



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



ANÁLISIS Y MODELAMIENTO DEL USO ACTUAL DE TIERRAS
EN LA MICROCUENCA DEL RÍO CHIMU
ALTO AYRIHUAS – ZEPITA

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. DORA VILCARANA DELGADO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PUNO – PERÚ

2020



DEDICATORIA

A Dios:

*Por darme la vida y estar siempre conmigo,
guiándome en mi camino y siempre me
levanta de mis tropiezos.*

A mis padres:

*Evaristo R. Vilcarana Sarmiento (†) y
Victoria Delgado Ayhuasi Por haberme
forjado como la persona que soy, muchos de
mis logros se los debo a ustedes. Por sus
valores inculcados y su gran amor.*

A mis hermanos:

*Por haberme apoyado en todo momento, por
sus sabios consejos, por la motivación
constante. Son mi mayor ejemplo.*

A mis sobrinos:

*Con amor y cariño por ser mi fuente de
motivación e inspiración para poder
superarme cada día más y luchar por un
futuro promisorio.*

Dora Vilcarana Delgado



AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Nacional del Altiplano de Puno, por haberme brindado la satisfacción de ser estudiante, gran alma mater de la región de Puno.
- A la Facultad de Ciencias Agrarias y la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica, mi sincero agradecimiento por acogerme en sus aulas durante los años de estudio y a los docentes por los conocimientos impartidos durante mi formación profesional.
- A los miembros del Jurado, D.Sc. Eleodoro Placido Chahuarez Velasquez, M.Sc. Daniel Canaza Mamani y Ing. Julio Mendoza Maica, por las correcciones y sugerencias dadas durante la elaboración y revisión del presente trabajo de investigación.
- A mi Director Dr. Flavio Ortiz Calcina, mi profundo agradecimiento por el tiempo brindado, por las sugerencias y el apoyo brindado durante la realización, ejecución y culminación del trabajo de investigación, muchas gracias.
- Al Angel por su invaluable apoyo.
- A Ofelia por sus sabios consejos en la obtención de este importante logro.
- Mis sinceros agradecimientos a Ing. Samuel por su apoyo desinteresado, por las sugerencias y recomendaciones realizadas durante la culminación del presente trabajo.
- Finalmente agradecer a todas aquellas personas que tuve la oportunidad de conocer durante la ejecución de mi investigación.

Dora Vilcarana



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE ANEXOS	
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS	
RESUMEN	11
ABSTRACT.....	12
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	
1.1. OBJETIVO GENERAL.....	14
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
CAPÍTULO II	
REVISIÓN DE LITERATURA	
2.1. CUENCAS HIDROGRÁFICAS.....	15
2.1.1. Partes de una cuenca hidrográfica.....	15
2.1.2. División de una cuenca hidrográfica.....	16
2.1.3. Microcuenca unidad de planificación	17
2.1.4. Manejo de microcuenca	18
2.1.5. Plan de ordenamiento integral de la microcuenca.....	18
2.2. POTENCIALIDADES DE TIERRAS.....	19
2.2.1. El recurso suelo	19
2.2.2. Vocación de tierra	30



2.2.3.	Uso potencial de tierras en la Región de Puno.....	30
2.2.4.	Clasificación de tierra por su capacidad de uso	32
2.2.5.	El Suelo y su relación con las zonas de vidas	37
2.2.6.	Conflicto de uso	38
2.3.	MANEJO ESPACIAL	39
2.3.1.	Sig y procesos de modelamiento.....	39
2.3.2.	Zonificación de tierras para modelamiento.....	41
2.3.3.	SIG como herramienta tecnológica para la ordenación de los usos de suelos.....	44
2.3.4.	ArcGis para el modelamiento de tierras.....	44
2.3.5.	Mapas temáticos.....	45
2.3.6.	Modelamiento de suelos.....	45
2.4.	BASE LEGAL	46

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.	MATERIALES	47
3.1.1.	Descripción de la zona de estudio	47
3.1.2.	Materiales y equipos utilizados	48
3.2.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	49
3.2.1.	Etapa preliminar	50
3.2.2.	Etapa de campo	52
3.2.3.	Etapa de laboratorio	53

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	MODELIZACIÓN DE LAS RELACIONES LAS RELACIONES DE LOS FACTORES BIOFÍSICAS	62
4.1.1.	Estaciones meteorológicas	62



4.1.2.	Análisis de la variable temperatura	63
4.1.3.	Precipitación.....	64
4.1.4.	Zonas de vidas.....	65
4.1.4.1.	Bosque Húmedo Montano Sub Tropical (bh - MS)	65
4.2.	ZONIFICACIÓN DE POTENCIALIDADES PARA APTITUD DE USO DE LAS TIERRAS Y LIMITACIÓN AGROLOGICA	68
4.2.1.	Mapa de pendientes	68
4.2.2.	Unidades Fisiografía de la microcuenca	69
4.2.3.	Uso actual de tierras	71
4.2.4.	Capacidad de uso mayor de suelo	76
4.2.4.1.	Tierras aptas para cultivo en limpio (Símbolo A).....	78
4.2.4.2.	Tierras aptas para pastos (símbolo P)	80
4.2.4.3.	Tierras de Protección (símbolo X).....	83
4.2.5.	Conflicto de uso de tierras.....	83
V.	CONCLUSIONES	85
VI.	RECOMENDACIONES.....	87
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	88
	ANEXOS	94

Área : Cambio Climático y Agricultura.

Tema : Ciencias Agrícolas.

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 15 de enero del 2020.



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Partes de una cuenca hidrográfica	16
Figura 2. División de cuenca hidrográfica	17
Figura 3. Vocación de tierra.....	30
Figura 4. Componentes de SIG	41
Figura 5. Base legal.....	46
Figura 6. Mapa de ubicación geográfica del área de estudio de la microcuenca del río Chimu Alto Ayrihuas.	47
Figura 7. Fases de la metodología para el levantamiento de información preliminar	50
Figura 8. Fases de la metodología para el primer objetivo	54
Figura 9. Flujo de procesos de las zonas de vida.....	56
Figura 10. Fases de la metodología para el segundo objetivo	57
Figura 11. Temperatura media mensual.....	63
Figura 12. Precipitación media total multianual	64
Figura 13. Porcentajes de rangos de pendientes	69
Figura 14. Porcentaje paisajístico representativo.....	70
Figura 15. Áreas urbanas.	72
Figura 16. Cultivo en limpio (papa).....	73
Figura 17. Praderas naturales chilliguares	74
Figura 18. Afloramiento rocoso.....	75
Figura 19. Terrenos húmedales	75
Figura 20. Porcentaje de áreas de subclase según CUM.....	76
Figura 21. Superficie y porcentaje de limitaciones según CUM.	77
Figura 22. Conflicto de uso.....	84



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Definición de los separados del suelo.....	21
Tabla 2. Clasificación de suelos según pH	25
Tabla 3. La salinidad del suelo.....	25
Tabla 4. Clasificación de pendientes asumidos	58
Tabla 5. Determinación de la fisiográfica de la microcuenca.....	59
Tabla 6. Estaciones aledañas a la microcuenca del rio Chimu Alto Ayrihuas.....	63
Tabla 7. Registro de temperatura media mensual.	63
Tabla 8. Registro de precipitación total mensual multianual.....	64
Tabla 9. Zonas de vida de la microcuenca del rio Chimu Alto Ayrihuas	65
Tabla 10. Porcentajes de rangos de pendientes de la Microcuenca	68
Tabla 11. Unidades fisiográficas según pendientes del área de la microcuenca.....	70
Tabla 12. Superficie y porcentaje del Uso Actual de tierras de Microcuenca	71
Tabla 13. Superficie y porcentaje de las tierras estudia según CUM	76
Tabla 14. Superficie y porcentaje de limitaciones según CUM.....	77
Tabla 15. Limitaciones y calidad agrológica según clasificación de capacidad de uso mayor.	78
Tabla 16. Conflicto de uso de tierras	83



ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Descripción de los perfiles modales de las unidades de suelo.....	94
Anexo 2. Escalas para determinar la calidad agrologica.	107
Anexo 3. Tabla de ubicación de Calicatas.....	113
Anexo 4. Análisis de caracterización de muestras compuestas.....	114
Anexo 5. Mapas temáticos de la microcuenca.	126



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

bh-MS	: Bosque húmedo montano subtropical
CUM	: Capacidad de uso mayor
DEM	: Modelo de Elevación digital
ERDAS	: Earth resources digital analysis System
FAO	: Organización de las naciones unidas para alimentación y la agricultura
GPS	: Sistema de Posicionamiento Global
MINAGRI	: Ministerio de Agricultura y Riego
MINAM	: Ministerio del ambiente
MSNM	: Metros sobre nivel del mar
MTD	: Modelo digital de terreno
pmh-SaS	: Paramo muy húmedo subalpino subtropical
SENAMHI	: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú
SIG	: Sistema de Información Geográfica
UAT	: Uso actual de tierras
UGI	: Unión Geográfica Internacional
ZAE	: Zonificación agro – ecológica



RESUMEN

La presente investigación se realizó en la microcuenca del río Chimu Alto Ayrihuas, ubicado en el Distrito de Zepita, Provincia de Chucuito Departamento de Puno; a una altitud de 3820 - 4250 m.s.n.m, el área de estudio cubre una superficie total de 8132.81 has, el objetivo fue analizar y modelar las potencialidades del uso actual de las tierras identificando sus unidades espaciales. El método de investigación fue descriptivo, relacional y no paramétrico, con enfoque de ordenamiento territorial y metodología para el trabajo de gabinete se utilizó el software ArcGIS. Los resultados fueron; de acuerdo a reglamento de clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor (Decreto Supremo N.º 017-2009-AG), 1. tierras con vocación en cultivos en limpio “A” de calidad agroecológica baja y subclases A3sc 1480.41 ha equivalente a 18.20 % 2. Tierras con vocación aptas para pastos con calidad agroecología media a baja con subclases: P2sec, P3wie con 4378.36 ha equivalentes a 53.84 %, las limitaciones encontradas que se tiene son: suelo (s), erosión (e), drenaje (w), inundación (i) y clima (c). 3. tierra de protección “X” con 2273.98 ha (27.96%),). Actualmente los suelos de la microcuenca se encuentran en conflicto por sobre uso, con una extensión de 2356.14 ha y el nivel adecuado con una extensión de 4317.04 ha, y subuso con una extensión menor de 1459.64 ha. Los factores biofísicos que los relacionan son; temperaturas medias anuales de 3 y 16°C, precipitaciones de 710 a 730 mm/año. La zona de vida se encuentra bosque húmedo montano subtropical (bh- MS) con un área de 5953.42 ha seguidamente con paramo muy húmedo subalpino subtropical (pmh -SaS) con una áreas de 2179.39 ha.

Palabras clave: Modelamiento, suelo, potencialidades, unidades espaciales, características físicas – química.



ABSTRACT

The present investigation was carried out in the Chimu Alto Ayrihuas river microbasin, located in the Zepita District, Chucuito Province Department of Puno; at an altitude of 3820 - 4250 m.s.n.m. The study area covers a total area of 8132.81 hectares, the objective was to analyze and model the potential of current land use identifying their spatial units. The research method was descriptive, relational and non-parametric, with a territorial planning approach and methodology for cabinet work, ArcGIS software was used. The results were; according to regulation of land classification due to its greater use capacity (Supreme Decree No. 017-2009-AG), 1. land with a focus on clean “A” crops of low agroecological quality and subclasses A3sc 1480.41 has equivalent to 18.20%. 2. Lands with vocation suitable for pastures with medium to low agroecology quality with subclasses: P2sec, P3wie with 4378.36 ha equivalent to 53.84%, the limitations found are: soil (s), erosion (e), drainage (w), flood (i) and weather (c). 3. “X” protective land with 2273.98 ha (27.96%),). Currently the microbasin soils are in conflict over use, with an extension of 2356.14 ha and the appropriate level with an extension of 4317.04 ha, and subuse with an extension less than 1459.64 ha. The biophysical factors that relate them are; average annual temperatures of 3 and 16 ° C, rainfall from 710 to 730 mm / year. The life zone is humid subtropical montane forest (bh-MS) with an area of 5953.42 ha then with very humid subtropical sub-alpine paramo (pmh-SaS) with an area of 2179.39 ha

Keywords: Modeling, soil, potential, spatial units, physical characteristics – chemistry.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

En el Perú las tierras son la base de la producción agrícola y la base para la manutención de los ecosistemas, muchos de los problemas actuales de degradación de tierras son causados por los sistemas agrícolas actuales con el mal uso y manejo de las tierras (fertilización química, quemas, intensificación agrícola, mecanización, inadecuado mantenimiento o abandono de estructuras de conservación como las terrazas, etc.) y por las condiciones ambientales asociadas.

Si se quiere satisfacer en el futuro las necesidades humanas de manera sostenible, es esencial resolver ahora estos conflictos y encaminarse hacia un uso eficiente de recurso que es el suelo y demás recursos naturales. Un enfoque integrado de la planificación y gestión del medio físico y del uso de la tierra es una forma eminentemente práctica de lograrlo. Examinando todos los usos de la tierra de manera integrada, se pueden plantear la reducción al mínimo los conflictos y obtener el equilibrio adecuado vinculando el desarrollo socioeconómico y profesional con una armonía entre el medio ambiente, y al ser humano, contribuyendo así a lograr los objetivos del desarrollo sostenible.

La microcuenca del río Chimu Alto Ayrihuas y las comunidades aledañas, tienen serias restricciones en el desarrollo de las actividades productivas como: escaso conocimiento sobre la vocación natural de sus tierras, escaso capital financiero, migración de la población económicamente activa agrícola (PEA). Y la producción y rendimiento tiende a bajar campaña tras campaña, como consecuencia del inadecuado manejo de suelo.



Ante la situación descrita, el presente trabajo recoge la información y metodologías básicas con la finalidad de implementar un Sistema de Información Geográfica aplicado al manejo del recurso suelo, que servirá de base para la planificación y para la orientación de los futuros proyectos de desarrollo de la microcuenca, lo que permitirá obtener información de manera más acertada como: ¿cuál es la vocación natural de sus tierras?

El presente proyecto de investigación constituirá un referente importante en el proceso de ordenamiento territorial del predio de la microcuenca del río Chimu Alto Ayrihuas – Zepita, que tratará de posibilitar el proceso de promoción de las inversiones públicas y privadas que constituirá en un instrumento de gestión adecuado en la solución de conflictos de uso de tierras en la sierra de Región de Puno; por lo que, se ha planteado los siguientes objetivos:

1.1. OBJETIVO GENERAL

Analizar y modelar las potencialidades del uso actual de las tierras identificando sus unidades espaciales de la Microcuenca Chimu Alto Ayrihuas- Zepita.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar y modelar las relaciones de los factores biofísicos de la Microcuenca Chimu Alto Ayrihuas - Zepita.
- Zonificar las potencialidades para aptitud de uso de las tierras y limitación agrologica de la Microcuenca Chimu Alto Ayrihuas – Zepita.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. CUENCAS HIDROGRÁFICAS

La cuenca es el área natural o unidad de territorio, delimitada por una divisoria topográfica, que capta la precipitación y drena el agua de escorrentía hasta un sector común, denominado río principal (Vasquez, 2000). Asimismo, Sosa & Zorrilla (2005), mencionan la cuenca hidrográfica como un territorio delimitado por una divisoria de aguas, integrado por elementos naturales, sociales, económicos, institucionales y políticos interrelacionados. Constituyéndose como vertientes, divisoria de aguas, red de cauce, valle, ríos.

