



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TOPOGRÁFICA Y
AGRIMENSURA



**ORDENAMIENTO TERRITORIAL A PARTIR DE LA
CAPACIDAD DE USO MAYOR DEL SUELO MEDIANTE EL SIG
EN EL DISTRITO DE MARANGANI, CUSCO – 2023**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. FRANK ROLANDO CHAMBI PAJSI

Bach. ELVIS WILSON YUCA VARGAS

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO TOPÓGRAFO Y AGRIMENSOR**

PUNO- PERÚ

2024



FRANK ROLANDO / ELVIS WILSON CHAMBI PAJSI...

ORDENAMIENTO TERRITORIAL A PARTIR DE LA CAPACIDAD DE USO MAYOR DEL SUELO MEDIANTE EL SIG EN EL DISTR

My Files

My Files

Universidad Nacional del Altiplano

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid::8254:417436663

100 Páginas

Fecha de entrega
19 dic 2024, 8:46 a.m. GMT-5

14,834 Palabras

Fecha de descarga
19 dic 2024, 8:51 a.m. GMT-5

81,028 Caracteres

Nombre de archivo
FRANK ROLANDO CHAMBI PAJSI ELVIS WILSON YUCA VARGAS.docx

Tamaño de archivo
12.6 MB





17% Similitud general

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

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 15% Fuentes de Internet
- 6% Publicaciones
- 10% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

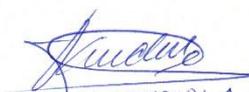
N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

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

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


Luis Alberto Mamani Huanca
Director - Asesor


V. CONDORI A
Br. Valeriano CONDORI APAZA
SUBDIRECTOR DE INVESTIGACIÓN
EPITA - FCA





DEDICATORIA

A mis amados padres, Rufo y Delfina, quienes me brindaron todo su apoyo durante mi formación académica, fueron esenciales en mi vida; me inculcaron buenos valores y actitudes, para poder tener mayores oportunidades en la vida.

Frank Rolando Chambi Pajsi.



DEDICATORIA

A Dios, quien me guía en mi camino con sabiduría y amor para seguir adelante cada día. A mis padres Mauro y Humberta, por educarme con buenos valores, para continuar con mi camino y alcanzar mis metas. Quienes me enseñaron a esforzarme, gracias por su dedicación y todos los valores inculcados.

Elvis Wilson Yuca Vargas.



AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional del Altiplano por recibirnos en un ambiente acogedor y brindarnos los conocimientos necesarios para nuestro desarrollo profesional.

A mis docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Topográfica y Agrimensura que nos brindaron sus experiencias, enseñanzas y nos orientaron en nuestro desarrollo académico.

A nuestro director de tesis Msc. Luis Alberto Mamani Huanca, por su asesoramiento y dirección en esta investigación. Estamos muy agradecidos por su acompañamiento durante el proceso elaboración de esta tesis.

Frank Rolando Chambi Pajsi.

Elvis Wilson Yuca Vargas.



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE ANEXOS	
ACRÓNIMOS	
RESUMEN	17
ABSTRACT.....	18
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	20
1.2. PROBLEMAS DE LA INVESTIGACIÓN	21
1.2.1. Problema General	21
1.2.2. Problemas Específicos	21
1.3. HIPÓTESIS	22
1.3.1. Hipótesis General	22
1.3.2. Hipótesis Especificas	22
1.3. JUSTIFICACIÓN	22
1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	23
1.4.1. Objetivo General	23
1.4.2. Objetivos Específicos.....	23



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1.	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	24
2.1.1.	Antecedentes internacionales	24
2.1.2.	Antecedentes nacionales	27
2.1.3.	Antecedentes regionales.....	30
2.2.	MARCO TEÓRICO	32
2.2.1.	Ordenamiento territorial.....	32
2.2.1.1.	Objetivos del ordenamiento territorial	33
2.2.1.2.	Metodología del ordenamiento territorial	34
2.2.2.	Suelo	34
2.2.3.	Uso del suelo	35
2.2.3.1.	Zonificación del uso del suelo	36
2.2.3.2.	Planeamiento del uso del suelo	36
2.2.3.3.	Objetivos del uso del suelo	38
2.2.3.4.	Tierras según la capacidad de uso mayor.....	38
2.2.4.	Teledetección	40
2.2.4.1.	Sensores	40
2.2.4.2.	Imágenes landsat	41
2.2.5.	Clasificación.....	41
2.2.5.1.	Clasificación supervisada.....	41
2.2.5.2.	Clasificación no supervisada.....	42
2.2.5.3.	SIG como herramienta para el ordenamiento territorial	42
2.2.6.	Sistemas de información geográfica (SIG)	43
2.2.7.	Matriz de confusión.....	43



2.2.8.	Índice kappa	44
2.2.8.1.	Elementos de los SIG	44
2.3.	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	45
2.3.1.	Crecimiento urbano	45
2.3.2.	Datos geográficos	45
2.3.4.	Imágenes satelitales	46
2.3.5.	Planificación urbana integrada	46
CAPÍTULO III		
MATERIALES Y MÉTODOS		
3.1.	ZONA DE ESTUDIO	47
3.1.1.	Ubicación geográfica	47
3.1.2.	Límites	49
3.1.3.	Vías de acceso al área de estudio	49
3.2.	MATERIALES Y EQUIPOS UTILIZADOS.....	49
3.2.1.	Equipos.....	49
3.2.2.	Herramientas	49
3.2.3.	Software	49
3.2.4.	Materiales	50
3.3.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	50
3.3.1.	Alcance de la investigación.....	50
3.3.2.	Nivel de la investigación	51
3.4.	MÉTODO ESTADÍSTICO	51
3.5.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	51
3.5.1.	Población.....	51
3.5.2.	Muestra	51



3.6. PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO	52
3.6.1. Etapa preliminar:	52
3.6.2. Etapa de campo:	52
3.6.3. Etapa de laboratorio	54
3.6.4. Etapa final del gabinete	54
3.6.4.1. Identificación de la zona de vida.....	54
3.6.4.2. Descargar del DEM.....	55
3.6.4.3. Pendiente.....	56
3.6.4.4. Procesamiento	57
3.6.4.5. Identificación de la capacidad de uso mayor de tierras	59
3.6.5. Proceso Metodológico para el Segundo Objetivo Específico	60
3.6.5.1. Obtención de la imagen satelital	60
3.6.5.2. Procedimiento de la imagen satelital.....	61
3.6.5.1. Clasificación supervisada.....	62
3.6.5.2. Precisión global.....	64
3.6.6. Índice kappa	64
3.6.1.1. Identificación de la cobertura de uso del suelo:	65
3.6.7. Proceso metodológico para el tercer objetivo especifico	66

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS DE LOS OBJETIVOS	67
4.1.1. Resultados para el primer objetivo especifico.....	67
4.1.2. Resultados para el segundo objetivo especifico.....	68
4.1.3. Resultados para el tercer objetivo especifico	70
4.1.4. Propuesta de ordenamiento territorial a partir de la capacidad de uso mayor	



del suelo	72
4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS	73
4.2.1. Prueba de Normalidad	73
4.2.1.1. Planteamiento de Hipótesis	73
4.2.1.2. Nivel de Significancia	73
4.2.1.3. Prueba estadística por emplear	74
4.2.2. Prueba estadística para el primer objetivo específico	75
4.2.3. Prueba estadística para el segundo objetivo específico	76
4.2.4. Prueba estadística para el tercer objetivo específico	77
4.3. DISCUSIONES.....	79
V. CONCLUSIONES.....	83
VI. RECOMENDACIONES.....	84
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	85
ANEXOS.....	89

Área: Sistemas de Información Geográfica

Tema: Ciencias Naturales

Fecha de sustentación: 26 de diciembre del 2024.



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Planeamiento del uso del suelo	37
Tabla 2 Objetivos del uso del suelo	38
Tabla 3 Rangos del espectro electromagnético	41
Tabla 4 Valores de índice Kappa	44
Tabla 5 Elementos de los SIG	45
Tabla 6 Vía de acceso	49
Tabla 7 Coordenadas de las calicatas	53
Tabla 8 Rango de pendiente	57
Tabla 9 Matriz de confusión	63
Tabla 10 Precisión global	64
Tabla 11 Categorías obtenidas	64
Tabla 12 Coberturas del uso del suelo	65
Tabla 13 Áreas obtenidas para el mapa capacidad de uso mayor del suelo	68
Tabla 14 Áreas obtenidas para el mapa de uso actual del suelo	69
Tabla 15 Matriz de confrontación	70
Tabla 16 Áreas obtenidas en el conflicto de suelos	71
Tabla 17 Áreas obtenidas	73
Tabla 18 Test de normalidad de Shapiro - Wilk	74
Tabla 19 Prueba estadística para una muestra – objetivo 1	75
Tabla 20 Prueba de T- Student – objetivo 1	75
Tabla 21 Prueba estadística para una muestra – objetivo 2	76
Tabla 22 Prueba de T- Student – objetivo 2	77
Tabla 23 Prueba estadística para una muestra – objetivo 3	77



Tabla 24	Prueba de T- Student – objetivo 3.....	78
Tabla 25	Comparativa de categoría y áreas	79



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Planificación territorial	33
Figura 2 Mapa de ubicación departamental	47
Figura 3 Mapa de ubicación provincial	48
Figura 4 Mapa de ubicación de la zona de estudio	48
Figura5 Mapa de ubicación de las calicatas.....	53
Figura 6 Mapa de identificación de zona de vida	55
Figura 7 Modelo de elevación digital	56
Figura 8 Clasificación de las pendientes.....	57
Figura 9 Cuadro de atributos.....	58
Figura 10 Valor de áreas	59
Figura11 Organigrama del proceso metodológico.....	60
Figura 12 Área de estudio	60
Figura 13 Imagen satelital insertada en el software.....	61
Figura 14 Imagen satelital del área de estudio.....	62
Figura 15 Puntos de entrenamiento.....	62
Figura 16 Mapa obtenido	63
Figura17 Organigrama del uso del suelo	66
Figura 18 Mapa de la capacidad de uso mayor del suelo	67
Figura 19 Uso del suelo del área de estudio	69
Figura20 Mapa de conflicto del suelo.....	71
Figura 21 Mapa de propuesta ordenamiento territorial.....	72



ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO 1 Resumen de resultado de análisis de caracterización de suelo	89
ANEXO 2 Evidencias fotográficas.....	91
ANEXO 3 Mapas	96



ACRÓNIMOS

CUS:	Coeficiente de Utilización del Suelo
DEM:	Modelo de Elevación Digital
DS:	Decreto Supremo
LUS:	Land Use System (Sistemas de Uso de la Tierra)
MIDAGRI:	Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego
MINAM:	Ministerio del Ambiente
SIG:	Sistema de Información Geográfica
UTM:	Universal Transversal Mercator



RESUMEN

La presente investigación se desarrolló dentro del distrito de Marangani, provincia Canchis del departamento de Cusco, siendo el objetivo: evaluar el Ordenamiento territorial a partir de la capacidad de uso mayor del suelo mediante el SIG. La investigación adopta un enfoque cuantitativo, con un nivel descriptivo y un diseño no experimental, la metodología aplicada es conforme al D.S N° 005-2022-MINAGRI, Reglamento de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor a nivel de grupo con el uso de herramienta sistemas de información geográfica (SIG); el área de estudio cuenta con un aproximado a 3000 ha, donde se realizaron 12 calicatas para su análisis de caracterización del suelo a nivel de grupo. Para el análisis estadístico se realizó la prueba de normalidad de Shapiro – Wilk, aplicándose la prueba t. En los resultados se identificaron 5 grupos en la capacidad de uso mayor de los cuales existe suelos para cultivo en limpio 8%, para pastoreo 36%, tierras de protección 19%, cultivo permanente 18% y forestal 19% y los usos del suelo. Finalmente se concluye que, se ha permitido obtener una visión integral sobre el uso del suelo en función de sus características físicas. El empleo del SIG facilitó la identificación de las áreas con uso conforme 32%, sobre uso 34% y sub-uso 20% del área total del suelo.

Palabras clave: Sistema de Información Geográfica, Ordenamiento territorial, Uso del suelo.



ABSTRACT

This research was developed within the district of Marangani, province of Canchis, department of Cusco, the objective being: to evaluate the territorial planning based on the capacity of major use of the land through the GIS. The research adopts a quantitative approach, with a descriptive level and a non-experimental design, the methodology applied is in accordance with D.S N ° 005-2022-MINAGRI, Regulation of Land Classification by its Capacity of Major Use at the group level with the use of geographic information systems (GIS) tool; The study area has approximately 3000 ha, where 12 test pits were carried out for its analysis of soil characterization at the group level. For the statistical analysis, the Shapiro - Wilk normality test was performed, applying the t test. The results identified 5 groups in terms of the highest use capacity, of which 8% are lands for cleared cultivation, 36% for grazing, 19% for protected land, 18% for permanent cultivation and 19% for forestry, and the land uses. Finally, it was concluded that a comprehensive view of land use based on its physical characteristics was obtained. The use of GIS facilitated the identification of areas with 32% of land use, 34% of overuse and 20% of underuse of the total land area.

Keywords: Geographic Information System, Territorial planning, Land use.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

A través del ordenamiento territorial se puede fomentar el uso eficiente y sostenible del suelo, garantizando un equilibrio entre las acciones del ser humano y la preservación de las reservas naturales. En el contexto del distrito de Marangani, provincia de Canchis, región Cusco, el manejo adecuado del suelo es de vital importancia debido a sus características geográficas y ambientales, las cuales influyen directamente en la productividad agrícola, desarrollo urbano y la preservación de los ecosistemas.

De igual manera, el uso de los Sistemas de información geográfica (SIG), permite una evaluación precisa de la capacidad de uso mayor del suelo, facilitando el proceso de las decisiones adoptadas sobre la planificación territorial. En esta investigación determina el potencial del uso de la tierra a partir de la capacidad de uso mayor del suelo, con el objetivo de identificar áreas óptimas para actividades agrícolas, urbanas, de conservación y otras.

Mediante los sistemas de información geográfica (SIG), se logra un análisis espacial dentro del territorio del distrito de Marangani, considerando factores topográficos, climáticos y edáficos. De esta manera, se busca mejorar la gestión del territorio y contribuir al desarrollo sostenible del distrito, minimizando el impacto ambiental y potenciando las capacidades productivas locales. Este enfoque resulta esencial para abordar los retos actuales, como la erosión del terreno y la valoración de los recursos naturales.



1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El ordenamiento territorial es un proceso fundamental para la administración sostenible de los recursos naturales y el desarrollo equilibrado de las actividades humanas en un territorio. Sin embargo, en muchas regiones, la falta de planificación adecuada ha llevado a problemas como la ocupación desordenada del suelo, la degradación ambiental, conflictos por el uso de la tierra y el deterioro de la calidad de vida de las poblaciones. La capacidad de uso mayor del suelo, que considera características como la aptitud agrícola, forestal, ganadera y de conservación, se convierte en una herramienta clave para orientar decisiones de uso del territorio. No obstante, la implementación de este enfoque enfrenta limitaciones debido a la ausencia de datos actualizados, la falta de integración de tecnologías avanzadas y la escasa participación de las comunidades locales en los procesos de planificación (Huaman, 2024).

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) brindan un resultado efectivo para abordar estas limitaciones, permitiendo la recopilación, análisis y visualización de datos espaciales de manera integral. A pesar de su potencial, en muchas regiones no se ha aprovechado plenamente esta tecnología para realizar estudios de capacidad de uso mayor del suelo que puedan fundamentar estrategias de ordenamiento territorial. Por lo tanto, se puede implementar un enfoque basado en SIG para evaluar la capacidad de uso mayor del suelo que considere tanto las propiedades físicas y químicas del suelo en el área de análisis. Esto permitirá establecer un equilibrio entre el desarrollo humano y la sostenibilidad ambiental, reduciendo los conflictos por el uso de la tierra y optimizando el aprovechamiento de los recursos naturales (Cordova, 2019).

El distrito de Marangani, de la provincia de Canchis, de la región Cusco, enfrenta serios desafíos en cuanto a la gestión y aprovechamiento de sus recursos territoriales. La



falta de un ordenamiento territorial adecuado ha dado lugar a un uso ineficiente e insostenible del suelo, afectando tanto a las actividades agrícolas como al desarrollo urbano y la conservación de los ecosistemas locales. Esta situación se ve agravada por la expansión desordenada de áreas urbanas, rurales y la poca orientación de la población lo que contribuye al deterioro del suelo, la disminución de biodiversidad y el aumento de los riesgos de erosión y desertificación.

El uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) permite un análisis detallado y preciso del territorio, evaluando su capacidad de uso mayor del suelo y facilitando la planificación territorial en función de las características específicas del suelo. Determinar el uso potencial del suelo a partir de la capacidad de uso mayor del suelo, mediante la aplicación de SIG en el distrito de Marangani, con el fin de optimizar el uso del territorio, identificar el uso potencial del suelo.

1.2. PROBLEMAS DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1. Problema General

¿A partir de la capacidad de uso mayor del suelo se puede realizar un ordenamiento territorial en el distrito de Marangani?

1.2.2. Problemas Específicos

- ¿De qué manera está clasificado los suelos según su capacidad de uso mayor en el distrito de Marangani?
- ¿De qué manera está siendo usado el suelo en distrito de Marangani?
- ¿Cuáles son las áreas de suelos que se usan de acuerdo a su capacidad de uso mayor del distrito de Marangani?



1.3. HIPÓTESIS

1.3.1. Hipótesis General

La evaluación de la capacidad de uso mayor del suelo a partir del SIG contribuye en el ordenamiento territorial en el distrito de Marangani, Cusco.

1.3.2. Hipótesis Específicas

- La identificación de la clasificación de grupos de tierras por su capacidad de uso mayor contribuye significativamente en el ordenamiento territorial
- El uso actual de los suelos influye significativamente en el ordenamiento territorial mediante el SIG en el distrito de Marangani
- Es posible identificar y comparar las áreas de suelos que se usan de acuerdo a su capacidad de uso mayor del distrito de Marangani.

1.3. JUSTIFICACIÓN

El desarrollo de un planeamiento territorial teniendo en cuenta su capacidad de uso mayor del suelo mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG) en el distrito de Marangani, de la provincia de Canchis del departamento Cusco, se justifica por la necesidad de optimizar el uso de los recursos naturales, impulsar un desarrollo sostenible de la región. Actualmente, el territorio enfrenta problemas significativos derivados del uso inadecuado del suelo, como la degradación ambiental, la erosión, y la expansión desordenada de áreas urbanas y agrícolas, lo que impacta negativamente en la productividad económica, población con mejor calidad de vida.

De igual manera, la utilización de herramientas tecnológicas avanzadas como el SIG permite realizar un análisis exhaustivo y preciso de las características del suelo, evaluando su capacidad de uso mayor. Este enfoque es fundamental para identificar las



áreas más aptas para diversas actividades, como la agricultura, la conservación de recursos naturales, y el desarrollo urbano, evitando la sobreexplotación y el deterioro del territorio. Además, facilita la toma de decisión informada de los gobiernos locales y otros actores involucrados en la administración del territorio, promoviendo un uso más racional y eficiente del suelo.

Asimismo, el estudio contribuye a la mejora de la planificación territorial, al promover la preservación de los recursos naturales y minimizar los impactos negativos de actividades humanas, al tiempo que potencia el desarrollo económico y social del distrito. Asimismo, el ordenamiento territorial con base en SIG fortalecerá la resiliencia del territorio frente al cambio climático y a otros riesgos ambientales, asegurando un manejo sostenible de los suelos para las generaciones presentes y futuras.

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

Evaluar el Ordenamiento Territorial a partir de la capacidad de uso mayor del suelo mediante el SIG en el distrito de Marangani, Cusco.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Identificar los grupos de clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor
- Determinar el uso actual de los suelos en el distrito de Marangani
- Identificar y relacionar las áreas de suelos que se usan de acuerdo a su capacidad de uso mayor del distrito de Marangani.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. Antecedentes internacionales

Santos A, (2017), menciona que los modelos urbanos suelen estar agrupados por actividades que generan segregación según su uso. Así, las ciudades suelen estar divididas en zonas específicas para actividades político-administrativas, comerciales, residenciales, recreativas, entre otras, lo que obliga a los habitantes a realizar largos desplazamientos para cumplir con sus necesidades, generando una demanda creciente de infraestructura. En contraste, se intenta promover un modelo de ciudad firme, en el que diversas actividades y usos se concentren en microcentros, lo que desincentivara el uso de un automóvil y fomentaría desplazamientos breves la implementación de medios de transporte más respetuosos con el medio ambiente. Estas inclinaciones han sido abordadas en investigaciones a nivel mundial y Latinoamérica, promoviendo un desarrollo urbano a nivel local y dentro de la estructura de un territorio y fomentando la economía en las ciudades. Por otro lado, el crecimiento urbano descontrolado y el desarrollo no planificado, impulsado en gran parte por intereses económicos particulares, han llevado a que las ciudades se conviertan en entornos desarticulados y segregados por usos o estratos. Esto ha generado espacios desperdiciados, intersticios urbanos o áreas disponibles que, a pesar de estar integrados físicamente en la ciudad, carecen de función o uso, y no promueven la apropiación por parte de la población. En este escenario, la investigación trata



definir estrategias y directrices que mejoren los procesos de planificación urbana, alineándolos con las problemáticas locales y los escenarios contemporáneos, y considerando sus múltiples interrelaciones a nivel nacional y global.

Alomoto D, (2018), indica que, el volcán Cotopaxi ha experimentado durante siglos erupciones recurrentes de gran magnitud que han causado importantes daños. No obstante, el acelerado crecimiento poblacional ha dado lugar a un desarrollo urbano y rural desordenado, con asentamientos humanos establecidos sin la debida planificación en zonas en riesgos de los lahares causados por las erupciones del volcán. La parroquia de San Francisco de Mulaló es una de las áreas más vulnerables ante los efectos de los lahares en caso de una erupción del Cotopaxi. Por ello, resulta crucial identificar y delimitar el territorio afectado, así como los recursos esenciales y los asentamientos humanos que se encuentran en riesgo. Este estudio propone directrices integrales para optimizar la capacidad de respuesta, la fortaleza y la calidad del desarrollo y ordenamiento territorial, con miras a un plan parroquial de gestión integral del riesgo. Asimismo, se aborda la planificación territorial mediante la zonificación de áreas libres de peligro ante escenarios de lahares, lo que incluye la reestructuración del tejido urbano-rural, garantizando su viabilidad, conexión de servicios fundamentales, infraestructura y servicios básicos. basándose en la recopilación de hechos mediante entrevistas con los habitantes, miembros de la junta parroquial y autoridades locales, además la elaboración de un mapa de hogares dispersos y recursos fundamentales en la parroquia de San Francisco de Mulaló.

Gómez S, (2018), en su estudio propone que, el desarrollo de estudios de ordenamiento territorial en cuencas hidrográficas es fundamental para colocar criterios técnicos que guíen el manejo y desarrollo de los recursos naturales. De



este modo, es posible clasificar todas las tierras del país según su capacidad de uso, estableciendo un orden de mayor a menor intensidad, salvo en las áreas urbanizadas de los diversos asentamientos humanos. El Estudio de la Capacidad de Acogida del Suelo (ECAS) se presenta como un instrumento útil a la hora tomar decisiones, al proporcionar datos que ayudan a disminuir el sobreuso de los recursos y garantizar un manejo adecuado de los mismos. El ECAS ofrece a los Gobiernos Autónomos Descentralizados una base para implementar acciones que orienten el uso correcto de los recursos naturales. Este estudio contiene una metodología propuesta para desarrollar estudios de Capacidad de Acogida del Suelo, aplicada en cuencas hidrográficas, tomando como caso particular la cuenca del Río Mazar. Su objetivo es contribuir en el desarrollo de ordenamiento territorial en cuencas y otros territorios, en un contexto en el que el país atraviesa una nueva etapa de planificación territorial, pero aún carece de un procedimiento técnico unificado para las categorías de tierras según su potencial de acogida, lo que es clave para orientar el manejo adecuado de los recursos disponibles.

Qian et al. (2022), en su investigación titulada “Impacts of future land use changes on land use conflicts based on multiple scenarios in the central mountain region, China”, tiene como objetivo analizar la transformación de los tipos de uso de la tierra a nivel regional bajo la influencia de la planificación local e implementación de políticas, identificando conflictos y evitarlo en el futuro. La metodología contiene el nivel de tipo aplicada, de tipo cuantitativo, con un enfoque descriptivo y predictivo. Se adaptó el modelo (CLU) Mondo con datos del 2015 proyectado para el año 2025. Se desarrollaron en tres escenarios: desarrollo natural (NGS), desarrollo económico (EDS) y seguridad ecológica (ESS). Los resultados indican que el uso de la tierra según NGS son de: tierra cultivada



2919.24 km², tierras forestales de 18576.57 km², praderas de 2005.65 km², cuerpos de agua de 93.54 km², terrenos edificados de 123.02 km² y terrenos no utilizados de 0.31 km². Según EDS son de: tierra cultivada 2873.24 km², tierras forestales de 18576.57 km², praderas de 1596.29 km², cuerpos de agua de 92.97 km² y terrenos edificados de 123.02 km². Según ESS son de: tierra cultivada 2855.18 km², tierras forestales de 18540.24 km², praderas de 2159.20 km², cuerpos de agua de 120.95 km², terrenos edificados de 123.79 km² y terrenos no utilizados de 0.31 km². El área de la tierra urbanizada experimenta un crecimiento acelerado y una expansión hacia el exterior, lo que resulta en la ocupación de grandes áreas de pastizales y tierras de cultivo, con un rendimiento general en orden de malo a bueno. Se concluye que es necesario establecer políticas de desarrollo y medidas de gobernanza diferenciadas basadas en la situación actual de desarrollo regional y la visión de equilibrar las diferentes necesidades de uso de la tierra. El modelo de indicadores y el método de simulación empleado refleja eficazmente la situación actual y los riesgos potenciales del uso de la tierra en áreas montañosas ecológicamente frágiles en China.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Según, Larota et al., (2019), zonificación ecológica y económica para el ordenamiento territorial de la subcuenca del río Shambillo” plantean como objetivo caracterizar los tipos de suelos que se encuentran en la subcuenca del Shambillo, representada para una escala de 1:25 0000, como un apoyo para la zonificación ecológica – económica. La metodología aplicada fue de recopilar, analizar los ensayos de laboratorio y producir información reciente normas y sistemas utilizados en el Perú. La recolección de resultados en campo fue desarrollada según Manual de Suelos (NRCS 1993), criterios técnicos del



reglamento aprobado por D.S. 013-2010-AG y la clasificación taxonómica según el sistema del Soil Taxonomy Keys (USDA 2006-2010). Los resultados fueron los siguientes: tierras aptas (%). Se concluye que el 74.8% del área total del estudio tiene condiciones para actividades agropecuarias, esto se debe a los factores limitantes, orden edáfico (baja fertilidad, textura moderada y suelo muy ácido), topográfico y drenaje.

Rojas (2019), en su tesis denominada “Clasificación de suelos de uso mayor en el ordenamiento territorial de la comunidad campesina Silco – Antabamba – Apurímac – 2013” se plantea como objetivo de clasificar los suelos de uso mayor para ordenar las unidades territoriales. La metodología aplicada de investigación es descriptiva no experimental. Se procedió a ejecutar e precampo, campo y procesamientos de datos. Los resultados obtenidos son: tierras bajo riego con 168.48 ha, tierras de secano anual con 16.34 ha, tierras de rotación sectorial de 384.20ha, tierras con pastos naturales de 693.26 ha. Tierras con bosque natural de 847.60 ha. Tierras con bosque artificial de 2.78 ha, áreas urbanas de 8.75 ha. Se puede concluir que las tierras agrícolas actualmente se destinan al pastoreo sin riego debido a la falta de mejoras en los sistemas de canales. Existe un interés significativo por parte de la comunidad en recuperar el potencial agrícola de estas tierras. Además, la comunidad muestra un fuerte deseo de capacitarse en áreas como la gestión comunitaria, la salud de la fauna y flora, la extensión forestal y la mejora del entorno físico y ambiental de los suelos.

Calderón (2021), en su tesis “Determinación de conflictos de uso de las tierras con fines de conservación de la microcuenca del río Sandoveni- Satipo” se plantea como objetivo determinar los conflictos de uso de tierras y proponer alternativas de conservación. La metodología consta de un nivel descriptivo,



enfoque cualitativo, método deductivo y diseño no experimental. Se caracterizó la microcuenca con planos cartográficos y se clasificaron las tierras de acuerdo a la capacidad de uso. Los resultados muestran que hay 129.24 ha de cultivo en limpio, 1069.30 ha aptas para cultivos permanentes, 2787.26 ha de tierras aptas para producción forestal y 1851.29 de tierras de protección. De igual manera una vegetación de 3639.63 ha, zona urbana de 29.67 ha y pastos con 13.11 ha. Y la delimitación según su uso 2301.67 ha de buen uso, 1501.10 ha de conflicto parcial, 1541.07 ha de tierras sobreutilización y 493.25ha de subutilización. Se concluye que de acuerdo a su clasificación de tierras por su uso se encontraron 4 grupos: cultivos en limpio (A) del 2.21%, tierras aptas para cultivos permanente (C) de 18.32%, tierras aptas para producción forestal (F) del 47.75% y tierras de protección del 31.72%.

Oré et al., (2022), en su indagación titulada “Conflictos de uso de tierra en la microcuenca Cocheros Tingo María, 2022” se plantean como objetivo determinar los conflictos de uso en la cuenca cocheros. La metodología empleada en este estudio implicó la creación de mapas temáticos que proporcionarán la información necesaria para generar el mapa de capacidad de uso mayor de tierras, siguiendo las recomendaciones establecidas en el reglamento correspondiente a la capacidad de uso mayor de tierras, se utilizó un proceso clasificación supervisado con puntos de control, y dicha clasificación se ajustó según él la Unión Geográfica Internacional (UGI), La identificación del uso del suelo se realizó mediante la superposición de los mapas de mayor y uso actual de la tierra. Los resultados obtenidos indican para el cultivo en condiciones de calidad agrológica baja y con limitaciones relacionadas con el suelo, identifican dos clases una con asociadas al micro relieve y otra con calidad agrológica baja y limitaciones similares (F3es) de



262,44 ha. Además, se encontraron tierras designadas para multas de protección (X) con 86,4 ha. Para la cuenca Cocheros, se describen sus características físicas, con una extensión de 6.38 km², un perímetro de 11.50 km², se clasifica como una cuenca sedimentaria o en una etapa avanzada de su ciclo evolutivo. Para el cultivo en condiciones de calidad agrológica baja y limitaciones relacionadas con el suelo (A3s), cubren 80,71 ha. También se identifican áreas destinadas a la producción forestal (F), de calidad agrológica media con limitaciones relacionadas con el micro relieve y el suelo (F2es) con 26.32 ha, de similares. (F3es) con 262,44 ha. Además, las áreas de tierras de protección (X) ocupan 86,4 ha, y zonas urbanas de 182,20 ha. En cuanto al uso actual de las tierras en la cuenca, se identifican zonas urbanas que abarcan 182.20 ha, cultivos anuales en una extensión de 13.06 ha, cultivos permanentes en ha, áreas destinadas a recuperación en 33.58 ha, bosques que ocupan 354,99 ha y otras tierras que comprenden 32,57 ha del área total de la cuenca. Se identifican conflictos en el uso de la tierra. Se concluye, que En la cuenca Cocheros, se observa que el conflicto relacionado con el uso de la tierra más predominante es el correspondiente a las áreas de uso adecuado, representando el 54.6% del total, seguido por el conflicto de subutilización, que constituye el 10.7%. En contraste, el conflicto de sobresaturación muestra una representación menor, alcanzando un 6,1%. Sin embargo, es importante destacar que las zonas urbanas ocupan el segundo lugar en cuanto a representatividad, con un porcentaje del 28,6%, aunque no están directamente relacionadas con los conflictos en el uso de la tierra.

