

# UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

**APLICACIÓN DEL SOFTWARE ARCGIS PARA LA UBICACIÓN Y  
ELABORACIÓN DE MAPAS PARA UN RELLENO SANITARIO EN EL DISTRITO  
DE ILAVE – PUNO 2023**

**PRESENTADA POR:**

**JUAN CARLOS PAUCAR PONGO**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:**

**BACHILLER EN INGENIERÍA AMBIENTAL**

**PUNO – PERÚ**

**2024**



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



# 4.42%

SIMILARITY OVERALL

SCANNED ON: 23 FEB 2024, 6:26 PM

## Similarity report

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

● IDENTICAL  
0.49%

● CHANGED TEXT  
3.92%

## Report #19767417

JUANCARLOS PAUCAR PONGO APLICACIÓN DEL SOFTWARE ARCGIS PARA LA UBICACIÓN Y ELABORACIÓN DE MAPAS PARA UN RELLENO SANITARIO EN EL DISTRITO DE ILAVE – PUNO 2023 RESUMEN Con el objetivo de identificar áreas aptas para la instalación de un relleno sanitario en el distrito de Ilave, provincia El Collao, departamento de Puno, mediante el uso de sistemas de información geográficos y la evaluación multicriterio como instrumentos para la identificación de áreas que cuenten con las condiciones necesarias para la instalación de un relleno sanitario; 2  
Paralelo se integró los criterios establecidos en la “guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario manual”, del Ministerio del Ambiente; de las cuales se evaluaron 5 criterios y asignándoles valores de “0” para “Áreas no aptas y 1 para “Áreas aptas”; al contar con los raster de los criterios evaluados, se realizó el análisis de superposición de criterios con lo cual se logró identificar 02 áreas, donde el Área - 1 cuenta con la extensión de 203.16 ha. y el Área - 2 cuenta con la extensión de 236.63 ha. Ambas áreas demandan mínimos costos de transporte de residuos sólidos cumpliendo con los criterios establecidos por el Ministerio del Ambiente; Concluyendo que los sistemas de información geográfica son una herramienta útil a la hora de identificar áreas para la instalación de un relleno sanitario que cumpla con las condiciones socio ambientales.

**UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS**  
**FACULTAD DE INGENIERÍAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**  
**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

**APLICACIÓN DEL SOFTWARE ARCGIS PARA LA UBICACIÓN Y  
ELABORACIÓN DE MAPAS PARA UN RELLENO SANITARIO EN EL DISTRITO  
DE ILAVE – PUNO 2023**

**PRESENTADA POR:**

**JUAN CARLOS PAUCAR PONGO**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:  
BACHILLER EN INGENIERÍA AMBIENTAL**

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE

:



Mg. JULIO WILFREDO CANO OJEDA

PRIMER MIEMBRO

:



M.Sc. FREDY APARICIO CASTILLO SUAQUITA

ASESOR

:



Dr. ESTEBAN ISIDRO LEON APAZA

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub Área: Ingeniería Ambiental

Líneas de Investigación: Ciencias Ambientales

Puno, 28 de febrero del 2024

## DEDICATORIA

En primer lugar a mis padres Alberto Paucar Juli y Gloria Pongo Quenta, por todo el apoyo brindado, por todo sus consejos, por los valores que me inculcaron y por la motivación constante que me ha permitido ser una mejor persona.

A mis hermanos por el apoyo que me brindaron y todo los consejos que nunca olvidaré; agradecer de igual manera a mis amigos que siempre estuvieron ahí con palabras de motivación que me impulsaron a salir adelante..

## AGRADECIMIENTOS

- Agradeceré primeramente a Dios, que con su bendición llena constantemente mi existencia y por permitirme tener una familia que me brinda su apoyo incondicional.
- A la Universidad Privada San Carlos, por brindarme una formación profesional de calidad.
- Agradecer a todos los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental por compartir sus conocimientos y valores que me brindaron a lo largo de la etapa universitaria y me prepararon para la vida profesional.
- Por último agradecer a mi asesor: Dr. Esteban Isidro Leon Apaza, por el apoyo y orientación brindada para la realización de este proyecto

## ÍNDICE GENERAL

	<b>Pág.</b>
DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTOS	2
ÍNDICE GENERAL	3
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
INDICE DE ANEXOS	8
RESUMEN	9
ABSTRACT	10
INTRODUCCIÓN	11

### CAPÍTULO I

#### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

<b>1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>12</b>
<b>1.1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</b>	<b>13</b>
1.1.1.1. PROBLEMA GENERAL:	13
1.1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS:	13
<b>1.2. ANTECEDENTES</b>	<b>14</b>
1.2.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	14
1.2.2. ANTECEDENTES NACIONALES	14
1.2.3. ANTECEDENTES LOCALES	16
<b>1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>16</b>
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	16
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

<b>2.1. MARCO TEÓRICO</b>	<b>18</b>
2.1.1 Sistema de Información Geográfico (SIG).	18
2.1.2. Residuos sólidos	20
2.1.3. Términos básicos ambientales	22
2.1.4. Problemas de la inadecuada disposición de los residuos sólidos	22
2.1.5. Criterios para la selección de un área para relleno sanitario	23
<b>2.2. MARCO CONCEPTUAL</b>	<b>24</b>
<b>2.3. MARCO NORMATIVO</b>	<b>25</b>
<b>2.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>26</b>
2.4.1. Hipótesis general	26

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

<b>3.1. ZONA DE ESTUDIO</b>	<b>27</b>
3.1.1. Ubicación política	27
3.1.2. Ubicación geográfica	27
<b>3.2. TAMAÑO DE MUESTRA</b>	<b>28</b>
3.2.1. Población	28
3.2.2. Muestra.	28
<b>3.3. MÉTODO Y TÉCNICAS</b>	<b>29</b>
3.3.1. Tipo de investigación:	29
3.3.2. Diseño de Investigación:	29
3.3.3. Materiales	29
<b>3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES</b>	<b>29</b>
<b>3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO</b>	<b>30</b>
3.5.1. Método:	30

## CAPÍTULO IV

### EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

<b>4.1. EXPOSICION Y ANALISIS DE CRITERIOS</b>	<b>36</b>
<b>4.2. PRUEBAS DE HIPÓTESIS</b>	<b>50</b>
<b>4.3. DISCUSIÓN</b>	<b>51</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>53</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>54</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>55</b>
<b>ANEXO</b>	<b>59</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 01:</b> Demográficos del distrito de Ilave.	28
<b>Tabla 02:</b> Operacionalización de variables.	30
<b>Tabla 03:</b> Base de datos en formato shapefile (shp).	31
<b>Tabla 04:</b> Ponderación de los criterios y escala de medición.	32
<b>Tabla 05:</b> Criterio de pendientes.	37
<b>Tabla 06:</b> Criterio de distanciamiento de red hidrográfica.	39
<b>Tabla 07:</b> Criterio de distanciamiento de red vial.	41
<b>Tabla 08:</b> Criterio de distanciamiento de centros poblados.	43
<b>Tabla 09:</b> Clasificación de la geología del distrito de Ilave.	46
<b>Tabla 10:</b> Datos estadísticos de la Alternativa - 1 y Alternativa - 2.	49
<b>Tabla 11:</b> Datos estadísticos de rutas óptimas hacia A - 1 y A - 2.	50

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 01:</b> Componentes de un SIG.	18
<b>Figura 02:</b> Clasificación de los tipos de residuos según su Gestión	20
<b>Figura 03:</b> Mapa del área de estudio	27
<b>Figura 04:</b> Mapa cartográfico de pendientes.	37
<b>Figura 05:</b> Mapa de criterio de pendientes.	38
<b>Figura 06:</b> Mapa cartográfico de la red hidrográfica del distrito de Ilave.	39
<b>Figura 07:</b> Mapa de distanciamiento de red hidrográfica.	40
<b>Figura 08:</b> Mapa cartográfico de Red Vial	41
<b>Figura 09:</b> Mapa de distanciamiento de Red Vial.	42
<b>Figura 10:</b> Mapa cartográfico de centros poblados	43
<b>Figura 11:</b> Mapa de distanciamiento de centros poblados.	44
<b>Figura 12:</b> Mapa cartográfico de la geología del distrito de Ilave.	45
<b>Figura 13:</b> Mapa cartográfico de criterio geológico.	47
<b>Figura 14:</b> Superposición de los criterios evaluados.	48
<b>Figura 15:</b> Mapa de identificación de áreas.	48
<b>Figura 16:</b> Mapa de rutas óptimas hacia los rellenos óptimos	49
<b>Figura 17:</b> Reconocimiento del área presentada como Alternativa - 1.	63
<b>Figura 18:</b> Reconocimiento del área presentada como Alternativa - 2.	63

## INDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
<b>Anexo 01:</b> Matriz De Consistencia.	60
<b>Anexo 02:</b> Geoprocesamiento de criterios con el software ArcGIS, para la ubicación de áreas óptimas.	61
<b>Anexo 03:</b> Estimación de distancia aproximada desde punto de partida hacia A-1.	62
<b>Anexo 04:</b> Estimación de distancia aproximada desde punto de partida hacia A-1.	62
<b>Anexo 05.</b> Panel fotográfico.	63

## RESUMEN

Con el objetivo de identificar áreas aptas para la instalación de un relleno sanitario en el distrito de Ilave, provincia El Collao, departamento de Puno, mediante el uso de sistemas de información geográficos y la evaluación multicriterio como instrumentos para la identificación de áreas que cuenten con las condiciones necesarias para la instalación de un relleno sanitario; Para ello se integró los criterios establecidos en la “guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario manual”, del Ministerio del Ambiente; de las cuales se evaluaron 5 criterios y asignándoles valores de “0” para “Áreas no aptas y 1 para “Áreas aptas”; al contar con los raster de los criterios evaluados, se realizó el análisis de superposición de criterios con lo cual se logró identificar 02 áreas, donde el Área - 1 cuenta con la extensión de 203.16 ha. y el Área - 2 cuenta con la extensión de 236.63 ha. Ambas áreas demandan mínimos costos de transporte de residuos sólidos cumpliendo con los criterios establecidos por el Ministerio del Ambiente; Concluyendo que los sistemas de información geográfica son una herramienta útil a la hora de identificar áreas para la instalación de un relleno sanitario que cumpla con las condiciones socio ambientales.

**Palabras clave:** Sistemas, Información geográficos, Superposición de criterios, Relleno sanitario.

## ABSTRACT

With the objective of identifying areas suitable for the installation of a sanitary landfill in the district of Ilave, province of El Collao, department of Puno, through the use of geographic information systems and multi-criteria evaluation as instruments for the identification of areas that have the conditions necessary for the installation of a sanitary landfill; For this, the criteria established in the “guide for design, construction, operation, maintenance and closure of manual landfills” of the Ministry of the Environment were integrated; of which 5 criteria were evaluated and assigned values of “0” for “Unsuitable areas” and 1 for “Suitable areas”; By having the raster of the evaluated criteria, the analysis of overlapping criteria was carried out, with which it was possible to identify 02 areas, where Area - 1 has an area of 203.16 ha. and Area - 2 has an area of 236.63 ha. Both areas demand minimum solid waste transportation costs, complying with the criteria established by the Ministry of the Environment; Concluding that geographic information systems are a useful tool when identifying areas for the installation of a sanitary landfill that meets the socio-environmental conditions.

**Keywords:** Geographic, Information systems, Overlapping criteria, Sanitary landfill.

## INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se analiza la ubicación de potenciales áreas para la instalación de un relleno sanitario en el distrito de Llave, teniendo la posibilidad de utilizar los SIG para identificar características de un determinado lugar. La finalidad de esta investigación es encontrar sitios adecuados para rellenos sanitarios para mejorar la calidad de vida de las personas y reducir la contaminación ambiental.

En la actualidad el distrito de Llave, los residuos sólidos generados al no contar con una correcta disposición final dan lugar a diversos problemas tanto sociales, económicos y ambientales dado que la disposición de estos residuos son dispuestos en lugares inapropiados, de ahí la necesidad de ubicar lugares adecuados para la disposición final.

Sin embargo, al ser esta una tarea laboriosa por la cantidad de criterios a considerar se podría optar por el uso de tecnologías como los sistemas de información geográficos (SIG) como instrumento para identificar áreas que cumplan con los criterios del Ministerio del Ambiente.

La importancia metodológica de este estudio radica en el desarrollo de un modelo geoespacial, para poder determinar las áreas de rellenos sanitarios donde se disponer los residuos sólidos, ya que la información obtenida con esta metodología podría ser utilizada como una herramienta de apoyo verificable y complementaria para futuros proyectos, teniendo en cuenta lo mencionado los sistemas de información geográfica SIG son una herramienta que nos permite evaluar alternativas, condiciones y criterios de acuerdo a la base de datos de cada aspecto.

El contenido del presente trabajo está dividida en capítulos: En el capítulo I, Planteamiento del problema, los antecedentes que tiene relación con el proyecto y objetivos de la investigación; en el capítulo II: El marco teórico, conceptual y marco normativo; en el capítulo III: La metodología de la investigación y finalmente en el capítulo IV: Exposición y análisis de los resultados agregando las conclusiones y resultados.

## **CAPÍTULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Actualmente la contaminación ambiental representa uno de los principales problemas tanto para el Perú y el mundo, asociados principalmente a la mala gestión y manejo por parte de las entidades responsables (Miranda, 2022), La gestión y manejo de los residuos sólidos, es un problema que se agrava con el ritmo del crecimiento demográfico, esto dado a la falta de recursos, tecnologías apropiadas los cuales significarán costos mayores. (Loyaga, 2019)

Según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (ONU, 2018) sostiene que: La inadecuada disposición de los residuos sólidos en basurales a cielo abierto constituye una mala práctica la cual genera serios riesgos para la salud y severos impactos al medio ambiente como la contaminación del agua, contaminación los suelos, contaminación del aire. En ese sentido es una prioridad cerrar progresivamente los denominados basurales a cielo abierto a través de una gestión eficaz. (p. 8)

En el Perú, según el informe: “Perú: Indicadores de Gestión Municipal 2021” del Instituto de Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) expone que: de la totalidad de residuos sólidos recolectados por las municipalidades, el 84,4% terminan en un botadero, 32,1% destinan todo o parte al reciclado, 17,2% son dispuestos en rellenos sanitario y el 8,2% son incinerados. (INEI, 2022)

En concordancia con ello, la Defensoría del Pueblo Perú, (2019), menciona que: “más del

80% de municipalidades que recolectan los residuos sólidos en su jurisdicción, disponen todo o parte de los mismos en botaderos” (p. 106). Por lo tanto los departamentos con el mayor número de municipalidades que disponen sus residuos sólidos en botaderos son Ancash, Puno, Cajamarca, Cusco, Lima, Huancavelica, etc. Otras personas que están en riesgo son los recicladores y recolectores que entran en contacto directo con los residuos y en la mayoría de los casos no cuentan con la protección adecuada además de que pueden transmitir enfermedades a través del contacto con otras personas. (Sanchez & Pérez, 2021)

Los modelos SIG son una herramienta adecuada para la selección de sitios que ha demostrado ser exitosa en otros países debido a su capacidad para manejar grandes cantidades de datos espaciales de una variedad de fuentes. Utilizando modelos SIG, es fácil encontrar los mejores lugares para determinar qué queremos hacer en los diferentes usos del suelo. (Jimenez, 2017)

El problema principal en la ciudad de Ilave está relacionado con la mala disposición de los residuos sólidos, por la mala ubicación de su botadero municipal el cual genera problemas ambientales y genera el descontento de la población aledaña.