Fao (2007), menciona que la cuenca hidrográfica es un territorio delimitado por la propia naturaleza (esencialmente por los límites de zonas de escurrimiento de las aguas superficiales que convergen hacia un mismo cauce), pero también se ha establecido que la cuenca es, esencialmente, un espacio social producido por el conjunto de las relaciones e interacciones sociales de apropiación y uso de los recursos que ella contiene. Es decir, los recursos naturales y los habitantes de las cuencas poseen condiciones físicas, biológicas, económicas, sociales y culturales que les confieren características particulares.

2.1.1. Partes de una cuenca hidrográfica

Una cuenca hidrográfica alto andina normalmente consta de tres partes: Parte alta, Parte media, Parte baja.



Figura 1. Partes de una cuenca hidrográfica

2.1.2. División de una cuenca hidrográfica

Gálvez (2011), indica que la cuenca hidrográfica puede dividirse en espacios definidos por la relación entre el drenaje superficial y la importancia que tiene con el curso principal. El trazo de la red hídrica es fundamental para delimitar los espacios en que se puede dividir la cuenca. A un curso principal llega un afluente secundario, este comprende una subcuenca. Luego al curso principal de una subcuenca, llega un afluente terciario, este comprende una microcuenca. Sánchez *et al.* (2003), mencionan que una cuenca puede incluir varios estados, municipios o localidades, según su extensión de tal manera se dividen en: cuenca, subcuenca y microcuenca.

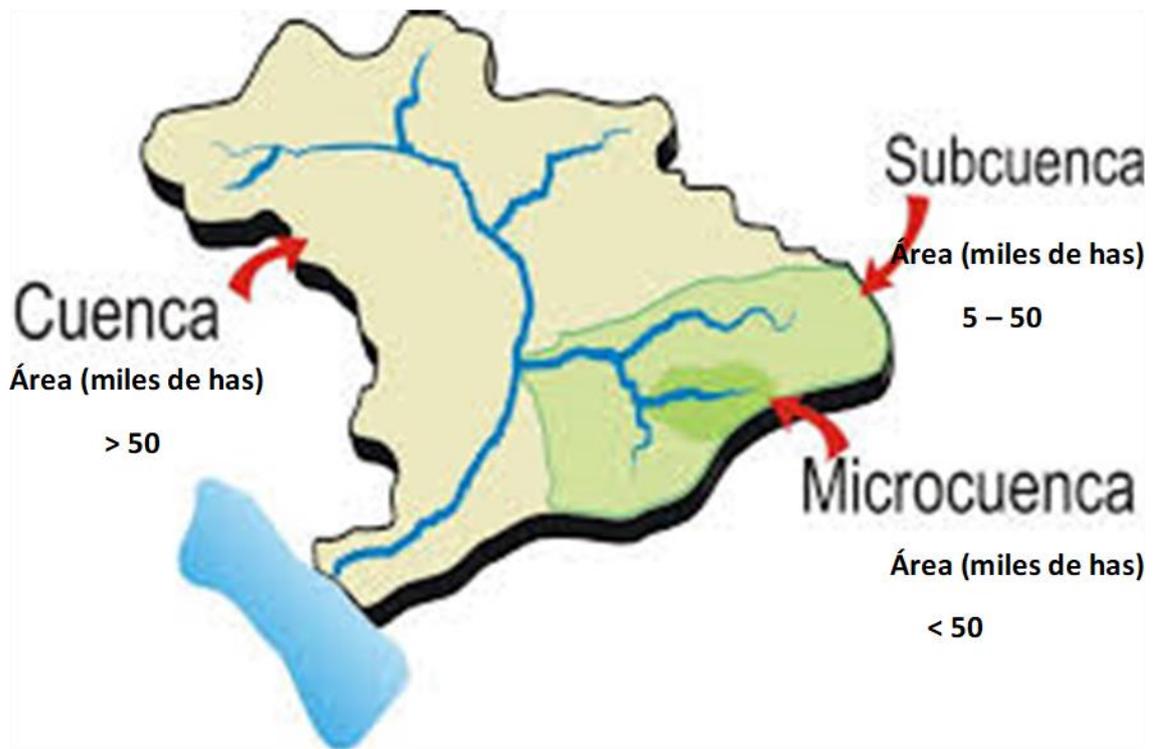


Figura 2. División de cuenca hidrográfica

2.1.3. Microcuenca unidad de planificación

Fao (2007), indica la planificación de microcuenca facilita la percepción de las personas individuales y de la comunidad sobre las interacciones existentes entre la producción (uso y manejo de los recursos por el ser humano) y el comportamiento de los recursos naturales utilizados para la producción (suelo agua, bosques).

Vásquez (200), menciona que la planificación permite orientar acciones y ayudar a la toma de decisiones que favorezcan el desarrollo integral de la microcuenca, con base en la gestión de recursos naturales y la conservación del ambiente para el bienestar socioeconómico de la población. Asimismo Sánchez *et al.* (2003), señalan que las microcuencas son las unidades básicas de planeación, ya que por su tamaño permiten medir los indicadores de sustentabilidad, puesto que en cuencas muy grandes es difícil plantear recomendaciones e imposible representar en mapas pequeñas porciones de tierra o parcelas agrícolas.



2.1.4. Manejo de microcuenca

Sánchez *et al.* (2003), define el plan de manejo de una microcuenca hidrográfica debe incluir un diagnóstico que considere el potencial de los recursos, la capacidad de carga de los ecosistemas, las aspiraciones y necesidades de las comunidades, y a partir de ahí plantear una estrategia para el desarrollo humano.

El manejo apropiado de una cuenca brinda beneficios a la sociedad, que se originan de una amplia gama de bienes y servicios ecosistémicos que parten de mantener las funciones ecológicas, sociales y económicas de la propia cuenca a partir del manejo participativo, adaptativo, sistemático y con visión a largo plazo del territorio (Cascadas & Gustavo, 2013).

Entonces señalamos que el manejo de microcuenca debe ser sencillo y comprensivo, con el detalle suficiente para desarrollar acciones inmediatas, en un marco de sostenibilidad y de garantizar el mejoramiento de la calidad de vida de sus pobladores rurales.

2.1.5. Plan de ordenamiento integral de la microcuenca

La ordenación de las cuencas es una fase inicial para su manejo, el cual busca conservar el mayor volumen de agua donde están los almacenamientos naturales más eficientes y económicos: las vertientes altas densamente cubiertas de vegetación (Sánchez *et al.*, 2003).

Fao (2007), la ordenación del territorio nace como una disciplina que considera a la planificación que integra lo ambiental con el uso que se haga del territorio. El objetivo fundamental de la ordenación territorial es, luego de conocer las características del medio,



valorar los recursos naturales con el fin de ordenar los posibles usos estableciéndose restricciones y prioridades de manera que permita la sostenibilidad el sistema.

2.2. POTENCIALIDADES DE TIERRAS

2.2.1. El recurso suelo

2.2.1.1 ¿Qué es el suelo?

Herrera (2010), menciona que la palabra suelo deriva del latín solum. Que significa suelo; sin embargo, su definición es muy compleja y depende del enfoque que se le dé.

Agronómicamente, el suelo es considerado como un cuerpo natural dinámico, compuesto de una masa de material inorgánica, que contiene dos coloides de naturaleza inorgánico y orgánico, animales y plantas muertos y vivos, agua y gases en cantidades variables y de alguna forma balanceada; que permiten el crecimiento de las plantas.

