatoriamente.

**3.3.2. Ejecución del estudio**

**a). Recolección de muestras domiciliarias**

Las muestras fueron recolectadas a partir de las 6:00 a 8:00 de la mañana por cada personal del equipo encargado del estudio, cabe mencionar que las bolsas de basura lo recolectaban de las viviendas que ellos mismos empadronaron, asimismo el personal entregaba una nueva bolsa codificada a cambio de la bolsa con residuos dadas por las viviendas.

Las muestras fueron acopiadas de manera estratégica en puntos de acopio para luego ser recolectadas y transportadas en dos motos cargas y llevadas al área donde se realizó la segregación y posteriormente ser pesadas y segregadas.

**Figura 3**

*Recolección de muestras de las viviendas y entrega de bolsa*



**Figura 4**

*Transporte de las muestras de viviendas en una moto carga*



**Figura 5**

*Muestras en el lugar para la segregación*



### 3.3.3. Determinación de la generación per-cápita

La determinación de la generación de residuos sólidos domiciliarios se dio por pesaje directo de las muestras y la generación per cápita – GPC (generación por cada habitante) de residuos sólidos se determinó de la siguiente manera:

- El pesado de las muestras se realizó previa identificación del código de cada vivienda, se registró el peso en el registro correspondiente.
- Se sistematizó en una hoja de cálculo de Excel, los datos de N.º de vivienda, código, N.º de habitantes, generación de cada día en Kg.
- Se verificó que en la matriz de datos no se encuentren ceros como dato, esto hará que baje el promedio injustificadamente, si no se recogieron muestras, simplemente se dejó en blanco la celda correspondiente a ese día.
- La columna del "Día 0" no se consideró en el ejercicio de cálculo de obtención del GPC. Por ello, y todos los cálculos del GPC se realizaron desde el DÍA 1
- Se promedió los valores en la hoja de cálculo usando la fórmula "=PROMEDIO" dividiéndolo por el número de habitantes.
- El promedio final o GPC domiciliaria, se obtuvo al promediar todas las GPC de cada vivienda.

#### Figura 6

*Pesado y registro de los residuos sólidos recolectados de las viviendas para la determinación de la generación per cápita*



**3.3.3.1. Determinación de la densidad:** Para la determinación de la densidad de los residuos sólidos domiciliarios, se acondicionó un cilindro metálico de volumen definido, en el cual, se colocó la muestra, hasta llenar el cilindro o tener una altura libre. Una vez llenado el cilindro, se levantó unos 10 cm. sobre el suelo y se dejó caer tres veces, para uniformizar la muestra. Se calculó la densidad de los residuos sueltos con la siguiente ecuación.

$$Densidad = \frac{W}{V} = \frac{W}{\pi \left(\frac{D}{2}\right)^2 \times (H - h)} \quad \text{Ecuación 1}$$

Dónde, W: peso de los residuos sólidos, V: volumen del residuo sólido, D: diámetro del cilindro, H: altura total del cilindro, h: altura libre de cilindro y  $\pi$ : constante "pi" (3.1416).

#### **Figura 7**

*Cilindro para la obtención de la densidad de los residuos domiciliarios*



**3.3.3.2. Determinación de la composición física de los residuos sólidos:** Para la determinación de la composición física de los residuos sólidos de las viviendas, se separa los componentes de acuerdo al tipo de residuo, la separación se realizó de acuerdo a la guía para

la caracterización de residuos sólidos municipales del Ministerio del Ambiente, en la cual se realizó lo siguiente:

- Se aseguró la disponibilidad y uso de equipos de protección personal.
- Se verificó que las bolsas provenientes del análisis de densidad se encuentren codificadas y separadas solo las muestras domiciliarias.
- Se procedió a realizar la segregación por cada tipo de residuos sólidos de acuerdo a lo señalado en la guía de para la caracterización de residuos sólidos municipales en una ficha de registros de pesos, distribuyéndolos en las bolsas usadas para la recolección de los residuos sólidos.
- Se procedió a pesar cada una de las bolsas que contienen los residuos segregados y se registró los datos en la ficha de registros de pesos.

### Figura 8

*Determinación de la composición mediante la segregación de las muestras de viviendas*



**3.3.3.3. Determinación de la humedad:** Para la determinación de la humedad de los residuos sólidos domiciliarios se tomó una muestra de los residuos orgánicos en el cuarto día del estudio, los cuales fueron picados, puestos en bolsas con auto sellado (bolsas ziploc) y rotulados, y llevados al laboratorio de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno.

## Figura 9

*Determinación de la humedad*



### **3.3.4. Recolección de muestras de generadores no domiciliarios y especiales**

Las muestras de generadores no domiciliarios y especiales fueron recolectadas a partir de las 7:00 a 9:00 de la mañana por cada personal del equipo encargado del estudio, cabe mencionar que las bolsas de basura lo recolectaban de los establecimientos que ellos mismos empadronaron, asimismo el personal entregaba una nueva bolsa codificada a cambio de la bolsa con residuos.

Las muestras fueron acopiadas de manera estratégica en puntos de acopio para luego ser recolectadas y transportadas en dos motos cargas y llevadas al área donde se realizó la segregación y posteriormente ser pesadas y segregadas por el equipo técnico encargado de la caracterización.

## Figura 10

*Recolección de muestras no domiciliarias y entrega de bolsa*



### **3.3.5. Determinación de la generación**

La determinación de la generación de residuos sólidos no domiciliarios y especiales se dio por pesaje directo de las muestras y la generación de residuos sólidos se determinó de la siguiente manera:

- El pesado de las muestras se realizó previa identificación del código de cada fuente de generación, se registró el peso en el registro correspondiente.
- En el caso de establecimientos comerciales, hoteles, restaurantes, instituciones públicas y privadas y mercados se realizó un registro por fuente de generación y por clases de fuentes de generación.
- En un archivo Excel se sistematizó la siguiente información: N.º, Código, Días que labora en la semana, generaciones del día 0 al día 07, Verificación, Promedio (kg/día), Promedio corregido (kg/día), Total de generadores y Generación total (kg/día).
- Para el cálculo de la generación se consideró de aquellos generadores que hayan entregado como mínimo muestras correspondientes a más del 50% de los días que laboran.
- Se utilizó la fórmula "PROMEDIO (DIA1:DIA7)", solo de aquellos generadores que hayan entregado como mínimo el 50% de las muestras con respecto a los días que laboran.

- Se verifico que en la matriz de datos no se encuentren ceros como dato, esto hará que baje el promedio injustificadamente, si no se recogieron muestras, simplemente se dejó en blanco la celda correspondiente a ese día.
- El "Día 0" no fue considerada en el ejercicio de cálculo de obtención del GPC.
- El promedio hallado fue corregido multiplicando la generación promedio por la cantidad de días que labora un generador obteniendo la generación total semanal que luego deberá ser dividida por 07 para obtener la generación diaria estimada. Finalmente se calculó el promedio general de todos los promedios corregidos existentes.
- Para el caso de instituciones educativas se tomó en cuenta la cantidad de alumnos, profesores y personal administrativo como un factor, este dato fue empleado dividiendo el promedio obtenido en cada unidad muestral.
- Para el caso de mercado y barrido se realizó la estimación de la generación de manera independiente.
- Se generó un formato que agrupa las generaciones de todas las fuentes no domiciliarias para obtener la generación total de este tipo de generador.
- En el caso de residuos especiales se realizó el mismo procedimiento para los residuos no domiciliarios.

## Figura 11

*Pesado y registro de los residuos sólidos no domiciliarios y especiales*



### **3.3.6. Determinación de la densidad**

Para la determinación de la densidad de los residuos sólidos no domiciliarios y especiales se realizó la determinación por fuentes de generación donde se acondicionó un cilindro metálico

de volumen definido, en el cual, se colocó la muestra, hasta llenar el cilindro o tener una altura libre. Una vez llenado el cilindro, se levantó unos 10 cm. sobre el suelo y se dejó caer tres veces, para uniformizar la muestra. Se calculó la densidad de los residuos sueltos con la siguiente ecuación.

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

Dónde: W: peso de los residuos sólidos, V: volumen del residuo sólido, D: diámetro del cilindro, H: altura total del cilindro, h: altura libre de cilindro y  $\pi$ : constante "pi" (3.1416)

### Figura 12

*Muestras y cilindro para la obtención de la densidad de los residuos no domiciliarios y especiales*



#### **3.3.7. Determinación de la composición física de los residuos sólidos**

Para la determinación de la composición física de los residuos sólidos no domiciliarios, se separa los componentes de acuerdo al tipo de residuo, la separación se realizó de acuerdo a la guía para la caracterización de residuos sólidos municipales del Ministerio del Ambiente, en la cual se realizó lo siguiente:

- Se aseguró la disponibilidad y uso de equipos de protección personal.
- Se verificó que las bolsas provenientes del análisis de densidad se encuentren codificadas y separadas de acuerdo al tipo de generador y fuentes de generación de donde provienen de acuerdo a lo señalado en la guía de para la caracterización de residuos sólidos municipales en una ficha de registros de pesos, distribuyéndolos en las bolsas usadas para la recolección de los residuos sólidos.
- Se procedió a realizar la segregación del total de muestras por fuentes de generación.
- Se procedió a pesar cada una de las bolsas que contienen los residuos segregados y se registró los datos en la ficha de registros de pesos.
- En el caso de residuos especiales según la guía para la caracterización de residuos sólidos municipales no se realizó la segregación.

### **Figura 13**

*Determinación de la composición mediante la segregación de las muestras de no domiciliarias*



#### **3.3.8. Determinación de la humedad**

Para la determinación de la humedad de los residuos sólidos no domiciliarios se tomó una muestra de los residuos orgánicos de la fuente de generación de mercado en el cuarto día del

estudio, los cuales fueron picados, puestos en bolsas con auto sellado (bolsas ziploc) y rotulados, y llevados al laboratorio de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno.

#### **Figura 14**

*Determinación de la humedad*



#### **3.4. Metodología para el Segundo Objetivo**

La metodología que se realizó para obtener el área óptima para la disposición final de RR.SS. (relleno sanitario) para el distrito de San Miguel, según algunos criterios o variable y analizado en el programa ESRI ArcGIS 10.5.

##### **Base de datos:**

Se descargó las capas de diferentes fuentes o geo servidores y/o plataformas de Sistemas de Información Geográfica.

Las capas que se utilizaron como variables o criterios fueron polilíneas, puntos y polígonos y en formato shapefile (shp), que son los siguientes: curvas de nivel, fallas, ríos, red vial, centros poblados, manzanas, aeropuerto, cuerpos loticos, comunidades.

## **Procesamiento:**

El procesamiento de datos fue de la siguiente manera:

Primero generar un TIN mediante la caja de herramientas del ArcGIS (Create tin), seguidamente se generó un DEM en formato ráster (Tin to ráster) el cual se usó también para la capa de pendiente y este se reclasificó en porcentaje mediante Surface (slope) y luego mediante la calculadora ráster (Ráster Calculator) se puso la condición ( $\leq 15$ ) y tenemos el primer variable o criterio.

Segundo, para los siguientes variables tanto puntos, líneas y polígonos se realizó la conversión en formato ráster (poliline-point-polygon to ráster), seguidamente se aplicó la distancia euclidiana (Euclidean Distance) para lo cual se utilizó la capa de la variable y el DEM este se utilizó para la delimitación del ráster de la distancia euclidiana en función al tamaño del DEM, y finalmente se aplicó la calculadora ráster dando la condición (variable, el símbolo de mayor o igual, distancia en metros) y se obtuvo la condición en dos áreas la que no cumple y la que cumple según el criterio seleccionado.

Tercero, una vez que se obtuvo todos los criterios procesados y/o calculados indicando la que cumple y no cumple, se procedió a multiplicar todos los criterios en la calculadora ráster y finalmente se obtuvo la capa final que indica las condiciones de cumplimiento según varios criterios seleccionados.

## **Análisis:**

En esta etapa se realizó el análisis visual y verificación en el campo:

Después de obtener la capa final en formato ráster, este se procedió a transformar en shapefile (Ráster to Polygon), seguidamente en la tabla de atributos de la capa se agregó un campo (Add File) en este se calculó el área, luego mediante la selección de atributos (Select By Attributes) se aplicó la condición  $[(\text{gridcode} = 1) \text{ AND } (\text{Área\_Ha\_} > 25)]$  y este se guardó en un

nuevo campo (con el nombre de condición) con la condición de “cumple” mediante la calculadora de campo (Field Calculator) y luego otra selección de atributos aplicando la condición [(gridcode = 0) OR (gridcode = 1 AND Área\_Ha\_<25)] y este como el primero se guardó como la condición de “no cumple”. Finalmente, mediante selección por atributos seleccionado la condición igual a cumple, esta selección se guardó en el en formato shapefile, y este a su vez se transformó en kmz (Layer to Kml) para poder visualizar en Google Earth. Esto permite para hacer algunas modificaciones de algunos procedimientos (cambiar y/o quitar criterios). También se hizo algunas comparaciones y/o visualizaciones en aplicativo Android en celular (ViewRanger) para poder observar a cierto detalle los lugares posibles o aptos que resultaron. Y a su vez también se hizo la superposición de otras capas como línea de base de otros variables para observar las condiciones y/o características del lugar.

Finalmente se procedió a revisar y/o verificar las áreas que resultaron ser aptos, para ello se procedió ir en una unidad móvil (moto lineal) y utilizando los resultados, las superposiciones y coordenadas. En este recorrido se registró algunos datos fotográficos y puntos (coordenadas).

### ***3.4.1. Fases para la Identificación de Zonas Potenciales para Infraestructura de Disposición Final de Residuos Sólidos Municipales***

Este procedimiento técnico metodológico tiene como finalidad la identificación de zonas potenciales para infraestructuras de disposición final de residuos sólidos municipales. Para tal efecto, se considera lo dispuesto en el Reglamento del Decreto Legislativo N.º 1278, cuyo artículo 109 contempla los requisitos de selección de áreas para infraestructura de disposición final, indicando que serán las municipalidades provinciales, en coordinación con las distritales, quienes identificarán espacios geográficos en su jurisdicción para implementar infraestructuras de disposición final de residuos sólidos. Asimismo, en el artículo 110 contempla las condiciones para su ubicación respecto a la distancia de poblaciones, fuentes de aguas superficiales, zonas de pantanos, humedales, entre otros.

Finalmente, en el artículo 111, se establece la implementación de infraestructura de disposición final de residuos sólidos cercanas 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. (D.S. N° 014 - 2017 - MINAM, 2017).

### **3.4.2. Fase Inicial**

#### **a) Selección del ámbito priorizado**

Para esta investigación se tomó al distrito de San Miguel perteneciente a la Provincia de San Román región Puno, está por ser una Municipalidad Nueva ya que inicia la administración en el año 2019 con la primera gestión de un alcalde, así mismo al ser una entidad nueva no cuenta con un área de disposición final de residuos sólidos municipales, la municipalidad distrital de San Miguel al ser una considera una municipalidad del tipo “D” tiene la necesidad de contar con suma urgencia con una infraestructura de disposición final de residuos sólidos propia.

Es preciso indicar que el servicio de limpieza se brinda por 12 rutas de recolección, establecidas en la jurisdicción del distrito con una división de dos zonas (zona A y zona B) las cuales son atendidas una vez por semana (la zona urbana), y la zona rural es atendida los días sábados, sin embargo, no es atendido en su totalidad debido a la distancia y el mal acceso de las vías hacia las comunidades y/o centros poblados.

## b) Recopilación y análisis de la información

Se recopila la información según la guía para la identificación de zonas potenciales para infraestructura de disposición final de residuos sólidos municipales viendo los criterios mínimos de selección como: información geográfica del tipo físico, biológico, socio económico y cultural.

**Tabla 14**

*Selección de área para infraestructura de disposición final de residuos sólidos*

<b>Criterios para la selección de área para infraestructura de disposición final de residuos sólidos:</b>	
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.

**Fuente:** Artículo 109 del Reglamento del Decreto Legislativo N.º 1278, Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, aprobado por Decreto Supremo N.º 014-2017-MINAM

**Tabla 15**

*Condiciones para la ubicación infraestructura de disposición final de residuos sólidos*

<b>Las infraestructuras de disposición final de residuos sólidos deben seguir las siguientes condiciones:</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• 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;</li><li>• No estar ubicadas a distancias menores de 500 metros de fuentes de aguas superficiales. Por excepción y de acuerdo con lo que se 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;</li><li>• No estar ubicada en zonas de pantanos, humedales o recarga de acuíferos en la zona de emplazamiento del proyecto;</li><li>• No deben estar ubicada en zonas con presencia de fallas geológicas;</li><li>• No estar ubicada en zonas donde se puedan generar asentamientos o deslizamientos que desestabilicen la integridad de la infraestructura de residuos sólidos; otros que establezca la normatividad sobre la materia.</li></ul>

**Fuente:** Artículo 110 del Reglamento del Decreto Legislativo N.º 1278, Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, aprobado por Decreto Supremo N.º 014-2017-MINAM, Decreto Supremo N.º 029-2007-AG.