### **1.1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

#### 1.1.1.1. PROBLEMA GENERAL:

- ¿Con el Software ArcGIS se podrá identificar áreas potenciales para la ubicación y elaboración de mapas para un relleno sanitario en el distrito de Ilave – Puno?

#### 1.1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS:

- ¿El distrito de Ilave contará con un área óptima para la ubicación de un relleno sanitario?
- ¿Se podrá aplicar los criterios establecidos en la guía del Ministerio del Ambiente (MINAM), para la selección de un área para relleno sanitario en el distrito de Ilave?
- ¿Con la aplicación del Software ArcGIS se podrá representar las áreas óptimas para la instalación de un relleno sanitario en el distrito de Ilave?



## **1.2. ANTECEDENTES**

### **1.2.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES**

Chida (2018), En su trabajo de investigación para identificar lugares donde establecer un relleno sanitario en el cantón tena de la provincia de Napo - Ecuador, con el uso de la herramienta Arcmap 10.5 aplicó 10 criterios como son: distancia de vías, recursos hídricos, uso de suelo, permeabilidad, pendiente, precipitación, nivel freático, distancia de asentamientos, susceptibilidad a inundaciones y distancia de aeropuertos, logrando identificar 13 áreas potenciales, sin embargo, considerando el aspecto social, económico y ambiental recomienda 6 áreas como aptas.

Gordillo (2019), En su trabajo se buscó identificar lugares para la disposición de los residuos urbanos en el cantón Naranjal - Ecuador, mediante un enfoque de análisis jerárquico basado en SIG, utilizando criterios y subcriterios ambientales, geológicos y sociales, identificando así 8 alternativas, donde destacó la alternativa 4 por sus características favorables, mientras que la alternativa 5 es la menos favorable.

### **1.2.2. ANTECEDENTES NACIONALES**

Becerra, (2021), Aplicando el software ArcGIS 10.5 logró Identificar áreas aptas para la instalación de un relleno sanitario en el distrito de Catilluc, - Cajamarca, utilizando la evaluación multicriterio en donde considero 9 parametros de evaluacion: cobertura vegetal, centros de salud, pendiente, uso de suelos, hidrología, sitios arqueológicos, caseríos, tipo de suelo y distancia a centros educativos, concluyendo con la identificación de un área ubicada en el caserío el Mirador con un área de 128 ha.

Loyaga (2019), Manifiesta que identificó 2 áreas óptimas y 13 áreas aceptables para la instalación un relleno sanitario en el distrito de Pirias – Provincia de Jaén, en la cual utilizó la evaluación multicriterio y los sistemas de información geográfica como el software ArcGIS 10.5, utilizando ocho criterios para la selección del área y asignando valores de “0” áreas no aptas, “1” áreas óptimas, “2” áreas aceptables.

Sanchez & Angulo (2021), Identificaron áreas potenciales para la creación de rellenos

sanitarios en la región de Santa Rosa de la provincia de Jaén utilizando un sistema de información geográfica la cual se desarrolló en tres etapas, primeramente se recolectó datos con respecto al área de investigación, segunda etapa se crearon mapas en base a la información recopilada, como última etapa realizó una evaluación multicriterio, logrando identificar 7 áreas aptas.

Bustamante (2022), Manifiesta que como una alternativa al problema del aumento demográfico del distrito de Chota provincia de Chota, región de Cajamarca, es identificar áreas potenciales para la construcción de una planta de tratamiento y disposición final con el uso de herramientas SIG, integrando criterios de porcentaje de pendiente, geología, distancia de carreteras, hidrología, distancia de la población urbana – rural, arqueológico, centros de salud y cobertura vegetal, estos criterios se evaluaron de la siguiente manera (“0” Lugares NO óptimos, “1” lugares óptimos), teniendo como resultado 8 zonas óptimas con un área de: Área 1 =9.79 ha., Área 2 = 80.64 ha., Área 3 = 51.21 ha., Área 4 = 161.95 ha. , Área 5 = 6.04 ha., Área 6 = 34.22 ha., Área 7 = 172.32 ha., Área 8= 20.69 ha.

Jimenez (2017), En el desarrollo de su investigación enfocado a identificar áreas aptas la disposición de residuos sólidos en el distrito de Chilca en Junín, para ello se adaptó los criterios establecidos en en la tabla de parámetros del Ministerio del Ambiente y utilizando la metodología comparación de escenarios con el Software ArcGIS 10.2.2, se logró identificar 6163 áreas aptas, cuya superficie comprende 707.637 ha.

Espejo (2017), Con el uso de sistemas de información geográfica logró identificar zonas aptas para la construcción de un relleno sanitario en el distrito de Chachapoyas, región de Amazonas, integrando criterios geologicos, hidrologicos, pendiente, distancia urbana y volumen de almacenamiento para posteriormente asignarles valores de “1” para los lugares óptimos y “0” para lugares no óptimos; identificando 4 zonas adecuadas, las cuales contaban con un área de: zona 01 = 60.43 ha, zona 02 = 6.91 ha, zona 03 = 3.1 ha, y zona 04 = 15.1 has.

Miranda (2022), Elaboró de un mapa geoespacial el cual permite la visualización de zonas para la ubicación de un relleno sanitario en la provincia de Huancavelica, usando la metodología de análisis multicriterio en donde se recopiló 16 shapefiles para su procesamiento en el Software ArcGIS y generando 11 mapas temáticos, logrando determinar dos áreas, la primera cercana la ciudad de Huancavelica y con una superficie de 50 ha. y la segunda cercana al distrito de Yauli y con una superficie de 217 ha.

Arias (2021), En el desarrollo de su investigación para determinar las mejores zonas para rellenos sanitarios en el departamento de Ucayali, utilizando análisis de criterios múltiples y sistemas de información geográfica como el software ArcGIS 10.3, primeramente realizó a la recopilación de datos de los sitios web de las entidades públicas, posteriormente se creó 11 mapas en base a los criterios para la ubicación de un relleno sanitario, finalmente se identificó 06 zona aptas en la región de Ucayali.

### **1.2.3. ANTECEDENTES LOCALES**

Añasco & Sánchez (2022), En su trabajo de investigación realizaron un análisis multicriterio en base al DS N° 014-2017- MINAM para localizar zonas para un rellenos sanitarios en la provincia de Azangaro, region Puno, en donde empleó la transposición de mapas usando el lenguaje de programación ModelBuilder en el software ArcGIS 10.30, concluyendo su trabajo con la identificación tres sectore aptos los cuales son: Alto Tumuyo, Sector Palomino, por último, el sector Jay Coni.

Hanco (2023), En el desarrollo de su investigación aplicó el software QGIS para áreas óptimas para rellenos sanitarios en el distrito de Ayaviri, región Puno, implementando la metodología de álgebra de mapas superpuestos, además de realizar análisis del suelo, encuesta social y medir la proximidad hacia el relleno sanitario; teniendo como base los criterios del Ministerio del Ambiente se identificaron dos áreas A1 y A2, concluyendo así que el área A2 es la más favorable ambiental y socialmente.

## **1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

- Aplicar el Software ArcGIS, identificar áreas potenciales para la ubicación y elaboración de mapas para un relleno sanitario en el distrito de Ilave – Puno.

### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar áreas óptimas para la ubicación de un relleno sanitario en el distrito de Ilave.
- Aplicar los criterios establecidos en la guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre del relleno sanitario manual del MINAM, para la selección de áreas óptimas para un relleno sanitario.
- Elaborar un mapa con las áreas óptimas y aceptables para la instalación de un relleno sanitario en el distrito de Ilave – Puno.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

#### 2.1. MARCO TEÓRICO

##### 2.1.1 Sistema de Información Geográfico (SIG).

La definición de los sistemas de información geográfica también conocidos como SIG, se define en dos perspectivas: primero, un sistema de información se refiere a la conexión de información con herramientas informáticas para su desarrollo analítico como programas y software, por otro lado, el término “geográfico” hace referencia a información expresada espacialmente, es decir, la ubicación en un espacio determinado. Gordillo (2019)



**Figura 01.** Componentes de un SIG.

Fuente: Sistemas de Información Geográfica (SIGs) metodología aplicada al geomarketing (2016)

SIG es una herramienta que facilita los procedimientos de gestión de datos, análisis y modelado de datos para especificar y resolver correctamente problemas de planificación y gestión. (Becerra 2021); según (Loyaga 2019) sostiene que no existe una definición precisa para los SIG, ya que dependerá del contexto y función que se le asigne, pero se puede entender como una serie de conjuntos, como datos geográficos que al integrarse entre sí permiten obtener información basada en mapas y datos alfanuméricos.

### **Representación de datos cartográficos**

La representación de un resultado cartográfico es una forma de expresar la distribución numérica, cada elemento se puede expresar de dos maneras: por su valor específico y por su ubicación utilizada. (Pérez, 2019)

Es la acción de seleccionar varios mapas de la base de datos para poder representarlos y/o imprimirlos en diferentes tamaños, como suele ocurrir con sus diferentes componentes, El SIG carece de un sistema de representación cartográfico por lo que es necesario exportar el mapa a otros programas que tengan mejores herramientas para la representación de los componentes cartográficos. (Ichpas & Sanchez, 2021)

### **Localización.**

Un objeto geográfico con sus propiedades y atributos está específicamente ubicado en el espacio geográfico, desde la perspectiva de "sitio" la cual está relacionada con un sistema de coordenadas que no varía con el tiempo. (Pérez, 2019)

### **Georreferenciación**

La georreferenciación tiene una definición científica y técnica que hace referencia a la existencia de objetos en el espacio físico el cual está representado por (puntos, líneas y polígonos) dentro de un sistema de coordenadas y datum determinado. (Pérez, 2019)

### **Base de datos espaciales**

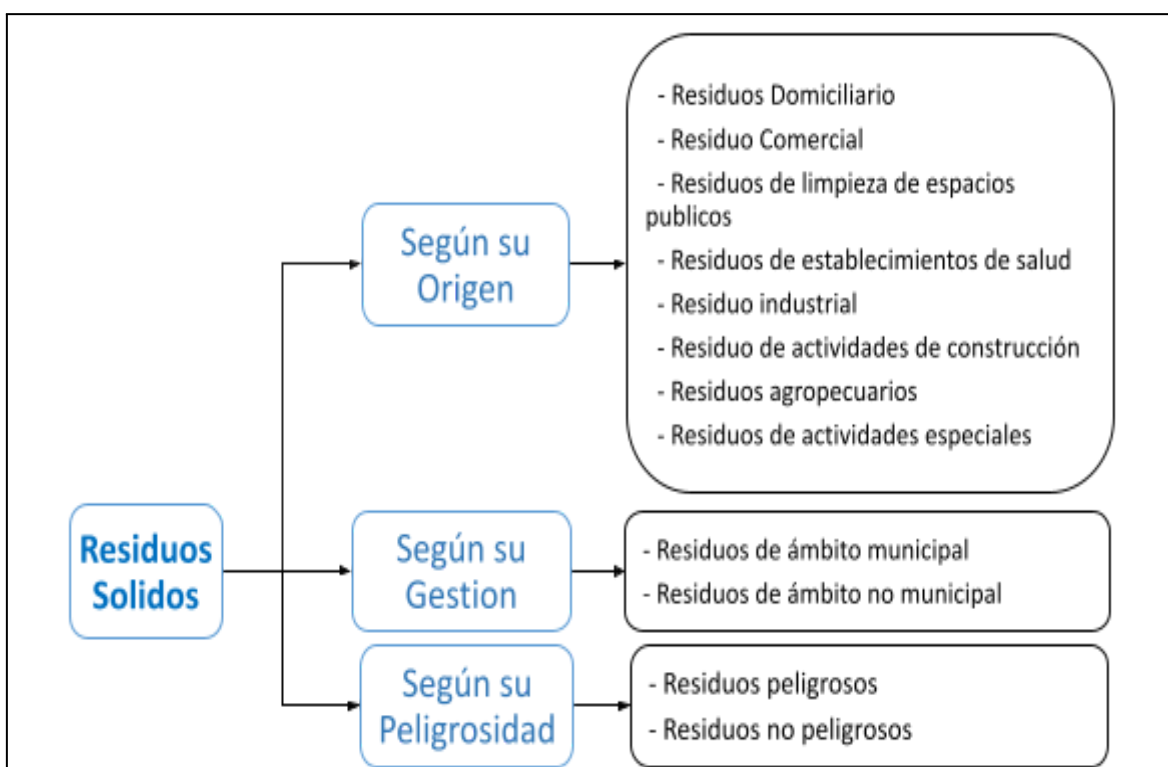
Las bases de datos espaciales y temáticas forman el núcleo del sistema, donde se almacena de manera estructurada los objetos cartográficos (tamaño, forma y ubicación), y sus características (propiedades). (Espejo, 2017)

## Ráster.

Los SIG en formato raster son más adecuados para trabajar con información la cual tiene una variación en el espacio, como las superficies topográficas, concentración de una sustancia y mapas de temperatura. (Espejo, 2017), el modelo raster está constituido por unidades llamadas píxeles que contiene propiedades de datos individuales los cuales pueden ser procesados y analizados. (Ichpas & Sanchez, 2021)

### 2.1.2. Residuos sólidos

Según el MINAM, (2016): “Son residuos sólidos aquellas sustancias, productos o subproductos en estado sólido o semisólido de los que su generador dispone, o está obligado a disponer, en virtud de lo establecido en la normatividad nacional o de los riesgos que causan a la salud y el ambiente. Esta definición incluye a los residuos generados por eventos naturales”. (p. 10)



**Figura 02:** Clasificación de los tipos de residuos según su Gestión

Fuente: MINAM, (2016)

## **Gestión integral de residuos sólidos**

Se define a un conjunto de acciones las cuales se realizan para el control y manejo de residuos sólidos que comprende desde su generación, recolección, acopio, transporte y disposición final con el objetivo de preservar el medio ambiente y la calidad de vida. (Añasco & Sánchez, 2022)

### **Botadero**

La eliminación de desechos sólidos en estas áreas, donde no se puede controlar la fuente y la cantidad de desechos entrantes, puede provocar la contaminación del suelo, el agua y el aire. (Pérez, 2019)

### **Botadero controlado**

Un botadero controlado es un espacio regulado donde los residuos sólidos son dispuestos y se cubren con una capa de tierra fina, este tipo de botadero siguen siendo perjudiciales para el medio ambiente porque no se toman medidas para controlar la emisión de gases y lixiviados. (Sanchez & Perez, 2021)

### **Relleno sanitario:**

Un relleno sanitario es un área en donde los residuos sólidos son dispuestos apropiadamente, Según (Perez, 2017), define un relleno sanitario como una tecnología para el confinamiento y disposición final de los residuos sólidos municipales, cuyo área debe estar cerca al perímetro de la población, considerando reducir costos de transporte e impactos socio ambientales.