2.1.3. Antecedentes regionales

Cusi & Aguirre, (2018), en su investigación “Clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor del distrito de Kosñipata-Paucartambo-Cusco” tiene



como objetivo general clasificar las tierras según su capacidad de uso mayor en el distrito de Kosñipata, en la región de Cusco. Para lograrlo, se plantean los objetivos específicos: determinar las condiciones climáticas del distrito de Kosñipata, lo que requiere analizar las propiedades edáficas de los suelos; esto permitirá identificar las clases de tierras según su capacidad de uso mayor, comparándolas con su uso actual para detectar posibles conflictos en su utilización. La metodología utilizada se basa en lo establecido por el D.S. N° 017-2009-AG y en los requerimientos de información necesarios para generar una base de datos que utilice sistemas de información geográfica (SIG). Esta base de datos será fundamental para la elaboración de varios proyectos de crecimiento en el área de estudio. Teniendo en cuenta los siguientes parámetros de evaluación: características del suelo, pendiente, profundidad efectiva, presencia de fragmentos gruesos y pedregosidad superficial, drenaje interno, pH, erosión, salinidad, riesgo de inundación y fertilidad natural de la capa cultivable. Además, se consideran las características climáticas, como la precipitación, temperatura y evapotranspiración, todas influenciadas por la altitud y la latitud.

Pérez, (2018), en su tesis de maestría titulada “Ordenamiento territorial del distrito de Quiquijana Provincia de Quispicanchi, Región Cusco” cuyo objetivo fue Formular la propuesta del Plan de Ordenamiento Territorial para el distrito de Quiquijana, El enfoque metodológico utilizado es cualitativo y descriptivo, siguiendo un enfoque deductivo y no experimental. La metodología de la ZEE está reglamentada por el MINAM y es de aplicación nacional. La metodología utilizada inicio, en el caso del Perú, las experiencias en la Amazonia, no responde necesariamente a las características de los andes a de la costa. Esta deficiencia es evidente en la exclusión del análisis marino y de los enfoque actuales en ZEE, de



cierta forma los vacíos se corrigen Estudios Especializados (EE) exigidos por MINAM desde mayo del 2013, cuyo resultado Existe 3 802.47 ha (10,46 por ciento) del área total, que son aptas para el desarrollo de cultivos en limpio de calidad agroecológica media, así mismo, son buenas producción de pastos; por lo tanto es fundamental implementar los proyectos de agua provistos en el Plan de Ordenamiento.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Ordenamiento territorial

Se describe como una política de Estado y una herramienta de organización del desarrollo, que se fundamenta en una perspectiva sistémica, prospectiva, democrática y participativa. Su propósito es guiar la adecuada organización político-administrativa de la nación y la proyección espacial de las políticas sociales, económicas, ambientales y culturales de la sociedad, asegurando un nivel de vida apropiado para la población y la conservación del medio ambiente, tanto para las generaciones actuales como para las futuras (FAO, 2024).

De igual manera que, se define como un conjunto de procedimientos, políticas y estrategias que buscan organizar y gestionar el uso del suelo y los espacios en un territorio determinado, considerando aspectos económico, social, ambiental y cultural. Este proceso implica la planificación y regulación del desarrollo urbano y rural, así como la identificación y categorización de áreas según su capacidad de uso y potencial de desarrollo.

Figura 1

Planificación territorial



Nota: la figura muestra como es un espacio ordenado (Gea Consultores Ambientales, 2023)

2.2.1.1. Objetivos del ordenamiento territorial

- **Uso sostenible del suelo:** Promover un uso sustentable de los recursos naturales, evitando la degradación del medio ambiente y garantizando la conservación de los ecosistemas (FAO, 2024).
- **Equidad social:** Permitir el acceso justo a los recursos y servicios de los ciudadanos, fomentando la inclusión social y la cohesión comunitaria (FAO, 2024).
- **Desarrollo económico:** Impulsar un desarrollo económico local que respete las particularidades del territorio, generando oportunidades de empleo y bienestar para la población (FAO, 2024).
- **Gestión de riesgos:** Identificar y mitigar riesgos naturales y antrópicos, protegiendo a la población y sus bienes ante desastres y emergencias (FAO, 2024).



- **Participación ciudadana:** promover la participación de la población al tomar decisiones vinculadas con el uso del suelo y el desarrollo del territorio (FAO, 2024).

2.2.1.2. Metodología del ordenamiento territorial

Según el Consejo Nacional del Ambiente, (2018) El proceso de ordenamiento territorial suele seguir una metodología que incluye las siguientes etapas:

- **Diagnóstico:** Evaluación de las condiciones actuales del territorio, incluyendo aspectos físicos, sociales, económicos y ambientales.
- **Planificación:** Elaboración de planes y normativas que orienten el uso del suelo y el desarrollo de infraestructuras, servicios y actividades.
- **Implementación:** Ejecución de las políticas y proyectos definidos en la planificación, asegurando su alineación con los objetivos establecidos.
- **Monitoreo y evaluación:** Seguimiento de los resultados y efectos del ordenamiento territorial, realizando ajustes y mejoras según sea necesario.

2.2.2. Suelo

El suelo es parte de la superficie terrestre, el cual es usada para las actividades económicas. Sus usos pueden ser agrícolas, pecuario, residenciales, recreativos, industria, entre otros la decisión de cómo usar el suelo depende de la



disponibilidad de recursos, el capital de inversión, la forma de gestión y tecnología aplicada, su vez modificando el medio ambiente. Cuando el suelo se usa en actividades agrícolas adquiere un valor a lo largo del tiempo a través de un aprovechamiento racional a mediano plazo, con retornos de inversión considerables si se realiza en suelos de superficies grandes, en cambio en superficies más pequeñas los beneficios económicos suelen ser mínimos o negativos. El cambio de uso de suelos son acciones de personas estas pueden ser de forma individual o grupal, que se llevan a cabo sobre una superficie alterando su forma original buscando mayores beneficios económicos. El cambio de uso se sostiene según las norma establecidas y reguladas por el pal de desarrollo urbano de la municipalidad(Valle Díaz and Marin castillo, 2020).

El cambio de uso del suelo, al momento de pasar a las zonas de barbecho a terreno de cultivo, deterioran su estructura y agotan la cantidad de nutrientes existente del suelo, a su vez la ubicación topográfica facilita los procesos erosivos caudados por el agua y el viento, la intensificación el uso del suelo y la prácticas agrícolas inapropiadas incrementan el coeficiente de escurrimiento lo que altera la capacidad del suelo para regular los flujos hídricos, afectando la calidad del suelo (Barrera et al., 2020).

2.2.3. Uso del suelo

El uso del suelo se puede mencionar a la manera en que las personas emplean diferentes tipos de cubierta terrestre como resultado de la interacción entre elementos culturales y biofísicos en una determinada área geográfica. Asimismo, el uso del suelo se define como la distribución que surgen de la



actividad humana en un espacio, ya sea para fines de crecimiento, protección o una mezcla de los dos. Este concepto refleja cómo los seres humanos aprovechan y gestionan el entorno natural (Mamani, 2023).

De igual manera que, se menciona la manera como los seres humanos utilizan y gestionan la superficie terrestre para diversas actividades, incluyendo la agricultura, la urbanización, la conservación de recursos naturales y el desarrollo de infraestructuras. Este uso resulta de la interacción entre factores culturales, económicos y ambientales, y refleja cómo se distribuyen las actividades humanas en un área geográfica específica. Además, el uso del suelo puede tener un impacto notable con el medio ambiente, biodiversidad y la calidad de vida de las comunidades, por lo que su planificación y manejo sostenible son fundamentales para garantizar un desarrollo equilibrado y sostenible.

2.2.3.1. Zonificación del uso del suelo

Es uno de los varios instrumentos validos utilizados para llevar a cabo las propuestas de desarrollo urbano. El plan de usos del suelo se ocupa del empleo de la tierra y de la intensidad de esos usos de manera general, y sirve como un requisito previo para la zonificación. Por lo tanto, no puede haber una zonificación que sea integral y que tenga un contenido sólido y robusto sin estar fundamentada en un plan de usos del suelo (Acuña, 2020).

2.2.3.2. Planeamiento del uso del suelo

El planeamiento de los usos del suelo, por lo tanto, implica evaluar la opinión pública, identificar y reconocer los niveles de aceptación y

tolerancia, y considerar estas variables junto con los requisitos prácticos locales (Acuña, 2020)

Los planeamientos son los siguientes:

Tabla 1

Planeamiento del uso del suelo

PLANEAMIENTOS DEL USO DE SUELO
Las características físicas
Las capacidades fiscales
Las limitaciones jurisdiccionales
El clima político

Nota: cuatro planeamientos del uso del suelo (Acuña, 2020)

Todos estos elementos influyen en el grado en que el control es necesario o viable, considerando las realidades sociales y económicas, e incluyen las consideraciones prácticas que condicionan la aplicación de controles en nombre del interés público (Acuña, 2020).

Para llevar a cabo un diagnóstico sólido y técnicamente válido sobre la actividad de planeamiento urbano en el país, es fundamental no perder de vista este marco, que permite apreciar la práctica de un plan de gestión local. En este contexto, nuestras frágiles instituciones de la sociedad civil, con escasos recursos tanto financieros como de profesionales capacitados, apoyan día a día a sus comunidades en la construcción de sus ciudades, dado que las municipalidades han quedado rezagadas en prácticas y procedimientos obsoletos (Acuña, 2020).

2.2.3.3. Objetivos del uso del suelo

Tabla 2

Objetivos del uso del suelo

OBJETIVOS DEL USO DE SUELO	ACTIVIDAD
Organización del espacio:	Facilitar una distribución ordenada de las actividades humanas, evitando conflictos entre usos incompatibles, como residencias y áreas industriales.
Promoción del desarrollo sostenible:	Fomentar el crecimiento urbano que respete el medio ambiente y las comunidades, garantizando el acceso a servicios básicos y áreas verdes.
Mejora de la calidad de vida	Al planificar áreas específicas para actividades comerciales, recreativas y residenciales, se busca crear entornos más habitables y funcionales.
Control del crecimiento urbano	Regular la expansión de las ciudades y prevenir la urbanización descontrolada, que puede llevar a problemas como la congestión del tráfico y la degradación ambiental

Nota: todo los objetivos y sus actividades (Glave, 2021)

2.2.3.4. Tierras según la capacidad de uso mayor

Según(MIDAGRI, 2022) , señala el uso mayor de la capacidad de la superficie terrestre, se caracteriza como la idoneidad natural de producción en forma continua bajo condiciones definidos sobre su uso

La distribución de los suelos en función de su máxima utilidad es una magnífica deducción técnica, que tiene un único objetivo como identificar el uso y gestión más apropiada para cada unidad del suelo. Esta tarea, facilita la mejor interpretación del lenguaje de la topografía. Que pronostican el comportamiento del suelo en diversas condiciones climáticas y topográficas.

Estas normas priorizan varias características considerando la profundidad efectiva del suelo su pendiente la textura el pH, superficie rocosa, fragmentación gruesa, drenaje, salinidad, erosión, Fertilidad



superficial, riesgo a ser inundado.

- **Clasificación según su grupo**

Esta categoría agrupa las tierras según su máxima capacidad de uso, cuentan con características y cualidades en cuanto a su condición natural para la producción sostenible esta es determinada mediante el uso de las claves de zonas de vida estas son:

- **Tierras aptas para cultivo en limpio (A)**

Agrupar a las tierras que muestran características climáticas, relieve y edáficas para la producción de cultivos en limpio, que requieran remociones o araduras periódicas y continuadas del suelo.

- **Tierras aptas para cultivos permanentes (C)**

Agrupar a las tierras con características climáticas, relieve y edáficas que no son aptas para la producción de cultivos que requieran remoción periódica y continua del suelo.

- **Tierras aptas para pastos (P)**

Reúne a las tierras con características climáticas, relieve y edáficas que no son adecuados para la producción de cultivos en limpio, ni permanentes, pero si para el cultivo de pastos naturales o cultivados.

- **Tierras de aptitud forestal (F)**

Son aquellas que por sus condiciones biológicas de fragilidad ecosistémica y edáfica tienen capacidad para la producción permanente de bienes y recursos forestales.

- **Tierras de protección (X)**

Presentan condiciones de fragilidad ecosistémica y edáfica no aptas para la explotación de recursos madereros u otros usos que altere la cobertura vegetal.

2.2.4. Teledetección

La Teledetección satelital se ha convertido en una herramienta fundamental para el estudio de los fenómenos que se presentan en la Tierra. En las últimas décadas, se ha hecho cada vez más necesario el uso de los productos de sensores remotos en la búsqueda de información fotográfica o digital de los paisajes terrestres a escala global y local. A través de esta técnica es posible contar con gran cantidad de datos sobre el territorio (Logroño et al., 2020).

Una técnica de observación a distancia para medir objetos alejados en la teledetección que a través de satélites permite la obtención de datos en tiempo real (León and Garavito, 2020).

2.2.4.1. Sensores

De acuerdo a Cozo (2022) Estos sensores remotos se utilizan para la recopilación de información de la superficie y el cielo del planeta, desde satélites que orbitan a su alrededor. Estos sensores varían en el número de espectro electromagnético que pueden reconocer y a su vez el nivel del detalle. Estos son transmitidos a estaciones emisoras de la corteza terrestre, que son manipuladas y transformadas en fotos para su exhibición ante el público.

2.2.4.2. Imágenes landsat

Es una imagen satelital con muy buena resolución que ayuda la identificación y observación de una superficie terrestre estas imágenes pueden comprender entre 7 y 8 bandas espectrales. La serie landsat 8 cuenta con 11 bandas espectrales el proceso de descarga de esta imagen tiene varias opciones dentro de ellas USGS Earth Explorer del Servicio geológico de los estados unidos esta imágenes proporcionan información clave para monitorear y obtener información valiosa de cualquier tipo de cobertura(León and Garavito, 2020)

Tabla 3

Rangos del espectro electromagnético

Bandas	Longitud de onda (μm)	LANDSAT 8
Banda 1	0.43 - 0.45	Aerosol Costero 30 m
Banda 2	0.45 - 0.51	Azul 30 m
Banda 3	0.53 - 0.59	Verde 30 m
Banda 4	0.64 - 0.67	Rojo 30 m
Banda 5	0.85 - 0.88	Infrarrojo Cercano (NIR) 30 m
Banda 6	1.57 - 1.65	Infrarrojos de Onda Corta (SWIR) 1 30 m
Banda 7	2.11 - 2.29	Infrarrojos de Onda Corta (SWIR) 2 30 m
Banda 8	0.50 - 0.68	Pancromática 15 m
Banda 9	1.36 - 1.38	Cirro 30 m

Nota: en la tabla se muestra las características LANDSAT(U.S. Geological Survey, 2019)

2.2.5. Clasificación

2.2.5.1. Clasificación supervisada

Cozo (2022), Consta de dos etapas: primeramente, se realiza un entrenamiento y luego el mapeo. Esta información se basa en la



cobertura y cada grupo de la imagen.

2.2.5.2. Clasificación no supervisada

Cozo (2022), La característica de este método es identificar las características espectrales contenidas en la imagen. Esta perspectiva no requiere experiencia en el área de estudio. Se basa en la interpretación manual de los resultados.

2.2.5.3. SIG como herramienta para el ordenamiento territorial

Diversas investigaciones sobre ordenamiento territorial han combinado los sistemas de información geográfica con el análisis de multicriterio para llevar un proceso sistemático de toma de decisiones, orientado a resolver problemas relacionados con el uso del suelo, que suelen surgir durante los procesos de planificación territorial (Marques-Perez et al., 2020).

Se trata de un instrumento muy útil para optimizar la selección de zonas planificadas para el desarrollo agrícola, urbano, e industria. Permitiendo un uso más adecuado del territorio (Singh and Singh, 2020).

La carencia de información de las características de la superficie, ecosistema, radiación, clima, orografía y otros complican la realización de planes de ordenamiento territorial y ambiental. Es por eso que se utilizan los sistemas de información geográficas combinadas con las imágenes satelitales facilitan un diagnóstico espacio temporal, lo que contribuye a una formulación más precisa en la prevención de riesgos, recuperación de áreas de terreno y la conservación de ecosistemas (León and Garavito, 2020).

De manera similar, un análisis multitemporal de imágenes satelitales landsat produce un mapa de densidad urbana para la ciudad Ambato, revelando así un crecimiento urbano desordenado, ocupando áreas consideradas como rurales de acuerdo a la normativa de la ciudad. Esto demuestra lo útil de los sensores remotos y SIG en el estudio de planificación territorial (Carvajal Aldas, 2022)

2.2.6. Sistemas de información geográfica (SIG)

Son útiles en el manejo de información espacial, ya que posibilita su análisis y representación de diversas formas. Resulta especialmente útil para trabajar con información que tiene una referencia geográfica, es decir, datos que están vinculados a una ubicación específica en el espacio (Geo Innova, 2024).