**Tabla 16**

*Infraestructura de disposición final*

---

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

---

- Para el caso de ubicación de una infraestructura de disposición final cercana a aeródromos se debe considerar 13 km de radio con centro en el punto de referencia del aeródromo.
- Cuando se planifique la ubicación de un relleno sanitario tecnificado a una distancia mayor de 4 km del punto de referencia del aeródromo pero menor de un radio de 13 km y fuera del área que conforman dos líneas paralelas a la proyección del eje de pista ubicadas a 4 km a cada lado del eje proyectado (ver gráfico 02), se deberá contar con la opinión favorable de la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC) del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, debiendo presentar ante la DGAC un estudio de Riesgo de la Seguridad Operacional

**Fuentes:** Artículo 111 del Reglamento del Decreto Legislativo N.º 1278, Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, aprobado por Decreto Supremo N.º 014-2017-MINAM, Resolución Directoral N.º 375-2013-MTC/12

**3.4.3. Búsqueda de información en las diversas plataformas de sistemas de información geográfica**

**Figura 15**

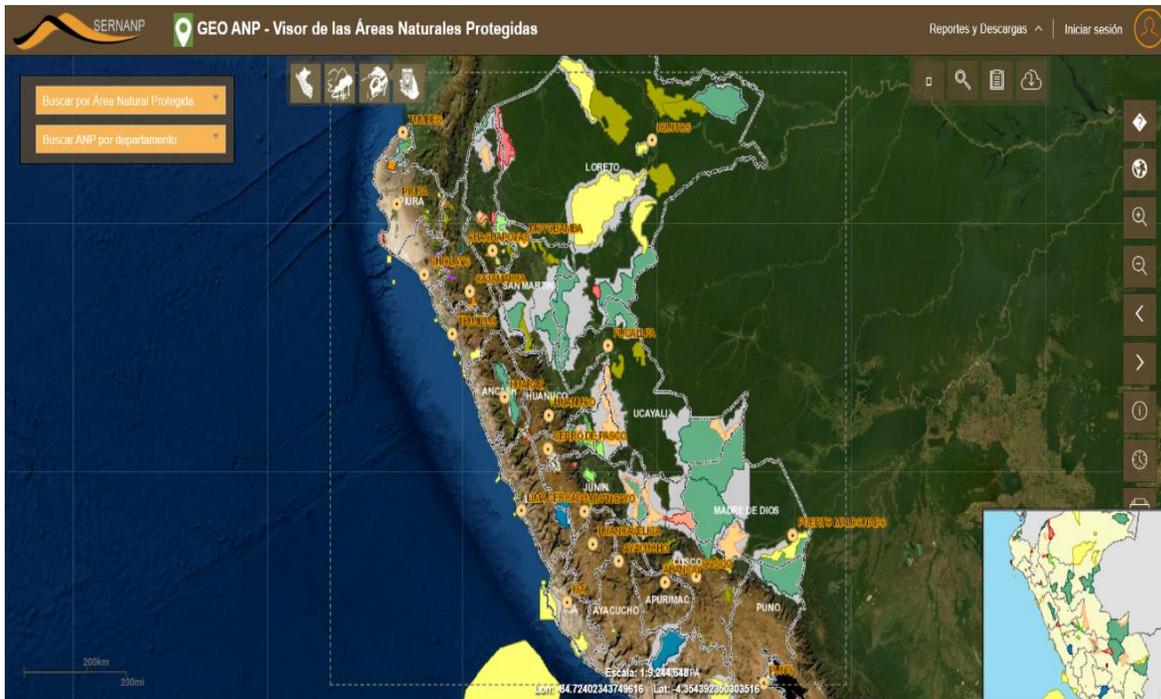
*Plataforma de información territorial ambiental.*



Geo servidor del Ministerio del Ambiente  
<https://geoservidor.minam.gob.pe/>

**Figura 16**

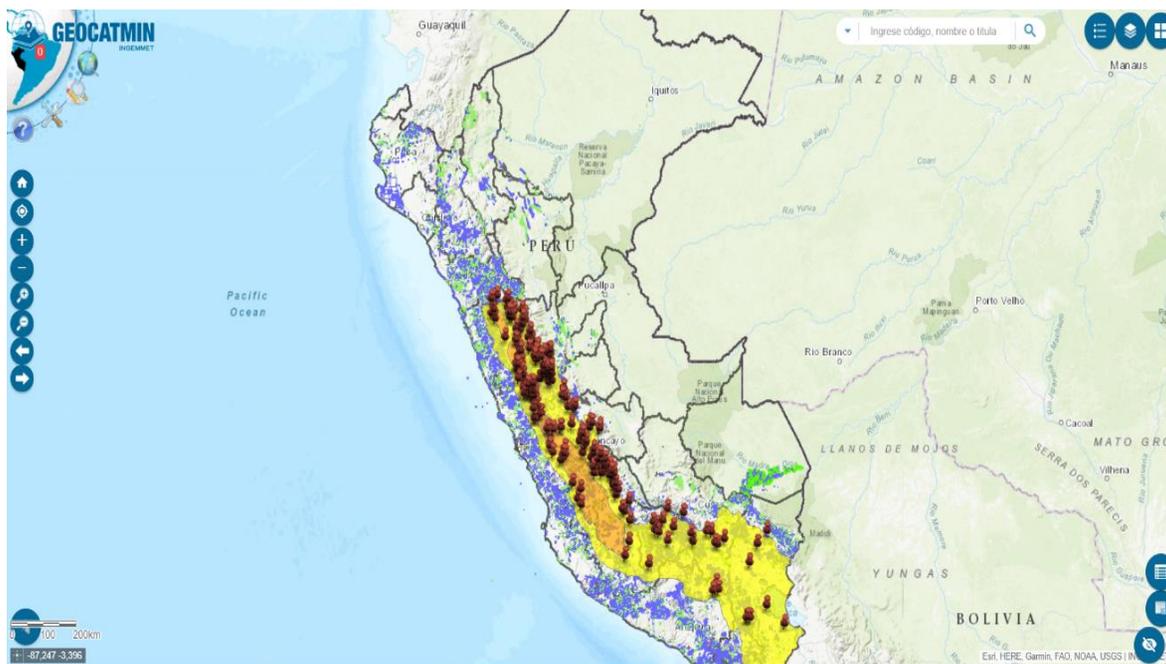
*Plataforma del SERNANP*



GEO ANP - Visor de las Áreas Naturales Protegidas  
<https://geo.sernanp.gob.pe/visorseernanp/>

**Figura 17**

*Plataforma digital de INGEMMET*



<https://geocatmin.ingemmet.gob.pe/geocatmin/>

**Tabla 17***Inventario de información geoespacial de entidades públicas*

<b>Variables</b>	<b>Detalle</b>	<b>Fuente</b>
Mosaico satelital	RapidEye, Spot, PeruSAT-1, otros de mediana resolución espacial.	MINAM, CONIDA
Límites	Limite Político Administrativo	INEI, gobierno regional
Vías	Nacional, departamental y vecinal	MTC, gobierno regional
Centro poblado	Centro poblado, ciudades	INEI, gobierno local
Aeródromo	Aeródromo	MTC
Hidrografía	Ríos, quebradas, lagunas, etc.	ANA, gobierno regional
Granja avícola	Granja avícola y porcina	SENASA
Uso actual del suelo	Áreas agrícolas	MIDAGRI, gobierno regional
Falla geológica	Falla geológica	INGEMMET, gobierno regional
Pendientes	Pendientes	MIDAGRI, gobierno regional
Áreas naturales protegidas	ANP, ACR	SERNANP
Peligros de inundación y movimientos en masa	Peligros de inundación y movimientos en masa	INGEMMET, gobierno regional
Humedales	Humedales	Geo servidor, gobierno regional
Acuíferos	Acuíferos	ANA, gobierno regional
Faja marginal de ríos	Faja marginal de ríos	ANA, gobierno regional
Franja marino-costera	Franja marino-costera	Geo servidor
Patrimonio Cultural	Sitios arqueológicos, etc.	MINCUL
Concesiones	Concesiones Mineras	INGEMMET
Comunidades campesinas	Comunidades campesinas	Gobierno regional

**Fuente:** (MINAM, 2021c)

**Tabla 18**

*Sistematización de información para la aplicación del modelo de identificación de zonas potenciales para infraestructura de disposición final de residuos sólidos municipales*

<b>Recopilación de información</b>	<b>Límites permisibles</b>	<b>Fuente</b>
<b>Restricciones</b>		
Distancia a centros poblados	≥ 500 m	INEI
Distancia a aeródromos	≥ 13	Geo servidor

Distancia a fuentes de agua superficiales (cauce de río, lagos y lagunas)	≥ 500 m	Geo servidor
Distancia a áreas donde se desarrollan actividades económicas (áreas agrícolas)	≥ 500 m	Geo servidor
Distancia a Fallas geológicas Pendientes	≥ 1 km	Geo servidor Minagri

---

#### **Exclusiones**

---

Peligros o susceptibilidad por inundación y movimientos en masa	-	Ingemmet/ Geo servidor
Áreas Naturales Protegidas		Sernanp
Zonas de pantanos, humedales o recarga de acuíferos		ANA
Faja Marginal		ANA
Patrimonio cultural		Geo servidor
Concesiones mineras, petroleras (en explotación)		Ingemmet
Comunidades campesinas		Geo servidor

---

**Fuente:** (MINAM, 2021c)

### **3.5. Fase de Análisis Espacial**

#### **3.5.1. Especialización de las restricciones y exclusiones**

Para el caso del distrito de San Miguel provincia de San Román departamento de Puno, se identificó las variables temáticas tomando como base la información cartográfica existente, las condiciones y requisitos señaladas en la actual normativa vigente, las cuales forman parte de las restricciones y exclusiones del modelo, las que se detallan a continuación:

**Tabla 19**

*Definición de variables temáticas que forman parte de las restricciones y exclusiones del modelo*

<b>Restricciones /Exclusiones</b>	<b>Variables</b>
<b>Restricciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Centros poblados</li> <li>- Aeródromo</li> <li>- Fuentes de aguas superficiales (cauce de ríos, lagos y lagunas)</li> <li>- Áreas agrícolas</li> <li>- Fallas geológicas</li> <li>- Pendientes</li> </ul>
<b>Exclusiones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Áreas Naturales Protegidas</li> <li>- Peligros por inundación y remoción en masa</li> </ul>

- Humedales
- Zona de recarga de acuíferos
- Faja marginal de ríos
- Patrimonio cultural
- Concesiones mineras (en explotación)
- Comunidades campesinas

Fuente: (MINAM, 2021c)

### 3.5.2. Identificación preliminar de áreas potenciales para IRS

Se consolida la información recopilada o generada que se utilizará en el modelamiento cartográfico, tomando en cuenta los límites permisibles establecidos en los criterios de ubicación de infraestructuras de residuos sólidos municipales (MINAM, 2021a).

**Tabla 20**

*Consolidación de la información temática requerida para el modelamiento cartográfico*

Requisitos de localización	Límites permisibles
<b>Restricciones</b>	
Distancia a centros poblados	≥ 500 m
Distancia a Infraestructuras existen (embalses, represas, obras hidroeléctricas, etc.)	≥ 500 m
Distancia a aeródromos	4km ≥ RS ≥ 13 km
Distancia a fuentes de agua superficiales (cauce de río, lagos y lagunas)	≥ 500 m
Distancia a granjas porcinas, avícolas y animales menores*	entre 5 y 10 km
Distancia a áreas agrícolas	≥ 500 m
Distancia a Fallas geológicas	≥ 1 km
Pendientes**	<25 %
<b>Exclusiones</b>	
Peligros o susceptibilidad por inundación y movimientos en masa	-
Áreas Naturales Protegidas	-
Zonas de pantanos, humedales o recarga de acuíferos	-
Faja Marginal	-
Franja marino-costera	-
Patrimonio cultural	-
Concesiones mineras, petroleras (en explotación)	-
Concesiones forestales	-
Comunidades campesinas y nativas	-

\* Según lo establecido en el Anexo 2, Artículo 52° del Reglamento del Sistema Sanitario Avícola, aprobado por Decreto Supremo N.º 029-2007-AG.

\*\* Podría existir una flexibilidad al aplicar el criterio de 25% de pendiente, esto dependerá del relieve del territorio que se verificará en la etapa de campo.

Fuente: (MINAM, 2021a)

Luego se realiza el modelamiento cartográfico, el cual debe presentar una secuencia lógica de operaciones y funciones de análisis espacial, de tal manera que permita identificar preliminarmente las condiciones óptimas de ubicación de la IRS, partiendo de la evaluación de

la información cartográfica disponible, y considerando los requisitos de localización, de acuerdo con la normativa de residuos sólidos.

A fin de obtener mayores posibilidades de zonas potenciales es importante volver a analizar las variables de las comunidades campesinas y nativas, esta vez en términos de su superposición con las zonas potenciales previamente identificadas, con lo cual, en la fase de evaluación podría gestionarse, bajo los marcos legales existentes, el uso de los terrenos de propiedad comunal.

De este modo, no solo se identifican las zonas potenciales, las cuales cumplen de forma estricta los criterios de restricción y exclusión del procedimiento, sino que se identifican otras zonas potenciales donde se podrían implementar infraestructuras de residuos sólidos municipales previo estudio técnico y/o análisis de la superposición con derechos de uso o propiedad.

Respecto a la leyenda final del mapa de zonas potenciales para infraestructura de disposición final de residuos sólidos municipales, dependiendo de las particularidades de cada territorio, considerar como parte del resultado del análisis de las restricciones.

### **3.6. Fase de evaluación**

#### **Paso 1.**

##### **3.6.1. Evaluación y selección de alternativas**

Hasta aquí se cuenta con la información producto de la aplicación del modelo cartográfico, el cual basa su análisis desde el punto de vista físico, biológico, social, económico y cultural del territorio vinculado a las exclusiones y restricciones técnicas y normativas.

A partir de dicha información, se evalúa la mejor alternativa de localización para la instalación de una infraestructura de residuos sólidos, tomando en cuenta, sin ser restrictivos, los siguientes factores:

#### **A. Vía de acceso**

La ubicación de la infraestructura de disposición final de residuos sólidos debe estar a una distancia accesible, el cual permita manejar los costos para la operación de transporte desde la fuente de generación (población beneficiaria) hasta la infraestructura. Deben estar conectadas mediante una vía de acceso priorizando la cercanía a vías principales como carreteras, o como

mínimo ser una vía no pavimentada (trocha carrozable o afirmado) transitable en toda la época del año.

#### **B. Factores climáticos**

Se debe conocer las condiciones meteorológicas de precipitación, temperatura y humedad relativa, y analizar de qué manera estos van a influir en los procesos de degradación de los residuos. Asimismo, analizar la dirección del viento predominante en función a las molestias que puede causar tanto la operación, por el polvo y papeles que se elevan en el aire, como por el posible transporte de malos olores a las áreas colindantes.

#### **C. Propiedad del terreno**

Es importante contar con información de las propiedades o posesiones sobre las áreas potenciales de terreno para ubicación de infraestructura de residuos sólidos.

### **Paso 2.**

#### **3.6.2. Validación de las alternativas**

Consiste en evaluar las áreas potenciales seleccionadas realizando un reconocimiento en campo a fin de contrastar la exactitud temática del modelo cartográfico en el terreno, teniendo en consideración los criterios mínimos señalados en el presente documento. El uso de las imágenes de satélite complementa el trabajo de campo, ya que son un respaldo a la hora de validar las condiciones físicas del terreno seleccionado.

Las áreas se logren seleccionar serán descifradas todo a partir de un análisis visual de forma bien detallada. Por ende, la interpretación visual resultara complementaria al proceso de validación hecho de campo. durante del proceso de validación, el área optimo que resulte seleccionada para la construcción de un área de disposición final de residuos sólidos tiene que estar aprobado por los pobladores que resulten ser beneficiarios, así también de la población del área de influencia indirectamente, para evitar posibles conflictos sociales a corto o largo plazo. Para ello se deberá de realizar talleres informativos para los pobladores afectados directa e indirectamente. Esto será demostrado con documentos que acrediten la participación y asistencia de la población a reuniones con especialistas (actas, encuestas, listas de asistencia, etc.)

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 4.1. Resultados de la generación per cápita (GPC) de residuos sólidos del distrito de San Miguel.

La generación per-cápita de residuos sólidos domiciliarios de la ciudad de San Miguel es de 0.55 kg/hab/día y ha sido determinado considerando el promedio ponderado de los resultados validados de generación per-cápita de los 7 días considerados durante el estudio.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la generación y composición física de los residuos sólidos domiciliarios, no domiciliarios y especiales, así como su densidad y humedad

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

La generación per-cápita de residuos sólidos domiciliarios del distrito de San Miguel ha sido determinado considerando el promedio ponderado de los resultados validados de generación per-cápita de los 7 días considerados durante el estudio. A continuación, presentamos los resultados de generación per-cápita de residuos sólidos domiciliarios de San Miguel.

**Tabla 21**

*GPC de residuos sólidos domiciliarios del distrito de San Miguel*

Nivel socio – económico (estrato)	Representatividad poblacional	GPC total del estrato validada	Viviendas	Población	Generación domiciliaria (Ton/día)
A	12%	0.52	2438	7302	3.80
B	55%	0.50	11173	33468	16.69
C	33%	0.48	6704	20081	9.71
Total	100%	0.50	20315	60850	30.20

#### 4.1.2. Densidad de residuos sólidos domiciliarios

Tal como se detalló en la metodología, se ha obtenido la densidad de los residuos sólidos al medir la altura libre correspondiente a su disposición de un cilindro de dimensiones conocidas; los resultados fueron los siguientes.

**Tabla 22**

*Densidad de residuos sólidos domiciliarios del distrito de San Miguel*

Parámetro	Densidad Diaria (kg/m <sup>3</sup> )							Densidad Promedio kg/m <sup>3</sup>
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	
Densidad (S)	169.84	140.77	114.55	137.86	148.58	177.71	177.45	152.39

#### 4.1.3. Composición física de los residuos sólidos domiciliarios

La composición física de los residuos sólidos domiciliarios obtenidos después de la separación y análisis realizados sobre las muestras durante los 7 días de estudio, se logró elaborar la siguiente tabla 23.

**Tabla 23**

*Composición física de residuos sólidos domiciliarios del distrito de San Miguel*

Tipo de residuo sólido	Composición Porcentual %
1. Residuos aprovechables	77.58%
1.1. Residuos Orgánicos	65.39%
Residuos de alimentos (restos de comida, cascaras, restos de frutas, verduras, hortalizas y otros similares)	58.93%
Residuos de maleza y poda (restos de flores, hojas, tallos, Grass, otros similares)	1.11%
Otros orgánicos (estiércol de animales menores, huesos y similares)	5.35%
1.2. Residuos Inorgánicos	12.19%
1.2.1. Papel	1.26%
Blanco	0.46%
Periódico	0.34%
Mixto (páginas de cuadernos, revistas, otros similares)	0.46%
1.2.2. Cartón	2.09%
Blanco (liso y cartulina)	0.20%

Marrón (Corrugado)	0.73%
Mixto (tapas de cuaderno, revistas, otros similares)	1.16%
1.2.3. Vidrio	2.34%
Transparente	1.10%
Otros colores (marrón – ámbar, verde, azul, entre otros)	1.01%
Otros (vidrio de ventana)	0.23%
1.2.4. Plástico	4.81%
PET–Tereftalato de polietileno (1) (aceite y botellas de bebidas y agua, entre otros similares)	1.64%
PEAD-Polietileno de alta densidad (2) (botellas de lácteos, shampoo, detergente líquido, suavizante)	0.70%
PEBD -Polietileno de baja densidad (4) (empaques de alimentos, empaques de plástico de papel higiénico, empaques de detergente, empaque film)	1.27%
PP-polipropileno (5) (baldes, tinas, rafia, estuches negros de CD, tapas de bebidas, tapers)	0.68%
PS -Poliestireno (6) (tapas cristalinas de Cds, micas, vasos de yogurt, cubetas de helado, envases de lavavajilla)	0.48%
PVC-Policloruro de vinilo (3) (Tuberías de agua, desagüe y eléctricas)	0.03%
1.2.5. Tetra brik (envases multicapa)	0.00%
1.2.6. Metales	1.69%
Latas-hojalata (latas de leche, atún, entre otros)	1.24%
Acero	0.13%
Fierro	0.15%
Aluminio	0.15%
Otros Metales	0.03%
1.2.7. Textiles (telas)	0.00%
1.2.8. Caucho, cuero, jebe	0.00%
2. Residuos no aprovechables	22.42%
Bolsas plásticas de un solo uso	4.88%
Residuos sanitarios (Papel higiénico/Pañales/toallas sanitarias, excretas de mascotas.)	9.14%
Pilas	0.16%
Tecnopor (poliestireno expandido)	0.47%
Residuos inertes (tierra, piedras, cerámicos, ladrillos, entre otros)	5.00%
Restos de medicamentos	0.11%
Envolturas de snacks, galletas, caramelos, entre otros	0.47%
Otros residuos no categorizados	2.19%
TOTAL	100.00%

#### 4.1.4. Humedad de residuos sólidos domiciliarios

Según el informe del laboratorio de la Universidad Nacional del Altiplano Puno, la humedad de los residuos sólidos domiciliarios de la materia orgánica obtenidos después de la separación y análisis realizado en el laboratorio fue de 83.92%.