Los rellenos sanitarios de acuerdo al tipo de operación se clasifican en tres:

- **Relleno sanitario manual:** Estos vertederos operan a una capacidad máxima de 20 toneladas por día e implican el uso de herramientas manuales para esparcir, compactar y cubrir los residuos sólidos. (MINAM, 2011)
- **Relleno sanitario semimecanizado:** Su capacidad de trabajo no supera las 50 toneladas y operaciones como pavimentación, compactación y recubrimiento se realizan mediante equipos mecánicos complementados con algunas herramientas manuales.



(MINAM, 2011)

- **Relleno sanitario mecanizado:** La totalidad de las actividades se realiza con equipos mecánicos y su capacidad operativa supera las 50 toneladas. (MINAM, 2011)

### 2.1.3. Términos básicos ambientales

- **Ambiente:** Según el MINAM, (2011): “Conjunto de elementos naturales o inducidos por el hombre que interactúan en un espacio y tiempo determinados”.

- **Compactación:** Es la acción de presionar los residuos sólidos para reducir su volumen para lograr una mayor estabilidad y uniformidad.

- **Contaminación:** Es la alteración del ecosistema por la presencia de sustancias, elementos, energía o combinación de estos, que en ciertos niveles, periodos de tiempo y concentraciones puede poner en peligro la salud de las personas y su calidad de vida. (Espejo Pingus, 2017)

- **Reciclaje:** Cualquier actividad en la que se reaprovecha los residuos mediante una serie de procesos teniendo como resultado un material con la misma finalidad u otros usos.

- **Lixiviados:** Los lixiviados es la humedad contenida en los residuos sólidos, generada por la descomposición de la materia que filtra por la precipitación pluvial. (MINAM, 2011)

- **Vectores:** Son organismos vivos que están involucrados en la propagación de una enfermedad transfiriendo de una persona enferma a una persona sana.

- **Vida útil:** Es el periodo en el cual el relleno sanitario podrá realizar sus operaciones de manera continua.

### 2.1.4. Problemas de la inadecuada disposición de los residuos sólidos

Uno de los problemas es la mala disposición de residuos sólidos en lugares no apropiados, que representen un riesgo a la salud de las personas principalmente por la proliferación de vectores como ratas, mosquitos, piojos, cucarachas entre otros, los cuales transmiten patógenos infecciones que deterioran la salud. (Miranda, 2022)

### **2.1.5. Criterios para la selección de un área para relleno sanitario**

Los criterios técnicos tomados en cuando son en base a la guía de diseño, construcción, operación y cierre de relleno sanitario del Ministerio del Ambiente (2011)

#### **Criterio de Ubicación.**

El objetivo de un relleno sanitario es la correcta disposición de los residuos sólidos sin generar impactos negativos tanto sociales y al medio ambiente, de ahí la importancia de su ubicación, para reducir los costos de transporte de residuos sólidos es recomendable que los rellenos sanitarios se ubiquen cerca al centro urbano al que sirven. (MINAM, 2011)

#### **Criterio para el material de cobertura**

Para la ubicación de un relleno sanitario se debe de considerar el material de cobertura (tierra), debe contener cantidades suficientes que se puedan extraer sin dificultad y a un costo razonable, para cubrir la demanda necesaria para la conformación de celdas. (Riva, 2022)

#### **Vías de acceso**

El acceso es fundamental para un relleno sanitario, dado que si las vías de acceso no se encuentran en condiciones óptimas podrían incurrir en gastos de traslado y mantenimiento, por lo tanto es recomendable que la distancia sea corta al área urbana y que esté conectado por carreteras y caminos que en caso no están pavimentados sean accesibles toda la época del año. (MINAM, 2011)

#### **Criterio geológico**

Para evitar la contaminación de acuíferos subterráneos y disminuir los costos de impermeabilización artificial, se establece como criterio geológico que el relleno sanitario se encuentre situado sobre un suelo arcilloso. (Espejo, 2017)

#### **Criterio hidrológico.**

Este criterio considera la selección del sitio a fin de evitar la contaminación de acuíferos, por lo que es fundamental realizar al menos un estudio o evaluación geohidrológica para

determinar la existencia de cuerpos de agua subterráneas, dirección del flujo y la velocidad de escurrimiento. (MINAM, 2011)

### **Hidrología superficial**

Para este criterio se recomienda elegir un área que se encuentre a una distancia considerable de los cuerpos de agua superficiales, ya que la mayoría de los problemas son causados por el escurrimiento dentro del relleno sanitario. (Becerra, 2021)

### **Aspectos sociales**

La aceptación social para la instalación de un relleno sanitario, Según (MINAM, 2011), establece que un criterio importante tomar en cuenta es el grado de aceptación de la población aledaña del área preseleccionada, para ello es necesario considerar:

- **Primero.-** Identificar a la población más cercana al sitio preseleccionado de pueda verse afectado directa o indirectamente durante las fases de implementación y operación del relleno sanitario.
- **Segundo.-** Determinar las características demográficas de las poblaciones involucradas.
- **Tercero.-** Es necesario conocer las opiniones de la población con respecto al proyecto, recopilando información mediante encuestas y entrevista con autoridades para conocer la percepción de la población en torno a la posible instalación de un relleno sanitario cerca de su comunidad.

## **2.2. MARCO CONCEPTUAL**

### **Ubicación óptima**

Ubicar áreas en donde instalar infraestructuras que sean utilizadas para las diversas actividades humanas, requiere decidir si el lugar es adecuado, en este proceso, la pregunta a realizar es: ¿donde localizar? Desde esta base, las personas que toman decisiones deben establecer, procesar y evaluar diferentes criterios para obtener un resultado más viable. (Belalcázar, 2019)

### **Software ArcGIS**

El Software ArcGIS es desarrollado y vendido por la corporación ESRI, este producto hace referencia a los sistemas de información geográfica (SIG). Según (Arévalo, 2021) señala que este software no es gratuito, y dentro de sus funciones nos permite examinar, dividir y gestionar datos geográficos mediante una digitalización inteligente.

### **Aplicación de los SIG en los estudios de gestión ambiental**

En los últimos años, el aumento de las tecnologías de información geográfica ha permitido realizar una gran cantidad de investigaciones en donde se emplean estos sistemas (principalmente sistemas de información geográfica y teledetección). (Espejo Pingus, 2017)

La implementación de los sistemas de información geográfica son beneficiosos a la hora de tomar decisiones ya que permite:

- Procesar y manipular una gran cantidad de datos las cuales están involucradas en el modelo, obteniendo distintas capas como resultado.
- Realizar operaciones y análisis de las capas.
- Visualización espacial de los resultados.
- Modelar posibles escenarios.
- Representar los resultados en datos cartográficos.

### **Evaluación Multicriterio (EMC)**

Los métodos de evaluación multicriterio lo constituye un conjunto de métodos matemáticos que permiten medir resultados con la mayor precisión posible, este tipo de evaluación toma una gran cantidad de criterios, los cuales evalúan de forma independiente las soluciones, por otro lado estas evaluaciones nos permiten considerar diferentes enfoques y puntos de vista de un determinado problema de modo que se puedan realizar valorizaciones con enfoques contradictorios de un problema. (Perez Polanco, 2017)

### **2.3. MARCO NORMATIVO**

La Ley General de Residuos Sólidos N° 27314, establece recomendaciones y define

lineamientos que deben ser tomados en cuenta para la implementación y operación de infraestructura de disposición final.

Ley general del ambiente - Ley N° 28611.- Las responsabilidades en el manejo de residuos sólidos (residuos municipales) y otros residuos (no municipales) de fuente doméstica y comercial son diferentes y los generadores serán responsables de su adecuada disposición final en condiciones controladas y monitoreadas.

Ley del sistema nacional de evaluación de impacto ambiental - Ley N° 27446.- Establece normas de protección ambiental para la protección del medio ambiente, como el aire, agua, suelo, posibles impactos acústicos y contaminación por residuos sólidos, líquidos y gaseosos; también especifica los estudios ambientales adecuados para cada tipo de proyecto en función a su alcance y potencial impacto en el medio ambiente.

## **2.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN**

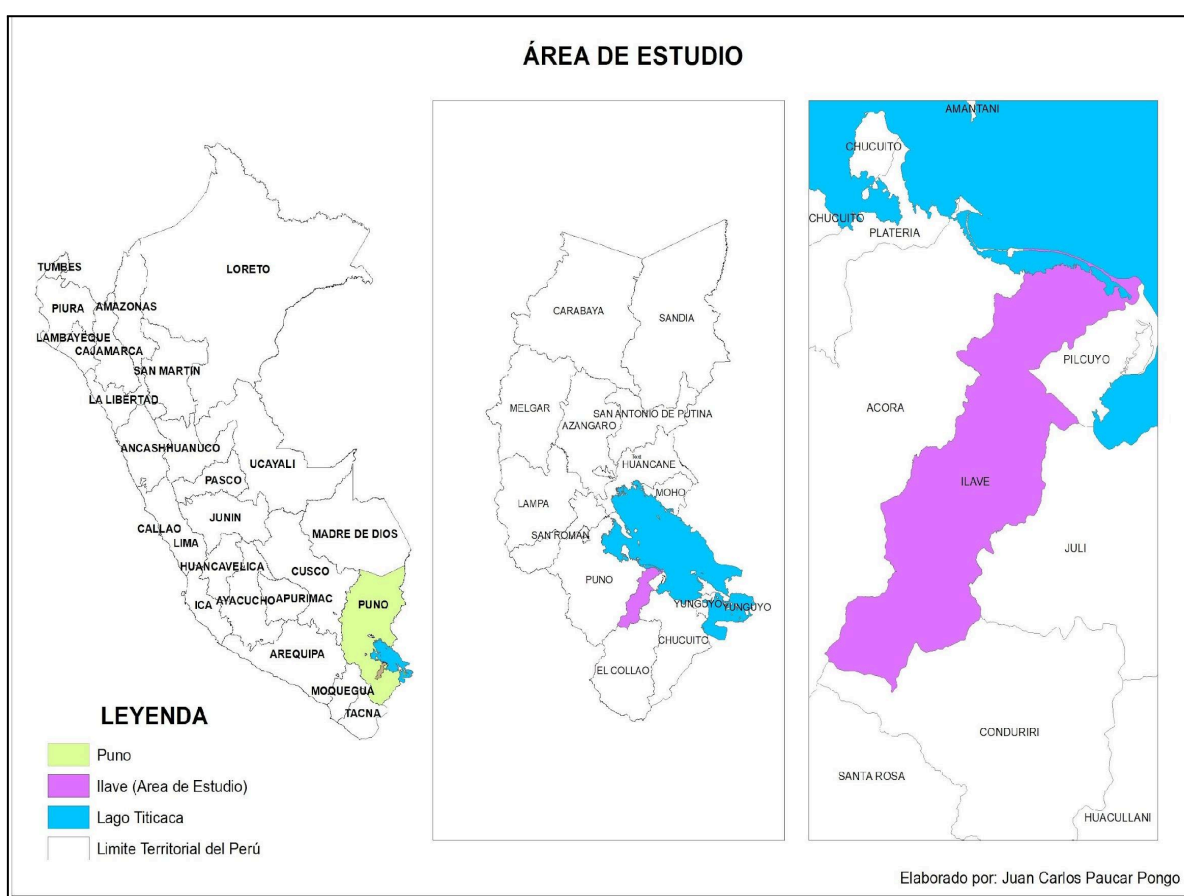
### **2.4.1. Hipótesis general**

- Con la aplicación del modelo geoespacial del software ArcGIS permitirá la localización de áreas óptimas para la ubicación de un relleno sanitario en el distrito de Ilave – Puno.

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. ZONA DE ESTUDIO



**Figura 03:** Mapa del área de estudio

#### 3.1.1. Ubicación política

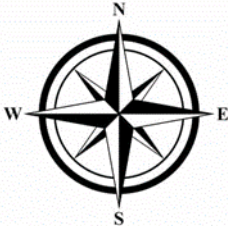
- Departamento: Puno
- Provincia: El Collao
- Distrito: Ilave

#### 3.1.2. Ubicación geográfica

- Coordenadas UTM- WGS84: 19 K 435183 8219601
- Latitud: 16° 05' 07" Sur.
- Longitud : 69° 38' 13" Oeste.
- Altura: 3850 m.s.n.m
- Extensión superficial: 874.57 km<sup>2</sup>

El área de investigación del presente estudio se centrará en todo el espacio geográfico de la región de llave como se representa en (Figura 3), la cual es una de los cinco distritos de la provincia de El Collao, perteneciente al departamento de Puno, su creación política fue mediante la Ley N°. 25361 publicada el 12 de diciembre de 1991 en el diario El Peruano.

**Tabla 01:** Demográficos del distrito de llave.

<p>• <b>Por el Oeste:</b> Con el Distrito de Acora y Juli.</p>		<p>• <b>Por el Este:</b> Con el distrito de Pilcuyo y el Lago Titicaca.</p>
<p>• <b>Por el Norte:</b> Con el distrito de Acora y Puno.</p> <p>• <b>Por el Sur:</b> Con el distrito de Juli.</p>		

### 3.2. TAMAÑO DE MUESTRA

#### 3.2.1. Población

La población comprende todo el área geográfica del distrito de llave que cuenta con una superficie de 874.57 km<sup>2</sup> dado que el objetivo del presente proyecto es identificar áreas dentro de la jurisdicción del distrito de llave.

#### 3.2.2. Muestra.

**Muestreo no probabilístico:** El investigador selecciona muestras basadas en un juicio

subjetivo en lugar de hacer la selección al azar, por ende la muestra será igual a la población

### **3.3. MÉTODO Y TÉCNICAS**

#### **3.3.1. Tipo de investigación:**

Descriptivo y exploratorio mediante un análisis de variables cualitativas y cuantitativas

#### **3.3.2. Diseño de Investigación:**

No experimental: basado en la recopilación de datos estadísticos e informáticos relacionada a la ubicación de un relleno sanitario.

#### **3.3.3. Materiales**

Equipos:

- Computadora AMD A10-7860K Radeon R7, Cores 4C+8G 3.60 GHz, memoria RAM 8.00 GB.
- Cámara fotográfica SONY, zoom de 20x y un sensor R CMOS.

Material cartográfico:

- Shapefile del distrito de Ilave.
- Base de datos de Ilave.
- Carta Nacional.

Programas:

- ArcGIS versión 10.8.

### **3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES**

Variable Independiente (VI): Área Geográfica del distrito de Ilave



### 3.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

**Tabla 02:** Operacionalización de variables.

Variable	Indicador	Escala de medición	Categoría y valores
	Límites departamentales, provinciales y distritales	874.57 km <sup>2</sup>	-
	Pendiente	< 15 %	Intervalo
Área Geográfica del distrito de llave	Distancia a aguas superficiales, ríos, lagunas.	> 500 metros	Intervalo
	Geología	Ponderación binaria (0,1)	Nominal
	Distancia de centros poblados y zonas urbanas	> 500 metros	Intervalo
	Distancia a las vías de acceso	> 500 metros	Intervalo

Fuente: Elaboración Propia

### 3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO

#### 3.5.1. Método:

##### Fase inicial de gabinete

En primer lugar, se recopiló toda la información disponible para el siguiente trabajo como: insumos cartográficos e información reelevante de pendientes, red hidrográfica, red vial, centros poblados y geología como se describe a continuación.