Del mismo modo que, son instrumentos tecnológicos que permiten almacenar, capturar, analizar y representar datos espaciales y geográficos. Estos sistemas incorporan información de diferentes fuentes y la organizan de manera que se pueda visualizar y analizar en un contexto de su geografía, tomando mejores decisiones en diversas áreas, como el desarrollo urbano, a su vez administrar el uso de los recursos naturales y una acción más viable ante un desastre.

2.2.7. Matriz de confusión

(Mamani, 2023), menciona es posible el contraste de dos clasificaciones mediante la matriz de confusión (c) en que una de ellas es establecida por el usuario y la otra la que se quiere valorar. Se realiza una comparativa matricial de las categorías a valorarse, estas categorías suelen estar en el mapa, esta produce tres grupos de precisión: precisión del usuario, precisión del producto y precisión global.

2.2.8. Índice kappa

Cozo (2022), el índice Kappa evalúa el contraste entre el mapa observado y la similitud de la realidad esperada; tomando exclusivamente en la exactitud de la clasificación, omitiendo los valores al azar; el propósito de realizar esta prueba es identificar si la clasificación ha manifestado el nivel de mayor importancia que la obtenida de manera aleatoria, como se observa en la ecuación

$$K = \frac{N \sum X_{ii} - \sum (X_{ii} * X_{+i})}{N^2 - \sum (X_i * X_{+i})}$$

Donde:

N: total de datos muestreados

X_{ii} : acuerdo observado

$(X_i * X_{+i})$: concordancia esperada (producto de marginales)

Tabla 4

Valores de índice Kappa

Índice	Fuerza de concordancia
0.00	Pobre
0.01 - 0.20	Leve
0.21 - 0.40	Aceptable
0.41 - 0.60	Moderada
0.61 - 0.80	Considerable
0.81 - 1.00	Casi perfecta

Nota: valores de Kappa de Landis & Koch (1977)

2.2.8.1. Elementos de los SIG

De acuerdo con lo establecido por Geo Innova, (2024) sus elementos se componen de la siguiente manera:

Tabla 5

Elementos de los SIG

ELEMENTOS SIG	FUNCIÓN
Datos Espaciales	Información que se asocia a ubicaciones geográficas específicas, incluyendo mapas, imágenes satelitales y datos de sensores.
Software	Programas que permiten manipular y analizar los datos geográficos. Estos pueden incluir herramientas de visualización, análisis estadístico y modelado espacial.
Hardware	Equipos y dispositivos utilizados para recolectar y procesar datos, servidores y dispositivos de captura de datos (GPS, drones, etc.).
Metodología	Procedimientos y técnicas para él, análisis y presentación de datos geográficos.
Personas:	Profesionales capacitados en el uso de SIG que aplican estos sistemas en diversas disciplinas.

Nota: los elementos de un sig. (Geo Innova, 2024)

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

2.3.1. Crecimiento urbano

Se refiere al incremento de la población y el crecimiento de las ciudades. Este fenómeno puede ser impulsado por diversos factores, como la migración rural-urbana, el aumento de la natalidad y el desarrollo económico. A medida que las ciudades crecen, se producen cambios significativos en la estructura social, económica y ambiental del área urbana (Mamani, 2023).

2.3.2. Datos geográficos

Son información que se relaciona con la ubicación y las características de diferentes elementos en la superficie terrestre. Estos datos pueden incluir diversas categorías, como: coordenadas geográficas, topografía, uso del suelo, datos demográficos, infraestructura, recursos naturales, información sobre la distribución de recursos como agua, minerales y vegetación y clima (Alonso, 2022)



2.3.4. Imágenes satelitales

Monitorean los recursos naturales se desplazan en una trayectoria de norte a sur a aproximadamente 700 km de altura. Se encuentran abastecidos con una variedad de sensores que capturan la radiación solar reflejada desde diferentes áreas del suelo terrestre y la dividen en varias bandas. A medida que el satélite avanza en el espacio, detecta líneas de pequeños componentes que, al estar alineados, forman imágenes satelitales (Mamani, 2023).

2.3.5. Planificación urbana integrada

Implementar estrategias de desarrollo que consideren tanto el crecimiento económico como la sostenibilidad ambiental y social (Peirano, 2023).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

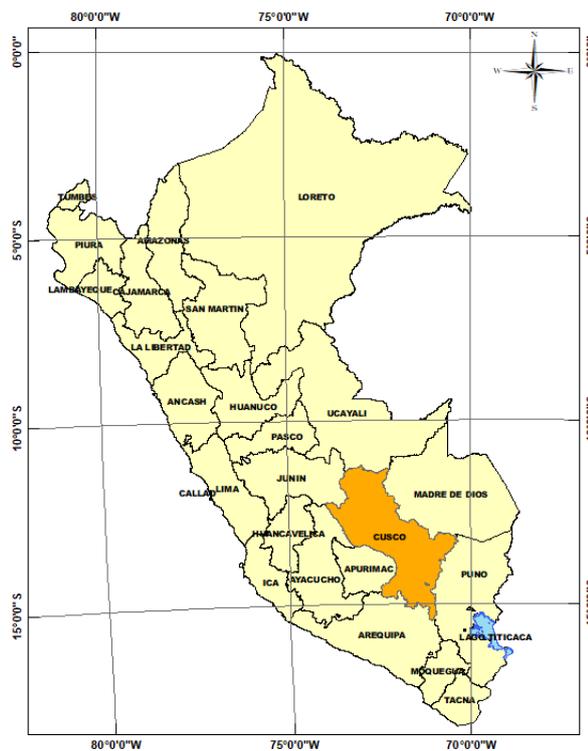
3.1. ZONA DE ESTUDIO

3.1.1. Ubicación geográfica

La zona geográfica se encuentra dentro del distrito de Marangani, provincia de Canchis del departamento del Cusco; con una altitud de 3720 m.s.n.m., las coordenadas geográficas son $14^{\circ}21'12.29''$ latitud sur $71^{\circ}10'4.78''$ longitud oeste, Datum WGS 84.

Figura 2

Mapa de ubicación departamental



Nota: Información obtenida de <https://www.geogpsperu.com/>.



3.1.2. Límites

El distrito de Marangani, limitando por el norte con el distrito de Sicuani, por el sur con el distrito de Ilayo, por el este con el distrito de Ñuñoa (puno) y por el oeste con el distrito de Langui.

3.1.3. Vías de acceso al área de estudio

Tabla 6

Vía de acceso

TRAMO		DISTANCIA	TIEMPO	TIPO DE VIA
		Km	min	
Puno	Juliaca	43	50	asfaltada
Juliaca	Marangani	193	180	asfaltada
TOTAL		236	230	

Nota: Información obtenida de <https://www.geogpsperu.com/>.

3.2. MATERIALES Y EQUIPOS UTILIZADOS

3.2.1. Equipos

Se a utilizado un GPS Navegador marca Garmin, modelo 64 CSX, el cual nos ha permitido obtener las coordenadas UTM aproximadas y la altitud referencial del área de estudio, los datos de estos han sido procesados en una Laptop Lenovo Core i7 e impresos en una impresora Epson L575 a su vez una cámara fotográfica para la toma de evidencias.

3.2.2. Herramientas

Para los trabajos de campo se usó picos, palas, (para la excavación de las calicatas) wincha, espátula

3.2.3. Software

Qgis 3.18., ArcGIS 10.5 (para el procesamiento de datos obtenidos),



SPSS Statistics V .26. (para la parte estadística)

3.2.4. Materiales

Hojas A4, libreta topográfica, lapiceros, bolsas de pastico (recolección de muestras de suelos).

3.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación es descriptiva, cuantitativa ya que se identifica las áreas del suelo en hectáreas y de manera cualitativa se identifica cambios en el uso del suelo. La metodología empleada es correlacional, descriptiva y analítica por que se describe y compara uso actual de suelo con la clasificación de tierras según capacidad de uso mayor según D.S N° 005-2022-MIDAGRI.

Para este caso el método empleado son las 12 calicatas realizadas en el área de estudio y la teledetección por máxima verisimilitud que nos dará una clasificación supervisada del área de estudio, para calibrar la confiabilidad de la clasificación se usó la matriz de confusión que permitió obtener el valor de error de omisión, comisión y el valor de fiabilidad global y a su vez el índice de kappa.

3.3.1. Alcance de la investigación

De acuerdo con lo establecido por Hernández et al., (2014) el alcance descriptivo “Busca especificar propiedades y características importantes de cualquier fenómeno que se analice. Explica las tendencias de una población” (pág. 92).

La investigación es descriptiva; ya que, se describirán los criterios, parámetros y el procedimiento de la realización de la investigación con la finalidad de plantear la solución a la problemática.



3.3.2. Nivel de la investigación

De acuerdo con lo establecido por Hernández et al., (2014) el nivel de la investigación es correlacional; ya que, “Asocian variables mediante un patrón predecible para un grupo o población” (pág. 93).

El nivel es correlacional; ya que, tiene como objetivo principal analizar la relación o asociación entre dos o más variables, sin establecer causalidad directa entre ellas. Es decir, busca determinar si las variables están vinculadas de alguna manera, pero no se afirma que una causa a la otra.

3.4. MÉTODO ESTADÍSTICO

En la investigación se aplica la prueba de normalidad, el método del T- Student para cada uno de los resultados obtenidos y en aplicabilidad para para los parámetros a determinar categoría de la capacidad de uso mayor de suelos y área uso actual del suelo.

En la investigación se considera un nivel de confianza de 95% y un error muestral de 5%.

3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.5.1. Población

En este proyecto de investigación se consideró al distrito de Marangani con 43300.0000 hectáreas aproximadamente, por ser dimensiones que nos permitirán tener el adecuado análisis de proyecto.

3.5.2. Muestra

La muestra del presente estudio está dentro del distrito de Marangani considerando un área 3000.0000 hectáreas aproximadamente, el cual se encuentra



dentro del valle del río del Vilcanota y donde pasa la vía nacional PE 3S dinamizando la comunicación terrestre en el cual se realizó 12 calicatas en dentro del área de estudio para su posterior análisis de caracterización del suelo.

3.6. PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO

Para lograr los objetivos planteados en este estudio implica una serie de etapas, se describe a continuación:

Para el desarrollo del objetivo; Identificación de los grupos de clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor la metodología empleada fue dividida en de la siguiente manera.

3.6.1. Etapa preliminar:

Para el desarrollo se realizó la recolección y evaluación de la información obtenida de nuestra área de estudio para identificar la accesibilidad, el tipo de terreno, en esta etapa se realiza el planeamiento, las condiciones técnicas, económicas y el personal para la correcta ejecución del proyecto.

3.6.2. Etapa de campo:

Se procedió a la excavación de las calicatas para la toma de muestras para su respectivo análisis de las medidas siguientes 1.50 m x 1.00 x 150 m. y así recoger la muestra por cada horizonte de un 1kg que fue embolsado y etiquetado para este estudio se realizaron calicatas tomando en cuenta el reglamento de clasificación de tierras DS N° 005-2022-MIDAGRI. Se considero 12 calicatas por que se trabajó al nivel de reconocimiento (cuarto orden) en el que indican 02 calicatas por cada 500 hectáreas.

Tabla 7

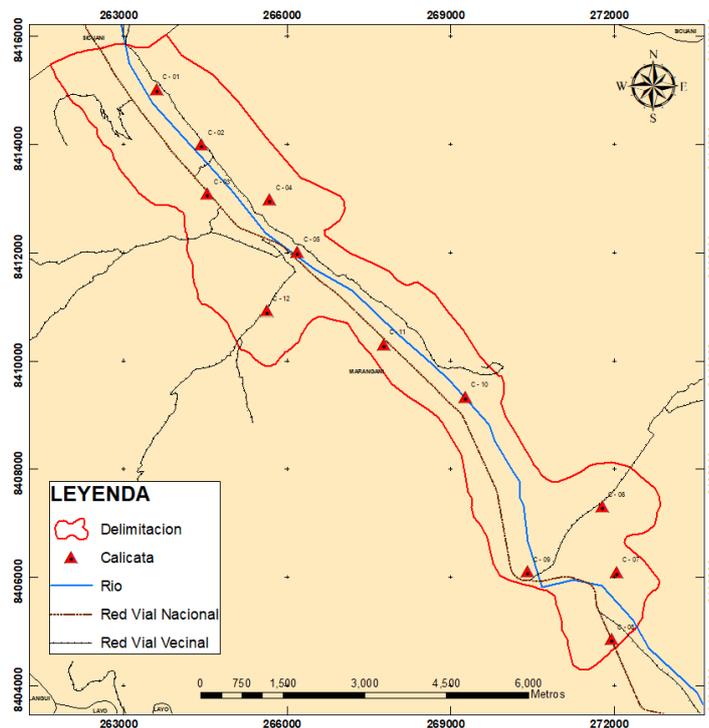
Coordenadas de las calicatas

Nº	Norte (m)	Este (m)	Elevación (m.s.n.m.)
1	8415141.0000	263621.0000	3632.000
2	8414120.0000	264440.0000	3623.000
3	8413224.0000	264553.0000	3651.000
4	8413104.0000	265686.0000	3664.000
5	8412160.0000	266199.0000	3670.000
6	8406455.0000	271547.0000	3735.000
7	8406237.0000	272046.0000	3846.000
8	8404897.0000	272006.0000	3839.000
9	8406059.0000	270122.0000	3718.000
10	8409461.0000	269280.0000	3753.000
11	8410144.0000	268029.0000	3727.000
12	8411022.0000	265644.0000	3696.000

Nota: Datos tomados con el GPS navegador

Figura5

Mapa de ubicación de las calicatas



Nota: La evaluación de los suelos se realiza mediante la interpretación de los resultados de campo, en este estudio se realizó 12 calicatas, los resultados de las muestras obtenidas se muestran en el anexo 1



3.6.3. Etapa de laboratorio

Se procedió a realizar el análisis de caracterización del suelo obtenido en el laboratorio.

Se verifica que las muestras estén debidamente etiquetadas, se procede al secado de las muestras al aire para eliminar la humedad sin alterar sus propiedades posteriormente seguimos con la trituración y tamizado en cuanto al análisis mecánico del suelo se determinó el porcentaje arena, limo y arcilla mediante el método del hidrómetro, la densidad aparente real, la capacidad de retención de agua, el ph del suelo, clase textural del suelo entre otros verlo en el anexo 01

3.6.4. Etapa final del gabinete

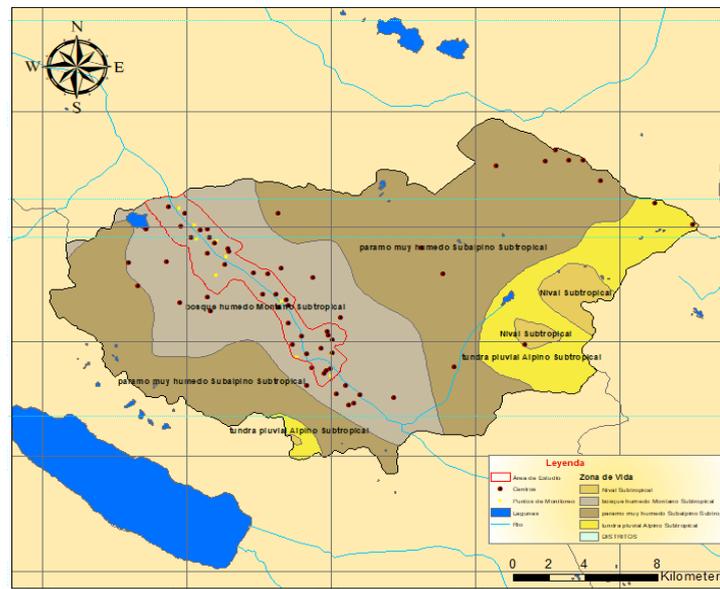
Se procedió a realizar el análisis de los datos obtenidos en campo y laboratorio elaborando el mapa de capacidad de uso de mayor de tierras de acuerdo DS N° 005-2022-MIDAGRI.