#### 4.2. Resultados de la caracterización no domiciliaria y especial

La generación total de residuos sólidos no domiciliarios y especiales del distrito de San Miguel ha sido determinado considerando el promedio ponderado de los resultados validados de generación total de los 7 días considerados durante el estudio. A continuación presentamos los resultados de generación total por fuentes de generación de residuos sólidos no domiciliarios y especiales de San Miguel.

**Tabla 24**

*Generación Total de residuos sólidos no domiciliarios del distrito de San Miguel*

N.º	Fuente De Generación No Domiciliarios	Generación Total (Kg/Día)	Generación Total (Tn/Día)	Generación Total (Tn/Año)
1	Establecimientos Comerciales	355.76	0.356	129.85
2	Hoteles	13.09	0.013	4.78
3	Mercados	24.14	0.024	8.81
4	Restaurantes	535.32	0.535	195.39
5	Instituciones Públicas Y Privadas	6.17	0.006	2.25
6	Instituciones Educativas	941.30	0.941	343.57
7	Barrido De Calles	1062.66	1.063	387.87
Total		2938.44	2.94	1072.53

**Tabla 25**

*Generación Total de residuos sólidos especiales del distrito de San Miguel*

N.º	Fuente De Generación No Domiciliarios	Generación Total (Tn/Año)	Generación Total (Tn/Día)
1	Lubricentros	20.68	
2	Taller Mecánico	34.93	
3	Centros Médicos, Clínica Y Laboratorio	11.91	
Total		67.527	0.19

**Tabla 26***Generación Total de residuos sólidos no domiciliarios y especiales del distrito de San Miguel*

<b>N.º</b>	<b>Fuente de Generación No Domiciliarios</b>	<b>Generación Total (Kg/Día)</b>	<b>Generación Total (Tn/Día)</b>	<b>Generación Total (Tn/Año)</b>
2	Residuos No Domiciliarios	2938.44	2.94	1072.53
3	Residuos Especiales	185.01	1.19	67.53
Total		3123.45	3.12	1140.06

**4.2.1. Densidad de residuos sólidos**

Tal como se detalló en la metodología, se ha obtenido la densidad de los residuos sólidos al medir la altura libre correspondiente a su disposición de un cilindro de dimensiones conocidas; los resultados obtenidos por fuentes de generación de los residuos sólidos no domiciliarios y especiales fueron los siguientes:

**Tabla 27***Densidad de residuos sólidos no domiciliarios y especiales del distrito de San Miguel*

<b>Parámetro</b>	<b>Densidad Promedio Kg/m<sup>3</sup></b>
Establecimiento Comercial	180.19
Hotel	68.79
Institución Pública	77.51
Restaurant	280.99
Institución Educativa	88.88
Mercado	207.26
Limpieza Pública	159.98
Especial	91.44
Total	144.38

**4.2.2. Composición física de los residuos sólidos**

La composición física de los residuos sólidos no domiciliarios obtenidos después de la separación y análisis realizados sobre las muestras durante los 7 días de estudio por fuentes de generación, se logró elaborar las siguientes tablas.

**Tabla 28**

*Composición física de residuos sólidos no domiciliarios del distrito de San Miguel*

Tipo De Residuo Sólido	Establecimientos Comerciales	Hotel	II.EE.	Institución Pública	Restaurante	Mercado	Composición General
	Composición	Composición	Composición	Composición	Composición	Composición	
	%	%	%	%	%	%	
<b>1. Residuos aprovechables</b>	73.32%	67.41%	62.72%	82.56%	91.13%	89.87%	77.84%
<b>1.1. Residuos Orgánicos</b>	48.79%	38.02%	22.62%	22.43%	86.16%	83.59%	50.27%
Residuos de alimentos (restos de comida, cascara, restos de frutas, verduras, hortalizas y otros similares)	30.73%	37.65%	18.35%	22.17%	80.24%	78.30%	44.57%
Residuos de maleza y poda (restos de flores, hojas, tallos, Grass, otros similares)	2.92%	0.00%	1.20%	0.26%	2.09%	0.08%	1.09%
Otros orgánicos (estiércol de animales menores, huesos)	15.14%	0.37%	3.07%	0.00%	3.83%	5.22%	4.61%
<b>1.2. Residuos Inorgánicos</b>	24.53%	29.40%	40.10%	60.13%	4.96%	6.28%	27.57%
<b>1.2.1. Papel</b>	2.19%	8.63%	9.36%	10.84%	0.43%	1.02%	5.41%
Blanco	1.05%	6.84%	3.56%	8.90%	0.04%	0.06%	3.41%
Periódico	0.27%	0.36%	1.44%	0.00%	0.30%	0.51%	0.48%
Mixto (páginas de cuadernos, revistas, otros similares)	0.87%	1.42%	4.36%	1.94%	0.09%	0.45%	1.52%
<b>1.2.2. Cartón</b>	3.70%	4.32%	6.34%	9.26%	1.02%	0.68%	4.22%
Blanco (liso y cartulina)	0.22%	0.69%	0.36%	2.71%	0.00%	0.06%	0.67%
Marrón (Corrugado)	1.54%	1.32%	4.02%	0.73%	0.88%	0.29%	1.46%
Mixto (tapas de cuaderno, revistas, otros similares)	1.94%	2.32%	1.97%	5.83%	0.14%	0.33%	2.09%
<b>1.2.3. Vidrio</b>	10.70%	0.00%	2.83%	18.95%	0.60%	0.68%	5.63%
Transparente	0.45%	0.00%	1.63%	11.55%	0.49%	0.68%	2.47%
Otros colores (marrón – ámbar, verde, azul, entre otros)	1.83%	0.00%	0.43%	7.39%	0.10%	0.00%	1.63%
Otros (vidrio de ventana)	8.42%	0.00%	0.76%	0.00%	0.01%	0.00%	1.53%
<b>1.2.4. Plástico</b>	6.35%	16.45%	19.06%	19.31%	2.58%	2.40%	11.03%
PET–Tereftalato de polietileno (1) (aceite y botellas de bebidas y agua, entre otros similares)	1.45%	10.07%	10.01%	9.99%	0.55%	0.48%	5.43%
PEAD-Polietileno de alta densidad (2) (botellas de lácteos, shampoo, detergente líquido, suavizante)	1.02%	1.42%	0.87%	4.22%	0.22%	0.28%	1.34%
PEBD -Polietileno de baja densidad (4) (empaques de alimentos, empaques de plástico de papel higiénico, empaques de detergente, empaque film)	1.99%	1.90%	4.21%	0.42%	1.17%	0.72%	1.73%
PP-polipropileno (5) (baldes, tinas, rafia, estuches negros de CD, tapas de bebidas, tapers)	0.88%	1.56%	1.16%	1.51%	0.25%	0.37%	0.95%
PS -Poliestireno (6) (tapas cristalinas de Cds, micas, vasos de yogurt, cubetas de helado, envases de lavavajilla)	0.59%	1.49%	2.82%	3.17%	0.40%	0.56%	1.50%
PVC-Policloruro de vinilo (3) (Tuberías de agua, desagüe)	0.42%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.07%
<b>1.2.5. Tetra brik (envases multicapa)</b>	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
<b>1.2.6. Metales</b>	1.59%	0.00%	2.51%	1.77%	0.33%	1.49%	1.28%
Latas-hojalata (latas de leche, atún, entre otros)	1.23%	0.00%	2.25%	1.30%	0.22%	1.45%	1.07%
Acero	0.28%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.05%
Fierro	0.03%	0.00%	0.00%	0.21%	0.00%	0.00%	0.04%
Aluminio	0.05%	0.00%	0.26%	0.26%	0.00%	0.00%	0.09%
Otros Metales	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.11%	0.05%	0.03%
<b>1.2.7. Textiles (telas)</b>	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
<b>1.2.8. Caucho, cuero, jebe</b>	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

<b>2. Residuos no reaprovechables</b>	26.68%	32.59%	37.28%	17.44%	8.87%	10.13%	22.16%
Bolsas plásticas de un solo uso	2.93%	4.59%	6.48%	8.74%	3.95%	4.43%	5.19%
Residuos sanitarios (Papel higiénico/Pañales/toallas sanitarias.)	6.98%	19.14%	3.91%	6.77%	2.90%	2.96%	7.11%
Pilas	0.24%	0.00%	0.14%	0.00%	0.00%	0.00%	0.06%
Tecnopor (poliestireno expandido)	0.50%	6.17%	2.55%	0.99%	0.13%	0.14%	1.75%
Residuos inertes (tierra, piedras, cerámicos, ladrillos, otros)	6.50%	1.42%	20.30%	0.00%	1.16%	2.20%	5.26%
Restos de medicamentos	0.34%	0.00%	0.18%	0.16%	0.04%	0.00%	0.12%
Envolturas de snacks, galletas, caramelos, entre otros	0.56%	1.27%	1.62%	0.54%	0.14%	0.29%	0.73%
Otros residuos no categorizados	8.64%	0.00%	2.10%	0.25%	0.56%	0.11%	1.94%
<b>TOTAL</b>	<b>100.00%</b>						

#### 4.2.3. Humedad de residuos sólidos

Según el informe del laboratorio de la Universidad Nacional del Altiplano Puno, la humedad de los residuos sólidos de la materia orgánica de la fuente de generación de mercado obtenidos después de la separación y análisis realizado en el laboratorio fue de 82.77%.

### 4.3. Resultados generales de la caracterización

#### 4.3.1. Generación total y generación per cápita total municipal

En cuanto a la generación total y la generación per Cápita total municipal tanto de domiciliarias, no domiciliarias y especial, el cual se detallan a continuación:

**Tabla 29**

*Generación total y generación per cápita total municipal del distrito de San Miguel*

Población (hab)	GPC (Domestica)	Generación de residuos domiciliarios (Ton/Día)	Generación de residuos sólidos no domiciliarios especiales (Ton/Día)	Generación Total Día (Ton/Día)	Generación Per Cápita Municipal	Demanda (Ton/Año)
60850	0.50	30.43	3.12	33.55	0.55	12245.18

#### 4.3.2. Densidad suelta de residuos sólidos municipales

La densidad suelta de residuos sólidos municipales por día de las muestras de los residuos sólidos domiciliarios, no domiciliarios y especiales se detallan en el siguiente cuadro.

**Tabla 30***Densidad suelta de residuos sólidos municipales del distrito de San Miguel*

<b>Parámetro</b>	<b>Densidad Promedio Kg/m<sup>3</sup></b>
Domiciliaria	152.39
No Domiciliaria Y Especial	144.38
<b>Total</b>	<b>148.38</b>

**3.3.3. Composición general de los residuos sólidos municipales**

En cuanto a la composición física general de los residuos sólidos domiciliarios y no domiciliarios, se detallan a continuación:

**Tabla 31***Composición general de los residuos sólidos municipales del distrito de San Miguel*

<b>Tipo De Residuo Sólido</b>	<b>Domicilia</b>	<b>No Domicilia</b>	<b>Composi</b>
	<b>rio</b>	<b>ria</b>	
	<b>Composi</b>	<b>Composi</b>	
	<b>ción</b>	<b>ción</b>	<b>ción</b>
	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>General</b>
			<b>%</b>
<b>1. Residuos Aprovechables</b>	77.58%	77.84%	77.71%
<b>1.1. Residuos Orgánicos</b>	65.39%	50.27%	57.83%
Residuos De Alimentos (Restos De Comida, Cascaras, Restos De Frutas, Verduras, Hortalizas Y Otros Similares)	58.93%	44.57%	51.75%
Residuos De Maleza Y Poda (Restos De Flores, Hojas, Tallos, Grass, Otros Similares)	1.11%	1.09%	1.10%
Otros Orgánicos (Estiércol De Animales Menores, Huesos Y Similares)	5.35%	4.61%	4.98%
<b>1.2. Residuos Inorgánicos</b>	12.19%	27.57%	19.88%
<b>1.2.1. Papel</b>	1.26%	5.41%	3.34%
Blanco	0.46%	3.41%	1.93%
Periódico	0.34%	0.48%	0.41%
Mixto (Páginas De Cuadernos, Revistas, Otros Similares)	0.46%	1.52%	0.99%
<b>1.2.2. Cartón</b>	2.09%	4.22%	3.16%
Blanco (Liso Y Cartulina)	0.20%	0.67%	0.43%
Marrón (Corrugado)	0.73%	1.46%	1.10%
Mixto (Tapas De Cuaderno, Revistas, Otros Similares)	1.16%	2.09%	1.62%
<b>1.2.3. Vidrio</b>	2.34%	5.63%	3.98%

Transparente	1.10%	2.47%	1.78%
Otros Colores (Marrón – Ámbar, Verde, Azul, Entre Otros)	1.01%	1.63%	1.32%
Otros (Vidrio De Ventana)	0.23%	1.53%	0.88%
<b>1.2.4. Plástico</b>	4.81%	11.03%	7.92%
Pet–Tereftalato De Polietileno (1) (Aceite Y Botellas De Bebidas Y Agua, Entre Otros Similares)	1.64%	5.43%	3.53%
Pead-Polietileno De Alta Densidad (2) (Botellas De Lácteos, Champo, Detergente Líquido, Suavizante)	0.70%	1.34%	1.02%
Pebd -Polietileno De Baja Densidad (4) (Empaques De Alimentos, Empaques De Plástico De Papel Higiénico, Empaques De Detergente, Empaque Film)	1.27%	1.73%	1.50%
Pp-Polipropileno (5) (Balde, Tinas, Rafia, Estuches Negros De Cd, Tapas De Bebidas, Tapes)	0.68%	0.95%	0.82%
Ps -Poliestireno (6) (Tapas Cristalinas De Cds, Micas, Vasos De Yogurt, Cubetas De Helado, Envases De Lavavajilla)	0.48%	1.50%	0.99%
Pvc-Policloruro De Vinilo (3) (Tuberías De Agua, Desagüe Y Eléctricas)	0.03%	0.07%	0.05%
<b>1.2.5. Tetra Brik (Envases Multicapa)</b>	0.00%	0.00%	0.00%
<b>1.2.6. Metales</b>	1.69%	1.28%	1.49%
Latas-Hojalata (Latas De Leche, Atún, Entre Otros)	1.24%	1.07%	1.16%
Acero	0.13%	0.05%	0.09%
Fierro	0.15%	0.04%	0.09%
Aluminio	0.15%	0.09%	0.12%
Otros Metales	0.03%	0.03%	0.03%
<b>1.2.7. Textiles (Telas)</b>	0.00%	0.00%	0.00%
<b>1.2.8. Caucho, Cuero, Jefe</b>	0.00%	0.00%	0.00%
<b>2. Residuos No aprovechables</b>	22.42%	22.16%	22.29%
Bolsas Plásticas De Un Solo Uso	4.88%	5.19%	5.03%
Residuos Sanitarios (Papel Higiénico/Pañales/Toallas Sanitarias, Excretas De Mascotas.)	9.14%	7.11%	8.13%
Pilas	0.16%	0.06%	0.11%
Tecnopor (Poliestireno Expandido)	0.47%	1.75%	1.11%
Residuos Inertes (Tierra, Piedras, Cerámicos, Ladrillos, Entre Otros)	5.00%	5.26%	5.13%
Restos De Medicamentos	0.11%	0.12%	0.11%
Envolturas De Snacks, Galletas, Caramelos, Entre Otros	0.47%	0.73%	0.60%
Otros Residuos No Categorizados	2.19%	1.94%	2.07%
<b>Total</b>	<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>

#### 4.3.4. Resultados de la Identificación de áreas óptimas para la disposición final de residuos sólidos de la ciudad de San Miguel

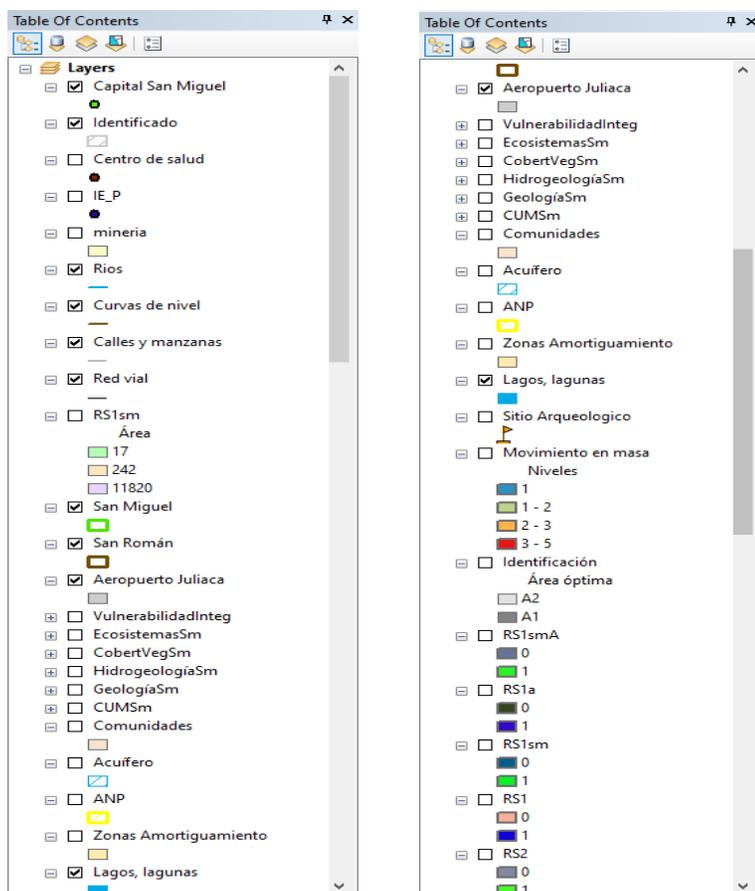
Después de haber realizado la definición de los criterios de selección, para la identificación de sitios potenciales donde se pueda construir una planta de tratamiento de residuos sólidos, se logra identificar dos áreas potenciales; de los cuales las dos Alternativa se ubican en el distrito de San Miguel.