El suelo es la base para el establecimiento de cualquier proyecto agrícola, pecuario, forestal o de construcciones civiles. Antes de establecerse cualquier uso del suelo es necesario conocer sus características. Cuando se quiere establecer cultivos agrícolas, pasturas o plantaciones forestales se debe evaluar las propiedades físicas, químicas y/o biológicas del suelo (Osorio, 2012).

GRP (2014), menciona los suelos son cuerpos continuos ubicados en la capa superficial de la corteza terrestre y son definidos como cuerpos naturales, independientes, tridimensionales y dinámicos, con características propias producto de la interacción de los diferentes procesos y factores de formación.



Vieira *et al.* (1998), definen al suelo como una capa superficial meteorizada que cubre la superficie del globo terrestre, donde es posible el crecimiento de las plantas, además esta capa de suelo requiere millones años para formarse. El suelo actúa como un sostén físico (anclaje y amarre) y fisiológico de las plantas (nutriente y agua), está constituido por material orgánico (organismos vivos, residuos vegetales y animales, raíces), material inorgánico (partículas rocosas, ceniza volcánica, minerales primarios y secundarios y nutrientes), los cuales caracterizan la parte sólida del suelo. Por otro lado, el aire y el agua son constituyentes del suelo, los cuales ocupan alternadamente los vacíos intersticiales (poros) del suelo.

2.2.1.1.1. Propiedades de suelos

Considera que el gran interés de la gente por el crecimiento de las plantas y la producción de alimentos ha fomentado el estudio de la química del suelo. La capacidad para producir alimentos ha sido un factor fundamental para la evolución de la sociedad. Las sociedades primitivas entendían ya la importancia de mantener la fertilidad del suelo para lo cual variaban los cultivos, los abonaban, devolvían desperdicios al suelo y mantenían la rotación de cultivos (BOHN, 1993).

Jaramillo (2002), señala el suelo va evolucionando bajo el control de unos determinados factores de formación, entre los cuales se cuenta la vegetación. Dichos factores le van imprimiendo una serie de características, las cuales sufren cambios importantes cuando alguno de los factores es alterado con respecto a su situación original.

2.2.1.1.1.1 Propiedades físicas

Zalaveta (1992), la habilidad del suelo para producir cultivos depende de la adecuada relación de sólidos, aire y agua lo que hace posible que las plantas usen los nutrientes más eficientemente. Por consiguiente, es necesario comprender los principios

y fundamentos físicos del suelo que afectan el crecimiento de las plantas; tales como, la proporción y agregación de las partículas individuales, la resistencia a la penetración de las raíces, el poder de soportabilidad y rigidez. La capacidad para el almacenamiento del agua, la pegajosidad, plasticidad, el color y la temperatura, condicionan el manejo de la labranza, el riego, drenaje, fertilización y conservación de los suelos.

A. Textura

Herrera (2010), señala la textura es una característica más permanente del suelo y depende de las características del material madre, y de los procesos de formación que sobre el actúan, y la textura refleja de algún modo en grado el grado de actividad físico - químico del suelo, el mismo que está determinado por el área superficial que presentan las fracciones. Asimismo, Jaramillo (2002), indica que La textura es aquella propiedad que establece las cantidades relativas en que se encuentran las partículas de diámetro menor a 2 mm, es decir, la tierra fina, en el suelo; estas partículas, llamadas separados, se agrupan en tres clases, por tamaños: Arena (A), Limo (L) y Arcilla (Ar) y son definidas como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Definición de los separados del suelo

AGREGADOS	RANGO DE DIÁMETRO DE PARTÍCULA (mm)		
	USDA	ISSS*	DIN y BSI**
ARENA (A)	2 - 0.05	2 - 0.02	2 - 0.08
LIMO (L)	0.05 - 0.002	0.02 - 0.002	0.08 - 0.002
ARCILLA (Ar)	< 0.002	< 0.002	< 0.002

Fuente: Jaramillo (2002).



B. Estructura

Jaramillo (2002), manifiesta que, la estructura se define como la manera en la cual las partículas del suelo se reúnen en forma de agregados. Mientras (Jordán, 2005) define a estructura como una propiedad típicamente edáfica, que, de presentarse, permite diferenciar un suelo de un material geológico. Su importancia hace que sea una propiedad morfológica de referencia en los estudios del suelo en campo. De otra manera señala que la estructura es el ordenamiento de los granos individuales en partículas secundarias o agregados y el espacio de huecos que llevan asociado.

Herrera (2010), menciona que la estructura se refiere a la distribución o agregación de las fracciones minerales del suelo (arena, arcilla y limo) en unidades mayores, denominados agregados o peds, mediante materiales ligantes. Es muy importante, por que influye en la cantidad y naturaleza de la porosidad, regulando el régimen de humedad y aire en el suelo, ofrecen resistencia a la erosión, regulan la permeabilidad, modifica la influencia de la textura en relación a la humedad de aire, disponibilidad de nutrientes para la planta, acción de los microorganismos y desarrollo radicular.

C. Consistencia del suelo

Herrera (2010), define como una habilidad de suelo a permanecer coherente o pegado. Es una expresión de las propiedades mecánicas del suelo (textura y principalmente estructura) en relación con su grado de humedad, y se mide por la resistencia que el suelo ofrece a ser fragmentado o roto.

Gisbert *et al.* (2010), mencionan la consistencia es uno de los parámetros que pueden medirse en los horizontes del perfil del suelo, aunque su interrelación con la textura y la estructura de cada horizonte, nos obligan a tener un amplio conocimiento de



los conceptos básicos de la ciencia del suelo. En este sentido si no conocemos bien la definición de suelo, los procesos y factores formadores de un suelo, así como las interrelaciones que se producen en la matriz del suelo. La consistencia por tanto depende de nuevo de las partículas minerales de un suelo y de su estado de humedad. Un suelo es más o menos consistente en función de las partículas y de la consistencia de los agregados a los diferentes esfuerzos mecánicos a los que se le somete.

D. Densidad aparente

Jaramillo (2002), La densidad de un material se define como el peso que tiene dicho material, por unidad de volumen. En el suelo, por ser éste un cuerpo poroso, se presentan dos situaciones diferentes con respecto a la densidad: si se considera la masa de las partículas sólidas, únicamente, se tiene la densidad real, pero si, aparte de la masa de las partículas, se tiene en cuenta su organización, entonces se tiene la densidad aparente.

La densidad aparente es un parámetro indicador de la compactación del suelo. Esta propiedad afecta diversos factores como: la infiltración, la profundidad de las raíces, porosidad del suelo, la capacidad de agua disponible, la disponibilidad de los nutrientes para la planta, así como la actividad de los microorganismos del suelo. El volumen total del suelo en la superficie es aproximadamente 50% sólidos (45% partículas de suelo y materia orgánica <5%) y aprox. 50% de espacio poroso que se encuentra lleno de aire y agua (Corcuera, 2016).

E. El color del suelo

El color del suelo es una de las primeras características visibles del mismo y representa para el suelo su semblante y por lo general su color es pardo con diferentes tonalidades. Se aclara el color a medida que se profundiza el suelo (Herrera, 2010).



Mientras Bullón (1978), menciona el color es un carácter del suelo, fácil de observar y de uso cómodo para identificar un tipo de suelo dentro del cuadro regional o local. Generalmente está en relación con los procesos de pedogénesis o con uno de los factores de formación.

2.2.1.1.1.2 Propiedades químicas

Zalaveta (1992), menciona que la química del suelo representa un eslabón entre la fertilidad y los aspectos físicos del suelo; comprende los elementos importantes en la química del suelo, la capacidad de intercambio catiónico, la reacción de iones intercambiables, el pH del suelo, las solubilidades y transformaciones bioquímicas.

Por lo tanto, podemos decir que las propiedades químicas son las responsables de la nutrición de las plantas.