**Tabla 03:** Base de datos en formato shapefile (shp).

Item	Insumos	Descripción	Fuente
01	Límites: regional, provincial y distrital	Polígonos que representan el límite territorial.	Instituto Geográfico Nacional e Instituto Nacional de Estadística e Informática.
02	Pendiente	Representadas por curvas de nivel que representa la elevación	Instituto Geográfico Nacional (IGN)
03	Red Hidrográfica	Son líneas representan los ríos y quebradas.	GEOANA (ANA)
04	Red Vial	Son líneas que representan carreteras nacionales y provinciales.	Ministerio de transporte y comunicaciones (MTC)
05	Centros Poblados	Está representado por puntos que representan los centros poblados.	Instituto Nacional de Estadística e Informática - (INEI)
06	Geología	Son polígonos que representan la clasificación de geología del área	Carta nacional de metadatos del Peru (INGEMMET)

Fuente: Elaboración en base al MINAM.

### **Selección de criterios para la identificación de un relleno sanitario**

Desde un punto de vista técnico, profesional y considerando el aspecto socio ambiental se seleccionaron 5 criterios los cuales están enmarcados en la guía para la construcción de un relleno sanitario del Ministerio del Ambiente, estos criterios son una hermanita que nos permitirá identificar las áreas con condiciones aptas y áreas no aptas.

**Tabla 04:** Ponderación de los criterios y escala de medición.

Item	Criterio	Escala	Ponderación	Descripción
01	Pendiente	< 15 %	0	No Apta
			1	Optima
02	Red Hidrográfica	> 500 m	0	No Apta
			1	Optima
03	Red Vial	< 500 m	0	No Apta
			1	Optima
04	Centros Poblados	> 1000 m	0	No Apta
			1	Optima
05	Geología	SI   NO	0	No Apta
			1	Optima

Fuente: Elaboración en base al MINAM.

#### Elaboración de mapas temáticos de cada criterio

- **Pendiente**

Primeramente se creó un modelo digital de elevación (DEM), con la caja de herramientas

“Arctoolbox” seleccionamos la herramienta “Spatial Analyst Tools”, opción “Surface” y luego la opción “Slope” con lo cual se creó un mapa con los niveles de pendientes que existen en el distrito de llave como se observa en la Figura 04.

Posteriormente se abrió la caja de herramientas “ArcToolbox” opción “Spatial Analyst Tools”, para asignar nuevos valores como se detalla a continuación:

- Seleccionar “Reclass” y opción “Reclassify” con la finalidad de agregar los nuevos valores a la escala.
- Insertar el raster de pendientes y seleccionar la casilla de “Classify”, abriendo así una ventana donde se añade los valores requeridos, según la escala determinada en la Tabla 03.

- **Hidrología**

Para la elaboración del siguiente criterio se utilizó el shapefile de hidrología del distrito de llave, con la caja de herramientas “ArcToolbox” se seleccionó la opción “Spatial Analyst Tools” luego “Distance” y “Euclidean Distance” creando así un mapa con las distancias por defecto de los ríos y quebradas.

Al obtener el raster de la distancia de ríos, con la finalidad de asignar nuevos valores se seleccionó la caja de herramientas “ArcToolbox” opción “Spatial Analyst Tools” y se procedió de la siguiente manera,

- Seleccionar “Reclass” y opción “Reclassify” para asignar nuevos valores de medida.
- Insertar el raster de ríos y quebradas y seleccionar la casilla de “Classify”, abriendo así una ventana donde se añade los valores requeridos, según la escala determinada en la Tabla 03.

- **Red Vial**

Para el geoprocésamiento de este criterio se empleó el shapefile de vías de acceso del distrito de llave, seleccionando la caja de herramientas “Arctoolbox” opción “Spatial analyst Tools”, y luego “Distance” finalmente “Euclidean Distance”, se creó las distancias

referentes a las vías terrestres.

Al obtener el raster de distancias de red vial, se asigna nuevos valores de distancia para ello se abre la caja de herramientas “ArcToolbox” opción “Spatial Analyst Tools”, procediendo de la siguiente manera.

- Seleccionar “Reclass” y opción “Reclassify” con la finalidad de agregar los nuevos valores a la escala.
- Insertar el raster de vías de acceso y seleccionar la casilla de “Classify”, abriendo así una ventana donde se añade los valores requeridos, según la escala detallada en la Tabla 03.

- **Centros poblados**

Para la elaboración de un mapa de distancia de centros poblados, se realizó el siguiente procedimiento: seleccionar la caja de herramientas “ArcToolbox” opción “Spatial Analyst Tools” luego “Distance” y “Euclidean Distance”, para identificar las distancias alrededor de los centros poblados.

Al obtener el raster de distancia de centros poblados, para asignar nuevos valores se seleccionó la caja de herramientas “ArcToolbox” opción “Spatial Analyst Tools” y se procedió de la siguiente manera.

- Seleccionar “Reclass” y opción “Reclassify” con la finalidad de agregar los nuevos valores a la escala.
- Insertar el raster de centros poblados y seleccionar la casilla de “Classify”, abriendo así una ventana donde se añade los valores requeridos, según la escala determinada en la Tabla 03.

- **Geología**

Para generar el mapa de geología se utilizó el shapefile concerniente al distrito de llave, el cual fue descargado del geoservidor del MINAM, determinando así que existen 23 tipos de roca geológica y asignándoles valores de la siguiente manera.

- Se seleccionó la caja de herramientas “ArcToolbox” opción “Spatial Analyst Tools”

de ahí seleccionar “Reclass” y “Reclassify” con lo cual se procedió a reclasificar conforme a los valores requeridos.

### **Análisis de superposición de criterios**

Como última fase se procede a sobreponer todo los mapas de los criterios establecidos para la ubicación óptima de un relleno sanitario, para ello se realiza el siguiente proceso; abrir la caja de herramientas “ArcToolbox” opción “Spatial Analyst Tools” seleccionando “Map Algebra” y “Raster Calculator”, a través de este proceso la calculadora raster define las áreas que cumplen con las condiciones adecuadas, se multiplicó todo los criterios de la siguiente manera:

$$\text{VÁLIDAS} = (\text{C\_Pendiente}) * (\text{C\_Hidrología}) * (\text{C\_Vias-de-Acceso}) * \\ (\text{C\_Centros-Poblados}) * (\text{C\_Geologia})$$

## CAPÍTULO IV

### EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

#### 4.1. EXPOSICION Y ANALISIS DE CRITERIOS

Para determinar las áreas que tengan las condiciones óptimas se utilizó la técnica de evaluación multicriterio, para ello se requiere los datos y los shapefiles de los criterios a evaluar, de manera que con la superposición de criterios identificar las áreas más adecuadas dentro del distrito de llave.

**Primera Fase:** Se utilizó el Software ArcGIS 10.8 para la evaluación de los criterios, presentación de los mapas cartográficos y para la identificación de áreas óptimas en donde se podría instalar un relleno sanitario.

**Segunda Fase:** Para la elaboración de los criterios de pendiente, red hidrográfica, red vial, centros poblados y geología se ponderó valores de “0” para las áreas no aptas y “1” para las áreas aptas para la instalación de un relleno sanitario.

#### **Pendiente:**

Con el uso del software Arcgis se realizó un modelo de elevación digital (DEM), representando los siguientes niveles de pendientes en el distrito de llave como se visualiza en la siguiente figura.

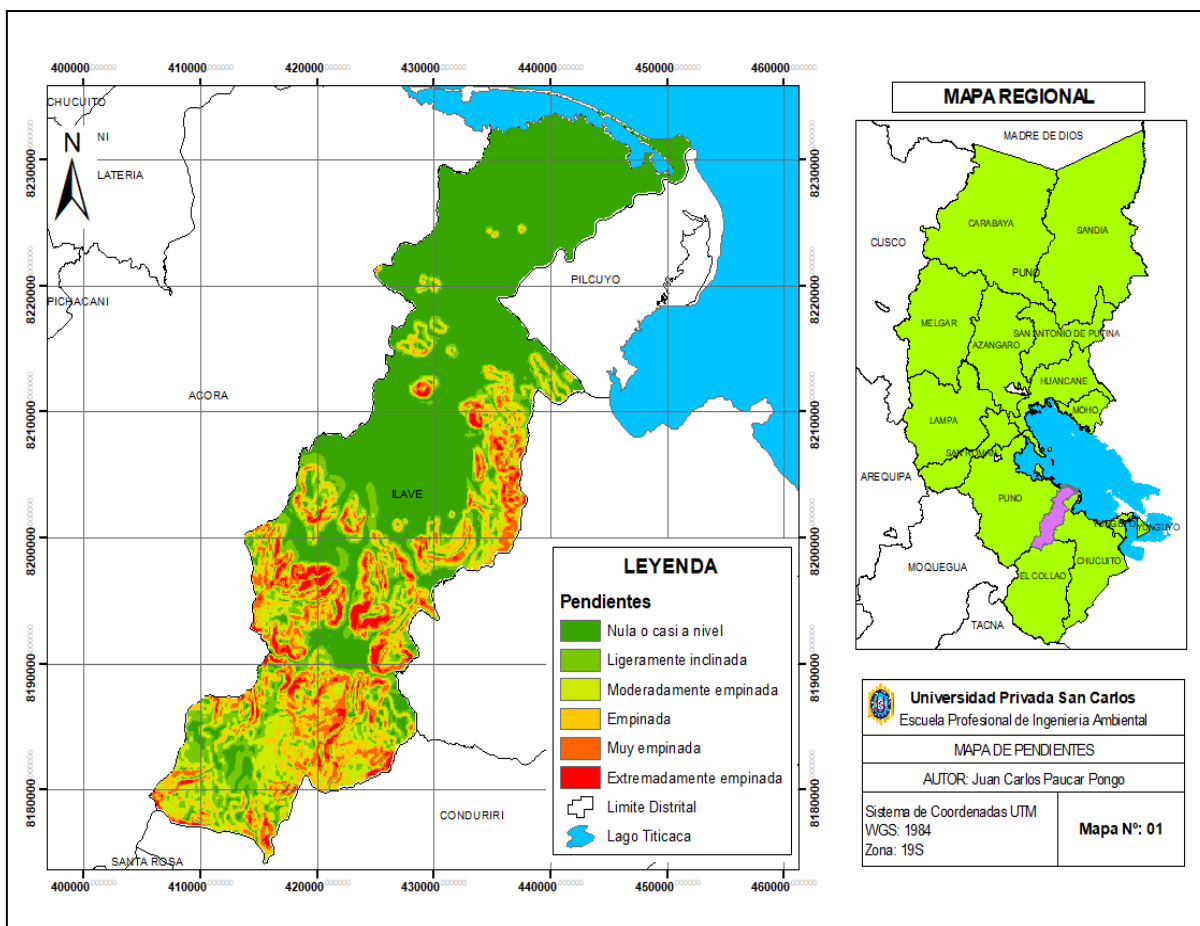


Figura 04: Mapa cartográfico de pendientes.

Tabla 05: Criterio de pendientes.

Criterio	Descripción	Ponderación
< 15°	Área apta	1
> 15°	Área no apta	0



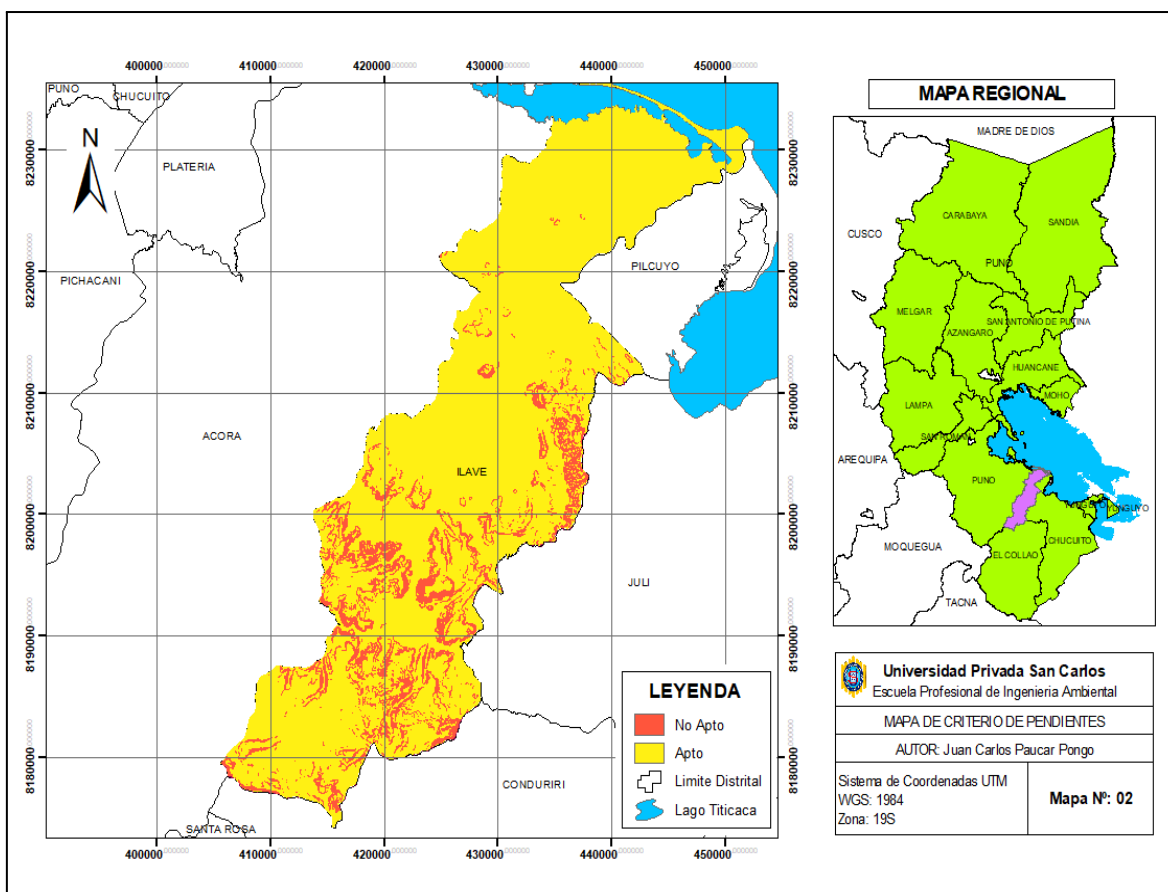
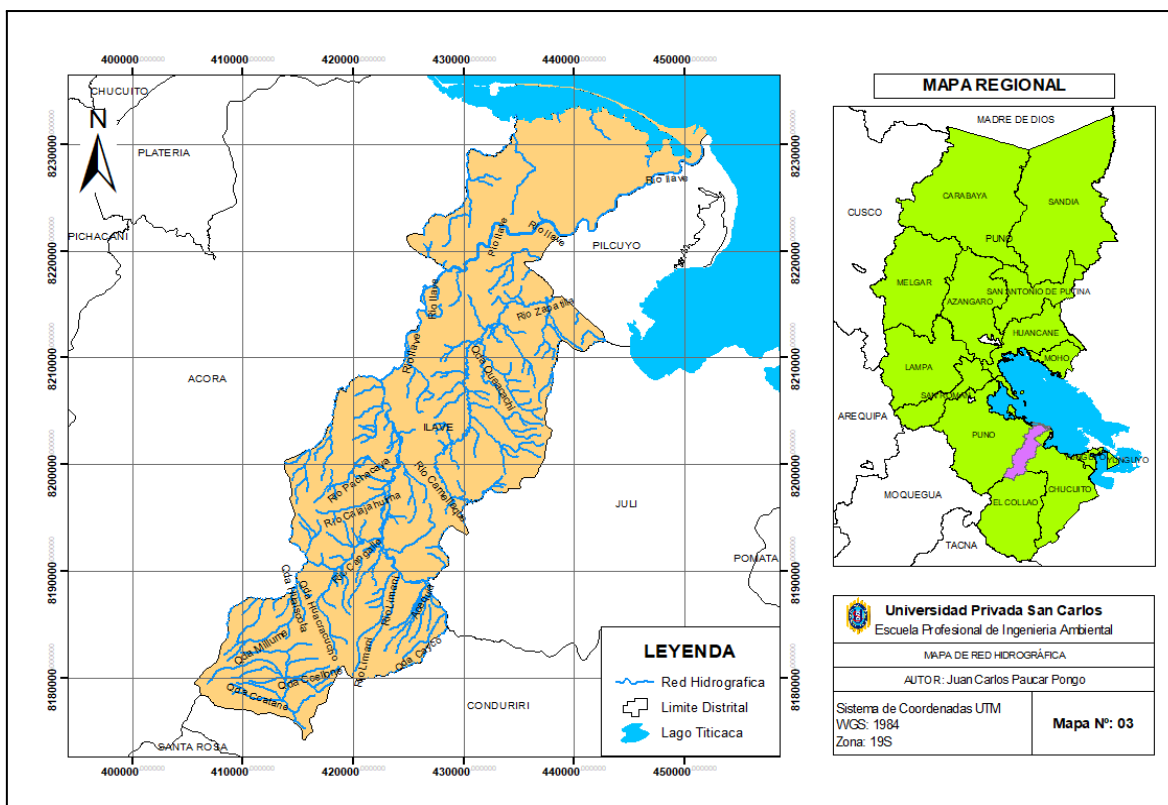