##### a) Fase Inicial

##### Generación de base de datos

En base a toda la información conseguida, los elementos geográficos se organizaron en una base de datos que va a contener los atributos y la descripción, la cual está acompañada con el diccionario de datos y la meta data.

Figura 18 Organización de la base de datos geoespacial



**b) Fase de análisis espacial - Espacialización de las restricciones y exclusiones**

**Tabla 32**

*Definición de variables temáticas que forman parte de las restricciones y exclusiones del modelo*

<b>Restricciones/Exclusiones</b>	<b>Variabes</b>
<b>Restricciones</b>	- Centros poblados
	- Aeródromo
	- Fuentes de aguas superficiales (cauce de ríos, lagos y lagunas)
	- Granjas avícolas
	- Áreas agrícolas
	- Fallas geológicas
<b>Exclusiones</b>	- Pendientes
	- Áreas Naturales Protegidas
	- Peligros por inundación y remoción en masa
	- Humedales
	- Zona de recarga de acuíferos
	- Faja marginal de ríos
	- Franja marino-costera
	- Patrimonio cultural
	- Concesiones mineras (en explotación)
	- Comunidades campesinas

Fuente: Guía para la identificación de zonas potenciales para infraestructura de disposición final de residuos sólidos municipales.

**c) Espacialización de las restricciones**

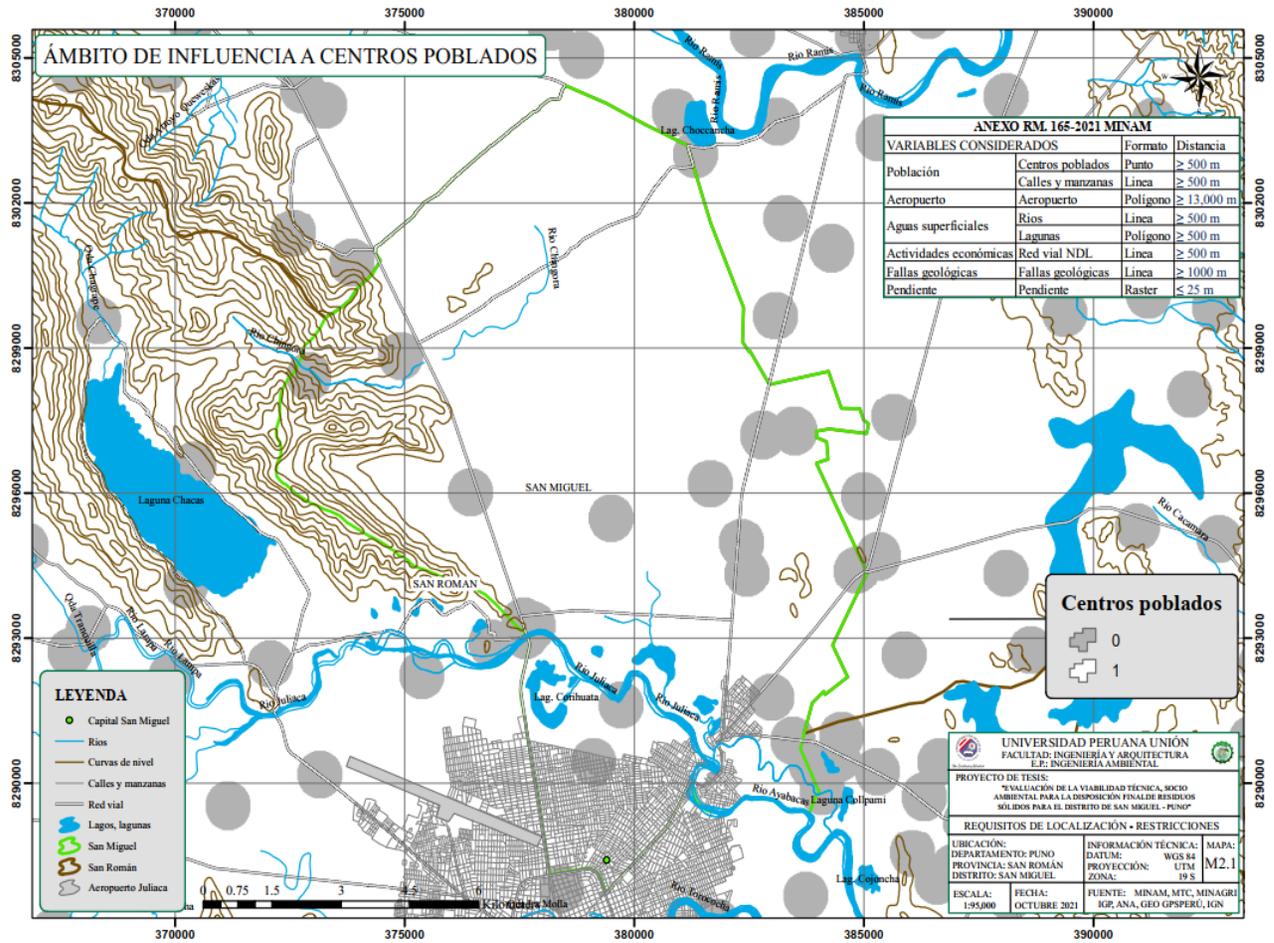
**Tabla 33**

*Consolidación de la información temática requerida para el análisis de las restricciones – San Miguel.*

<b>Requisitos de localización</b>	<b>Límites permisibles</b>
Distancia a centros poblados	≥ 500 m
Distancia a aeródromos	4km ≥ RS ≥ 13 km
Distancia a fuentes de agua superficiales (cauce de río, lagos y lagunas)	≥ 500 m
Distancia a granjas avícolas	5 a 10 km
Distancia a áreas agrícolas	≥ 500 m
Distancia a Fallas geológicas	1 km
Pendientes	Muy empinado a Extremadamente empinado

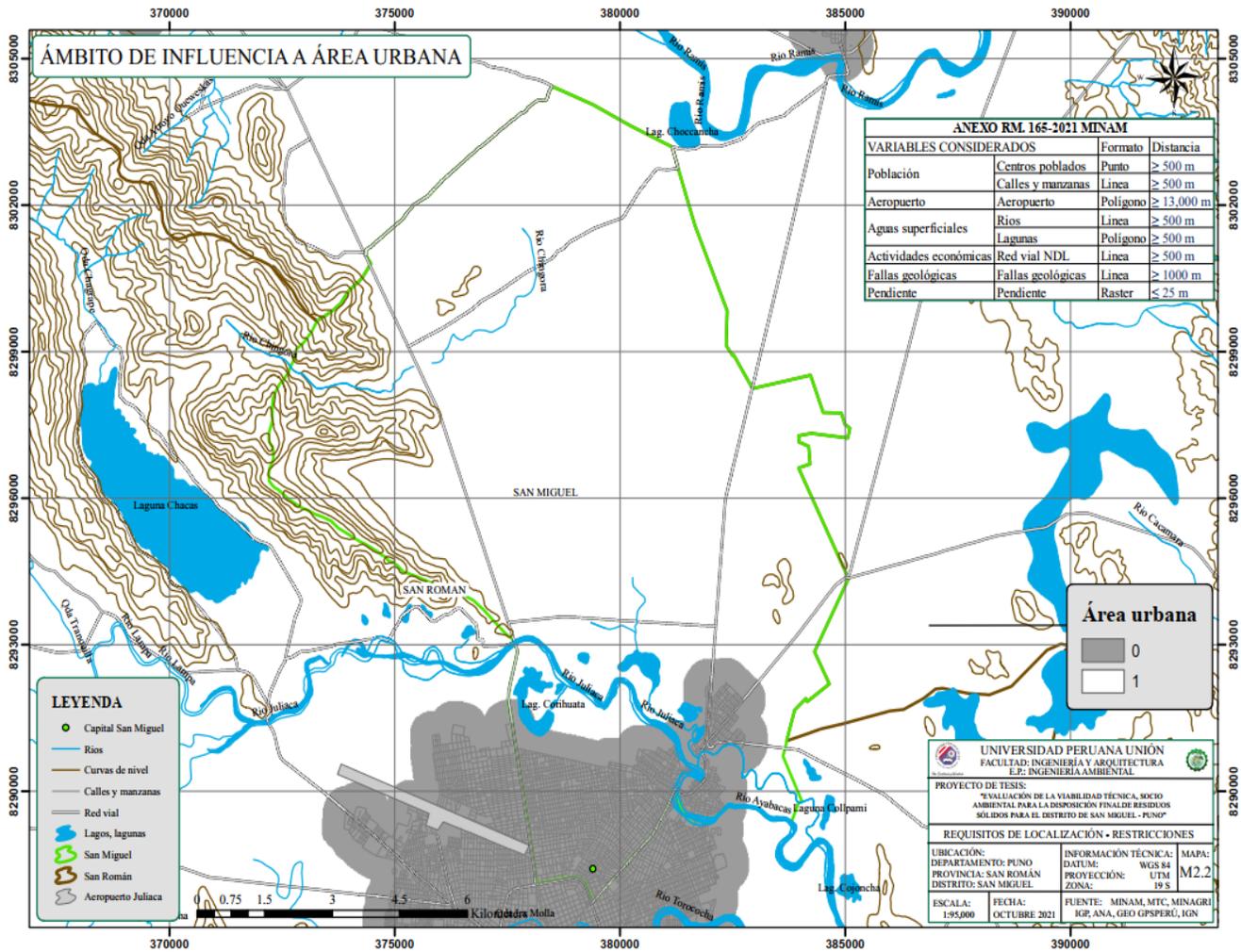
**Figura 19**

*Ámbito de influencia y Ubicación de centros poblados*



**Figura 20**

*Ámbito de influencia de área urbana*



**Figura 21**

*Ámbito de influencia de aeropuerto*

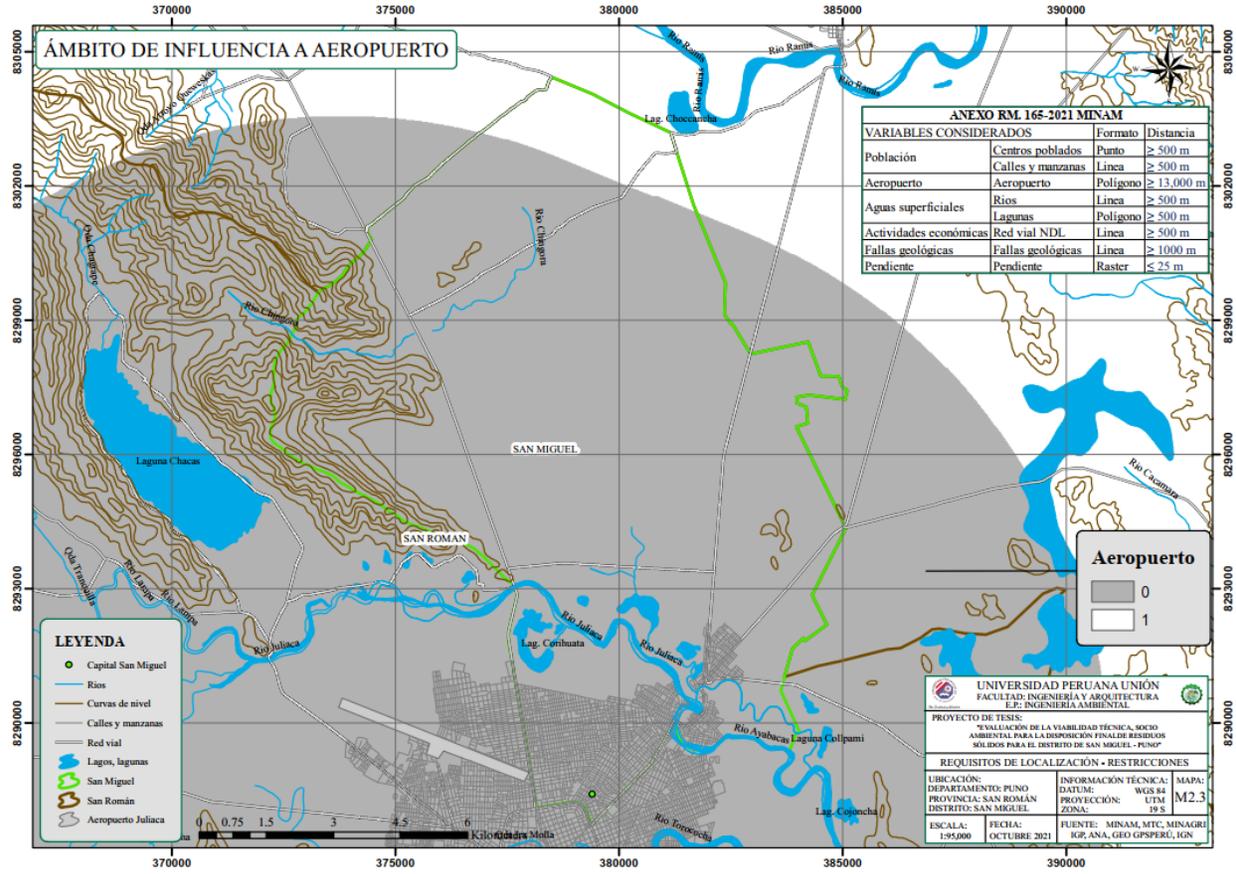
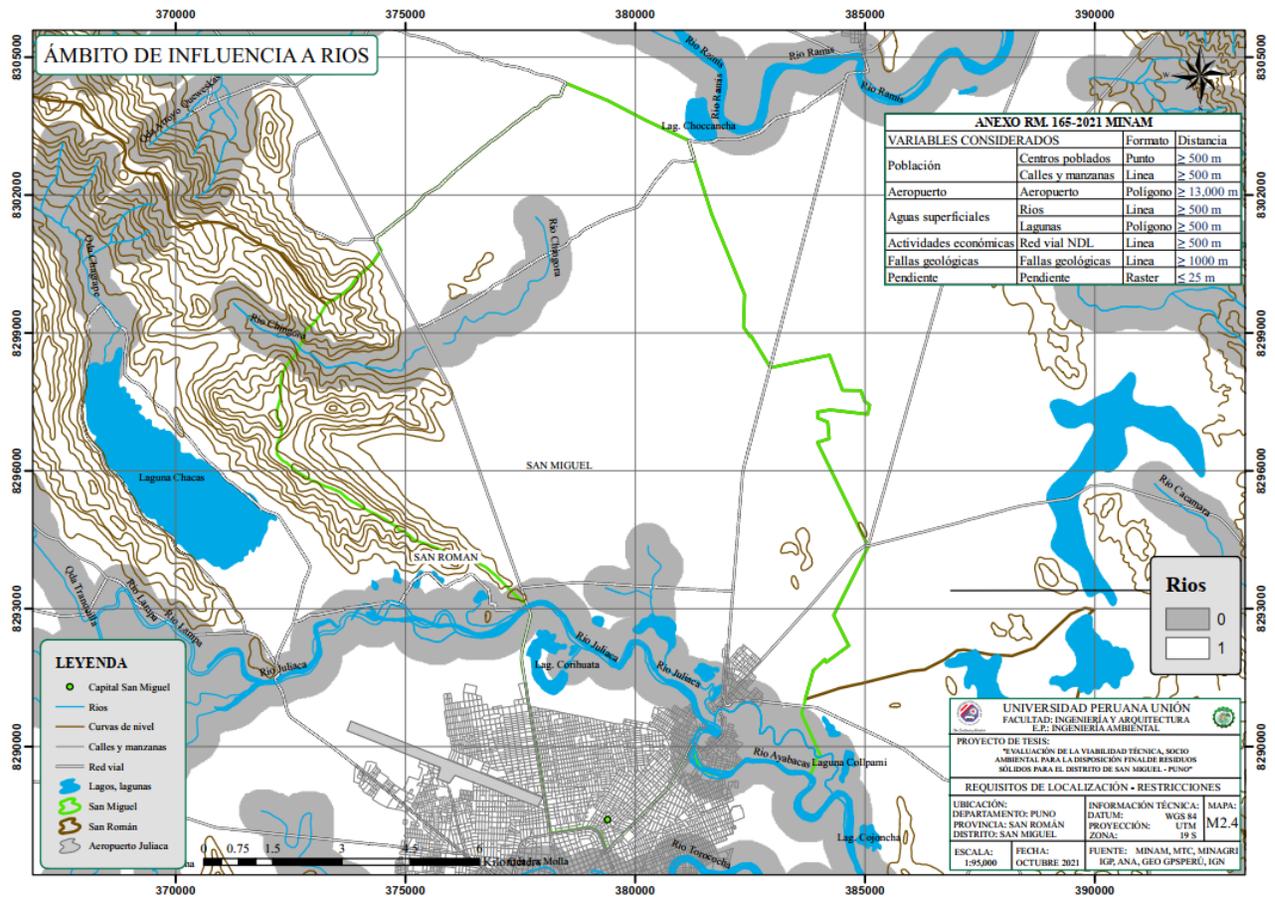