A. pH del suelo

Una de las propiedades más importantes del suelo es el pH o grado de acidez o alcalinidad del suelo. Su efecto sobre el desarrollo de las plantas no es directo sino más bien a través de efectos secundarios causados por solubilización de elementos tóxicos como el manganeso y el aluminio. Entonces define a pH de una solución es una medida de la actividad del ión hidrógeno, o la concentración de iones hidrógeno en dicha solución (Sierra, 1982). Asimismo Herrera (2010), menciona que el Altiplano peruano la reacción del suelo está comprendida entre un pH de 4.8 (serie suelo de Nuñoa) hasta un pH de 8.6, lo que indica que se encuentra suelos con problemas de acidez y suelos con problema de alcalinidad.

Tabla 2. Clasificación de suelos según pH

Ph	CLASIFICACION
< 5,5	Muy ácido
5,6 - 6,5	Ácido
6,6 - 8,5	Neutro
7,6 - 8,5	Básico
> 8,6	Alcalino

B. Conductividad eléctrica

La conductividad eléctrica es el parámetro más extendido y ampliamente utilizado en la estimación de la salinidad. Se basa en la velocidad con la que la corriente eléctrica atraviesa una solución salina, la cual es proporcional a la concentración de sales en solución (Aguirre, 2009). Mientras Andrade & Martinez (2014), mencionan que la salinidad del suelo es un conjunto de todas las sales solubles que se determina mediante la conductividad eléctrica de una solución de suelo (agua + suelo) o extracto de saturación a temperatura determinada.

Tabla 3. La salinidad del suelo

CEe (dS/m)	CE _{1/5} (dS/m)	+
< 2	<0,35	No salino
2 – 4	0,35 – 0,65	Ligeramente salino
4 – 8	0.65 – 1,15	Salino
> 8	> 1,15	Muy salino



C. Capacidad de Intercambio Catiónico (cic)

Herrera (2010), define como el proceso físico - químico reversible, por el cual las partículas sólidas del suelo absorben iones de la fase acuosa, liberando al mismo tiempo cantidades equivalentes de otros cationes, estableciéndose entre ambas fases un equilibrio estequiométrico. Mientras para Acosta (2006), la capacidad de intercambio catiónico se refiere a la capacidad que tiene un suelo de mantener una carga eléctrica. Cuantas más partículas pequeñas (0.002 mm) tenga un suelo, mayor capacidad de carga tiene. A mayor carga, mayor retención de partículas químicas para nutrir a las plantas. El mecanismo se da de la siguiente forma: las partículas químicas que tienen carga (iones) se adhieren a las partículas del suelo que también tienen carga (coloides).

Es la medida de la capacidad que posee un suelo de adsorber cationes y es equivalente a la carga negativa del suelo. Esta propiedad es la que define la cantidad de sitios disponibles para almacenar los cationes en el suelo. Los cationes que son sometidos a esta retención quedan protegidos contra los procesos que tratan de evacuarlos del suelo, como la lixiviación, evitando así que se pierdan nutrientes para las plantas. Además, como la retención se hace superficialmente obedeciendo a deferencias de carga electrostática, los cationes adsorbidos pueden ser intercambiados por otros de la solución del suelo, convirtiéndose en cationes intercambiables, necesarios en los procesos de nutrición de la planta (Jaramillo, 2002).

D. Nivel de Fertilidad: N-P-K.

Nitrógeno (N)

La mayor parte de los compuestos orgánicos vegetarles contienen nitrógeno. Entre los compuestos nitrogenados que podemos citar a los ácidos nucleicos aminoácidos y numerosas enzimas, en un componente esencial de la clorofila, el nitrógeno es absorbido



por las raíces de la planta en la forma de nitratos, aunque las plantas jóvenes toman una parte en forma de Amonio (Chilón, 2014).

Siliciana (2017), señala se acumula en los suelos en forma de residuos vegetales y animales, y sobre cada lugar establece una especie de equilibrio entre la tasa de acumulación y de descomposición en periodos largos. La cantidad de materia orgánica y de nitrógeno en el suelo en un momento determinado, depende de muchos factores climáticos y edáficos, así como de las perturbaciones naturales y humanas que influyen en la relación entre adiciones vegetales y animales (entrada) y la tasa de descomposición (salida).

Huaroc & Porta (2014), señalan que el N se acumula en los suelos en forma de residuos vegetales y animales, y sobre cada lugar establece una especie de equilibrio entre la tasa de acumulación y de descomposición en periodos largos.

Potasio (K)

Chilón, (2014), Potasio aprovechable del suelo, procedente de la solubilización de los minerales, de la materia orgánica o los mismos fertilizantes; puede sustraerse por medio de Absorción por las plantas, Esta es proporcional a su contenido en forma aprovechable en el suelo, aún con altas concentraciones. En un cultivo anual la mayor acumulación de (K) ocurre durante la floración. Después pueden retornarse cantidades importantes de K de la planta al suelo, el (K) cumple funciones trascendentes en la fisiología de las plantas. Actúa a nivel del proceso de la fotosíntesis, en la translocación de fotosintatos, síntesis de proteínas, activación de enzimas claves para varias funciones bioquímicas, mejora la nodulación de las leguminosas, etc. etc. Asimismo, una buena nutrición potásica aumenta la resistencia a condiciones adversas como sequías o presencia de enfermedades.



Fosforo (P)

Chilón (2014), el fosforo es un componente esencial del material energético también juega un rol importante en el material genético del núcleo de la célula y favorece la división celular y en la formación de grasas principalmente en la semilla, intensifica el crecimiento radicular. Asimismo, Munera & Meza (2012), define el Fosforo (P) es uno de los 17 nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas. Sus funciones no pueden ser ejecutadas por ningún otro nutriente y se requiere un adecuado suplemento de P para que la planta crezca y se reproduzca en forma óptima. El P se clasifica como un nutriente primario, razón por la cual es comúnmente deficiente en la producción agrícola y los cultivos lo requieren en cantidades relativamente grandes.

2.2.1.1.1.3 Propiedades biológicas

Honorato (2000), señala el suelo se diferencia de un montón de ripio, porque tiene una organización, una estructura y en que, además, es un “ente biológico”, debido a que los organismos del suelo, especialmente los microorganismos, participan en su “fisiología”, a través de una serie de procesos bioquímicos, que condicionan en buena medida, el desarrollo y productividad de los vegetales. La materia orgánica es la sede y la base de las transformaciones biológicas en el suelo, a través de dos tipos de efectos, un directo sobre el metabolismo de las plantas, y uno indirecto sobre el suelo mismo.

Acosta (2006), menciona que las propiedades biológicas se refieren al gran número de actividades que desarrollan organismos vivos del suelo para impactar en el potencial productivo del mismo. El suelo es un espacio donde viven infinidad de organismos macro y microscópicos tanto plantas como animales.

La fertilidad biológica del suelo, caracteriza la magnitud y el estado de la reserva orgánica, así como la abundancia y actividad de la biomasa edáfica. En cuanto a



parámetros relacionados con el medio vivo, el mismo autor declara que la fertilidad biológica aborda la cuantificación de esta biomasa y de su vitalidad (Labrador, 2001).

Materia Orgánica (MO)

El contenido de MO está ligado a la cantidad, tipos y actividad microbiana. De modo que el mantenimiento de la "Fertilidad Biológica" sugiere una inalterabilidad del ambiente sobre todo microbiológico del suelo (Noriega, 2011). Mientras Peña (2016), define la materia orgánica que contiene el suelo procede tanto de la descomposición de los seres vivos que mueren sobre ella, como de la actividad biológica de los organismos vivos que contiene: lombrices, insectos de todo tipo, microorganismos. La descomposición de estos restos y residuos metabólicos da origen a lo que se denomina humus, en la composición del humus se encuentra un complejo de macromoléculas en estado coloidal constituido por proteínas, azúcares, ácidos orgánicos, minerales, en constante estado de degradación y síntesis, el humus, por tanto, abarca un conjunto de sustancias de origen muy diverso que desarrollan un papel de importancia capital en la fertilidad, conservación y presencia de vida en los suelos.