Figura 05: Mapa de criterio de pendientes.

### Red Hidrográfica

Para el desarrollo del siguiente criterio se utilizó el shapefile obtenido de la Autoridad Nacional del Agua (ANA), en donde se aprecia los ríos y quebradas existentes en el distrito de Ilave, los cuales se aprecian en la siguiente figura.

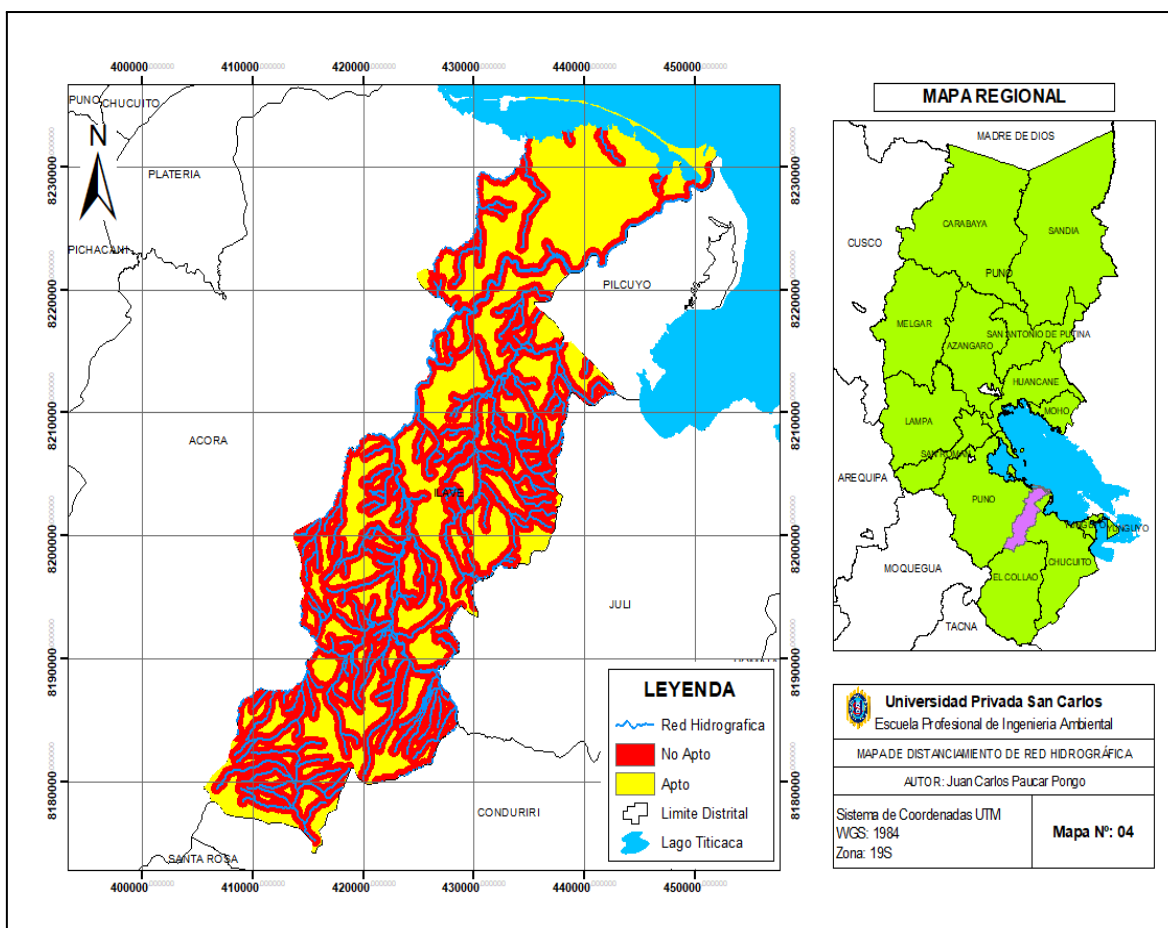


**Figura 06:** Mapa cartográfico de la red hidrográfica del distrito de llave.

Según los criterios técnicos fijados por el Ministerio del Ambiente, la instalación de un relleno sanitario debe ubicarse a una distancia mayor de 500 m de cualquier fuente de agua.

**Tabla 06:** Criterio de distanciamiento de red hidrográfica.

Criterio	Descripción	Valoración
Mayor a 500 m	Área apta	1
Menor a 500 m	Área no apta	0

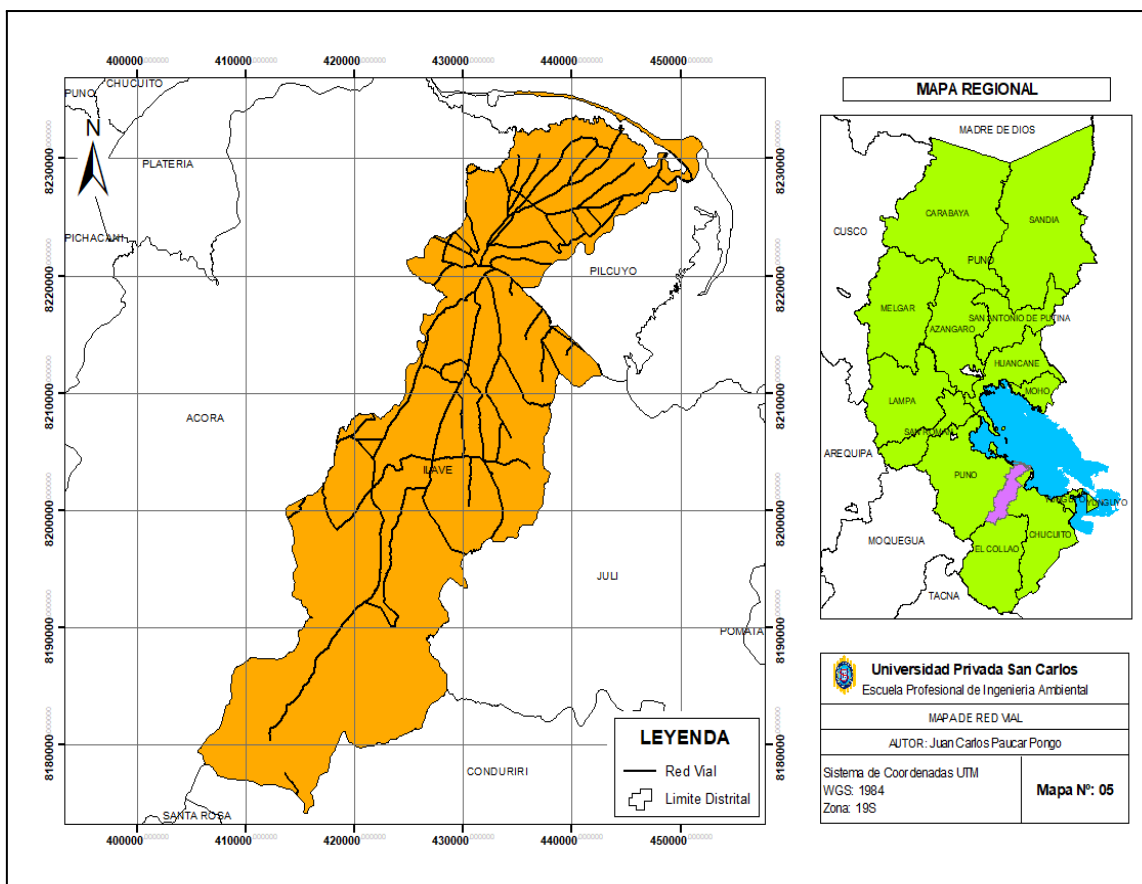


**Figura 07:** Mapa de distanciamiento de red hidrográfica.

En la figura se muestran el distanciamiento de la red hidrográfica en donde se representa de color rojo las áreas no aptas y de color amarillo las áreas aptas para la instalación de un relleno sanitario.

### Red Vial

Se muestra el mapa temático de las vías terrestres del distrito de Ilave obtenidas del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), las cuales están representadas en un mapa cartográfico como se aprecia en la siguiente figura.

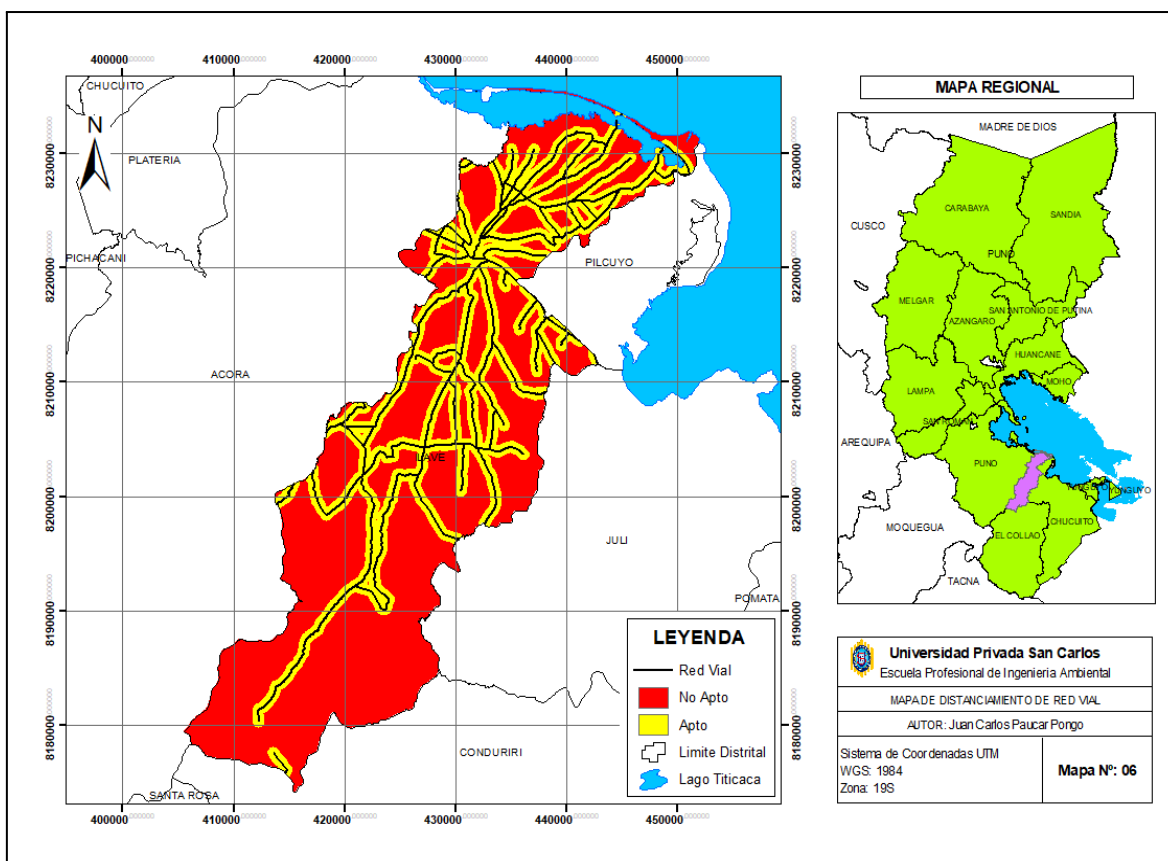


**Figura 08: Mapa cartográfico de Red Vial**

Según el Ministerio del Ambiente señala que un relleno sanitario debe estar ubicado a una distancia menor a 500 metros de una red vial por lo cual se consideró el siguiente criterio.

**Tabla 07: Criterio de distanciamiento de red vial.**

Criterio	Descripción	Valoración
Menor a 500 m	Área apta	1
Mayor a 500 m	Área no apta	0



**Figura 09:** Mapa de distanciamiento de Red Vial.

En la figura de distanciamiento vial se visualiza las Areas no Aptas las cuales estan representadas de color rojo y las Areas Aptas para la intalacion de un relleno sanitaria representadas de color amarillo.

### Centros Poblados

Se muestra los centros poblados del distrito de llave, los cuales se obtuvieron del Sistema de Información Geográfica para la Gestión del Riesgo de Desastres (SIGRID), determinado que existen 559 centro poblados los cuales están representados por puntos o shapefiles que se detallan en la siguiente figura.