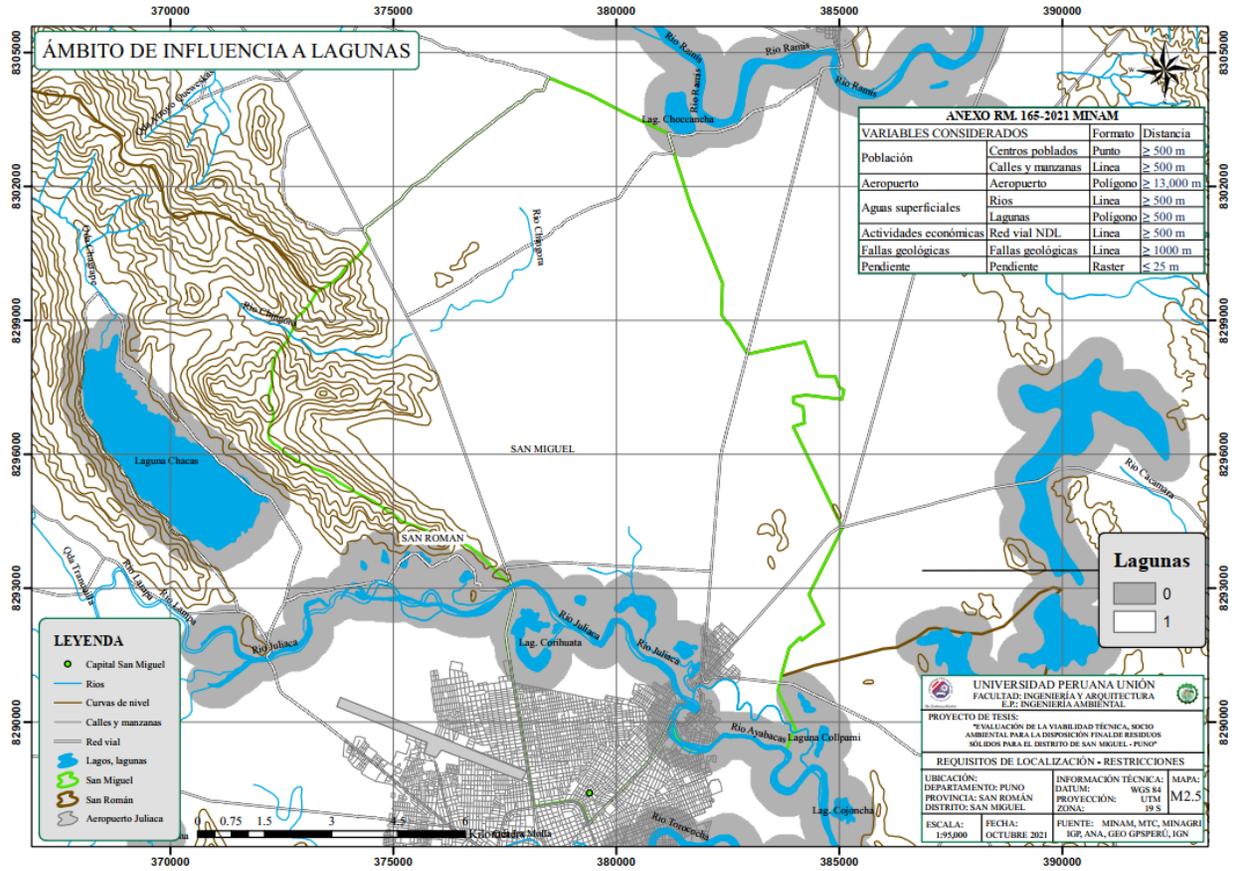
Figura 22

Ámbito de influencia a ríos



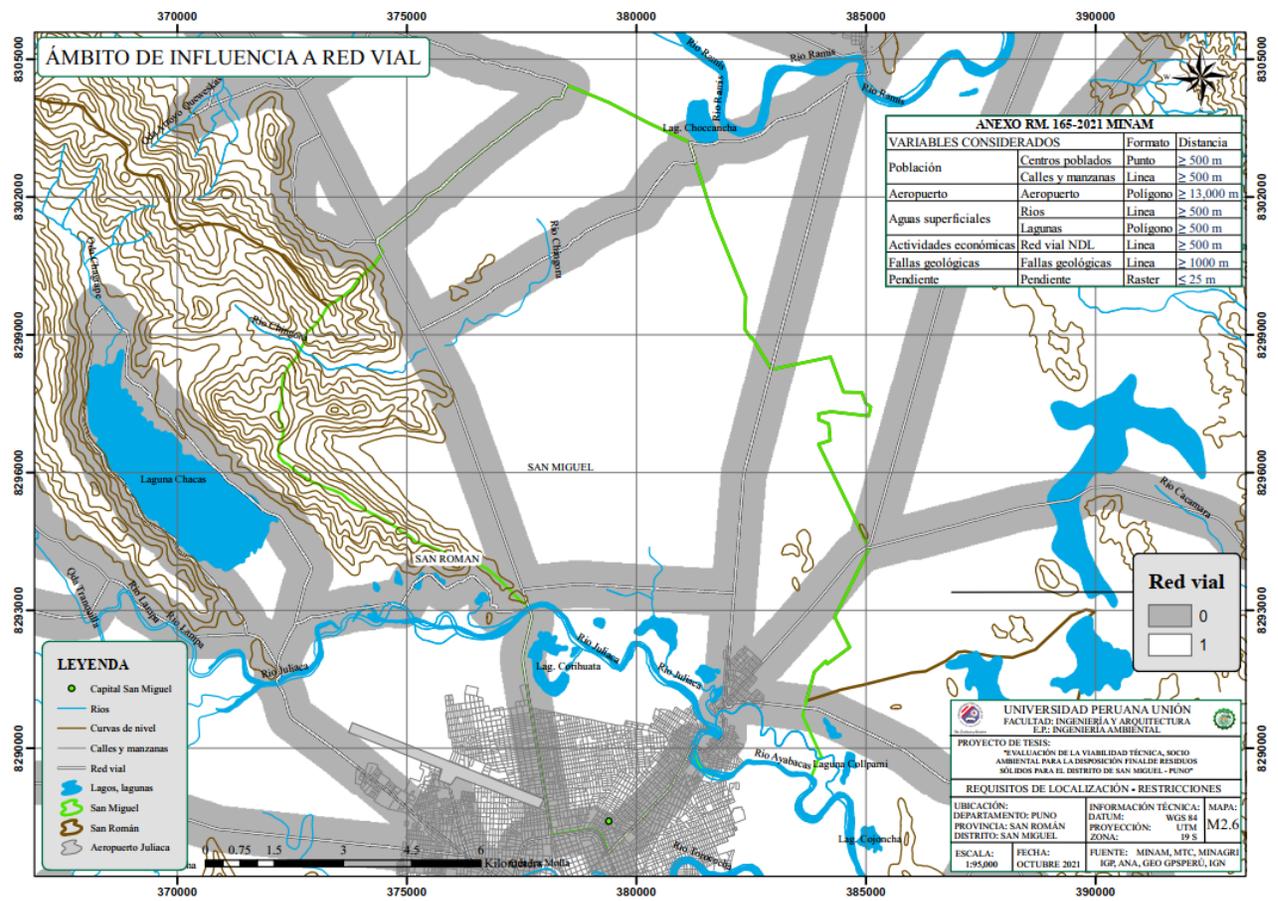
**Figura 23**

*Ámbito de influencia a lagunas*



**Figura 24**

*Ámbito de influencia a red vial*



**Figura 25**

*Ámbito de influencia a fallas geológicas*

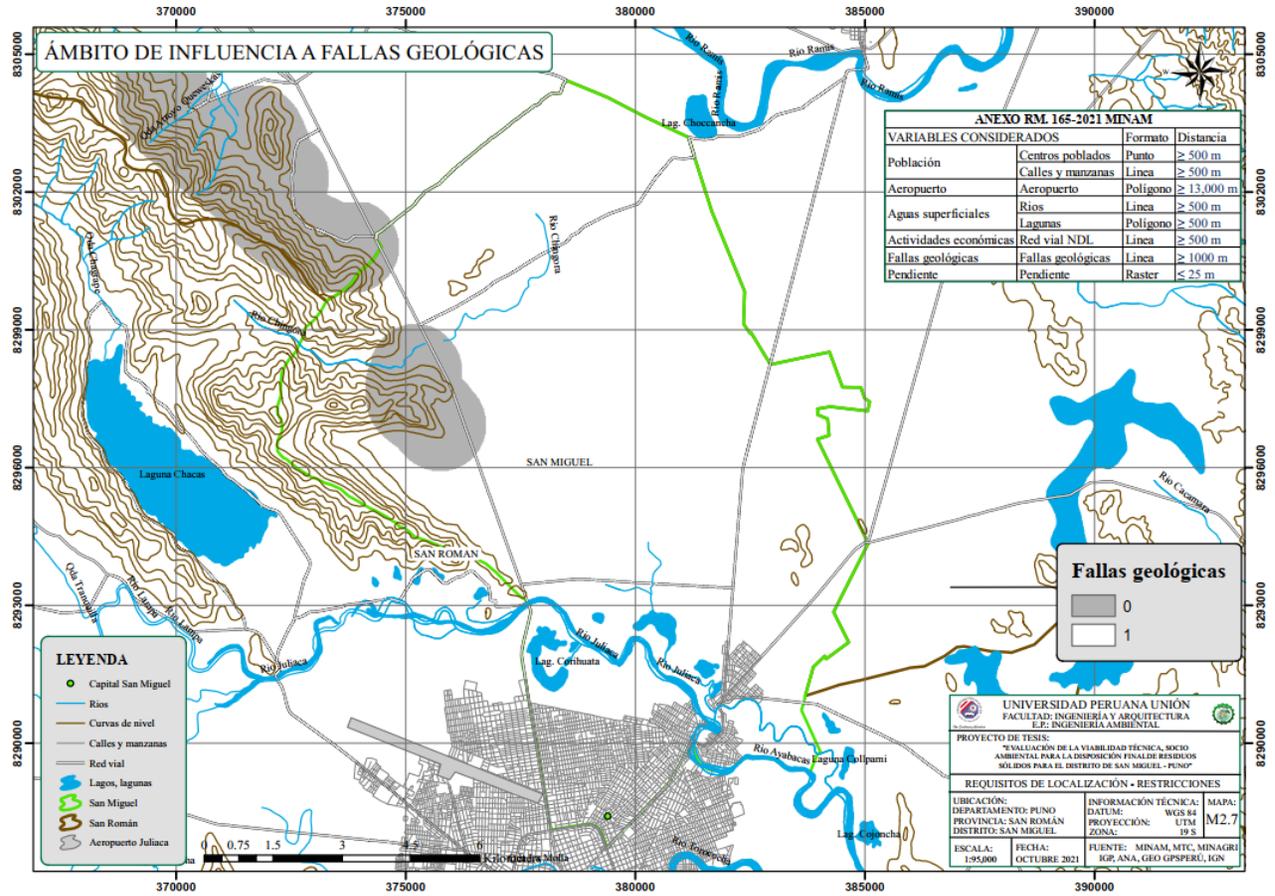
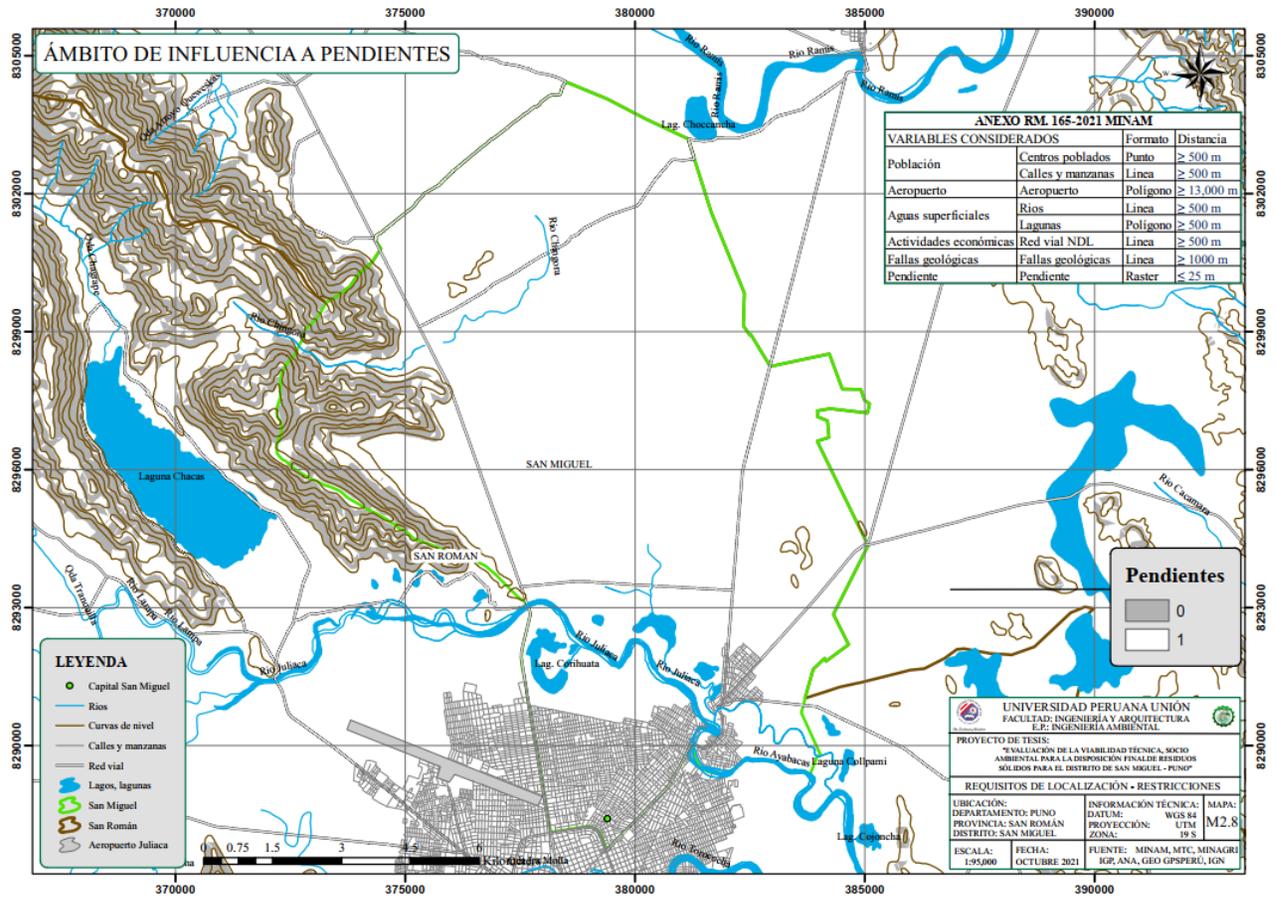