Donahue *et al.* (1981), definen a materia orgánica del suelo es un subproducto del crecimiento de las plantas. La descomposición de estos restos y residuos metabólicos da origen a lo que se denomina humus, en la composición del humus se encuentra un complejo de macromoléculas en estado coloidal constituido por proteínas, azúcares, ácidos orgánicos, minerales, en constante estado de degradación y síntesis, el humus, por tanto, abarca un conjunto de sustancias de origen muy diverso que desarrollan un papel de importancia capital en la fertilidad, conservación y presencia de vida en los suelos.

2.2.2. Vocación de tierra

Salas *et al.* (2008), la vocación de uso de la tierra permite percibir aspectos claves al momento de diseñar las acciones de programación de un plan de ordenación del territorio: a) los usos con mayores posibilidades de lograrse con éxito, los cuales, por un lado, pueden corresponder con los usos actuales y, por otro, con usos potenciales; b) las condiciones de equipamiento y de políticas de apoyo a la producción que están restringiendo el desarrollo de un uso para el cual existen condiciones físico-naturales altamente favorables; c) los usos actuales que pueden conllevar a degradación ambiental, debido a que se practican en tierras no aptas para ello

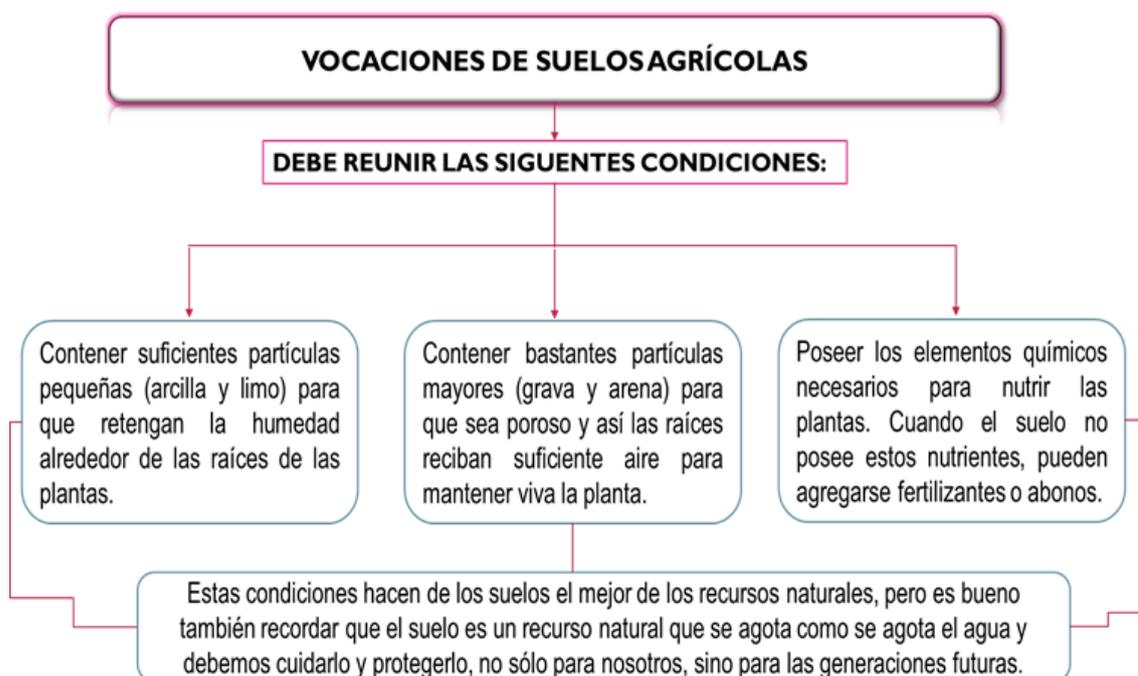


Figura 3. Vocación de tierra

2.2.3. Uso potencial de tierras en la Región de Puno

El mejor uso que se puede dar al recurso suelo para obtener una mayor productividad, requiere de un análisis complejo de numerosas características de la misma tierra que permitan diferenciar la capacidad de la tierra para usos específicos (Badillo &



Rodríguez, 2010). Asimismo, Taxa (2015), define el uso de la tierra es la utilización del recurso suelo por la actividad humana con fines agrícolas, pastoreo, forestación y otros usos de una manera racional y eficiente. La coincidencia de los límites del uso de la tierra con los límites de los tipos de suelo, generalmente es muy baja en áreas con alta presión poblacional. Además, que, en periodos largos, el uso de la tierra puede tener un gran impacto en el suelo, tanto en forma constructiva o destructiva, la historia de uso de la tierra puede ser reflejada en su parcelación de la tierra. De ello se resume que el uso de la tierra implica consideraciones de orden agro ecológico y socioeconómico y es expresado por la utilización de la tierra y los conflictos generados de este uso, considerándose dos aspectos importantes uso actual y uso potencial de la tierra

Huaroc & Porta (2014), menciona la capacidad de uso de un suelo, es su aptitud natural para producir constantemente bajo tratamientos continuos y usos específicos. La finalidad de estas clasificaciones es agrupar a los suelos en clases de capacidad de uso de manera que expresen el uso potencial que deben tener los suelos para su óptimo aprovechamiento.

GRP (2008), la superficie total de la Región de Puno es de 6`698,822 hectáreas. De este total, el 4.98% tiene capacidad para cultivos agrícolas (transitorios y permanentes); de los cuales el 1.40 % se encuentra en descanso. Asimismo, el 52.12% corresponde a pastos naturales con aptitud pecuaria; 1,417,141 hectáreas corresponden a la superficie forestal (21.16 %) y el resto corresponde a otras tierras 1,456,641 hectáreas (21.74 %).

No obstante, a la reducida superficie agrícola, debido fundamentalmente a los agentes eólicos e hídricos, se pierde al año alrededor de 1300 Tm. de suelo por Km², que es superior al límite tolerable de erosión (30 Tm/Km²/ año). Otro de los factores que



provoca la erosión es el sobre pastoreo con ganado ovino principalmente, que por su selectividad consume sólo las especies más suculentas, impidiendo su natural propagación con el consiguiente empobrecimiento de las pasturas, disminución de la productividad y de la cobertura vegetal conduciendo a la erosión del suelo y su posterior desertificación (GRP, 2008).

La característica principal de los suelos del ámbito del Distrito de Zepita, varían de acuerdo a formaciones Ecológicas, y es el que determina su clasificación por series edáficas y su potencialidad para las actividades económicas aprovechables. Presenta una variada topografía y niveles altitudinales, tal como se describe en la parte de las Características de Sub Unidades Geográficas, con extensas formaciones geológicas de rocas, con pampas en menor proporción, laderas altas y con pronunciadas elevaciones de cerros (Kapia y de Desaguadero a Zepita) y quebradas accidentadas.