3.6.4.1. Identificación de la zona de vida

Es proceso que permite clasificar áreas geográficas de acuerdo con sus características climáticas, ecológicas y biológicas. según el DS N° 005-2022-MIDAGRI. Indica para la elaboración de este tipo de mapa se debe tener en cuenta: Su numeración y su clasificación según su zona de vida para lo cual según el análisis en el software GIS podemos apreciar que nuestra área de intervención se encuentra en la clasificación de “Bosque Húmedo Montano Subtropical”. La importancia identificar la zona de vida determina la diferenciación de los grupos CUM.

Figura 6

Mapa de identificación de zona de vida



Nota: “Bosques Húmedos de Montano Subtropical” información obtenida de <https://www.geogpsperu.com/>.

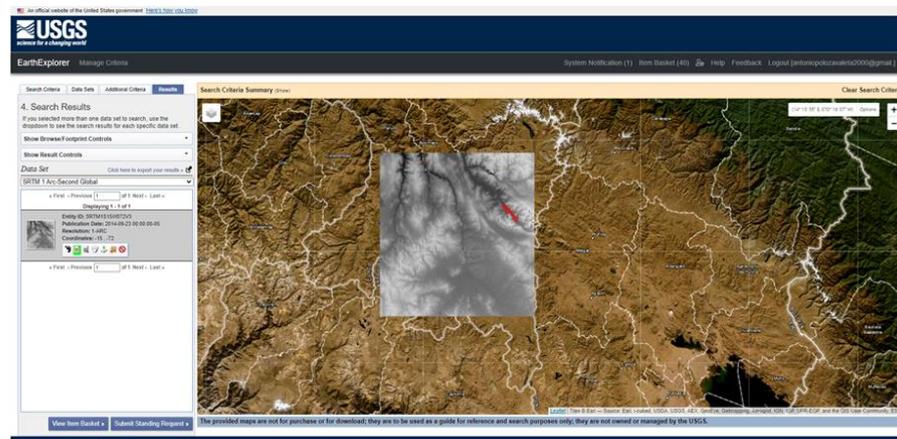
En la figura 6, muestra las zonas de vida del distrito de Marangani siendo en mayor área la zona de vida, paramo muy húmedo subalpino subtropical, seguido por el bosque húmedo montano subtropical en el que se encuentra nuestra are de estudio seguido tundra pluvial alpino subtropical y en menor área nival subtropical.

3.6.4.2. Descargar del DEM

Se descarga un modelo de elevación digital (DEM) que cuenta con una resolución espacial de 30 metros de la plataforma EarthExplorer para localizar el área de interés se utilizó un archivo vectorial, esto nos ayudara a identificar las pendientes del área de interés.

Figura 7

Modelo de elevación digital



Nota: La figura muestra el modelo digital de elevación utilizado para hallar la pendiente topográfica, corresponde al DEM SRTM1515W072V3. Obtenido de EarthExplorer (USGS)

El DEM es una representación cuantitativa del terreno esta se encuentra en formato ráster y nos permite generar la pendiente del terreno.

3.6.4.3. Pendiente

El mapa de pendiente fue desarrollado a partir de un modelo digital de elevación (DEM), tomando en consideración el DS N° 005-2022-MIDAGRI, haciendo uso de software ArcGIS, realizando una reclasificación en rangos como se muestra a continuación.

Tabla 8

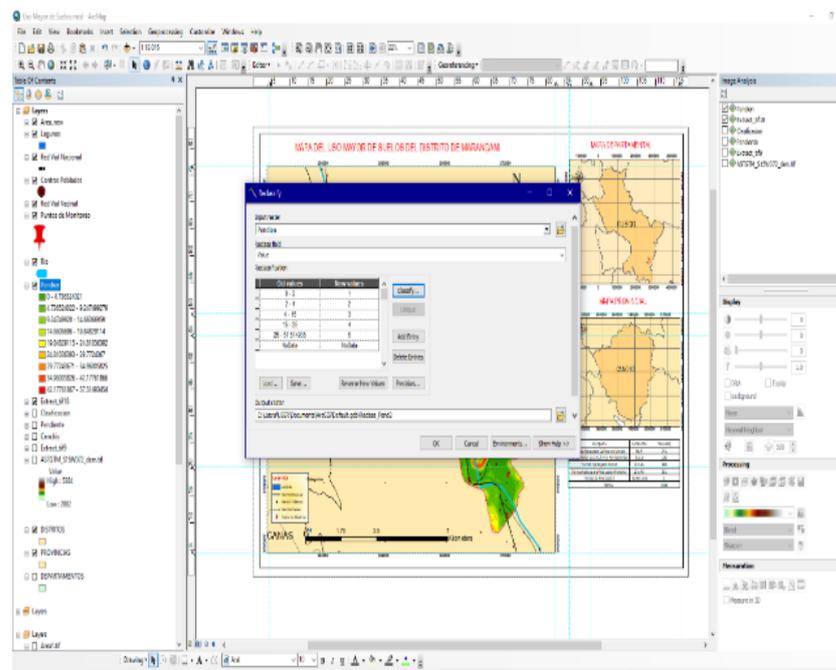
Rango de pendiente

VALORES %	DESCRIPCION
0 – 2	Plano o casi a nivel
2 – 4	Ligeramente inclinada
4 – 8	Moderadamente inclinada
8 – 15	Fuertemente inclinada
15 – 25	Moderadamente empinada
25 – 50	Empinada
50 – 75	Muy empinada
> 75	Extremadamente empinada

Nota: clasificación de pendientes según el Minagri

Figura 8

Clasificación de las pendientes



Nota: con la ayuda de la herramienta GIS se hace la reclasificación de la pendiente en categorías de (0-2%, 4-15%, 15-25%, y más de 25%) del área del estudio utilizando la herramienta reclassify también disponible en Spatial Analyst Tools.

3.6.4.4. Procesamiento

En base a la zona de vida determinada buscamos la numeración en el anexo ii del DS N° 005-2022-MIDRAGI luego buscamos la clave y determinar el grupo de capacidad de uso mayor.

Una vez generada nuestro ráster pasaremos a convertir en shapefiles para poder hacer el cálculo de las áreas presentes según la clasificación de pendientes.

Luego de ello se dirige a la tabla de atributos y generamos el campo categoría y área respectivamente para ser el análisis donde insertamos las clasificaciones según el DS N° 005-2022-MIDRAGI además de ello se hace el cálculo de sus áreas respectivamente con la opción de la calculadora geométrica.

Figura 9

Cuadro de atributos

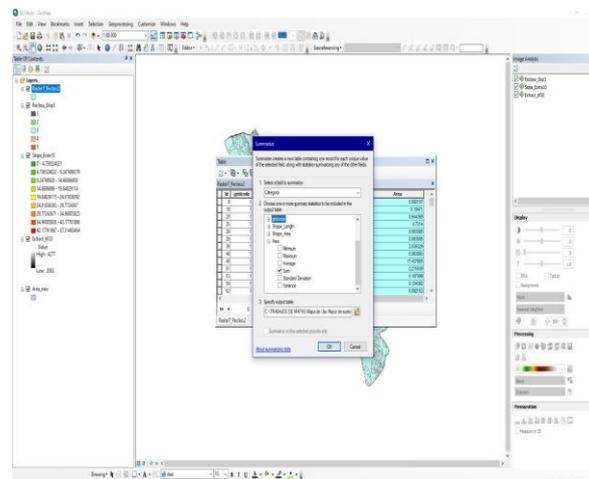
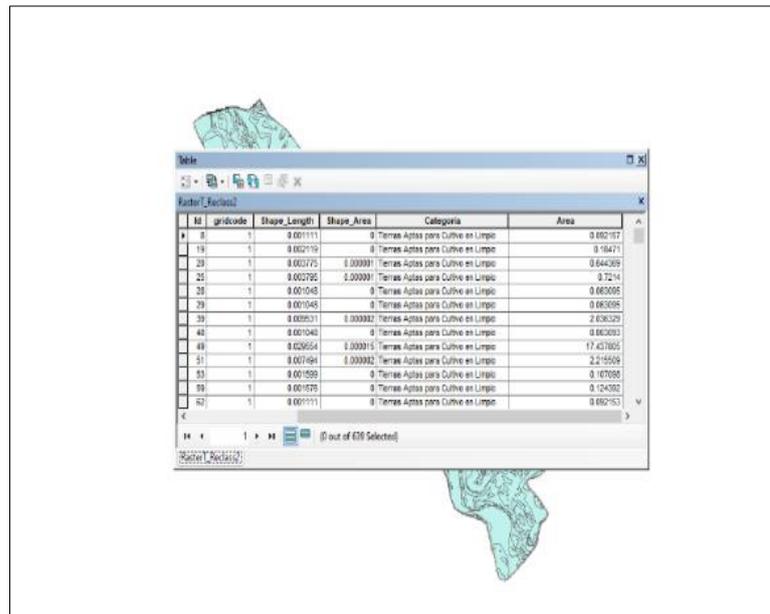


Figura 10

Valor de áreas



Nota: área total obtenida con la herramienta gis.

3.6.4.5. Identificación de la capacidad de uso mayor de tierras

Con la ayuda de las herramientas gis se identificaron cinco tipos dentro del área de estudio de acuerdo con el DS N° 005-2022-MIDRAGI resultados se llevan a un Excel para su posterior análisis correspondientemente, para finalizar terminaremos de crear el mapa de Uso mayor de suelo con la ayuda de herramientas gis.

Figura11

Organigrama del proceso metodológico



3.6.5. Proceso Metodológico para el Segundo Objetivo Específico

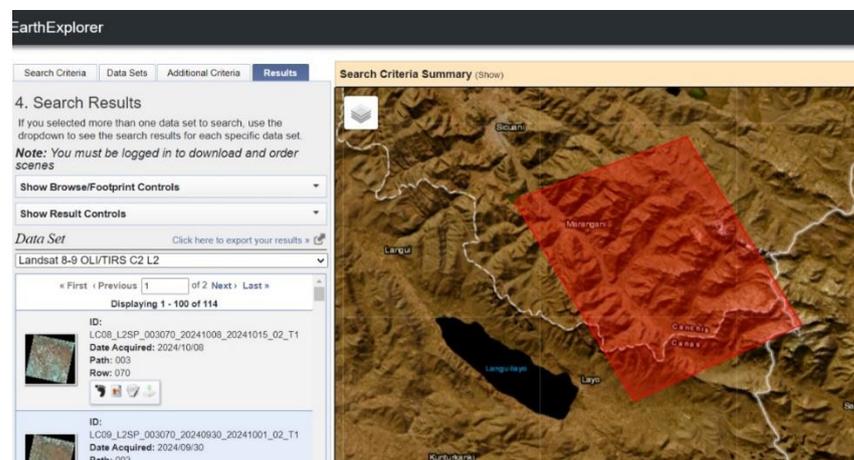
3.6.5.1. Obtención de la imagen satelital

Se empleó una imagen satelital LANDSAT 8 OLI/TIRS para la obtención de la cobertura terrestre, esta imagen fue obtenida de USGS Earth Explorer (United States Geological Survey) del área de estudio.

Se eligió una imagen con ausencia de distorsiones atmosféricas, radiométricas y geométricas que permitió un mejor análisis.

Figura 12

Área de estudio



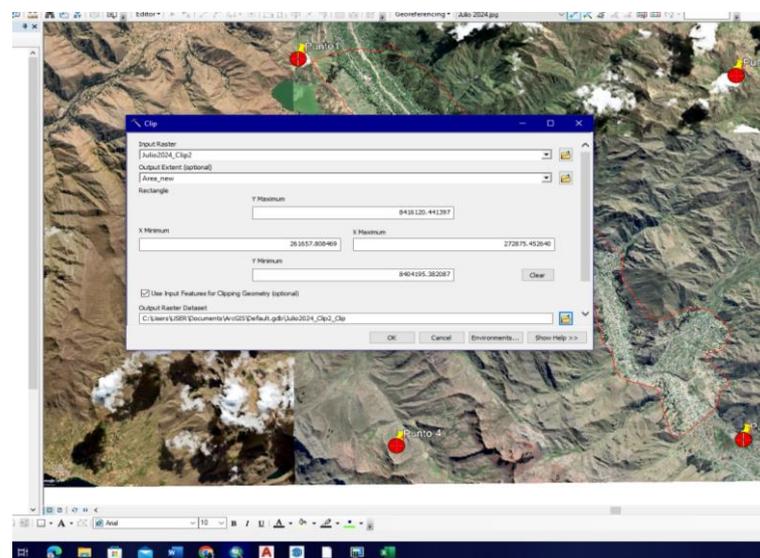
Notas: área de estudio obtenido USGS Earth Explorer

3.6.5.2. Procedimiento de la imagen satelital

Después de la descarga de la imagen satelital LANDSAT, se utilizó el software ArcGIS para su procesamiento y ajustar contraste, brillo y recortar la imagen a la zona de interés. Aplicar herramientas de clasificación y análisis para adquirir información sobre el uso del suelo u otros datos de la zona de investigación.

Figura 13

Imagen satelital insertada en el software

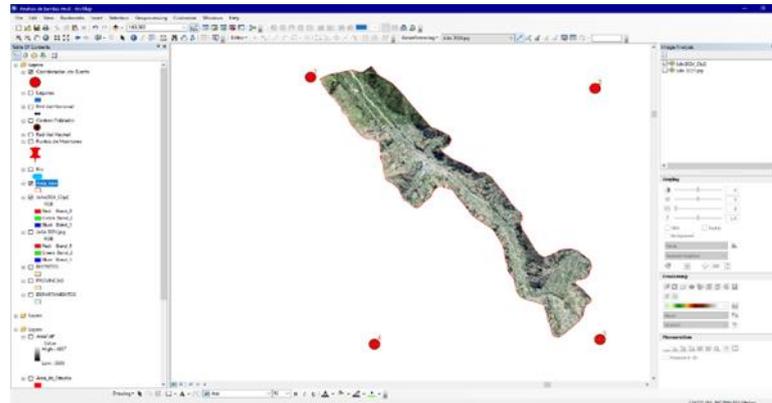


Notas: imágenes obtenidas de la plataforma USGS Earth Explorer

Se muestra en dicha imagen la georreferenciación del área de estudio y proceso de alinear imágenes satelitales con un sistema de coordenadas geográficas para asegurar su precisión en un entorno GIS. Esto se logra colocando puntos de control en la imagen y asignándoles coordenadas conocidas para que la imagen coincida con la ubicación real en el mapa.

Figura 14

Imagen satelital del área de estudio



Nota: imagen de georreferenciada en uso de herramientas SIG.

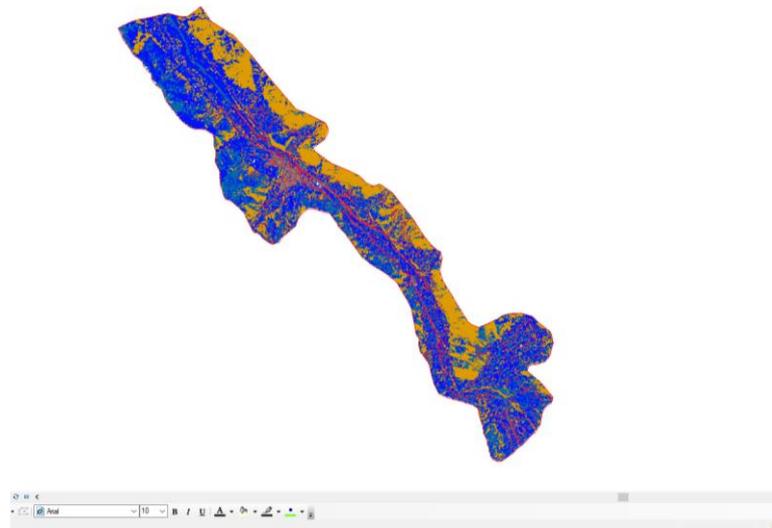
3.6.5.1. Clasificación supervisada

En la siguiente imagen se muestra la categorización de los suelos en la zona de estudio.

En la siguiente imagen mostramos cálculo de clasificación de suelos

Figura 15

Puntos de entrenamiento



Nota: USGS Earth Explorer

Entonces una vez creado pasaremos a colocar los colores

En la tabla 9 se puede observar los valores obtenidos, para la validación uso actual del suelo.