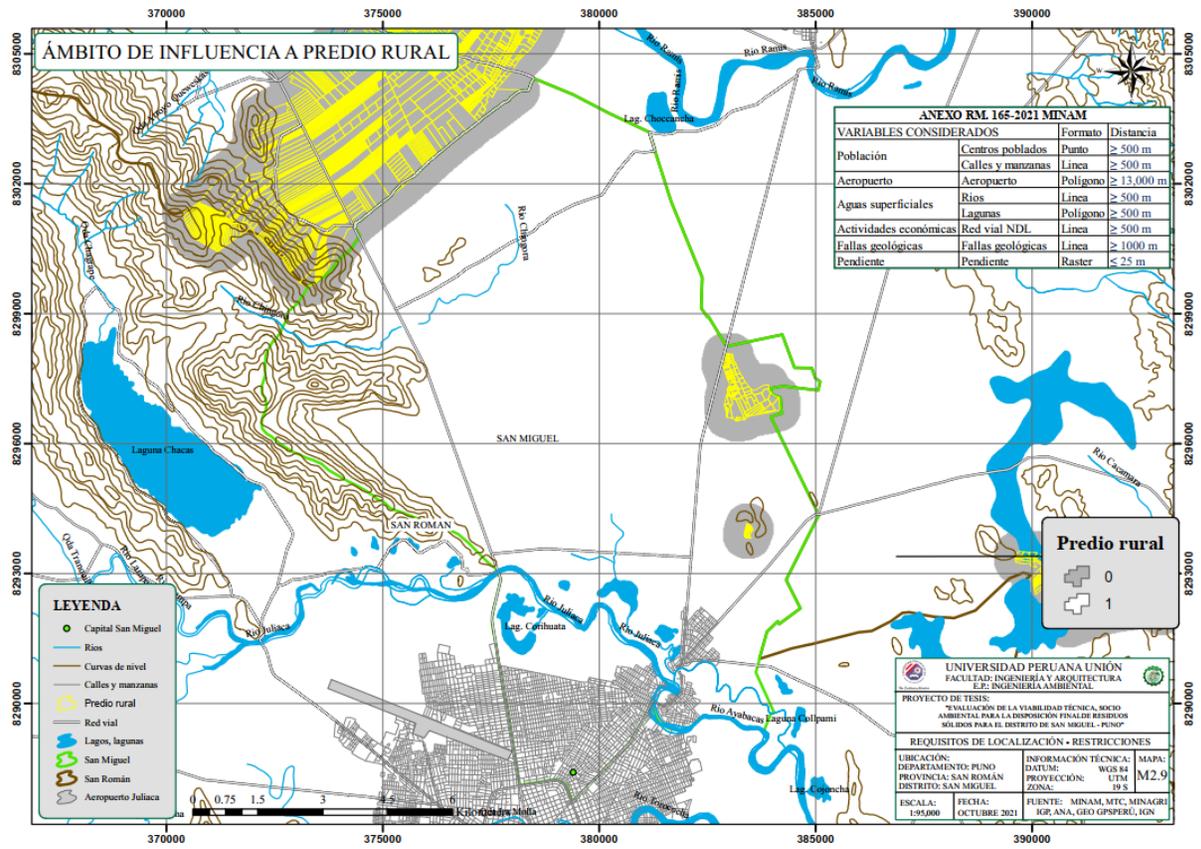
Figura 26

Ámbito de influencia a pendientes



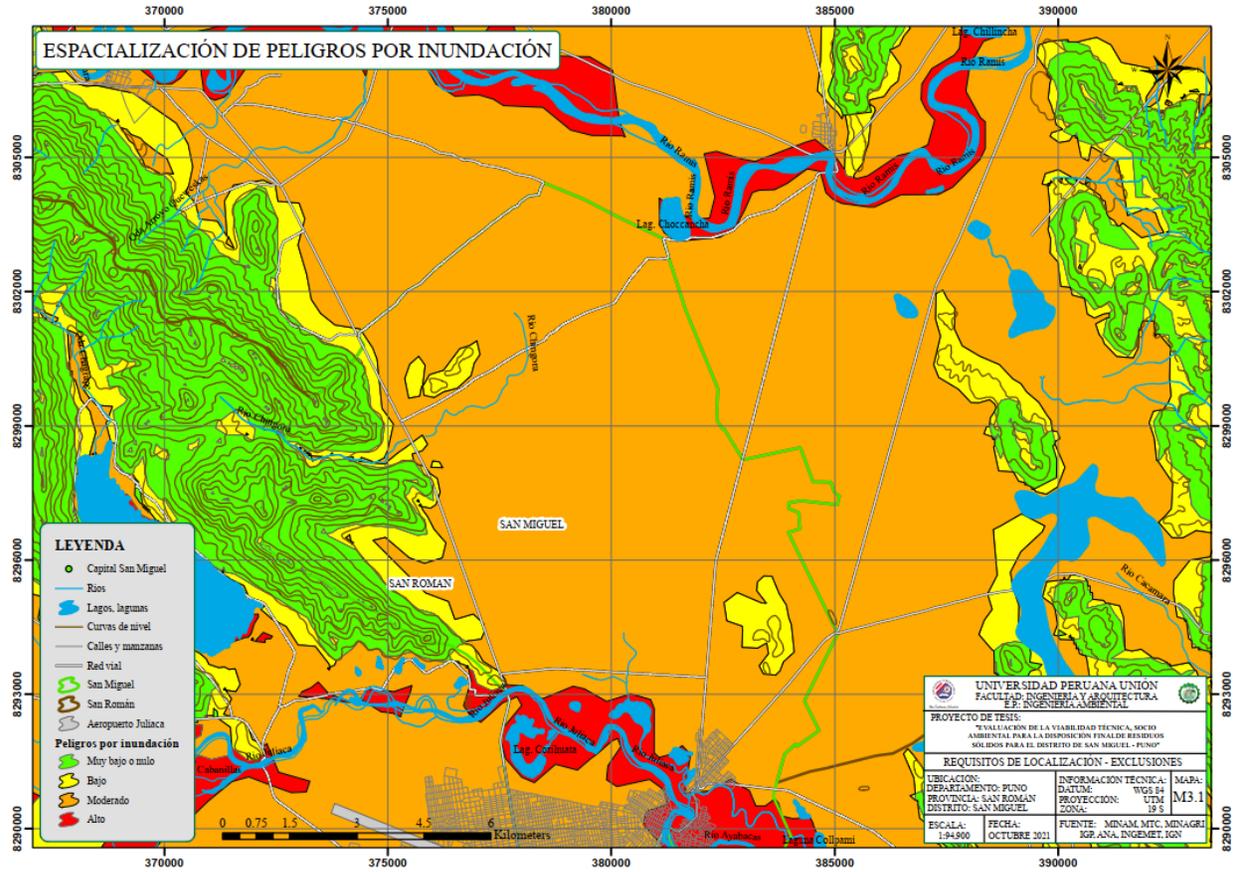
**Figura 27**

*Ámbito de influencia a predios rurales*



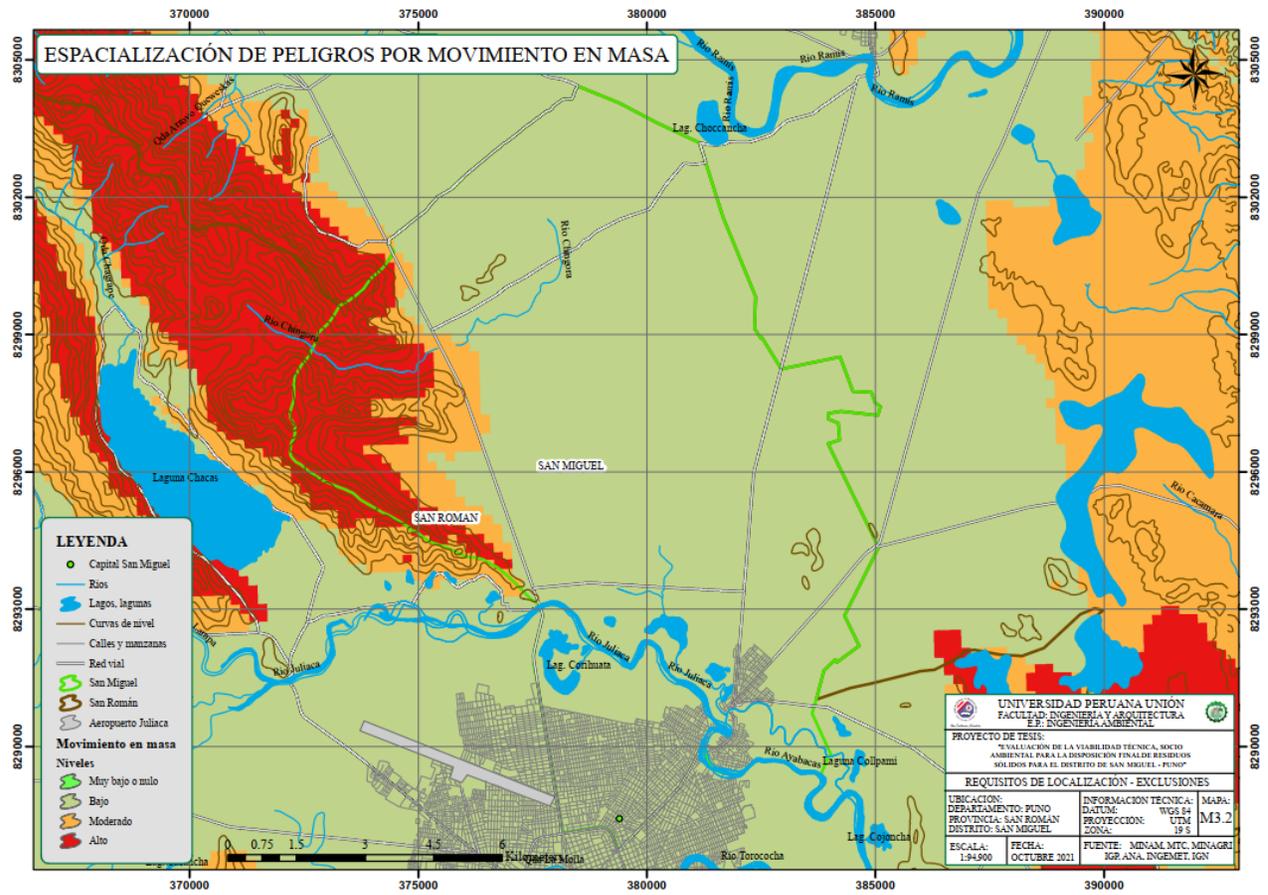
**Figura 28**

*Espacialización de peligros por inundación*



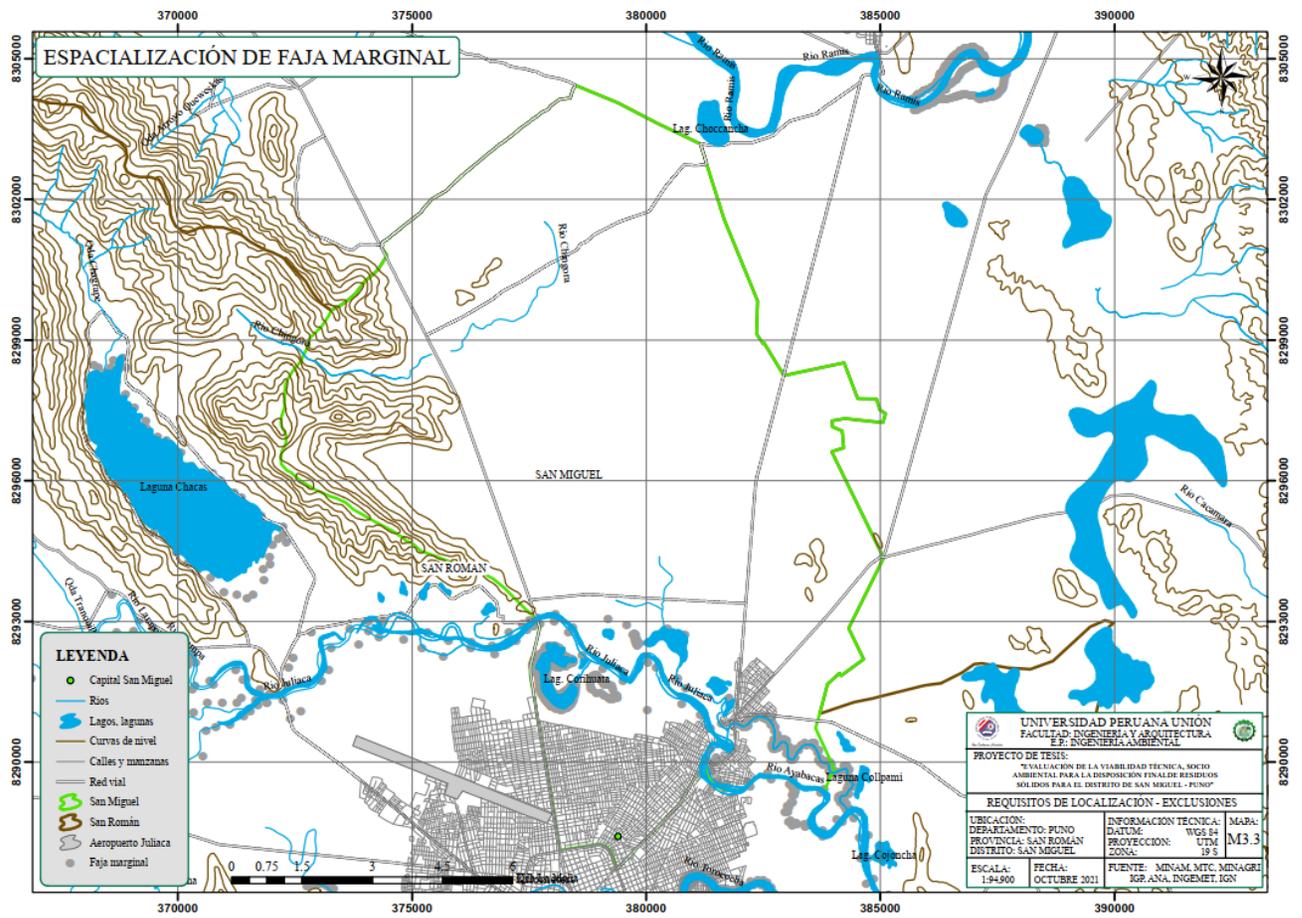
**Figura 29**

*Espacialización de peligros por movimiento de masa*



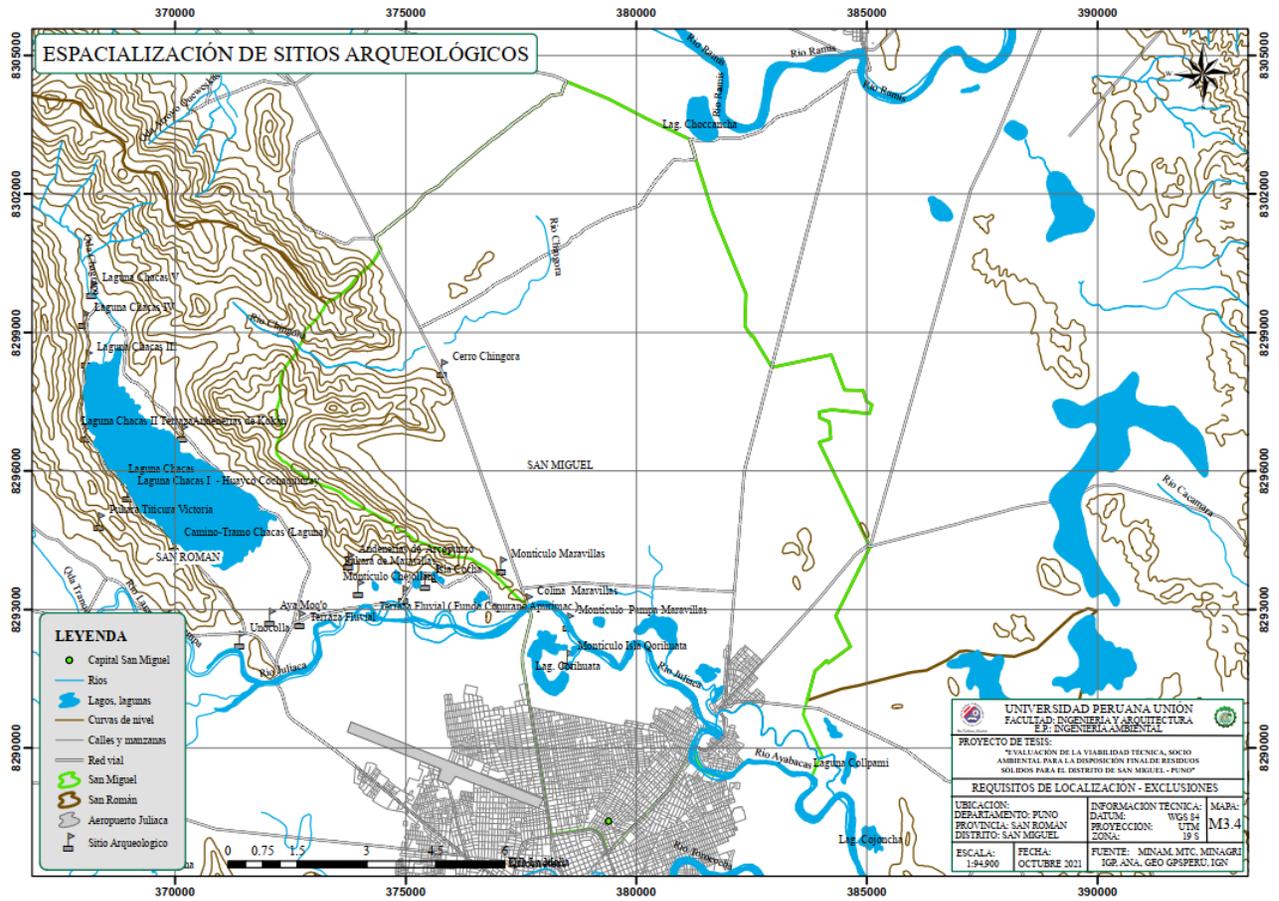
**Figura 30**

*Espacialización de influencia de faja marginal*



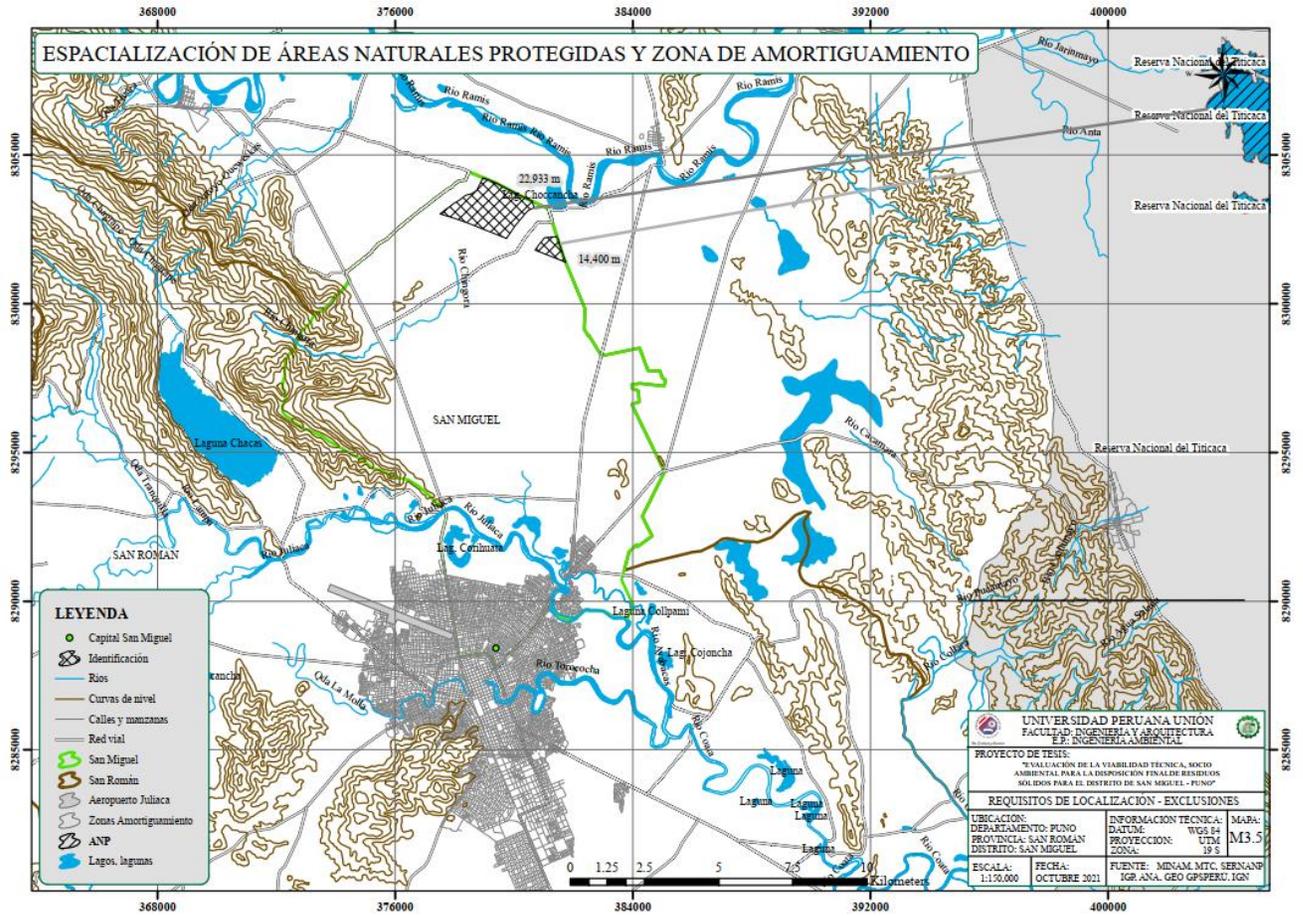
**Figura 31**

*Espacialización de sitios arqueológicos*



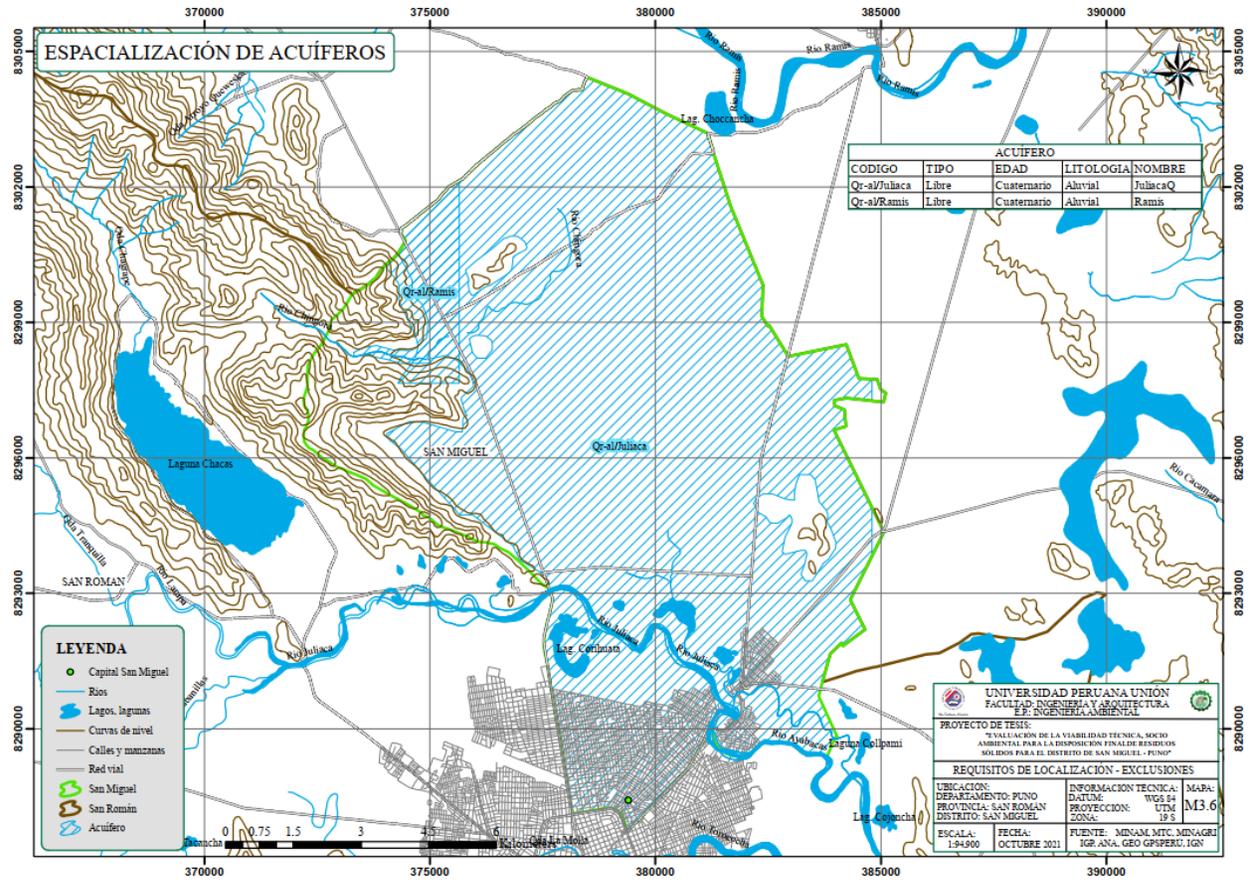
**Figura 32**

*Espacialización de áreas naturales protegidas y zonas de amortiguamiento*



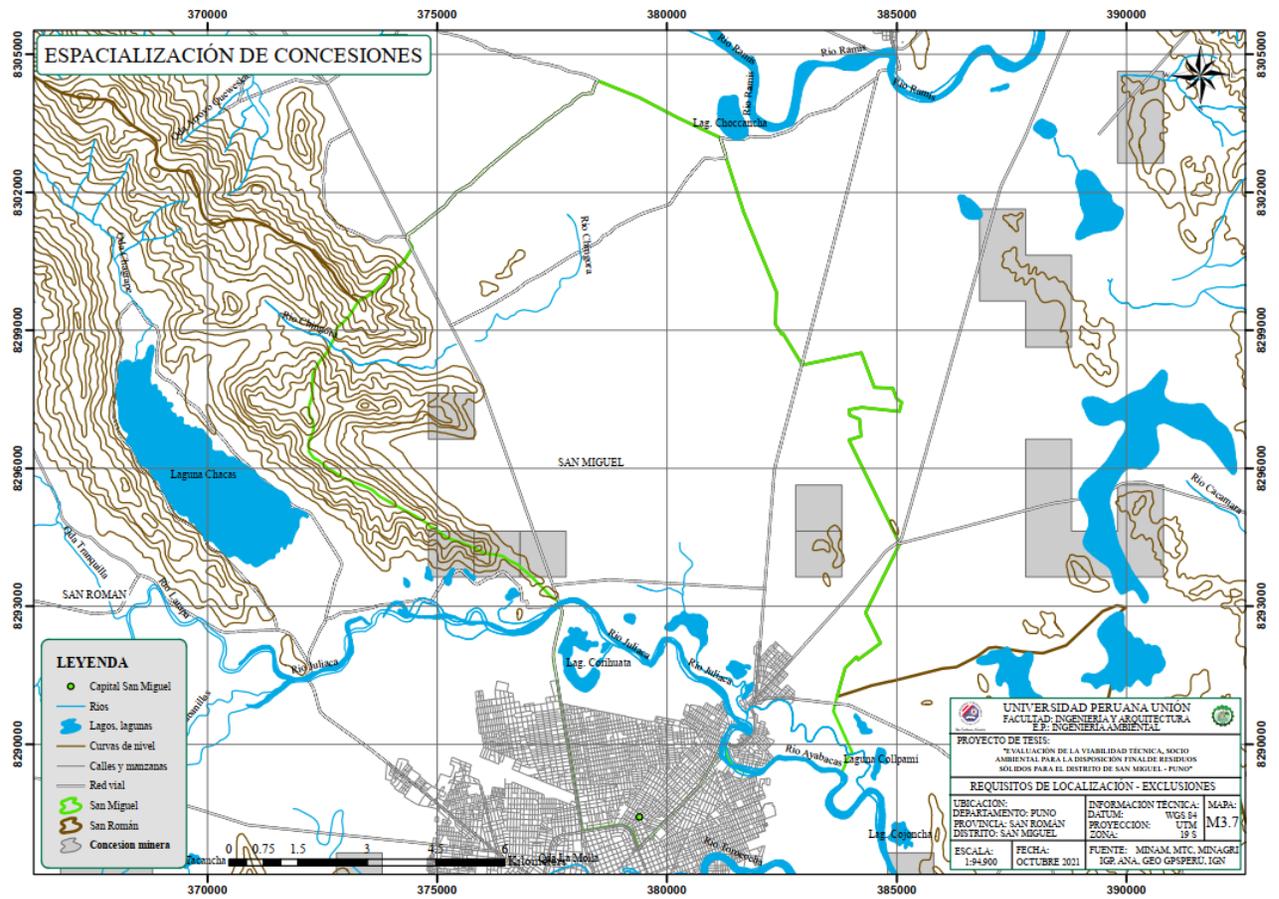
**Figura 33**

*Espacialización de acuíferos*



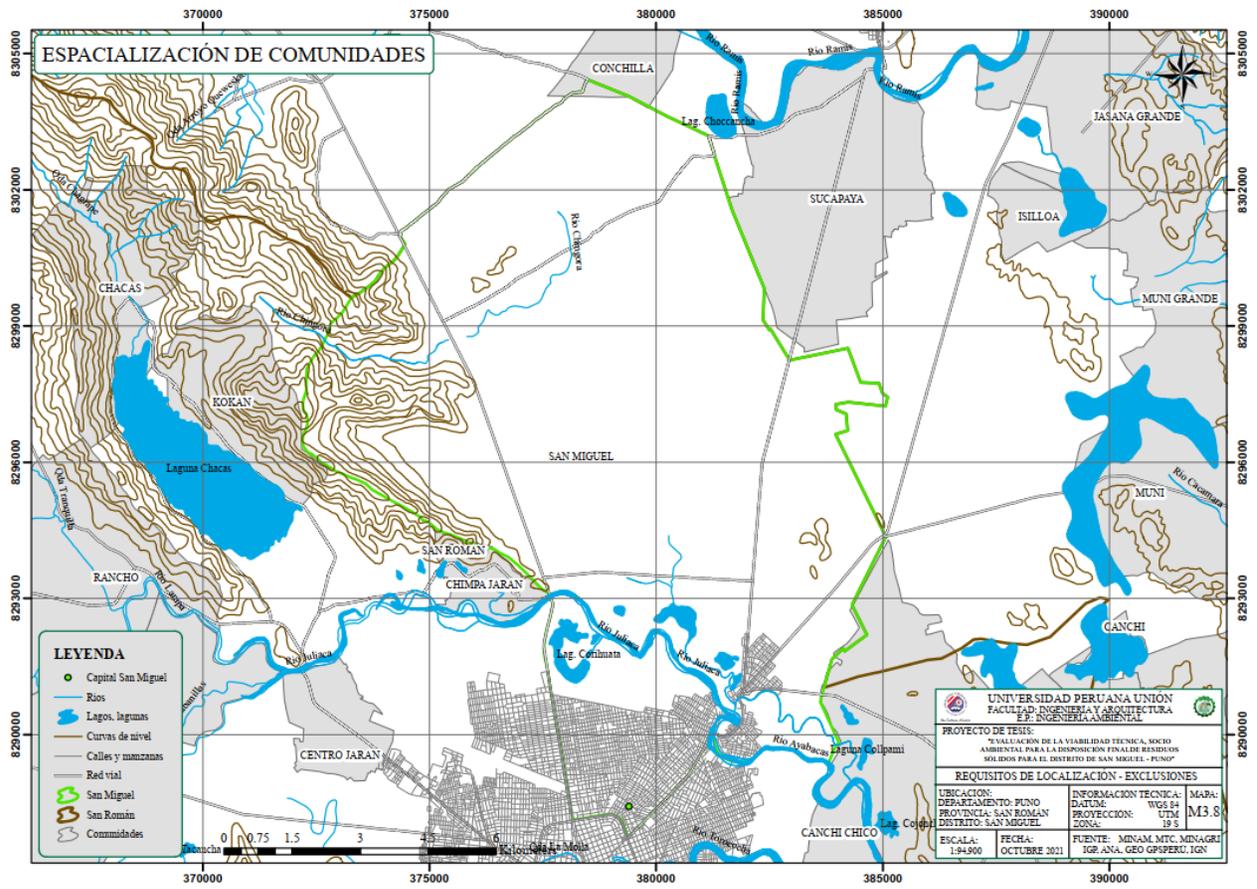
**Figura 34**

*Espacialización de concesiones*



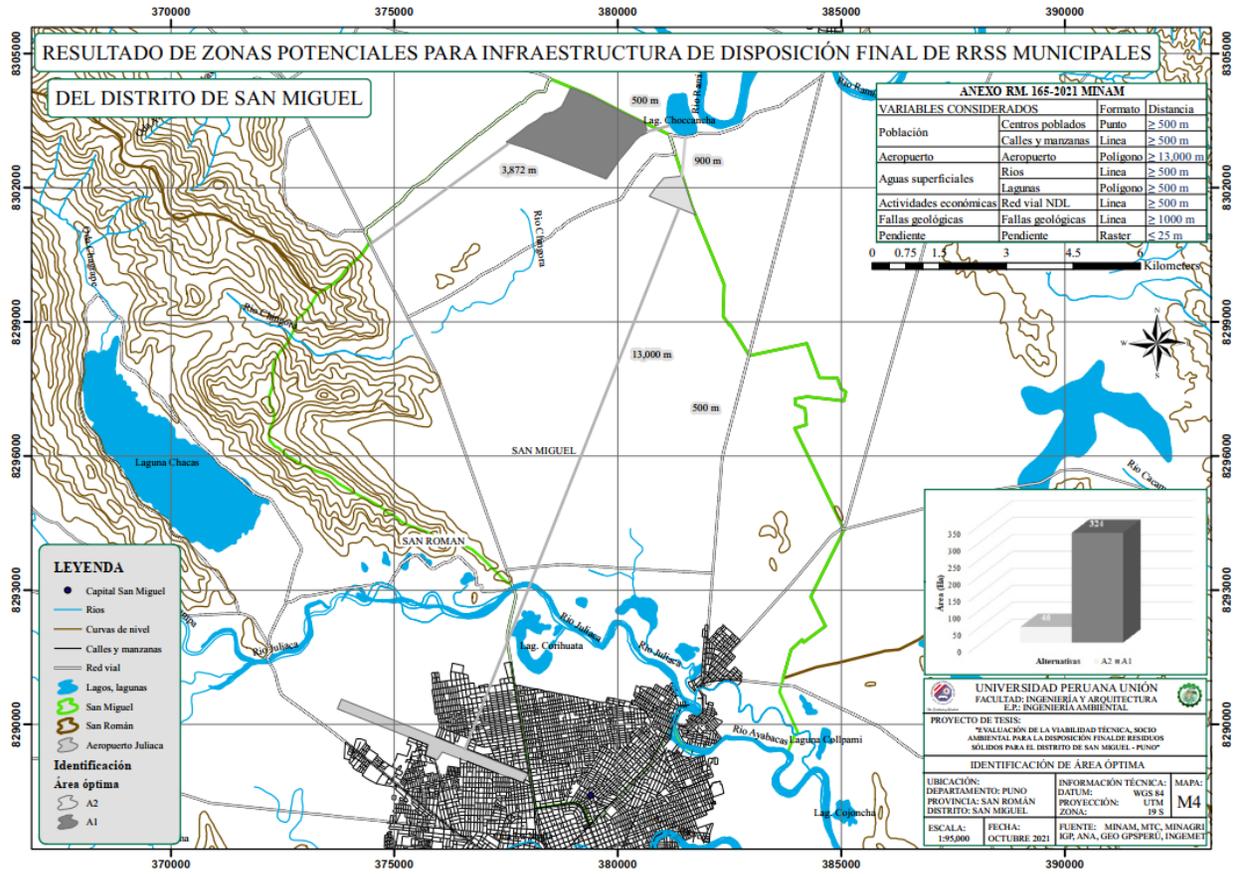
**Figura 35**

*Espacialización de comunidades*



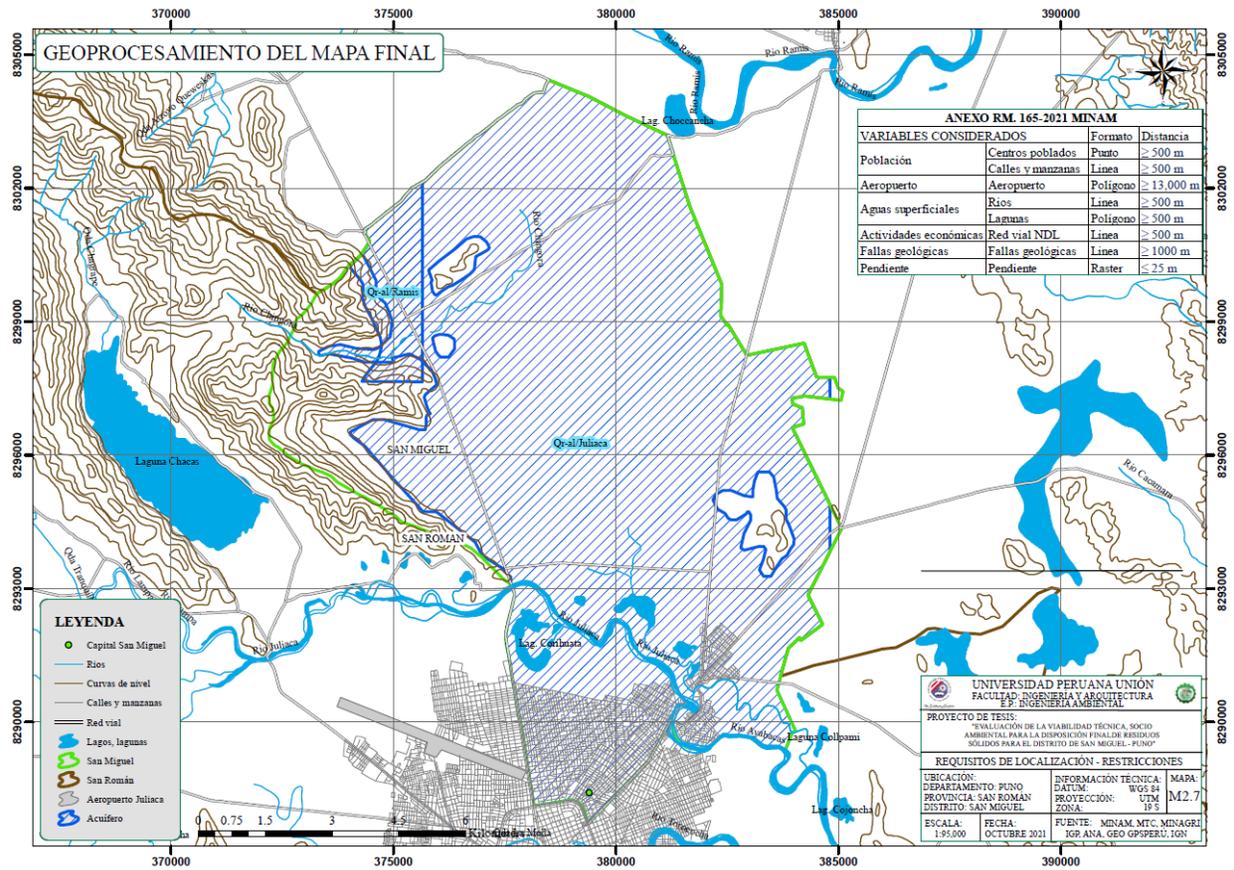
**Figura 36**

*Resultados de Zonas Potenciales sin las capas de “Peligros o susceptibilidad por inundación y movimientos en masa”*



**Figura 37**

*Mapa final del Geoprocesamiento del Distrito de San Miguel*



## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1. Conclusiones**

Se concluye que:

- En el ámbito de la Municipalidad Distrital de San Miguel no existe un área potencial para la disposición final de residuos sólidos ya que en toda el área del distrito de San Miguel no cumple con un criterio de exclusión, la variable: “Peligros o susceptibilidad por inundación y movimientos en masa”, de acuerdo a Guía para la Identificación de Zonas Potenciales para Infraestructura de Disposición Final de Residuos Sólidos Municipales. (R.M. 165 - 2021– MINAM y D.L. N.º 1278 – 2016 MINAM).
- La generación per cápita de los residuos sólidos municipales del distrito de San Miguel en el año 2019 es de 0.55, 0.50 y 0.05 kg/hab/día para residuos sólidos municipales, residuos sólidos domiciliarios y residuos sólidos no domiciliarios y especiales, respectivamente y una generación estimada de 33.55 ton/día.
- Realizando el modelamiento y cruce de datos de los criterios de restricciones y exclusiones se identificó (02) dos áreas potenciales para la disposición final de residuos sólidos municipales la primera con un área total de 324 hectáreas y el área dos con un total de 46 hectáreas. Sin embargo, al realizar el cruce de datos con la variable de “Peligros o susceptibilidad por inundación y movimientos en masa”, resulta que todo el distrito de San Miguel se ve inmerso en una zona inundable. Así mismo la parte social no acepta la construcción de un relleno sanitario u celdas transitorias, sin embargo, podrían evaluar la construcción de una planta de tratamiento y valorización de residuos sólidos.