2.2.4. Clasificación de tierra por su capacidad de uso

Presidencia de la Republica (2009), en el Decreto Supremo N° 017-2009-AG 2009, menciona que, esta categoría representa la más alta abstracción del Sistema, agrupa a las tierras de acuerdo a su máxima vocación de uso, es decir, a tierras que presentan características y cualidades similares en cuanto a su aptitud natural para la producción sostenible, de cultivos en limpio, cultivos permanentes, pastos, producción forestal, las que no reúnen estas condiciones son consideradas tierras de protección. El grupo de capacidad de uso mayor es determinado mediante el uso de las claves de las zonas de vida. Los cinco (5) grupos de CUM establecido por el presente reglamento, son:

a) Tierras aptas para cultivo en Limpio (símbolo A)

Reúne a las tierras que presentan características climáticas, de relieve y edáficas para la producción de cultivos en limpio que demandan remociones o araduras periódicas



y continuadas del suelo. Estas tierras, debido a sus características ecológicas, también pueden destinarse a otras alternativas de uso, ya sea cultivos permanentes, pastos, producción forestal y protección, en concordancia a las políticas e interés social del Estado, y privado, sin contravenir los principios del uso sostenible.

b) Tierras aptas para cultivos Permanentes (símbolo C)

Reúne a las tierras cuyas características climáticas, relieve y edáficas no son favorables para la producción de cultivos que requieren la remoción periódica y continuada del suelo (cultivos en limpio), pero permiten la producción de cultivos permanentes, ya sean arbustivos o arbóreos (frutales principalmente). Estas tierras, también pueden destinarse, a otras alternativas de uso ya sea producción de pastos, producción forestal, protección en concordancia a las políticas e interés social del Estado, y privado, sin contravenir los principios del uso sostenible

c) Tierras aptas para pastos (símbolo P)

Reúne a las tierras cuyas características climáticas, relieve y edáficas no son favorables para cultivos en limpio, ni permanentes, pero sí para la producción de pastos naturales o cultivados que permitan el pastoreo continuado o temporal, sin deterioro de la capacidad productiva del recurso suelo. Estas tierras según su condición ecológica (zona de vida), podrán destinarse también para producción forestal o protección cuando así convenga, en concordancia a las políticas e interés social del Estado, y privado, sin contravenir los principios del uso sostenible.

d) Tierras aptas para producción Forestal (símbolo F)

Agrupar a las tierras cuyas características climáticas, relieve y edáficas no son favorables para cultivos en limpio, permanentes, ni pastos, pero, sí para la producción de



especies forestales maderables. Estas tierras, también pueden destinarse, a la producción forestal no maderable o protección cuando así convenga, en concordancia a las políticas e interés social del Estado, y privado, sin contravenir los principios del uso sostenible.

e) Tierras de Protección (símbolo X)

Están constituidas por tierras que no reúnen las condiciones edáficas, climáticas ni de relieve mínimas requeridas para la producción sostenible de cultivos en limpio, permanentes, pastos o producción forestal. En este sentido, las limitaciones o impedimentos tan severos de orden climático, edáfico y de relieve determinan que estas tierras sean declaradas de protección. En este grupo se incluyen, los escenarios glaciáricos (nevados), formaciones líticas, tierras con cárcavas, zonas urbanas, zonas mineras, playas de litoral, centros arqueológicos, ruinas, cauces de ríos y quebradas, cuerpos de agua (lagunas) y otros no diferenciados, las que según su importancia económica pueden ser destinadas para producción minera, energética, fósiles, hidro-energía, vida silvestre, valores escénicos y culturales, recreativos, turismo, científico y otros que contribuyen al beneficio del Estado, social y privado.

Clase de capacidad de uso mayor de las tierras.

Es el segundo nivel categórico del presente Sistema de Clasificación de Tierras. Reúne a unidades de suelos tierra según su Calidad Agrológica dentro de cada grupo. Un grupo de Capacidad de Uso Mayor (CUM) reúne numerosas clases de suelos que presentan una misma aptitud o vocación de uso general, pero, que no tienen una misma calidad agrológica ni las mismas limitaciones, por consiguiente, requiere de prácticas de manejo específicas de diferente grado de intensidad.

La calidad agrológica viene a ser la síntesis de las propiedades de fertilidad, condiciones físicas, relaciones suelo-agua, las características de relieve y climáticas,



dominantes y representa el resumen de la potencialidad del suelo para producir plantas específicas o secuencias de ellas bajo un definido conjunto de prácticas de manejo.

De esta forma, se han establecido tres (3) clases de calidad agrológica: alta, media y baja. La clase de Calidad Alta comprende las tierras de mayor potencialidad y que requieren de prácticas de manejo y conservación de suelos de menor intensidad, la clase de Calidad Baja reúne a las tierras de menor potencialidad dentro de cada grupo de uso, exigiendo mayores y más intensas prácticas de manejo y conservación de suelos para la obtención de una producción económica y continuada. La clase de Calidad Media corresponde a las tierras con algunas limitaciones y que exigen prácticas moderadas de manejo y conservación de suelos.

A continuación, se define las clases de capacidad de Uso Mayor establecidas para cada uno de los Grupos de CUM:

a) Clases de tierras aptas para cultivos en limpio (símbolo A)

Se establece las siguientes clases: A1, A2 y A3. La Calidad Agrológica disminuye progresivamente de la Clase A1 a la A3, y ocurre lo inverso con las limitaciones, incrementándose éstas de la A1 a la A3.

b) Clases de tierras aptas para cultivos permanentes (símbolo C)

Se establece las siguientes clases: C1, C2 y C3. La calidad agrológica del suelo disminuye progresivamente de la clase C1 a la C3.

c) Clases de tierras aptas para pastos (símbolo P)

Se establecen las siguientes clases de potencialidad: P1, P2 y P3. La calidad agrológica de estas tierras disminuye progresivamente de la Clase P1 a la P3.



d) Clases de tierras aptas para producción forestal (símbolo F)

Se establecen las siguientes clases de aptitud: F1, F2 y F3. La Calidad Agrológica de estas tierras disminuye progresivamente de la clase F1 a la F3.

e) Clases de tierras de protección (símbolo X)

Estas tierras no presentan clases de capacidad de uso, debido a que presentan limitaciones tan severas de orden edáfico, climático o de relieve, que no permiten la producción sostenible de cultivos en limpio, cultivos permanentes, pastos ni producción forestal.

Subclase de capacidad de uso mayor de las tierras

Constituye la tercera categoría del presente Sistema de Clasificación de Tierras, establecida en función a factores limitantes, riesgos y condiciones especiales que restringen o definen el uso de las tierras. La subclase de capacidad de uso, agrupa tierras de acuerdo al tipo de limitación o problema de uso. Lo importante en este nivel categórico es puntualizar la deficiencia o condiciones más relevantes como causal de la limitación del uso de las tierras. En el sistema elaborado, han sido reconocidos seis tipos de limitación fundamentales que caracterizan a las subclases de capacidad:

- Limitación por suelo,
- Limitación de sales,
- Limitación por topografía-riesgo de erosión,
- Limitación por drenaje,
- Limitación por riesgo de inundación,



- Limitación por clima,

En el sistema también se reconocen tres condiciones especiales que caracterizan la subclase de capacidad:

- Uso Temporal,
- Terraceo o andenería,
- Riego permanente o suplementario.

2.2.5. El Suelo y su relación con las zonas de vidas

Una zona de vida es un grupo de asociaciones vegetales dentro de una división natural del clima, las cuales tomando en cuenta las condiciones edáficas y las etapas de sucesión, tienen una fisonomía similar en cualquier parte del mundo. Las zonas de vida según Holdridge permiten clasificar las diferentes áreas del mundo, desde el Ecuador hasta los polos (regiones latitudinales) y desde el nivel del mar hasta las nieves perpetuas (pisos altitudinales).

Según Holdridge es esencialmente el equivalente a la "Zona de Vida", es decir, la división más grande del ambiente climático y que ejerce una influencia decisiva y dominante sobre el ecosistema. En esta forma, el Mapa Ecológico que se publica esta delineado sobre las bases de la vegetación natural y del clima, indicando la distribución geográfica de las Zonas de Vida donde se resume relaciones de los factores climáticos con el ambiente físico y el mundo animal, incluyendo al hombre y sus manifestaciones culturales.



2.2.6. Conflicto de uso

Los Conflictos de uso de las tierras son el resultado de la discrepancia entre el uso que el hombre hace del medio natural y aquel que debería tener, de acuerdo con la oferta ambiental; o cuando las tierras son sub o sobre utilizadas.