3.6.5.2. Precisión global

Tabla 10

Precisión global

Precisión global	ítem	Índice	%
	Po	0.875912409	87.59124088
proporción esperada	Pe	0.17616815	17.61681496
	K	0.849377526	84.93775263

Nota: Valores obtenidos

Tabla 11

Categorías obtenidas

Clases	Error Com (%)	Error Omi (%)	Precisión Global	Precisión Esperada	Índice K	Índice k (%)
C A	24.2	20.6				
Á A	13.6	16.9				
S C	4.3	4.3	0.9	87.6	0.8	84.9
S N C	0.0	9.1				
V	4.3	0.0				

Nota: Índice capa obtenido

3.6.6. Índice kappa

0.0 – 0.2 se considera como ínfima concordancia

0.2 – 0.4 se considera como escasa concordancia

0.4 – 0.6 se considera como moderada concordancia

0.6 – 0.8 se considera como buena concordancia

0.8 – 1.0 se considera como muy buena concordancia

De acuerdo con la tabla se aprecia que se tiene un índice Kappa con muy buena concordancia; ya que, se obtuvo un valor de 84.9%. es quiere decir que hubo un buen acuerdo de la imagen clasificada con lo que se pudo observar en el área de trabajo.

3.6.1.1. Identificación de la cobertura de uso del suelo:

Se logro identificar cinco tipos de cobertura del uso del suelo dentro área de interés, el cual se aprecia en la tabla 12.

Tabla 12

Coberturas del uso del suelo

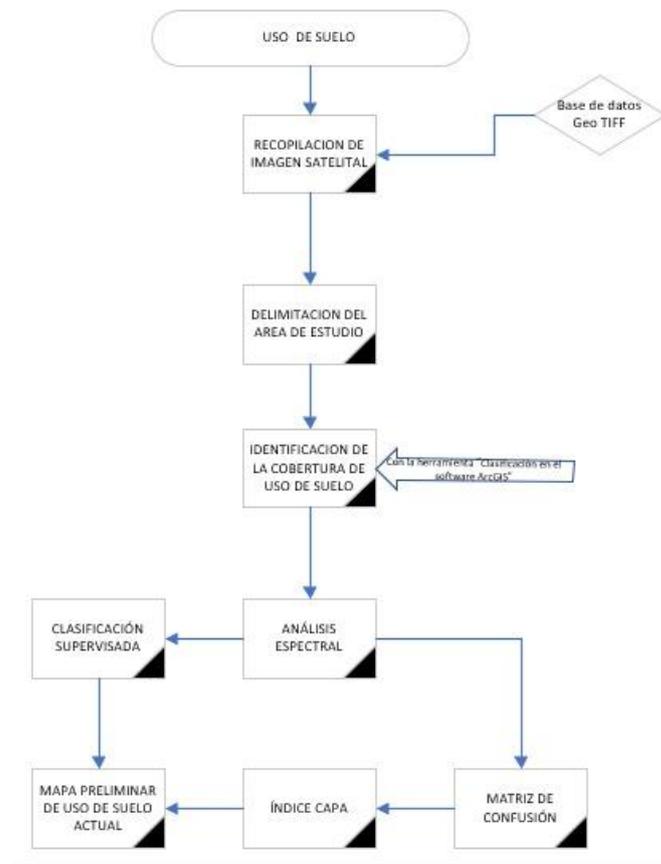
Áreas del Mapa Supervisado	SIMB.
Cuerpos de agua	CA
Áreas artificiales	AA
Suelos cultivados	SC
Suelos no cultivados	SNC
Vegetación	VG

Nota: identificación de cinco usos de suelo

En la tabla 12 se identifica las coberturas del uso de los suelos existentes dentro del área de estudio y su vez muestra la simbología de dichas áreas de la zona de estudio.

Figura17

Organigrama del uso del suelo



3.6.7. Proceso metodológico para el tercer objetivo específico

Para llegar objetivo Identificación y relacionar las áreas de suelos que se usan de acuerdo a su capacidad de uso mayor del distrito de Marangani, la metodología empleada fueron los siguientes pasos:

Se procedió a comparación del grupo de clasificación de uso mayor de tierras con el uso actual del suelo mediante el uso de datos ya conocidos de las áreas obtenidas.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

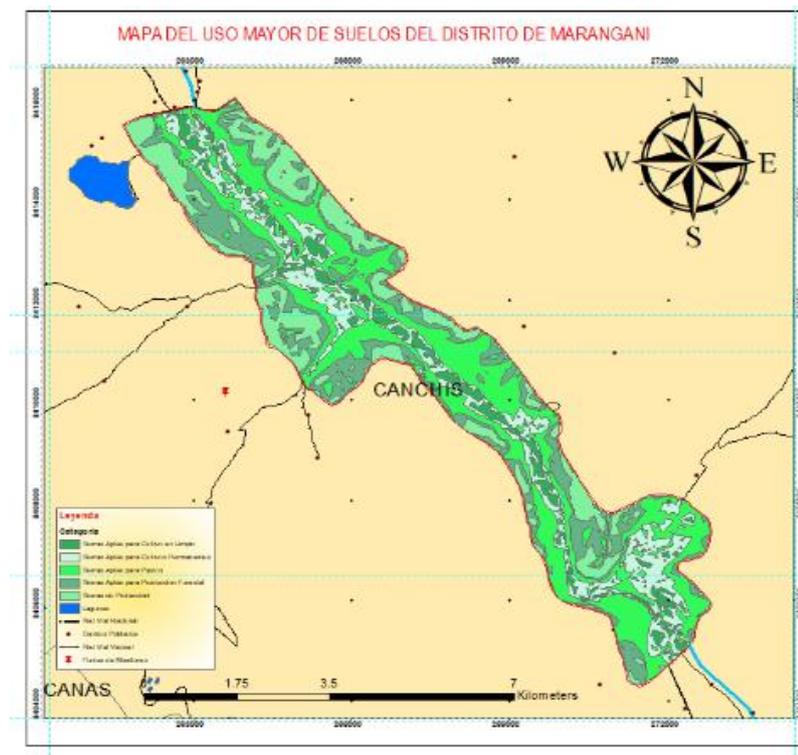
4.1. RESULTADOS DE LOS OBJETIVOS

4.1.1. Resultados para el primer objetivo específico

Según el estudio realizado a nivel de reconocimiento (cuarto orden) con un área aproximada 3000.0000 ha, para esto debemos tener en cuenta lo siguiente:

Figura 18

Mapa de la capacidad de uso mayor del suelo



Nota: clasificación de acuerdo con al grupo de capacidad de uso mayor de tierras

En la figura 18, se aprecia los grupos identificados dentro del área de interés indicando, tierras aptas cultivos en limpio 8%, tierras aptas para cultivos permanentes 18%, tierras aptas para pastos 36%, tierras aptas para producción forestal 19%, tierras de protección 19%.

Tabla 13

Áreas obtenidas para el mapa capacidad de uso mayor del suelo

Grupo de capacidad de uso mayor de tierras	SIMB.	Área (Ha)
Tierras aptas para cultivo en limpio	A	251.0000
Tierras aptas para cultivos permanentes	C	535.0000
Tierras aptas para pastos	P	1,080.0000
Tierras aptas para producción forestal	F	557.0000
Tierras de protección	X	554.0000
Total		2,977.0000

Nota: descripción de los grupos identificadas en la zona de estudio

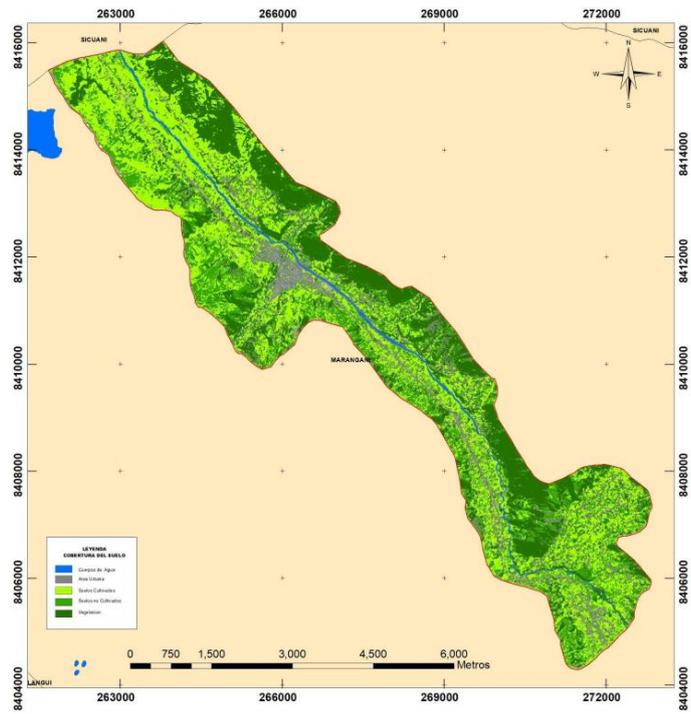
En la tabla 13 se menciona de acuerdo al grupo de capacidad de uso mayor de tierras el DS N° 005-2022-MIDRAGI donde se obtuvo tierras aptas para cultivo en limpio con un total de 251.0000 hectáreas, tierras aptas para cultivos permanentes con un total de 535.0000 hectáreas, tierras aptas para pastos con un total de 1080.0000 hectáreas, tierras aptas para producción forestal con un total de 557.0000 hectáreas, finalmente tierras de protección 554.0000 hectáreas.

4.1.2. Resultados para el segundo objetivo específico

Una vez realizado todo el procedimiento se llegó a obtener el mapa de uso de suelos.

Figura 19

Uso del suelo del área de estudio



Nota: Clasificación de la cobertura terrestre

En la figura 19, se aprecia los grupos de cobertura de uso de los suelos en el área de interés siendo estas los siguientes, cuerpos de agua 4%, áreas artificiales 10%, suelos cultivados 34%, suelos no cultivados 25% y vegetación 27%.

Tabla 14

Áreas obtenidas para el mapa de uso actual del suelo

Áreas obtenidas	SIMB.	Área (Ha)
Cuerpos de agua	CA	128.2540
Áreas artificiales	AA	297.2820
Suelos cultivados	SC	1012.8900
Suelos no cultivados	SNC	744.1440
Vegetación	VG	815.5990
Total		2,998.1670

Nota: Categorías obtenidas para el uso actual del suelo

En la tabla 14 se indica las categorías identificadas teniendo como cuerpos de agua con un área de 128.2540 hectáreas, seguidamente las áreas artificiales con 297.2820 hectáreas, suelos cultivados con 1012.8900 hectáreas, suelos no cultivados con 744.1440 hectáreas y la vegetación con un total de 815.5990 hectáreas.

4.1.3. Resultados para el tercer objetivo específico

Se procedió a confrontar los dos mapas temáticos la capacidad de uso mayor con el uso del suelo del área de estudio

Tabla 15

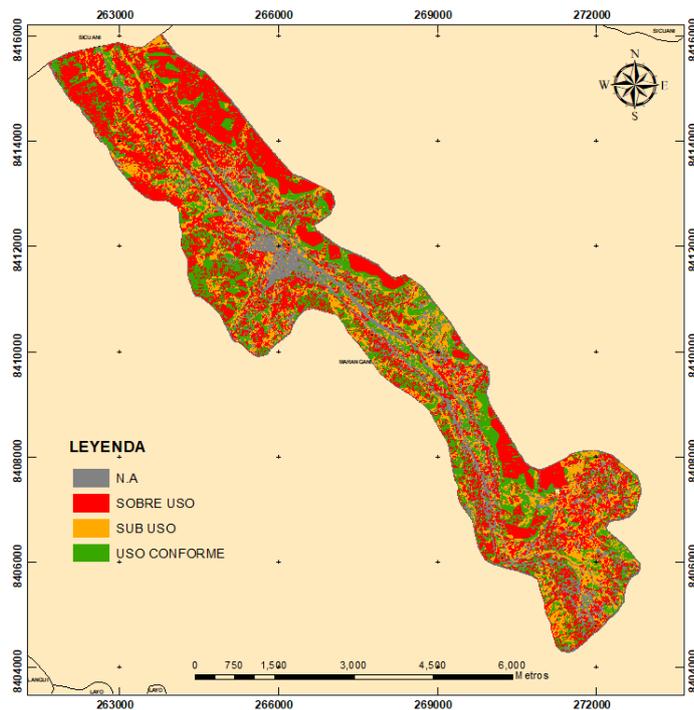
Matriz de confrontación

Uso actual capacidad de uso mayor	Cuerpos de agua	T. Con áreas urbanas	T. Con bosques naturales	T. Con bosques secos	T. Con cultivos agrícolas	T. plantaciones forestales	mosaico de cultivos	T. con pastos naturales
Tierras aptas para cultivo en limpio - A	N. A	N. A	sub uso	sub uso	uso conforme	sub uso	uso conforme	sub uso
Tierras aptas para cultivo permanente - C	N. A	N. A	sub uso	sub uso	Sobre uso	sub uso	Sobre uso	sub uso
Tierras aptas para producción forestal -F	N. A	N. A	uso conforme	uso conforme	Sobre uso	uso conforme	Sobre uso	sub uso
Tierras aptas para pastoreo - P	N. A	N. A	sub uso	sub uso	Sobre uso	sub uso	Sobre uso	uso conforme
Tierras de protección -X	N. A	N. A	uso conforme	uso conforme	Sobre uso	sub uso	Sobre uso	uso conforme

Nota: la matriz multicriterio para identificar los conflictos de uso de la tierra fuente: Submodelo conflictos de uso departamento de Cajamarca al realizar este proceso de obtuvieron las siguientes áreas.

Figura20

mapa de conflicto del suelo



Nota: conflictos de uso del suelo del área de estudio.

En la figura 20 se aprecia las categorías que tienen un mayor porcentaje de área es el sobre uso 34% seguidamente por la categoría de uso conforme 32%, sub uso 20% y finalmente las áreas que no aplican (N.A) con 14%.

Tabla 16

Áreas obtenidas en el conflicto de suelos

Categorías	Ha
N. A	420.8800
Sobre uso	1013.5910
Sub-uso	581.1100
Uso Conforme	966.8800

En la tabla 16 nos indica las categorías identificadas, considerando suelos que no aplican (N.A) 420.8800 hectáreas, suelos en sobre uso un área de

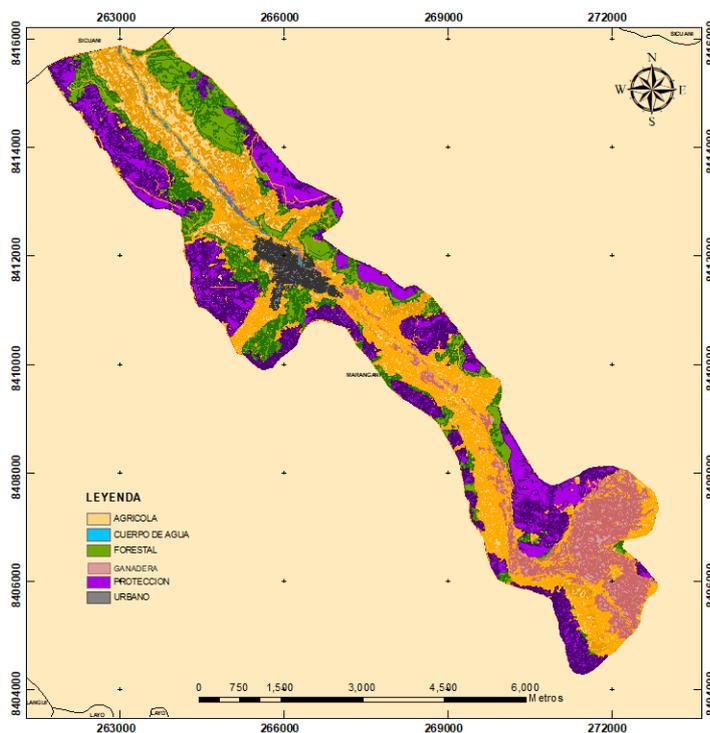
1013.5910 hectáreas, seguidamente las subuso con 581.1100 hectáreas, Uso Conforme con 966.8800 hectáreas.

4.1.4. Propuesta de ordenamiento territorial a partir de la capacidad de uso mayor del suelo

La propuesta se plantea en base a la capacidad de uso mayor de tierras

Figura 21

Mapa de propuesta ordenamiento territorial



Nota: elaboración propia.