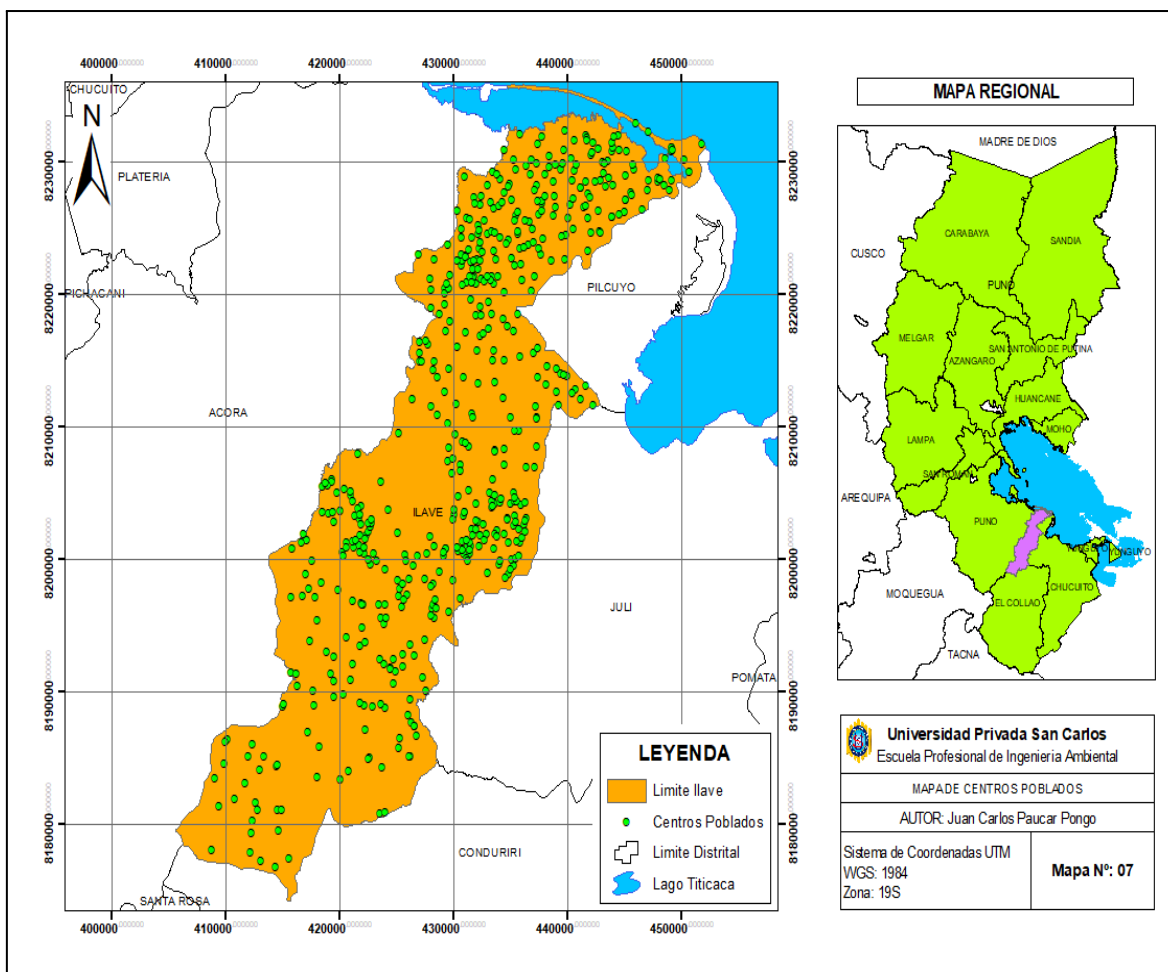


Figura 10: Mapa cartográfico de centros poblados

Tabla 08: Criterio de distanciamiento de centros poblados.

Criterio	Descripción	Valoración
Mayor a 500 m	Área apta	1
Menor a 500 m	Área no apta	0

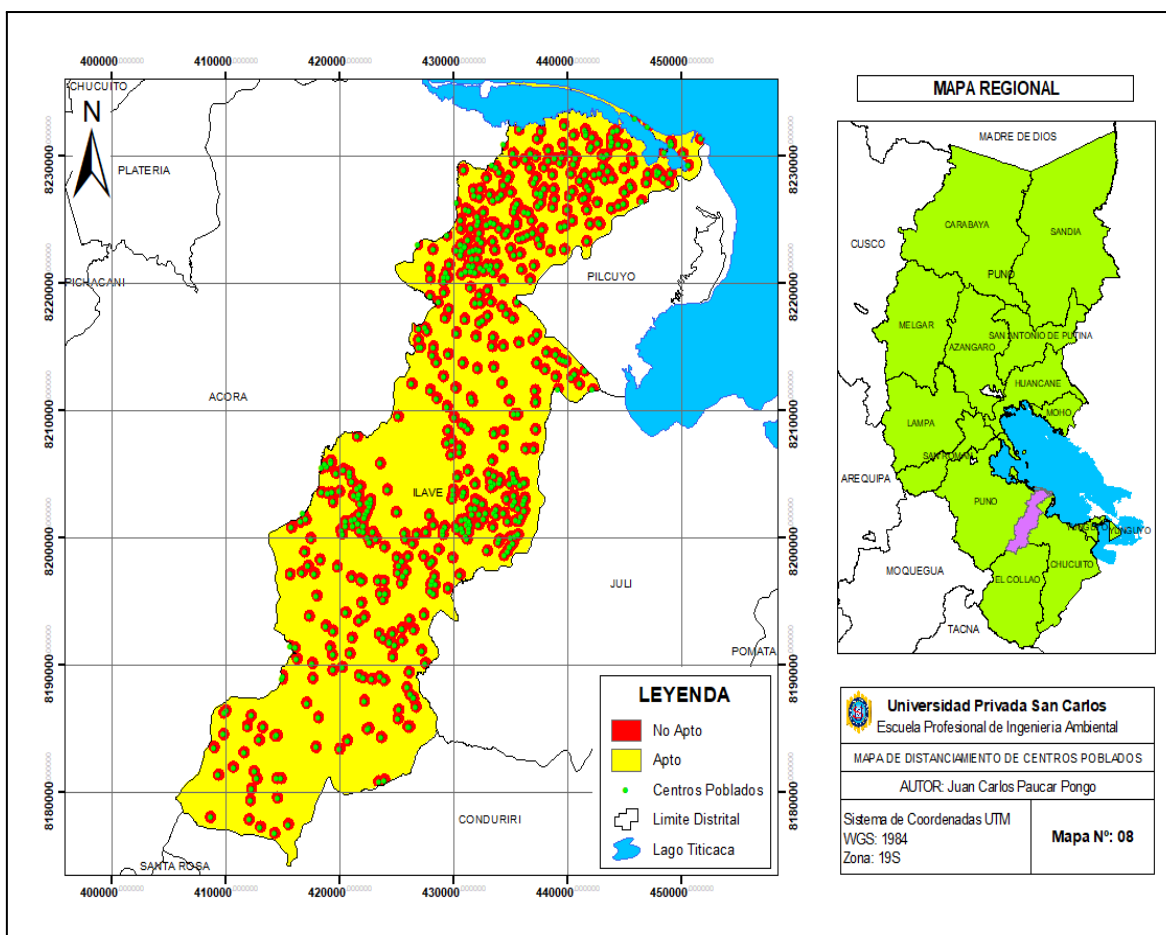


Figura 11: Mapa de distanciamiento de centros poblados.

## Geología

El criterio de geología es indispensable para la ubicación de un relleno sanitario, en el distrito de llave se identifican 22 tipos de roca geológica, los cuales fueron representados en polígonos y en formato shapefile como se visualiza en la siguiente figura.

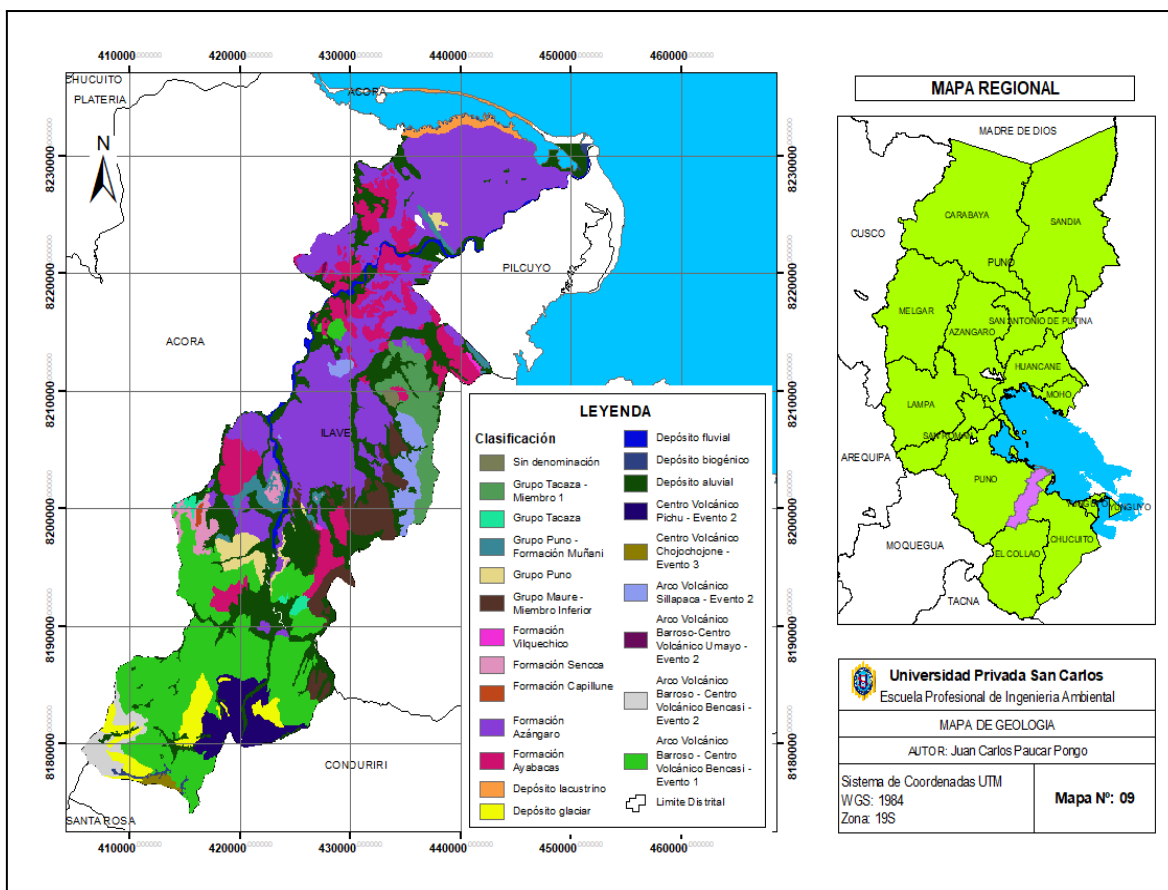


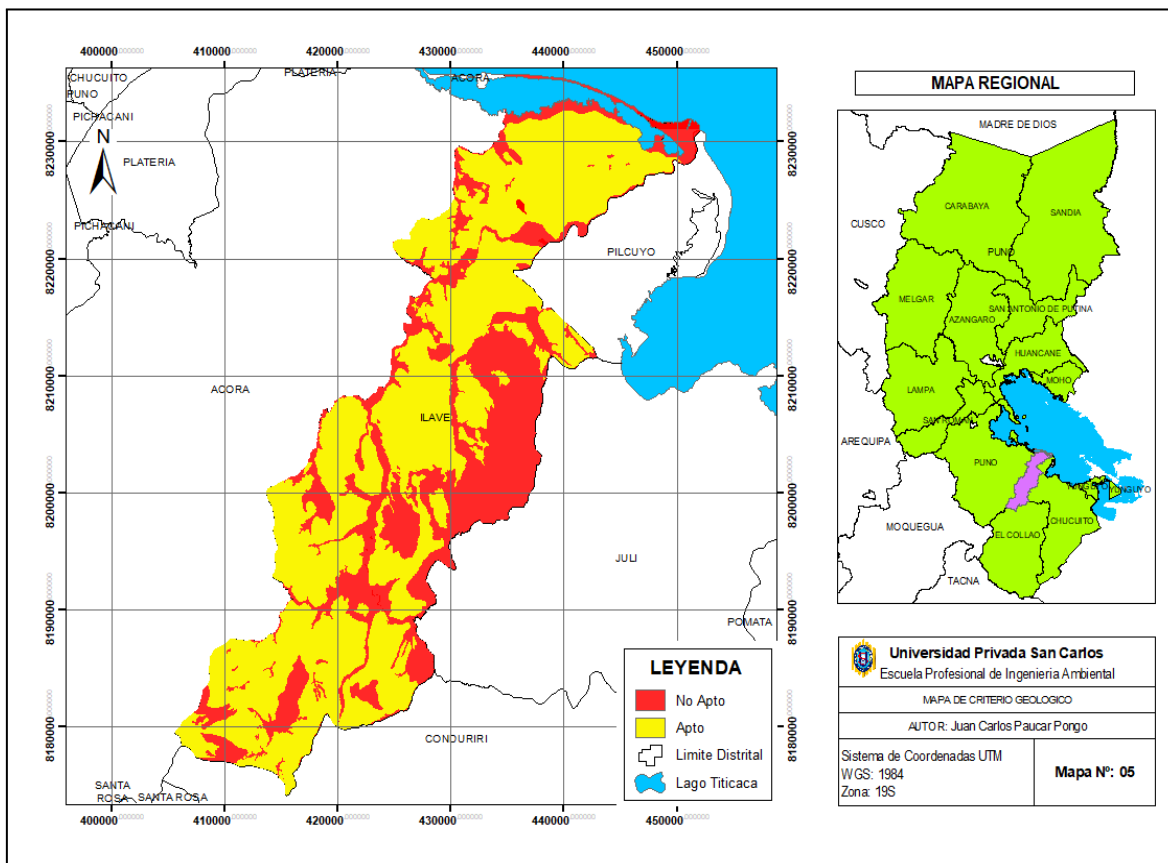
Figura 12: Mapa cartográfico de la geología del distrito de Ilave.