## 5.2. Recomendaciones

Se recomienda que:

- La búsqueda de áreas de disposición final de residuos sólidos en distritos aledaños al distrito de San Miguel para la construcción de un relleno sanitario, ya que en el distrito no se cuenta con áreas óptimas para tal fin.
- Buscar alternativas con tecnologías innovadoras e importadas para el tratamiento, valorización y disposición final de residuos sólidos
- Implementar un programa de educación ambiental drástico tanto en el área urbano y rural, como el programa de segregación, así mismo priorizar al Programa municipal de educación cultura y ciudadanía ambiental (PROGRAMA EDUCCA), ya que dicho programa está dirigido a instituciones educativas de nivel inicial, primaria, secundario con la formación de promotores ambientales escolares (PAE), nivel superior con la formación de promotores ambientales juveniles (PAJ) y población en general con la formación de promotores ambientales comunitarios (PAC)

## REFERENCIAS

- Alarcon, T., y Andre, J. (2017). *Dimensionamiento de un relleno sanitario para los residuos sólidos municipales en el distrito de Paucarpata-Provincia y Región de Arequipa*.
- Alfonso, C., Mejía, Z., Andrés, F., Castañeda, M., Alejandra, P., y Varela, M. (2012). *Metodología para la localización de rellenos sanitarios mediante sistemas de información geográfica. un caso regional colombiano*. (Vol. 32, Número 1). Universidad Nacional de Colombia - Facultad de Ingeniería.
- Apaza Arpasi, R. W., Saraza Cruz, D., Castillo Apaza, Y., y Vilca Ticona, J. L. (2015). *Guía para la Educación Ambiental (PELT(Proyecto Especial Binacional Lago Titicaca) (ed.))*.
- Becerra Ordoñez, C. A., Castro Castro, M. A., y Dorado Rodríguez, A. F. (2015). *Identificación de áreas potenciales para la disposición final de residuos sólidos del Municipio de Popayán*. Universidad de Manizales - Colombia.
- Boroschek Krauskopf, R., y Retamales Saavedra, R. (2004). Guía para la reducción de nuevos establecimientos de salud de la vulnerabilidad en el diseño. *OMS/OPS- Grupo del Banco Mundial*.
- Churata Zarate, R. (2017). *Determinación y dimensionamiento de relleno sanitario para el Distrito de Sicuani; Cusco, 2016*. Universidad Nacional de San Agustín.
- D.S. N° 014 - 2017 - MINAM. (2017). D.S. N° 014 - 2017 - MINAM. En *El Peruano* (p. 32).
- Erazo Tapia, N. R. (2016). *Identificación de sitios potenciales para la construcción de un relleno sanitario a partir de un SIG en el Municipio de Pupiales - Nariño*. Universidad de Manizales -Colombia.
- Giménez Vera, M., y Cardozo Carrera, C. R. (2012). Localización óptima de relleno sanitario aplicando técnicas multicriterio en sistemas de información geográfica (SIG) en el área metropolitana del Alto Paraná. *VII Congreso de Medio Ambiente*, 20.
- Herrera Becerra, N. M. (2014). *Identificación de áreas potenciales para el manejo de residuos o desechos peligrosos en el departamento de Cundinamarca*. Universidad Nacional de Colombia.
- Jimenez Otivo, E. M. (2017). *Modelamiento espacial de los parámetros de calidad de sitio para la disposición final de los residuos sólidos en el distrito de Chilca, provincia de Huancayo*,

- departamento de Junín - 2017. Universidad Alas Peruanas.*
- MINAM. (2017). Decreto Legislativo N° 1278. *Diario Oficial El Peruano*, 35.
- MINAM. (2018). Resolución Ministerial N 457-2018-MINAM. En *Guía para la Caracterización de Residuos Sólidos Municipales* (pp. 1-76).
- MINAM. (2021a). *GUIA PARA LA IDENTIFICACION DE ZONAS POTENCIALES PARA INFRAESTRUCTURA DE DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS MUNICIPALES.*
- MINAM. (2021b). *Guía para la identificación de zonas potenciales para infraestructura de disposición final de residuos sólidos municipales.*
- MINAM. (2021c). *GUÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS POTENCIALES PARA INFRAESTRUCTURA DE DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES. Anexo de la R.M. 165-2021 - MI.*
- MINAM. (2021d). *Resolución Ministerial N° 165-2021-MINAM.*
- MINAM. (2022). *Sigersol.*
- MINAM. (2019). *Guía para la Caracterización de residuos sólidos Municipales.*
- Morales-Soto, S. E., y Rodríguez-Infante, A. (2016). Evaluación geológica ambiental para ubicar un relleno sanitario manual en la parroquia Mene de Mauroa, Venezuela. *Minería y Geología*, 32(2), 87-101.
- Municipalidad Distrital de San Miguel - Puno. (2019). *Estudio de caracterizacion de residuos solidos de San Miguel -Puno.*
- OEFA. (2020). *OEFA supervisa el manejo de residuos sólidos en la Celda Transitoria de Huanuyo en Puno (<https://www.oefa.gob.pe/>).* 8-9.
- OPS/OMS. (1993). *Descripción de la legislación Estadounidense sobre Rellenos Sanitarios.* [http://limpezapublica.com.br/textos/Description de la Legislacion Estadounidense sobre Rellenos.htm](http://limpezapublica.com.br/textos/Description%20de%20la%20Legislacion%20Estadounidense%20sobre%20Rellenos.htm)
- Ordóñez, C., y Martínez-Alegría, R. (2003). *Sistemas de información geográfica : aplicaciones prácticas con Idrisi32 al análisis de riesgos naturales y problemáticas medioambientales / Celestino Ordoñez Galán, Roberto Martínez-Alegría López. SERBIULA (sistema Librum 2.0).*

- PAOT. (2021). *¿Como se dispone la basura? Procuraduria ambiental y del ordenamiento territorial.*
- Paredes Paredes, E. (2018). *Identificación de áreas óptimas para relleno sanitario de residuos sólidos de la ciudad de Sandía - Puno.* Universidad Nacional del Altiplano.
- Pari, S. (2016). *Propuesta de gestión de residuos sólidos mediante un relleno sanitario manual, para el municipio de Taraco.* 175.
- Paz Paz, S. audato. (2011). *Localizacion de sitios adecuados para establecer un vertedero de residuos solidos urbanos en el municipio del distrito central de honduras.* Universidad Autonoma De Honduras.
- Purizaga Izquierdo, L. F. (2019). *Naturaleza, factores limitantes, evaluación e importancia de la aplicación del sistema de Información Geográfica (SIG) en la toma de decisiones y gestión administrativa en las Municipalidades de Lima Metropolitana: Municipalidad de San Borja, San Isidro,.* Universidad Nacional Federico Villarreal.
- Rodríguez San Román, C. M. (2015). *Optimización del dimensionamiento de un relleno sanitario de residuos sólidos municipales para la ciudad de Juliaca - 2015.* Universidad Andina Néstor Cáceres Velazquez.
- Roé-Sosa, A., Rojas-Valencia, M., y Torres-Romero, C. (2014). Localización de un sitio para construir un centro de aprovechamiento de residuos sólidos urbanos a través de tres métodos. *Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales: Investigación, desarrollo y práctica*, 7(2), 141-153.  
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.22201/iingen.0718378xe.2014.7.2.46796>
- Tejada Soriano, A. A. (2018). Diseño del relleno sanitario para el Distrito de San José, Provincia de Pacasmayo – La Libertad. En *Universidad César Vallejo.* Universidad Cesar Vallejo.
- Tower & Tower. (2021). *Definición de los Residuos Sólidos.*
- Umaña, J. G. (1999). *Método para la evaluación y selección de sitios para relleno sanitario.*

## ANEXOS

### Anexo A. Panel Fotográfico

#### Figura 38

*Ubicación de pozo en el área 01*



#### Figura 39

*Medición de la profundidad de la Napa freática del área 01*



**Figura 40**

*Medición de Napa freática en pozos del área 02*



**Figura 41**

*Levantamiento de coordenadas UTM con GPS Garmin.*



**Figura 42**

*Reunión con los pobladores del sector Chocacha - San Miguel.*



**Figura 43**

*Levantamiento topográfico con GPS diferencial del área*

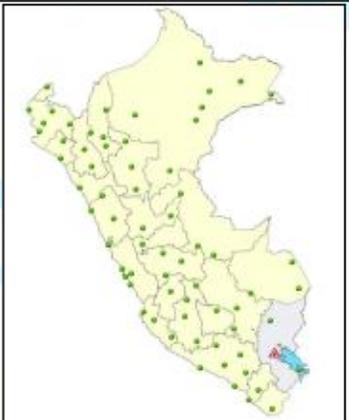


**Figura 44**

*Levantamiento topográfico con GPS diferencial del terreno en general*



Anexo B. Ficha de estación GNSS de rastreo permanente PU02 - IGN

	<b>INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL</b> SUBDIRECCIÓN DE CARTOGRAFÍA DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO GEODÉSICO	
<b><u>FORMULARIO DE INFORMACIÓN DE LA ESTACIÓN GNSS DE RASTREO PERMANENTE</u></b>		
<b>0. DATOS GENERALES:</b>		
Preparado por:	Departamento de Procesamiento Geodésico	
Realizado:	30 de noviembre de 2020	
Versión:	3.1.0	
<b>1. INFORMACIÓN DE LA ESTACIÓN GNSS:</b>		
Nombre:	Juliaca	
Código Nacional:	PU02	
Código Internacional:	4222SM001	
Inscripción:	Placa de bronce	
Orden de la estación:	"0"	
Fecha de monumentación:	3 de abril de 2010	
<b>2. INFORMACIÓN SOBRE LA LOCALIZACIÓN:</b>		
Departamento:	Puno	
Provincia:	San Román	
Distrito:	Juliaca	
Ubicación de la estación:	Universidad Peruana la Unión	
<b>CROQUIS DE UBICACIÓN</b>		
		
FECHA: 10/02/2022 15:06 / COMPROBANTE DE PAGO ELECTRÓNICO: R001-003089		
PU02 1   4		



**INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL  
SUBDIRECCIÓN DE CARTOGRAFÍA  
DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO GEODÉSICO**



**3. COORDENADAS DE LA ESTACIÓN:**

<b>Sistema de referencia:</b> GRS80 / WGS84	<b>Marco de referencia:</b> ITRF2000
---	--------------------------------------

**3.1. GEODÉSICAS:**

<b>Latitud (S)</b>	<b>Longitud (O)</b>
15°30'51.75428"	70°10'45.77081"
<b>Altura Elipsoidal (m)</b>	<b>Factor de escala combinado</b>
3880.6368	0.999797846646

**3.2. CARTESIANAS**

<b>X (m)</b>	<b>Y (m)</b>	<b>Z (m)</b>
2085642.8147	-5786561.0415	-1696048.2441

**3.3. UTM**

<b>Este (m)</b>	<b>Norte (m)</b>
373508.2286	8284432.1650
<b>Zona: 19 Sur</b>	



**4. INFORMACIÓN SOBRE EL EQUIPO GNSS**

**4.1. RECEPTOR:**

**Modelo:** NET R9 TRIMBLE, Doble frecuencia  
**N° de serie:** 5742R51312  
**Versión del firmware:** 5.22  
**Fecha de instalación:** 10 de mayo de 2018  
**Ubicación del receptor:** El receptor se encuentra dentro de una caja metálica de color blanco humo empotrada a la pared, ubicada en el Laboratorio del Colegio Adventista del Titicaca de la mencionada universidad.

**4.2. ANTENA:**

**Modelo:** Zephyr Geodetic Model 3 (L1,L2) Trimble  
**N° de serie:** 1551129465  
**Cubierta protectora:** con domo  
**Medición de la antena:** ARP (Base de soporte de la antena)  
**Altura de la antena:** 0.0750 m  
**Fecha de instalación:** 10 de mayo de 2018  
**Ubicación de la antena:** La antena se encuentra sobre un monumento de concreto de 2.00 m de alto y 40 cm x 40 cm de ancho de color azul, ubicada en el techo de la oficina de informática de la mencionada universidad.

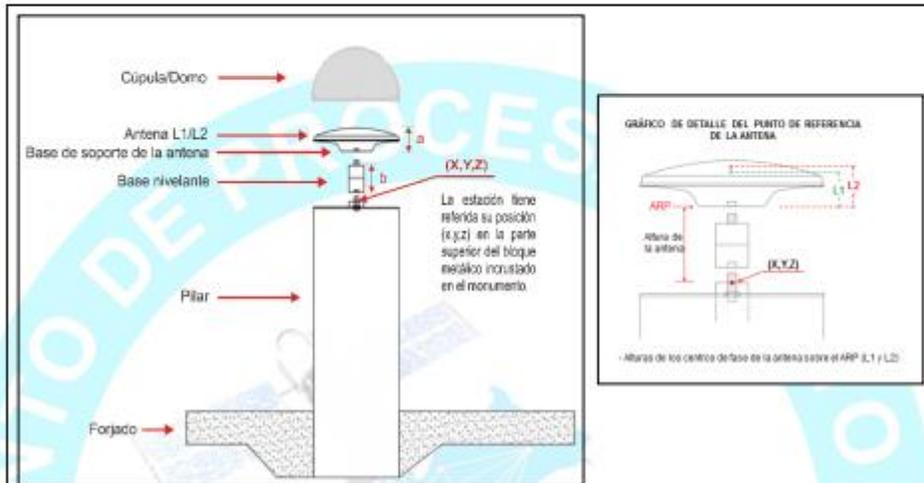


**INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL  
SUBDIRECCIÓN DE CARTOGRAFÍA  
DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO GEODÉSICO**



**5. ESQUEMA DE LA ESTACIÓN**

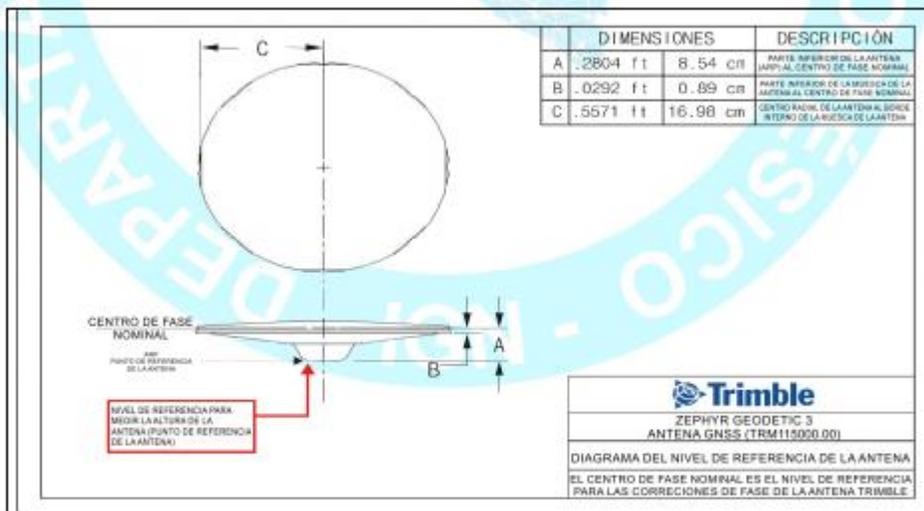
**5.1. ESQUEMA DE ALTURA DE LA ANTENA**



**a = 8.54 cm** Distancia de compensación del centro de fase. (Phase Center Offset)

**b = 7.50 cm** Distancia entre la base de soporte de la antena y el límite superior del bloque metálico incrustado en el monumento.

**5.2. DIMENSIONES DE LA ANTENA**





**INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL  
SUBDIRECCIÓN DE CARTOGRAFÍA  
DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO GEODÉSICO**



**6. INFORMACIÓN SOBRE EL PROCESAMIENTO**

**Área de mantenimiento:** DPG  
**Área de control:** DPG  
**Área de procesamiento:** DPG  
**Observables:** L1, L2, C1, P2  
**Intervalo de registro:** 5 seg  
**Máscara de elevación:** 5°  
**Archivo diario:** 24 HRS  
**Formato de archivo nativo:** \*T02  
**Datos para el procesamiento:** 06 al 19 de septiembre de 2020  
**Tipo de órbita:** Efemérides precisas finales  
**Archivo procesado:** Rinex 2.11  
**Software de procesamiento:** Gamit / Globk V 10.71  
**Procesador y analista GNSS:** Lic. Franklin Maylle Gamarra  
**Revisado por:** CAP. EP. Rogger Montoya Monroy

**7. CONTACTOS**

**Oficina:** Departamento de Procesamiento Geodésico  
**Dirección:** Av. Andrés Barrantes 1184, Surquillo, Lima 34, Perú  
**Teléfono:** 4759960 / 4753030 Anexo 120  
**Correo:** [cpg@ign.gob.pe](mailto:cpg@ign.gob.pe) / [sirgas\\_peru@ign.gob.pe](mailto:sirgas_peru@ign.gob.pe)  
**Web site:** [http://209.45.65.186/rastreo\\_permanente](http://209.45.65.186/rastreo_permanente)

## Anexo C

### Levantamiento de coordenadas y altitud con GPS DIFERENCIAL y compra de PU02

Información del proyecto		Sistema de coordenadas	
<b>Nombre:</b>	C:\Users\Asus\Desktop\HERMOGENES\PROCESO LB\PROCESO LB.vce	<b>Nombre:</b>	UTM
<b>Tamaño:</b>	615 KB	<b>Datum:</b>	WGS 1984
<b>Modificado/a:</b>	30/07/2022 11:37:44 (UTC: -5)	<b>Zona:</b>	19 South (69W)
<b>Zona horaria:</b>	Hora est. Pacífico, Sudamérica	<b>Geoide:</b>	EGM 08-25
<b>Número de referencia:</b>		<b>Datum vertical:</b>	
<b>Descripción:</b>			

### Lista de puntos

ID	Este (Metro)	Norte (Metro)	Elevación (Metro)	Código de característica
1	380113.640	8291883.199	3821.196	
2	381782.817	8291348.099	3820.935	
3	384732.366	8294495.462	3825.016	
4	383047.879	8295395.518	3826.435	
5	381631.536	8296536.785	3826.010	
6	382330.491	8298792.719	3826.085	
7	380653.474	8302587.223	3828.008	
8	378113.240	8300702.591	3827.882	
9	377408.723	8303586.867	3828.414	
10	374384.390	8301097.476	3830.651	
11	375393.822	8298874.724	3829.665	
12	376636.734	8295760.678	3826.203	
13	377441.985	8294260.038	3825.133	
14	378666.713	8292964.374	3825.648	
15	381060.095	8293416.070	3824.379	
16	379241.317	8294825.286	3825.629	
17	379915.190	8296303.553	3825.608	
18	378048.408	8297415.434	3826.305	
19	379900.950	8298649.159	3826.699	
20	382609.811	8293334.681	3824.331	
PU02	373508.229	8284432.165	3834.468	PU02
<b>30/07/2022</b>	C:\Users\Asus\Desktop\HERMOGENES\PROCESO LB\PROCESO LB.vce		Trimble Business Center	

## Anexo D

## Procesamiento de los puntos de GPS diferencial enlazando a PU02 del GNSS