Tabla 17

Áreas obtenidas

Categorías	Ha
agrícola	1016.5200
Forestal	525.0200
Ganadería	329.2500
Protección	719.5600
Urbana	348.5600

Nota: indica las categorías encontradas.

En la tabla 17 indica las categorías identificadas teniendo como suelos con una capacidad agrícola 1016.5200 hectáreas suelos con una capacidad forestal de 525.0200 suelos con potencial ganadera 329.25 hectáreas suelos para protección 719.5600 hectáreas suelos para para área urbana 348.56 hectáreas.

4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

4.2.1. Prueba de Normalidad

4.2.1.1. Planteamiento de Hipótesis

- H_0 = Los Datos tienen una distribución Normal
- H_1 = Los Datos no Tienen una distribución Normal

4.2.1.2. Nivel de Significancia

- Confianza: 95%
- Significancia: 5% ($\alpha = 0.05$)

Tabla 18

Test de normalidad de Shapiro - Wilk

Variable	Estadístico	G1	Sig.
Categoría de Uso Mayor de Suelos (Ha)	,867	5	,255
Áreas del Mapa uso actual (Ha)	,921	5	,538

Nota: Software SPSS V. 26

La Tabla 18 presenta los resultados del test de normalidad de Shapiro-Wilk aplicado a las variables "Categoría de Uso Mayor de Suelos (Ha)" y "Áreas del Mapa uso actual (Ha)", analizadas con el software SPSS V. 26. Para la primera variable, el estadístico obtenido fue 0,867 con un valor de significación de 0,255, mientras que para la segunda variable, el estadístico fue 0,921 con un valor de significación de 0,538. En ambos casos, al superar el umbral de significación de 0,05, se concluye que los datos de ambas variables cumplen con el supuesto de normalidad, lo que permite su uso en análisis estadístico mediante la prueba t - Student para evaluar las hipótesis.

4.2.1.3. Prueba estadística por emplear

- Emplearemos la prueba de T- Student

4.2.2. Prueba estadística para el primer objetivo específico

Tabla 19

Prueba estadística para una muestra – Objetivo 1

Muestra				
Categoría de uso mayor	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
uso de Suelos (Ha)	5	589,0000	287,26730	128,46984

Nota: Software SPSS V. 26

En la tabla 19 indica que, la mayor parte de las categorías de uso mayor de suelos tienen un área de alrededor de 589 ha. La desviación estándar de 287,2700 ha sugiere una considerable variabilidad en las extensiones de las categorías. El error promedio de 128,4700 ha refleja que la muestra es relativamente pequeña (solo 5 datos). Aunque el tamaño de muestra es limitado, el análisis sugiere una tendencia promedio en el área de uso mayor de suelos. Sin embargo, la alta desviación estándar y el error promedio indican que la variabilidad entre las categorías es significativa, y sería prudente ampliar el análisis con una muestra más grande para obtener resultados más representativos y confiables.

Tabla 20

Prueba de T- Student – Objetivo 1

Muestra						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Categoría de Uso Mayor de Suelos (Ha)	4,585	4	,010	589,00000	232,3105	945,6895

Nota: Software SPSS V. 26

En la tabla 20, la prueba t sugiere que la diferencia de medias para la categoría de uso mayor de suelos (589 ha) es significativa y no atribuible al azar. Además, con un intervalo de confianza que no incluye el 0, podemos afirmar con un 95% de confianza que el área promedio de las categorías se encuentra dentro del rango especificado.

4.2.3. Prueba estadística para el segundo objetivo específico

Tabla 21

Prueba estadística para una muestra – objetivo 2

	Muestra			
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Áreas del mapa uso actual (Ha)	5	599,6320	371,45815	166,12114

Nota: Software SPSS V. 26

En la tabla 21, las áreas del mapa supervisado tienen un tamaño promedio de 599,6300 ha, lo cual puede representar el área promedio para las categorías o clases mapeadas. La desviación estándar alta (371,4600 ha) muestra una notable variabilidad en las áreas de las diferentes categorías. Algunas áreas son significativamente más grandes o más pequeñas que el promedio. El error promedio relativamente alto (166,1200 ha) refleja que la muestra es pequeña, con solo 5 observaciones.

Tabla 22

Prueba de T- Student – objetivo 2

	Muestra					
	t	gl	Valor de prueba = 0			
			Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
				Inferior	Superior	
Áreas del Mapa Supervisado (Ha)	3,610	4	,023	599,63200	138,4058	1060,8582

Nota: Software SPSS V. 26

En la tabla 18 muestra el valor de $t=3,610$ y el $p=0,023$ muestran que el promedio observado de **599,6320 ha** es significativamente diferente de 0. La baja probabilidad asociada ($p < 0,05$) permite rechazar la hipótesis nula. El análisis indica que las áreas del mapa supervisado tienen un tamaño promedio de aproximadamente 599,6300 ha, y esta diferencia es estadísticamente significativa en comparación con un valor de referencia de 0. Esto refuerza que las áreas categorizadas en el mapa supervisado tienen extensiones reales sustanciales.

4.2.4. Prueba estadística para el tercer objetivo específico

Tabla 23

Prueba estadística para una muestra – Objetivo 3

	Muestra			
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Categoría de uso mayor de Suelos (Ha)	5	589,0000	287,26730	128,46984
Áreas del mapa Uso Actual del suelo (ha)	5	599,6320	371,45815	166,12114

Nota: Software SPSS V. 26

En la tabla 23, se puede evidenciar que ambas variables tienen medias

cercanas, sugiriendo una coherencia entre las áreas de la categoría de capacidad de uso mayor de suelos y las áreas del mapa uso actual.

Sin embargo, la variabilidad es mayor en las áreas del mapa uso actual, lo que podría deberse a diferencias en la metodología de categorización o a la diversidad de las áreas analizadas.

Tabla 24

Prueba de T- Student – objetivo 3

	Muestra					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Categoría de uso mayor de Suelos (Ha)	4,585	4	,010	589,00000	232,3105	945,6895
Áreas del mapa uso del suelo (Ha)	3,610	4	,023	599,63200	138,4058	1060,8582

Nota: Software SPSS V. 26

En la Tabla 24, se puede evidenciar que ambas pruebas muestran que las medias de las variables analizadas (categoría de la capacidad de uso mayor de suelos y áreas del mapa uso del suelo) son significativamente diferentes de 0 con un alto nivel de confianza ($p < 0,05$ $p < 0,05$ $p < 0,05$). Esto confirma que las áreas tienen tamaños sustanciales. Sin embargo, las áreas del mapa uso actual del suelo presentan una mayor variabilidad en sus tamaños, lo que podría reflejar diferencias en las metodologías o en las características de las categorías mapeadas.

Tabla 25*Comparativa de categoría y áreas*

Categoría de Uso Mayor de Suelos	Área (Ha)	Uso actual del suelo	Área (Ha)
Tierras aptas para cultivo en limpio	251	Cuerpos de Agua	128
Tierras aptas para cultivos permanentes	535	Áreas Artificiales	297
Tierras aptas para pastos	1,048	Suelos Cultivados	1012.89
Tierras aptas para producción forestal	557	Suelos No cultivados	744
Tierras de protección	554	Vegetación	816
Total	2,945	Total	2,998

Nota: categorías de capacidad de uso mayor de tierras y uso actual del suelo

En la tabla 25 muestra el total de tierras aptas para diversas categorías asciende a 2,945 hectáreas, mientras que el total del área del mapa uso actual del suelo es de 2,998 hectáreas. Esto indica que el área uso actual incluye una variedad de suelos no aptos para cultivo o uso específico, denotando una diferencia de 53 hectáreas en ambas categorías. Fuente: Elaboración propia.

4.3. DISCUSIONES

La categorización de tierras según su capacidad de uso mayor en el distrito de Marangani, Cusco, ha revelado una diversidad significativa en las características físicas y productivas del suelo. El análisis ha permitido identificar varios grupos de clasificación, los cuales se encuentran principalmente influenciados por factores topográficos, edáficos y climáticos que determinan el potencial de uso y las limitaciones de cada grupo de tierras.

De acuerdo con Larota et al., (2019) determinó que, las tierras que presentan un relieve moderado y suelos fértiles, adecuados para cultivos intensivos con un manejo adecuado de prácticas agrícolas. Los análisis de textura, pH y capacidad de retención de agua permiten indicar que las tierras tienen alta productividad agrícola, aunque en algunos casos se requiere implementar sistemas de irrigación debido a la distribución irregular de



las lluvias en la zona. No obstante, presentan limitaciones en cuanto a pendientes pronunciadas, lo que aumenta el riesgo de erosión si no se gestionan adecuadamente. De igual manera que, las tierras se encuentran en áreas de pendiente moderada a alta y presentan suelos menos fértiles o con limitaciones por drenaje, lo que las hace más adecuadas para actividades pastoriles.

El análisis ha demostrado que, aunque estos suelos no son óptimos para cultivos, tienen un buen potencial para el pastoreo, especialmente para el ganado ovino, que es una actividad tradicional en la región. Sin embargo, es crucial la implementación de prácticas de manejo sostenible para evitar la degradación por sobrepastoreo. A pesar de las oportunidades identificadas, se observaron varias limitaciones que restringen el uso eficiente de algunas tierras. Las principales limitaciones están relacionadas con la pendiente pronunciada y la vulnerabilidad a la erosión en la mayoría de los suelos no agrícolas. Esto afecta tanto la estabilidad del suelo como la posibilidad de mecanización, lo que podría limitar el desarrollo agrícola intensivo.

Además, los suelos en las zonas de mayor altitud presentan problemas relacionados con la baja fertilidad natural y la falta de retención de nutrientes, lo que requiere una estrategia integral de manejo, incluyendo abonos orgánicos o inorgánicos y el uso de técnicas de conservación de suelos.

Según Rojas (2019) el análisis del uso actual de los suelos en el distrito de Marangani, Cusco, ha proporcionado una visión integral de cómo se están aprovechando las tierras en esta zona, caracterizada por su diversidad ecológica y topográfica. Los resultados reflejan un mosaico de usos del suelo, que van desde actividades agrícolas y pecuarias hasta áreas naturales sin intervención significativa. Este patrón de uso se encuentra estrechamente vinculado a factores ambientales como la altitud, los aspectos



del suelo, la accesibilidad al agua y las prácticas tradicionales de manejo en la comunidad. Al comparar el uso actual de los suelos con su capacidad de uso mayor, se observa una subutilización en ciertas áreas, especialmente en las tierras aptas para la agricultura, que no están completamente aprovechadas debido a la falta de acceso a agua de riego o recursos técnicos.

Por otro lado, también se observó sobreutilización en las áreas destinadas a pastoreo, donde la presión del ganado está afectando negativamente la calidad del suelo y la vegetación. Esta discrepancia entre el uso actual y el potencial del suelo sugiere la necesidad de un manejo más planificado y eficiente, que considere tanto la capacidad de los suelos como las prácticas sostenibles para evitar la degradación y garantizar la productividad a largo plazo.

De acuerdo a Cusi & Aguirre, (2018) la identificación y determinación de las áreas de suelos que se utilizan de acuerdo a su capacidad de uso mayor en el distrito de Marangani ha revelado una relación compleja entre el uso actual del suelo y su verdadero potencial productivo. Los resultados obtenidos muestran que, si bien algunas áreas están siendo usadas de manera adecuada según su capacidad, existen otras que presentan un manejo subóptimo o incluso inadecuado, lo que pone en riesgo la sostenibilidad del uso del suelo a largo plazo. A pesar de que gran parte del suelo en Marangani se está utilizando de acuerdo con su capacidad de uso mayor, se identificaron áreas donde el uso actual no es el más adecuado. En particular, algunos sectores de tierras agrícolas están siendo cultivados en pendientes demasiado, lo que aumenta significativamente el riesgo de erosión y pérdida de la capa fértil. Estos suelos, clasificados como de uso pecuario o forestal, están siendo sobreexplotados en cultivos.



De manera similar, en las áreas de pastoreo, se ha identificado unos suelos para pastos en sectores donde los suelos son vulnerables. Esta situación ha provocado una compactación severa en algunos casos y la degradación de los pastos naturales, comprometiendo la capacidad productiva del suelo para actividades futuras. La identificación de las áreas que se utilizan de manera acorde o no a su capacidad de uso mayor tiene importantes implicaciones para la planificación del uso del suelo en Marangani. Los resultados destacan la necesidad de optimizar las prácticas de manejo del suelo, especialmente en las áreas agrícolas y ganaderas, donde las actividades productivas no siempre respetan las limitaciones inherentes del terreno.



V. CONCLUSIONES

PRIMERA: En conclusión, según la capacidad de uso mayor de suelos se logró identificar categorías de grupo en el que predomina áreas óptimas para pastos en mayor proporción con 1080 ha representado un 36% del total y en menor cantidad tierras aptas para el cultivo en limpio con un área de 251 ha representado el 8% del área total. La capacidad de uso mayor del suelo ayudó a establecer límites claros para evitar el uso inadecuado del terreno, contribuyendo a prevenir problemas como la erosión, la sobreexplotación y la degradación de los ecosistemas locales.

SEGUNDA: Se determinó el uso actual de suelos, siendo estas presentadas en 5 categorías, entre los cuales, los representativos fueron los suelos para cultivos en mayor cantidad con un área de 1012.8091 ha representado el 34%, en menor cantidad, siendo la categoría cuerpos de agua en menor proporción con 128.2540 ha representado el 4% del área total, estas delimitaciones facilitan la toma de decisiones informadas sobre el uso del suelo y garantizando la preservación ambiental.

TERCERA: Asimismo, el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) demostró ser una herramienta eficaz al determinar que existe un sobre uso de los suelos 1013.5091 ha representado un 34%, asimismo existe un uso conforme de 966.8800 ha representado un 33% y suelos en sub uso 581.1100 ha abarcando el 20 % de área total. Esta información contribuye una base con fines para una planificación territorial



VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que las autoridades locales y los actores implicados en la proyección del uso del suelo en el distrito de Marangani implementen un enfoque participativo y basado en evidencia para la gestión y ordenamiento del territorio.
- Se recomienda fomentar la adopción de técnicas agrícolas que sean adecuadas para las características de cada grupo de suelo. Esto incluye la rotación de cultivos, la siembra de cultivos y la implementación de sistemas de riego que maximicen la eficiencia del uso del agua, especialmente en áreas agrícolas de alta productividad.
- Se recomienda organizar programas de capacitación para agricultores y ganaderos, orientados a mejorar el manejo de los suelos. Se deben proporcionar recursos e información las medidas de conservación del suelo y el uso eficiente del agua, especialmente en áreas vulnerables a la erosión y degradación.
- Se recomienda elaborar un plan de manejo del suelo que contemple la zonificación del territorio según la capacidad de uso de cada área. Este plan debe incluir directrices claras para el uso agrícola, ganadero y de conservación, asegurando que cada actividad se realice en suelos aptos para ello.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuña, P. (2006). La Zonificación y uso del suelo. Urbano Perú.
- Alomoto, D. (2018). Lineamientos para el mejoramiento de la capacidad de respuesta, planificación y el ordenamiento territorial ante los efectos de lahares en caso de erupción del volcán Cotopaxi, en la parroquia rural San Francisco de Mulaló, cantón Latacunga. Quito, Ecuador: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Alonso, F. (2022). Sistema de Información Geográfica.
- Arias, J., Holgado, J., Tafur, T., & Vásquez, M. (2022). Metodología de la investigación: El método ARIAS para realizar un proyecto. Puno, 2022: Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú S.A.C.
- Barrera, J., Barrezueta, S. and García, R. (2020). Evaluation de los Indices de calidad del suelos de diversos cultivos en diferente condiciones topograficas. Revista Metropolitana De Ciencias Aplicadas, 183–190.
- Calderon, A. (2021). Determinación de conflictos de uso de las tierras con fines de conservación en la microcuenca del Río Sandoveni - Satipo. Huancayo, Perú: Universidad Nacional del Centro de Perú.
- Carvajal Aldas, L. H. (2022). Análisis multitemporal de la expansión urbana y cambios en el uso del suelo entre los años 2004-2021 de la ciudad de ambato. 1–58.
- Consejo Nacional del Ambiente. (2018). Ordenamiento Territorial. Obtenido de https://www.minam.gob.pe/ordenamientoterritorial/wp-content/uploads/sites/18/2013/10/Instrumentos_Tecnicos_Normativos_OT.pdf
- Cordova, R. (2019). Clasificación de tierras según su capacidad de uso mayor, del sector Cruz Lomas, provincia de Luya, Amazonas Perú. Cajamarca, Perú: Universidad Nacional de Cajamarca.
- Cozo Narvaez, C. M. (2022). Análisis de cambio de uso de suelo por actividad minera mediante percepción remota en el distrito de Ananea, periodos 2015-2021. www.gonitro.com



- Cusi, N., & Aguirre, L. (2018). Clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor del distrito de Kosñipata - Paucartambo - Cusco. Cusco, Perú: Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.
- FAO. (2024). Ordenamiento territorial. Obtenido de <https://www.fao.org/in-action/territorios-inteligentes/componentes/ordenamiento-territorial/contexto-general/es/>
- Gea Consultores Ambientales. (2023). Ordenamiento Territorial. Obtenido de <https://www.geaconsultores.com/servicios/ordenamiento-territorial/>
- Geo Innova. (2024). ¿Qué es un SIG, GIS o Sistema de Información Geográfica? Obtenido de <https://geoinnova.org/blog-territorio/que-es-un-sig-gis-o-sistema-de-informacion-geografica/>
- Glave, M. (2017). Ley de uso y gestión del suelo urbano. Lima, Perú: Congreso de la República.
- Gómez, S. (2018). Metodología para el estudio de la capacidad de acogida del suelo en cuencas hidrográficas. Aplicación al ordenamiento territorial de la cuenca río Mazar. Cuenca, Ecuador: Universidad de Cuenca.
- He, N., Zhou, Y., Wang, L., Qing, L., Qian, Z., Jinyi, L., & Mengyao, L. (2022). Spatiotemporal evaluation and analysis of cultivated land ecological security based on the DPSIR model in Enshi autonomous prefecture, China. 145. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X22010925>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). Metodología de la Investigación. Ciudad de México, México: Mc Graw Hill.
- Huaman, J. (2024). Caracterización morfogénica y clasificación por su capacidad de uso mayor de suelos con pastos. Chiara, Ayacucho. 2019. Ayacucho, Perú: Universidad San Cristobal de Huamanga.
- León, L. and Garavito, L. (2020). Procesamiento de imágenes satelitales. L'esprit Ingénieux, 11(1), 33–49.