**Tabla 09:** Clasificación de la geología del distrito de Ilave.

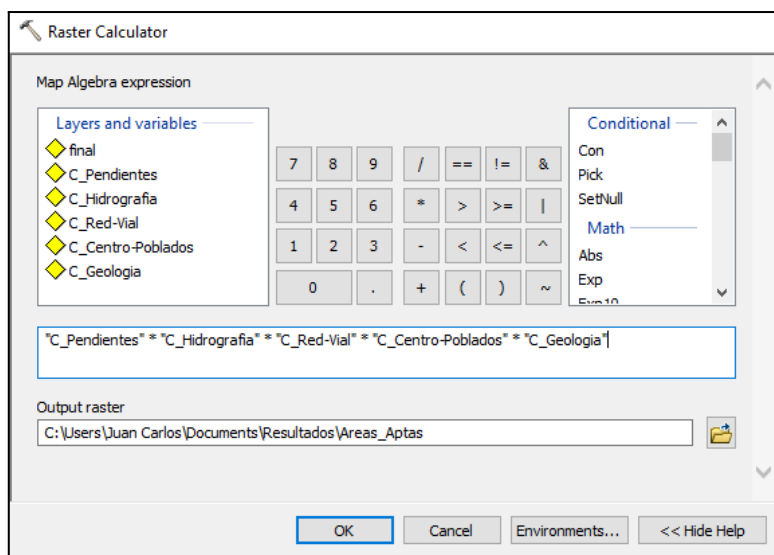
Nº	UNIDAD	ETIQUETA	LITOLOGÍA
1	Formación Azángaro	Qp-az3	Arcillita, arenisca
2	Arco Volcánico Barroso - Centro Volcánico Bencasi - Evento 1	Np-beE1	Andesita basáltica
3	Formación Capillune	Nm-ca3	Toba de ceniza
4	Grupo Puno - Formación Muñani	P-m3	Arenisca
5	Grupo Puno	P-pu2	Toba, conglomerado
6	Formación Ayabacas	Kis-ayb3	Caliza
7	Depósito aluvial	Qh-al	Bloques, grava, arena
8	Depósito glaciar	Qp-gl	Bloques, grava, arena, limo
9	Grupo Maure - Miembro Inferior	Nm-ma/i4	Limolita, limoarcillita, conglomerado, toba
10	Depósito biogénico	Qh-bi	Limo, arena
11	Grupo Tacaza	PoNm-t2	Andesítica, conglomerado
12	Formación Sencca	Np-se3	Toba vítrea, toba cristalina
13	Arco Volcánico Barroso - Centro Volcánico Bencasi - Evento 2	Np-beE2	Andesita basáltica
14	Centro Volcánico Pichu - Evento 2	Np-piE2	Toba lítica
15	Centro Volcánico Chojochojone - Evento 3	Np-chojE3	Andesita
16	Arco Volcánico Sillapaca - Evento 2	Nm-siE2	Bloques y ceniza, aglomerado
17	Formación Vilquechico	Ks-vi3	Arenisca, limoarcillita
18	Arco Volcánico Barroso-Centro Volcánico Umayo - Evento 2	Np-uE2	Traquiandesita
19	Sin denominación	N-3-gd,tn	Granodiorita, tonalita
20	Grupo Tacaza - Miembro 1	Po-t/14	Andesítica, conglomerado
21	Depósito fluvial	Q-fl	Bloques, grava, arena, limo
22	Depósito lacustrino	Q-la	Arcilla, limo, arena, grava

Según la guía del Ministerio del Ambiente, la geología óptima para la instalación de un relleno sanitario es sobre un sustrato de “Andesita”, “toba”, “arenisco” y “calizo”; realizando su clasificación como se muestra en la siguiente figura.

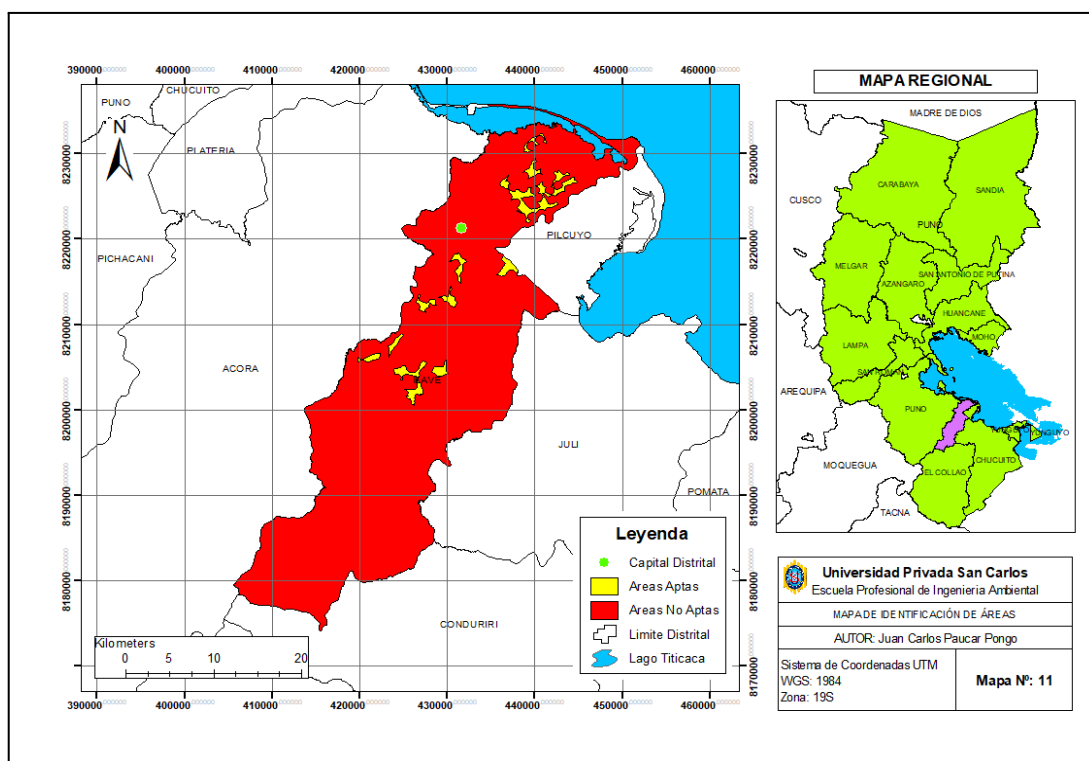


**Figura 13:** Mapa cartográfico de criterio geológico.

**Tercera fase:** Se realizó la superposición de criterios para la identificación del área óptima, en donde se sobrepuso los 5 raster de los criterios establecidos y con el software ArcGis abriendo la caja de herramientas ArcToolbox opción “Spatial Analyst Tools” luego “Map Algebra” y “Raster Calculator”, generando así un raster en donde se identifica las áreas aptas y no aptas.



**Figura 14:** Superposición de los criterios evaluados.

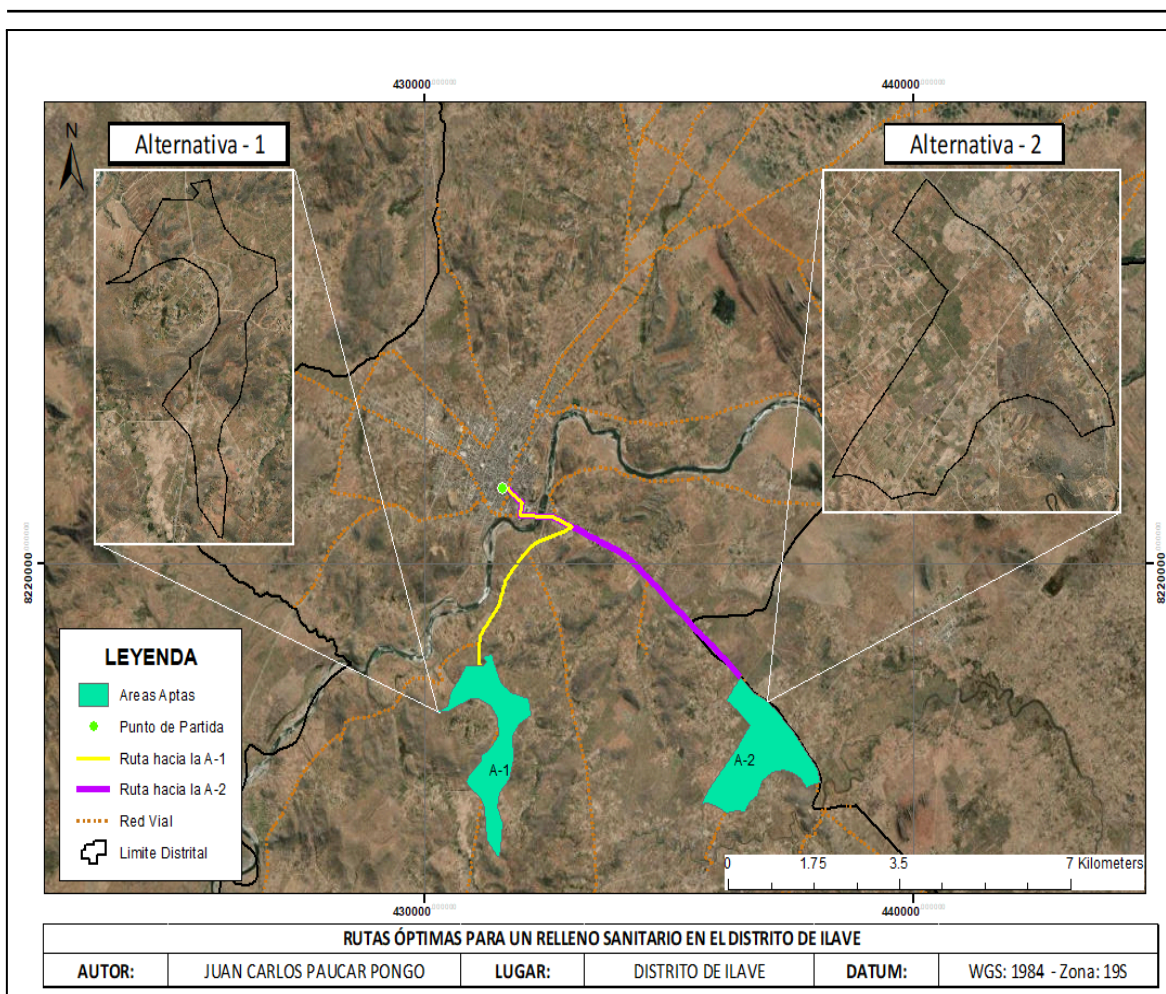


**Figura 15:** Mapa de identificación de áreas.

En la Figura 15, se representa de color amarillo las áreas que son “Aptas” para la instalación de un relleno sanitario y de color rojo las “Áreas no Aptas”; sin embargo al considerar los factores de distancia y accesibilidad, se identifico dos areas que cumplen con las características los cuales se señalan en la siguiente tabla.

**Tabla 10:** Datos estadísticos de la Alternativa - 1 y Alternativa - 2.

Clase	(Ha)	(km <sup>2</sup> )	Coordenada (x)	Coordenada (y)
Alternativa - 1 (A-1)	203.16	2.03	431712.4009	8217192.9948
Alternativa - 2 (A-2)	236.63	2.36	436822.5017	8216662.1082



**Figura 16:** Mapa de rutas óptimas hacia los rellenos óptimos

En la Figura 16 se representa dos alternativas donde podría instalarse un relleno sanitario, además de mostrar las rutas de transporte hacia cada alternativa, partiendo desde la plaza de armas de la ciudad de Ilave tenemos la ruta hacia la alternativa - 1 que está representada de color amarillo y con una distancia de 5.06 Km. mientras que la ruta

hacia la alternativa - 2 la cual está representada por el color morado tiene una distancia de 6.11 Km.

**Tabla 11:** Datos estadísticos de rutas óptimas hacia A - 1 y A - 2.

Clase	(km)	Recorrido aproximado desde punto de partida
Ruta (A-1)	5.06	8 Min.
Ruta (A-2)	6.11	9 Min.

## 4.2. PRUEBAS DE HIPÓTESIS

**H0.** Con la aplicación del modelo geoespacial del software ArcGIS no permitirá la localización de áreas óptimas para la ubicación de un relleno sanitario en el distrito de llave – Puno.

**Ha.** Con la aplicación del modelo geoespacial del software ArcGIS permitirá la localización de áreas óptimas para la ubicación de un relleno sanitario en el distrito de llave – Puno.

- Con la aplicación del modelo geoespacial del software ArcGIS, se localizó áreas óptimas para la ubicación de un relleno sanitario en el distrito de llave – Puno; y esto indica que se acepta la hipótesis alterna (Ha).

### HIPÓTESIS ESPECÍFICA I

**H0.** El distrito de llave no cuenta con áreas óptimas para la ubicación de un relleno sanitario.

**Ha.** El distrito de llave cuenta con áreas óptimas para la ubicación de un relleno sanitario.

- En base a los resultados obtenidos como se aprecia en la Figura 15, El distrito de llave cuenta con áreas aptas para la ubicación de un relleno sanitario; y esto indica que se acepta la hipótesis alterna (Ha).

### HIPÓTESIS ESPECÍFICA II

**H0.** Para la selección de un área para relleno sanitario en el distrito de Llave, no se podrá aplicar los criterios establecidos en la guía del Ministerio del Ambiente (MINAM).

**Ha.** Para la selección de un área para relleno sanitario en el distrito de Llave, se podrá aplicar los criterios establecidos en la guía del Ministerio del Ambiente (MINAM).

- Para la selección de un área para relleno sanitario en el distrito de Llave, se aplicó los criterios de pendiente, red hidrográfica, red vial, centros poblados y geología los cuales están establecidos en la guía del Ministerio del Ambiente (MINAM); y esto indica que se acepta la hipótesis alterna (Ha).

### **HIPÓTESIS ESPECÍFICA III**

**H0.** Con la aplicación del Software ArcGIS, no se podrá representar las áreas óptimas para la instalación de un relleno sanitario en el distrito de Llave.

**Ha.** Con la aplicación del Software ArcGIS, se podrá representar las áreas óptimas y aceptables para la instalación de un relleno sanitario en el distrito de Llave – Puno.

- Con el uso del Software ArcGIS se representó dos alternativas de áreas óptimas para la instalación de un relleno sanitario en el distrito de Llave como se visualiza en la Figura 16; y esto indica que se acepta la hipótesis alterna (Ha).

### **4.3. DISCUSIÓN**

Se logró identificar áreas aptas y áreas no aptas para la instalación de un relleno sanitario en el distrito de Llave - Puno, aplicando un los sistemas de información geográficos y análisis multicriterio los cuales fueron representados en mapas temáticos; encontrando antecedentes que mencionan que Gordillo, (2019) Los sistemas de información gráficos conocido con sus siglas (SIG), en un campo profesional pueden ser utilizados como una herramienta de análisis de riesgos para reducir los problemas ambientales y tomar mejores decisiones geoambientales para garantizar la viabilidad de un proyecto.

Miranda, (2022) en su investigación “Identificación de zonas en la provincia de Huancavelica para la ubicación de rellenos sanitarios utilizando los sistemas de

información geográficos”, obtuvo como resultado que en la provincia de Huancavelica que cuenta con una extensión de 417 212 ha; solo el 8.92% son zonas muy aptas para la instalación de rellenos sanitarios. Así mismo Pérez (2019), nos expresa en sus resultados que identificó siete áreas potenciales para la instalación de un relleno sanitario en la provincia de Jaén - Cajamarca; entre las cuales recomienda el área número 7 que cuenta con una extensión de 22.46 ha. Por otro lado existen resultados similares con Hanco, (2023), en su estudio para la selección de áreas para el relleno sanitario en el distrito de Ayaviri, Puno, presentó dos alternativas considerando la factibilidad y distancia mínima al medio de rendimiento en donde la alternativa 1 contaba con una extensión de 37.10 ha. y la alternativa 2 con 19.47 ha.

## CONCLUSIONES

**PRIMERA:** Se concluyó que los sistemas de información geográfica (SIG), constituyen una alternativa que se puede utilizar para la identificación de áreas potenciales para la localización de rellenos sanitarios en el distrito de Llave, provincia del Collao - Puno.

**SEGUNDA:** El distrito de Llave cuenta con dos áreas alternativas óptimas para la ubicación de un relleno sanitario donde la Alternativa-1 cuenta con la extensión de 203.16 ha. y el Alternativa-2 cuenta con la extensión de 236.63 ha. Ambas áreas demandan mínimos costos de transporte de residuos sólidos cumpliendo con los criterios establecidos por el Ministerio del Ambiente.

**TERCERA:** Para la identificación de áreas aptas, se aplicó los criterios técnicos establecidos en la guía del Ministerio del ambiente (MINAM), los cuales fueron: pendiente, geología, distancia a vías, hidrología y distancia a centros poblados.