- Logroño, S. I., López, C. R., Moyano, M. G. and Oyague, E. S. (2020). El alcance de la teledetección satelital utilizando modelos estadísticos y físicos y sus beneficios en áreas contables. *Ciencias Económicas y Empresariales*, 6(2), 25–40.
- Mamani, Y. (2023). Análisis multitemporal del crecimiento urbano, en la ciudad de Ilave, mediante imágenes satelitales Landsat. Puno, Perú: Universidad Nacional del Altiplano.
- Marques-Perez, I., Guaita-Pradas, I., Gallego, A. and Segura, B. (2020). Territorial planning for photovoltaic power plants using an outranking approach and GIS. *Journal of Cleaner Production*, 257, 120602. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120602>
- MIDAGRI. (2022). Decreto supremo que aprueba el reglamento de clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor: Decreto supremo O N° 005-2022-MIDAGRI. In *Diario oficial* (p. 28).
- Municipalidad Distrital de Marangani. (2020). *Vías de comunicación*. Cusco, Perú: Municipalidad distrital de Marangani.
- Peirano, G. (2023). Análisis del crecimiento y expansión urbana a nivel nacional y el impacto a nivel regional. Lima, Perú: Centro Nacional de Planeamiento Estratégico.
- Pérez, G. (2018). Ordenamiento territorial del distrito de Quiquijana (Provincia de Quispicanchi, Región Cusco). Cusco, Perú: Universidad Agraria La Molina.
- Rojas, W. (2019). Clasificación de suelos de uso mayor en el ordenamiento territorial de la comunidad campesina de Silco – Antabamba – Apurímac – 2013. Abancay, Perú: Universidad Tecnológica de los Andes.
- Santos, A. (2017). Estrategias de desarrollo sostenible para el uso potencial del suelo en áreas vacantes y espacios intersticiales del área urbana de la cabecera parroquial de Conocoto. Quito, Ecuador: Pontificia Universidad Católica de Ecuador.
- Singh, A. I. and Singh, K. (2020). Remote Sensing and GIS based Land Use Land Cover Analysis in Chandel District, Manipur, India. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 889(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/889/1/012046>



U.S. Geological Survey. (2019). Landsat Satellite Missions.
<https://www.usgs.gov/landsat-missions/landsat-8>

Valle Díaz, F. R. and Marin castillo, C. (2020). Uso de la tierra y expansión urbana en las comunidades campesinas de los distritos de Andahuaylas y Anta, regiones Apurímac y Cusco, Perú. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 2215(2), 431–450. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v4i2.90

ANEXOS

ANEXO 1. Resumen de resultado de análisis de caracterización de suelo



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS



ASUNTO : ANÁLISIS caracterización DE SUELO
PROCEDENCIA : DISTRITO DE MARANGANI PROVINCIA DE CANCHIS DEPARTAMENTO DE CUSCO
MOTIVO : Análisis de caracterización
FECHA DE MUESTREO : 28/11/2023. (Por el interesado). FECHA DE ANALISIS : 04/12/2023.

N°	ubicación		pH	C.E. mS/cm	CO ₂ %	M.O.	NT %	P ppm	K ppm	análisis mecánico		CIASE TEXTURAL	CIC	cationes cambiabiles meq/100g				% sat de Bases				
	calicata	norte								este	localidad com.			Arena	Arcilla	Limo	Ca ²⁺		Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺
1	C1 Hz A	8415141	263621	Huiscachani	6.04	0.06	0	1.8	0.09	9.2	220	64	14	22	Fr.A.	11.6	2.44	1.9	0.96	1.56	0	59.14
2	C1 Hz B	8415141	263621	Huiscachani	6.31	0.07	0	1.6	0.08	9.06	201	59	25	16	Fr. Ar. A	11.45	2.3	1.86	0.98	1.48	0	57.82
3	C1 Hz C	8415141	263621	Huiscachani	6.57	0.08	0	1.5	0.07	8.01	190	60	24	16	Fr. Ar. A	10.98	2.28	1.72	0.95	1.4	0	57.83
4	C2 Hz A	8414120	264440	Huiscachani	7.04	0.34	0	3.4	0.17	12.78	280	65	16	19	Fr.A.	13.2	2.8	1.8	0.8	1.5	0	52.27
5	C2 Hz B	8414120	264440	Huiscachani	7.06	0.13	0	0.1	0.005	4.80	98	94	5	1	A.	10.01	1.96	0.98	0.82	1.48	0	52.35
6	C3 Hz A	8413224	264553	Chectuyoc	6.38	0.42	0	1.2	0.06	7.9	182	63	15	22	Fr.A.	11.98	2.36	1.72	0.8	1.72	0	55.09
7	C3 Hz B	8413224	264553	Chectuyoc	6.76	0.11	0	1.05	0.05	8.1	178	62	14	24	Fr.A.	12.9	2.81	1.8	1.9	1.92	0	65.35
8	C3 Hz C	8413224	264553	Chectuyoc	6.49	0.11	0	0.95	0.04	7.96	198	58	28	14	Fr. Ar. A	11.7	2.41	1.6	0.72	1.73	0	55.21
9	C4 Hz A	8413104	265686	Ccaicco	6.75	0.25	0	2.9	0.14	10.02	261	59	27	14	Fr. Ar. A	11.9	2.3	1.09	0.8	1.58	0	48.49
10	C4 Hz B	8413104	265686	Ccaicco	5.71	0.27	0	2.5	0.12	9.90	212	60	25	15	Fr. Ar. A	10.8	2.15	1.02	0.7	1.42	0	48.96
11	C5 Hz A	8412160	266199	Ccaicco	6.82	0.2	0	3.4	0.17	12.7	268	61	23	16	Fr. Ar. A	14.5	3.12	2.15	1.8	1.92	0	62
12	C5 Hz B	8412160	266199	Ccaicco	7.36	0.48	0	2.6	0.13	11.60	266	62	25	13	Fr. Ar. A	13.6	2.8	1.48	1.3	1.8	0	54.26
13	C5 Hz C	8412160	266199	Ccaicco	7.53	1.6	0	0.2	0.01	5.01	89	93	5	2	A.	10.02	1.9	0.98	0.82	1.05	0	47.4
14	C6 Hz A	8406211	261631	Quisini	6.61	0.22	0	3.2	0.16	12.5	260	60	26	14	Fr. Ar. A	10.7	3.2	2.2	1.78	1.4	0	80.19
15	C6 Hz B	8406211	261631	Quisini	7.03	0.33	0	2.8	0.14	12.75	270	58	27	15	Fr. Ar. A	13.6	3.15	2.2	1.7	1.88	0	65.66

A = Arena; A.Fr. = Arena Franco; Fr.A. = Franco Arcilloso; Fr. = Franco; Fr.L. = Franco Limoso; L = Limoso; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso; Fr.Ar. = Franco Arcilloso; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso; M.A. = Arcillo Arenoso; A.L. = Arcillo Limoso; Ar. = Arcilloso



JEFE DE LABORATORIO
DE AGUA Y SUELOS



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS



ANALISIS DE SUELOS: CARACTERIZACION

ASUNTO

: ANÁLISIS caracterización DE SUELO

PRECEDENCIA

: DISTRITO DE MARANGANI PROVINCIA DE CANCHIS DEPARTAMENTO DE CUSCO

MOTIVO

: Análisis de caracterización

FECHA DE MUESTREO : 28/11/2023. (Por el interesado). FECHA DE ANALISIS : 04/12/2023.

N°	ubicación		pH	C.E. mS/cm	CO ₂ %	M.O.	NT %	P ppm	K ppm	análisis mecánico		CLASE TEXTURAL	CIC	cationes cambiables				% sat de Bases				
	calicata	norte								este	localidad com.			Arena %	Arcilla %	Limo %	Ca ²⁺		Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺
16	Hz A	8406237	272046	Quisini	5.88	0.36	0	1.6	0.08	9.2	220	39	36	25	FrAr	10.05	2.32	1.9	0.9	1.3	0	63.88
17	Hz B	8406237	272046	Quisini	6.93	0.35	0	0.9	0.04	7.8	190	10	75	15	Ar	11.6	2.42	1.56	0.9	1.7	0	56.73
18	Hz C	8406237	272046	Quisini	6.97	0.13	0	0.9	0.09	1.9	166	68	12	20	FrAr	11.8	2.34	1.2	0.98	1.62	0	52.03
19	Hz A	8404897	272006	Llallahui	6.77	0.22	0	1.8	0.03	9.31	222	59	26	15	Fr.Ar.A	11.77	2.4	1.8	1.2	1.6	0	59.47
20	Hz B	8404897	272006	Llallahui	6.45	0.21	0	1.6	0.03	7.98	160	60	30	10	Fr.Ar.A	13.1	2.31	1.7	0.8	1.4	0	47.4
21	Hz C	8404897	272006	Llallahui	6.72	0.24	0	1.2	0.06	7.9	190	59	27	14	Fr.Ar.A	11.8	2.4	1.6	0.96	1.6	0	55.59
22	Hz A	8406059	270122	Mamuera	7.09	0.18	1.3	1.2	0.06	7.98	186	58	26	16	Fr.Ar.A	12.01	2.38	1.7	0.98	1.7	0	56.29
23	Hz B	8406059	270122	Mamuera	6.88	0.08	0	0.9	0.04	7.8	198	57	24	19	Fr.Ar.A	11.96	2.39	1.63	0.7	1.6	0	52.84
24	Hz C	8406059	270122	Mamuera	7.39	0.07	0	0.8	0.13	11.2	260	56	30	14	Fr.Ar.A	13.4	2.5	1.9	1.05	1.8	0	54.1
25	Hz A	8409461	269280	Ccuyo	5.37	0.24	0	1.8	0.09	9.02	196	9	29	62	Fr.Ar.L	11.3	2.4	1.82	0.9	1.6	0	59.47
26	Hz B	8409461	269280	Ccuyo	5.77	0.27	0	1.4	0.07	7.8	198	60	23	17	Fr.Ar.A	10.9	2.36	1.7	1.2	1.45	0	61.56
27	Hz A	8410149	263621	Mamuera	6.87	0.93	0	3.4	0.17	12.6	266	63	10	27	Fr.Ar.	14.6	3.02	2.1	1.89	1.9	0	61.03
28	Hz B	8410149	263621	Mamuera	6.88	0.15	0	1.1	0.05	8.1	162	64	15	21	Fr.Ar.	13.12	2.9	1.82	1.99	1.92	0	65.78
29	Hz C	8410149	263621	Mamuera	7.02	0.12	0	0.24	0.01	5.09	88	93	5	2	A	10.11	1.8	0.96	0.6	1.01	0	43.22
30	Hz A	8411022	265644	Hancchocha	6.57	0.9	0	5.9	0.29	13.5	490	organico			14.6	2.6	1.7	1.88	2.01	0	56.1	
31	Hz B	8411022	265644	Hancchocha	7.13	0.24	0.3	3.8	0.19	13.9	280	63	15	22	Fr.Ar.	13.6	3.06	2.15	1.8	1.5	0	62.57
32	Hz C	8411022	265644	Hancchocha	7.47	0.27	0	2.1	0.10	9.5	210	64	16	20	Fr.Ar.	12.8	2.45	1.85	1.92	1.4	0	59.53

A = Arena; Ar.F. = Arena Franco; Fr.A. = Franco Arenoso; Fr. = Franco; Fr.L. = Franco Limoso; L = Limoso; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso; Fr.Ar. = Franco Arcillo; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso; Ar.L. = Arcillo Limoso; Ar. = Arcillo



ANEXO 2. Evidencias fotográficas

Excavación de calicata.



Excavación de la calicata



Midiendo las dimensiones de las calicatas.



Recolección de muestras para su respectivo análisis.



Análisis de muestras obtenidas en laboratorio.



Muestras en laboratorio para su respectivo análisis.



Valle del Vilcanota.



Cobertura de uso de suelos cultivados de maíz.



Cobertura de uso de suelos.



Cobertura de uso de suelos cultivados de alfalfa.





ANEXO 3. Mapas

Mapa de ubicación de calicatas

Mapa de zonas de vida

Mapa de capacidad de uso mayor de tierras

Mapa usos del suelo

Mapa de conflicto del uso del suelo

Mapa de propuesta de ordenamiento territorial a partir de la capacidad de uso mayor



DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Chambi Pagsi Frank Rolando,
identificado con DNI 70362859 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
Ingeniería Topográfica y Agrimensura

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

“ Ordenamiento Territorial a partir de la capacidad de uso
mayor del suelo mediante el SIG en el Distrito de
Marangni cusco - 2023 ”

Es un tema original.

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

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

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

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

Puno 19 de Diciembre del 2024



FIRMA (obligatoria)



Huella



DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo yuca Vargas Elvis Wilson,
identificado con DNI 76945048 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
Ingeniería Topográfica y Agrimensura

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:
“ ordenamiento Territorial a partir de la capacidad de uso mayor
del suelo mediante el SIA en el distrito de Matucani, Cusco-2023 ”

Es un tema original.

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

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

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

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

Puno 19 de diciembre del 2024


FIRMA (obligatoria)



Huella



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

Por el presente documento, Yo Chambi Pajsi Frank Rolando
identificado con DNI 70362859 en mi condición de egresado de:

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

Ingeniería Topográfica y Agrimensura
informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

“Ordenamiento Territorial a partir de la capacidad de
uso mayor del suelo mediante el SIG en el Distrito de
Marangani Cusco - 2023”

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

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

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

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

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

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

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

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 19 de Diciembre del 2024



CRM (obligatoria)



Huella



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

Por el presente documento, Yo Yuca Vargas Elvis Wilson,
identificado con DNI 76995048 en mi condición de egresado de:

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

Ingeniería Topográfica y Agrimensura,
informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

“ Ordenamiento Territorial a partir de la capacidad de uso mayor
del suelo mediante el SIG en el Distrito de Marangani,
Cusco - 2023 ”

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

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

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

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

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

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

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

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 19 de diciembre del 2024


FIRMA (obligatoria)



Huella