**CUARTA:** Mediante el uso del Software ArcGIS se representó en mapas los criterios establecidos para el desarrollo del presente proyecto, donde se visualizan las características únicas de cada criterio, al realizar la sobreposición de mapas se logró identificar dos áreas óptimas los cuales fueron representados en un mapa temático.



## RECOMENDACIONES

**PRIMERA:** Realizar estudios complementarios y pruebas de campo de las áreas identificadas en el presente proyecto, a fin de comprobar si las áreas cumplen con las características necesarias para la instalación de un relleno sanitario

**SEGUNDA:** Se recomienda el uso de los sistemas de información geográficos como el software ArcGIS utilizado en el presente proyecto, como una herramienta técnica para los gestores de la Municipalidad Provincial de el Collao - Ilave, con respecto a la identificación de áreas que tengan las características necesarias para la instalación de un relleno sanitario.

**TERCERA:** Se recomienda a la Municipalidad Provincial El Collao - Ilave tener en consideración las áreas identificadas en el presente estudio, por tener características favorables tanto en lo económico, social y ambiental.

**CUARTA:** El presente trabajo sirve como base técnica para la identificación de áreas potenciales en donde instalar un relleno sanitario, por lo tanto se recomienda realizar estudios legales y estudios sociales para saber el grado de aceptación de las poblaciones aledañas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Añasco Quispe, R. P., Sánchez Vásquez, M. M. (2022). Automatización de un modelo mediante análisis multicriterio como alternativa para identificar áreas óptimas de un relleno sanitario caso Provincia Azángaro, 2022. Universidad Cesar Vallejo.
- Arévalo Delgado, J. C. (2021). Solución ambiental para la gestión de Geolocalización de rellenos sanitarios en la cuenca del río Paute. UNIVERSIDAD DEL AZUAY.
- Arias Ascurra, F. L. (2021). LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Universidad Cesar Vallejo.
- Becerra Garcia, Y. (2021). IDENTIFICACIÓN DE UN ÁREA APTA PARA LA INSTALACIÓN DE UN RELLENO SANITARIO, UTILIZANDO SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN EL DISTRITO DE CATILLUC – SAN MIGUEL [UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA].  
<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/4745/TESIS%20YULY%20BECERRA%20GARCIA%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Belalcázar Urbano, I. A. (2019). Identificación de áreas óptimas para la localización de un relleno sanitario en las subregiones norte y oriente del Valle del Cauca. Universidad del Valle, 33. <https://doi.org/10.25100/eg.v0i18.8626>
- Bustamante Delgado, D. (2022). IDENTIFICACIÓN DE LAS ÁREAS ÓPTIMAS PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL DISTRITO DE CHOTA, UTILIZANDO SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA - SIG. UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA.
- Chida Chida, kely L. (2018). PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL [Pontificia Universidad Católica de Ecuador].  
<https://repositorio.pucese.edu.ec/bitstream/123456789/1739/1/ATIENCIA%20ROBLES%20%20AGUST%c3%8dN%20ALEXANDER.pdf>
- Defensoría del Pueblo Perú. (2019). ¿Dónde se va la basura? (Informe Defensorial N° 181).  
<https://www.defensoria.gob.pe/wp-content/uploads/2019/11/INFORME-DEFENSO>

RIAL-181.pdf

Espejo Pingus, A. W. (2017). LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UN RELLENO SANITARIO EMPLEANDO SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN EL DISTRITO DE CHACHAPOYAS, REGIÓN AMAZONAS, 2017. UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA.

Gordillo Rodas, C. L. (2019). LOCALIZACIÓN DE UN RELLENO SANITARIO EN EL CANTÓN NARANJAL, MEDIANTE PROCESO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO BASADO EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA. UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL.

Hanco Chuctaya, J. E. (2023). APLICACIÓN DEL SOFTWARE QGIS PARA LA UBICACIÓN ÓPTIMA DE UN RELLENO SANITARIO EN EL DISTRITO DE AYAVIRI - PUNO 2023 [UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS].  
[http://repositorio.upsc.edu.pe/bitstream/handle/UPSC/556/Juan\\_Edilberto\\_HANCCO\\_CHUCTAYA.pdf?sequence=3&isAllowed=y](http://repositorio.upsc.edu.pe/bitstream/handle/UPSC/556/Juan_Edilberto_HANCCO_CHUCTAYA.pdf?sequence=3&isAllowed=y)

Ichpas Curaca, Y. A., & Sanchez Huaman, J. (2021). Sitios óptimos para rellenos sanitarios mediante sistemas de información geográfica para la ciudad de Huancavelica. Universidad César Vallejo.

INEI. (2022). Perú: Indicadores de Gestión Municipal 2021.  
[https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitaless/Lib1849/libro.pdf](https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitaless/Lib1849/libro.pdf)

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].  
[https://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12990/1649/Tesis\\_Residuos\\_Solidos.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12990/1649/Tesis_Residuos_Solidos.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Loyaga Rivera, F. (2019). IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS ÓPTIMAS PARA INSTALAR UN RELLENO SANITARIO UTILIZANDO SISTEMAS DE INFORMACIÓN

GEOGRÁFICA, DISTRITO LAS PIRIAS - PROVINCIA DE JAÉN. UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN.

MINAM. (2016). PLAN NACIONAL DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS.

MINAM, M. del A. (2011). Guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario.

Miranda Soriano, S. N. (2022). Identificación de zonas en la provincia de Huancavelica para la ubicación de rellenos sanitarios mediante sistemas de información geográfica y el método de Análisis Multicriterio. [UNIVERSIDAD ESAN]. [https://repositorio.esan.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12640/3182/2022\\_IGA\\_22-2\\_01\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.esan.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12640/3182/2022_IGA_22-2_01_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

ONU, P. de las N. U. para el M. A. (2018). Perspectiva de la Gestión de Residuos en América Latina y el Caribe.

Pérez Oclocho, N. A. (2019). IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS ÓPTIMAS PARA LA INSTALACIÓN DE UN RELLENO SANITARIO, UTILIZANDO SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN EL DISTRITO DE SANTA ROSA, PROVINCIA DE JAÉN [UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA]. <http://190.116.36.86/bitstream/handle/20.500.14074/4087/norbilperez.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

Perez Polanco, B. (2017). LOCALIZACIÓN DE SITIOS POTENCIALES PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN LA SUB-CUENCA NEXAPA, PUEBLA [UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA]. <https://repositorioinstitucional.buap.mx/server/api/core/bitstreams/a912a7d2-0626-4a1b-a9bc-5d4fb8d6cd0f/content>

Riva Rodriguez, J. M. (2022). Diseño de un relleno sanitario para la disposición final de residuos sólidos urbanos, de los distritos de San Nicolás y Mariscal Benavides – Amazonas [UNIVERSIDAD RICARDO PALMA]. [https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/5940/T030\\_7287411](https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/5940/T030_7287411)

2\_T%20FRANCISCO%20DAVID%20TACUCHI%20JARA%20-%20RIVA%20ROD  
RIGUEZ%20JHONNY%20MAYKOL.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Sanchez Alaya, L. A., & Perez Angulo, A. A. (2021). PROPUESTA DE DISEÑO DE  
RELLENO SANITARIO PARA EL DISTRITO DE BAÑOS DEL INCA, CAJAMARCA  
2021 [UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE].  
[https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/27619/Sanchez%20Alaya%  
20y%20Perez%20Angulo\\_pdf.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/27619/Sanchez%20Alaya%20y%20Perez%20Angulo_pdf.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Sistemas de Información Geográfica (SIGs) metodología aplicada al geomarketing. (2016,  
marzo 15). Página web de histormex.  
[http://histormex.jimdofree.com/2016/03/15/sigs-definici%C3%B3n-y-metodolog%C  
3%ADa/](http://histormex.jimdofree.com/2016/03/15/sigs-definici%C3%B3n-y-metodolog%C3%ADa/)

## ANEXO

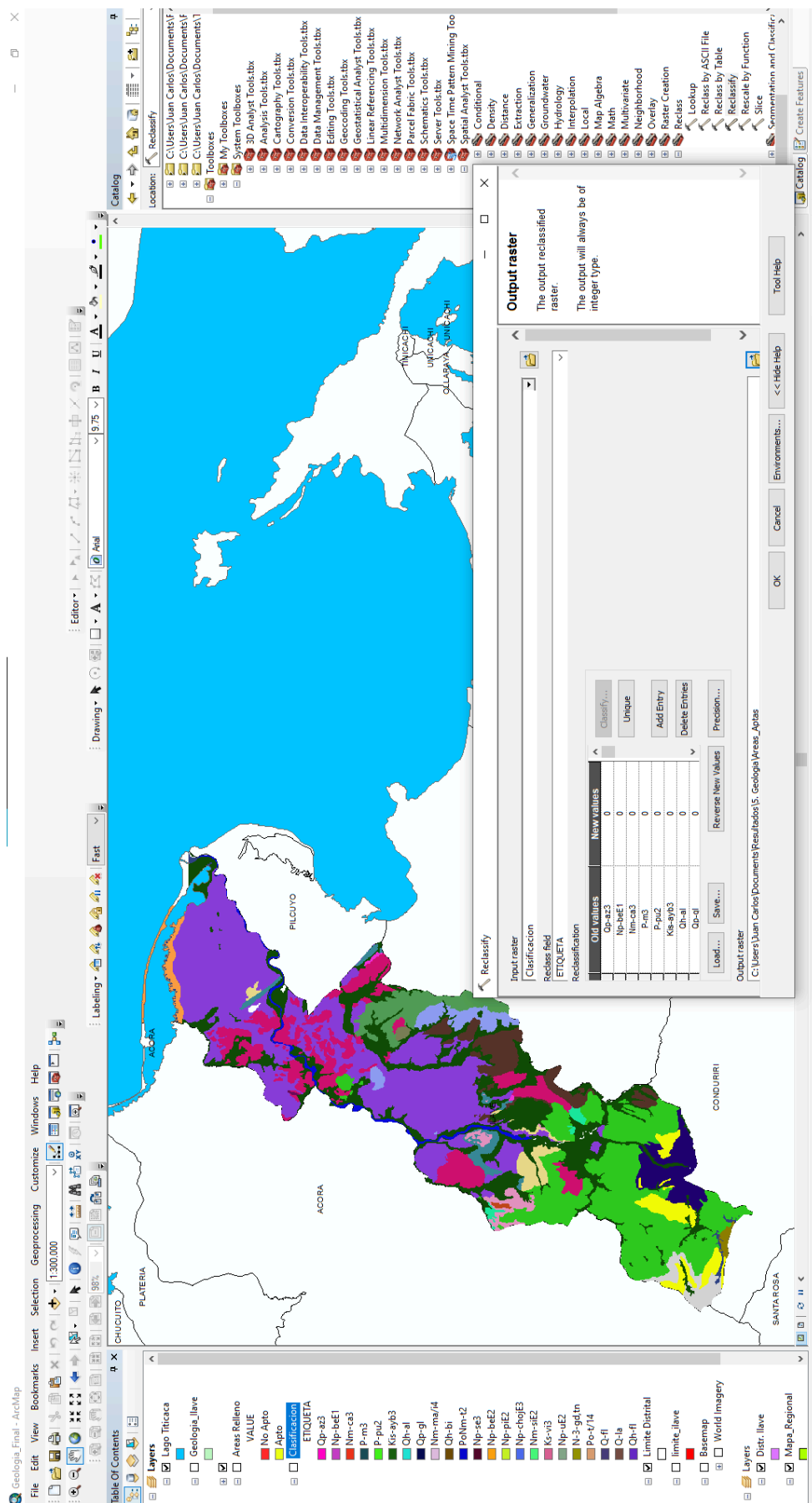
## Anexo 01: Matriz De Consistencia.

### APLICACIÓN DEL SOFTWARE ARCGIS PARA LA UBICACIÓN Y ELABORACIÓN DE MAPAS PARA UN RELLENO SANITARIO EN EL DISTRITO DE ILAVE – PUNO

2023

Problema	Objetivo	Justificación	Hipótesis	VARIABLES	Indicador	Escala de medición
<p><b>General</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿Se podrá identificar áreas potenciales para la ubicación y elaboración de mapas para un relleno sanitario aplicando el Software ArcGIS en el distrito de Ilave – Puno?</li> </ul> <p><b>Específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿El distrito de Ilave contará con un área óptima para la ubicación de un relleno sanitario?</li> <li>- ¿Se podrá localizar áreas según los criterios establecidos en la guía del Ministerio del Ambiente (MINAM) diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de un relleno sanitario.</li> <li>- ¿Se podrá elaborar mapas representando las áreas óptimas para la instalación de un relleno sanitario en el distrito de Ilave?</li> </ul>	<p><b>General</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicar el Software ArcGIS para la ubicación y elaborar mapas para el distrito de Ilave – Puno 2023.</li> </ul> <p><b>Específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar áreas óptimas para la ubicación de un relleno sanitario en el distrito de Ilave.</li> <li>- Aplicar criterios establecidos en la guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre del relleno sanitario manual del MINAM, para la selección de áreas óptimas para un relleno sanitario.</li> <li>- Elaborar un mapa con las áreas óptimas y aceptables para la instalación de un relleno sanitario.</li> </ul>	<p>En el distrito de Ilave, los residuos sólidos generados al no contar con una correcta disposición final dan lugar a diversos problemas tanto sociales, económicos y ambientales dado que la disposición de estos residuos son dispuestos en lugares inapropiados, de ahí la necesidad de ubicar lugares adecuados para la disposición final. Sin embargo, al ser esta una tarea laboriosa por la cantidad de criterios a considerar se podría optar por el uso de tecnologías como los sistemas de información geográficos (SIG) como instrumento para identificar áreas que cumplan con los criterios del Ministerio del Ambiente.</p>	<p><b>General</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Con la aplicación del modelo geoespacial del software ArcGIS se permitirá la localización de áreas óptimas para la ubicación de un relleno sanitario en el distrito de Ilave – Puno.</li> </ul>	<p><b>Variable Independiente (VI):</b> Área Geográfica de Ilave</p> <p><b>Variable dependiente (VD):</b> Ubicación de un área para relleno sanitario</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Límites departamentales, provinciales y distritales</li> <li>- Pendiente</li> <li>- Distancia a aguas superficiales, ríos, lagunas.</li> <li>- Tipo de cobertura</li> <li>- Distancia de centros poblados y zonas urbanas</li> <li>- Distancia a las vías de acceso</li> </ul>	<p>874.57 km2</p> <p>&lt; 15 %</p> <p>&gt; 500 metros</p> <p>Ponderación binaria (0,1) según tipo de vegetación</p> <p>&gt; 500 metros</p> <p>&gt; 500 metros</p>

**Anexo 02: Geoprocresamiento de criterios con el software ArcGIS, para la ubicación de áreas óptimas.**





**Anexo 03:** Estimación de distancia aproximada desde punto de partida hacia A-1.



Fuente: Google maps

**Anexo 04:** Estimación de distancia aproximada desde punto de partida hacia A-1.



Fuente: Google maps

**Anexo 05.** Panel fotográfico.



**Figura 17:** Reconocimiento del área presentada como Alternativa - 1.



**Figura 18:** Reconocimiento del área presentada como Alternativa - 2.