TAXA (2015), señala es el resultado de la discusión de información, intereses o valores entre el uso actual y el uso potencial de la tierra referidos a cuestiones relacionadas con el acceso, disponibilidad y calidad de vida en un sitio se genera un conflicto de uso de la tierra.

Los conflictos de uso sólo se presentan donde el hombre hace su intervención, transformando profunda o parcialmente la cobertura natural y otros recursos naturales según sus necesidades e intereses (Garzón, 2002).

El Conflictos de Uso de la Tierra, metodológicamente es el producto de la superposición de las unidades cartográficas del mapa de Capacidad de Uso Mayor de las Tierras, sobre las unidades cartográficas del mapa de Uso Actual; el resultado del proceso permite la confrontación de usos, generar un mapa de conflictos donde se ubican las áreas de uso adecuado o no conflictivo. La jerarquización de conflictos de uso de la tierra, permite identificar prioridades para el ordenamiento territorial y constituye la base para la determinación de los tipos de uso alternativos (GOREHCO, 2016).

El objetivo principal de los Conflictos de Uso de la Tierra, que es analizar las relaciones mutuas entre las vocaciones de uso de las tierras y el uso actual de las mismas; cuando existe diferencia entre los usos actual y potencial o se presenta desequilibrio, debido a que el uso actual no es el más adecuado, causando erosión y degradación de las tierras, se evidencian los conflictos de uso; en esa lógica, cuando el uso actual de una unidad de suelo, está por encima de la capacidad potencial de esa unidad de suelo, existe



conflicto por sobre uso y cuando el uso actual está por debajo de la capacidad potencial se produce el sub uso de la tierra.

Municipio de los Santos (2008), indica que para la definición de los conflictos de uso se ha definido que cuando la tierra es utilizada de acuerdo a su capacidad se dice que está en uso adecuado, en el caso contrario está en conflicto. Se pueden tener dos tipos de conflictos, el primero se da cuando la actividad que se está realizando es de mayor intensidad a la que la tierra puede soportar en este caso el conflicto es el “sobreuso”, el segundo caso es el “sub uso” que se da cuando la tierra se utiliza por debajo de su potencial. Por ejemplo, tendríamos un sobreuso en una zona agrícola que está en pendientes fuertes porque provoca un alto grado de erosión, esta actividad sobrepasa la capacidad de la tierra para mantener el suelo con un grado de erosión aceptable.

2.3. MANEJO ESPACIAL

2.3.1. Sig y procesos de modelamiento

Bosque & García (2000), menciona que los Sistemas de Información Geográfica (SIG) constituyen una importante herramienta en las tareas de planificación ambiental y ordenación del territorio. Con ellos es posible resolver con más facilidad complejos problemas de asignación "óptima" de actividades al territorio, considerando para ello tanto su aptitud intrínseca, como el posible impacto ambiental de la localización, en ese punto del territorio, de una concreta actividad.

El Sistema de información Geográfica (SIG), como un elemento complejo que engloba una serie de otros elementos conectados, cada uno de los cuales desempeña una función particular, y cuya principal función es capturar, analizar, almacenar, editar y representar datos georreferenciados (Olaya, 2014). Asimismo, Rodríguez *et al.* (2010), señalan al SIGs actuales ofrecen métodos apropiados para llevar a cabo estudios de



análisis espacial de características del suelo y del medio, aunque con ciertas limitaciones. Por ello, y con el fin de conseguir una mayor precisión en la estimación de valores, es necesario recurrir a un análisis geoestadístico previo, que nos ayude a conocer la relación entre los datos, la dependencia espacial, el modelo de interpolación y los parámetros que lo constituyen, así como los errores cometidos al modelizar.

Rodríguez (2007), define a sistema de información geográfica son estructuras físicas, lógicas y organizacionales, con objetivos específicos que posibilitan la modelización de la realidad creando imágenes abstractas de una realidad más compleja permitiendo su estudio, análisis y gestión. La versatilidad de los sistemas de información geográfica, ha posibilitado que su campo de aplicación sea muy amplio, permitiendo su uso en la mayoría de las actividades con una componente espacial.

2.3.1.1 Componentes de SIG

Vega (2012), define que los componentes de un SIG son los mismos que para cualquier sistema de información (Figura 5): hardware, software, procesos, datos, recursos humanos. Si bien los componentes difieren en niveles de complejidad, costos y plazos de implementación, todos son igualmente importantes y necesarios, es decir un SIG no es simplemente “computadoras y programas”, sino un sistema de información especializado con necesidades especiales que requieren, además de seleccionar e instalar computadoras y aplicativos, identificar e implementar procesos, diseñar y elaborar el modelo del espacio geográfico e involucrar y capacitar a los recursos humanos de las áreas donde dicho sistema funcionará. Además de los componentes principales existen otros elementos que también intervienen en un SIG y que no pueden ser desconsiderados. Uno de ellos es la institución donde se implementará el sistema lo que significa considerar

los aspectos legales, económicos, políticos y culturales que influirán en el diseño, desarrollo y operación del sistema.

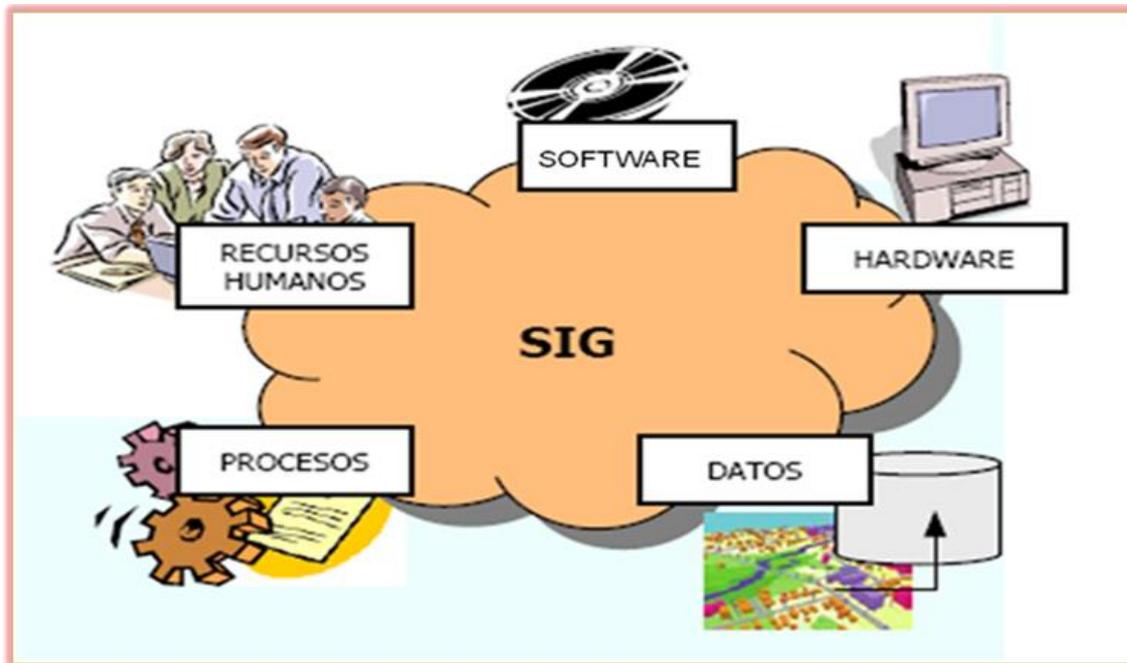


Figura 4. Componentes de SIG

2.3.2. Zonificación de tierras para modelamiento

La zonificación según su definición, consiste en la separación y segregación del territorio respecto de su entorno, donde se reconocen por una parte elementos que lo diferencian, y por otra, se actúa con el fin de aislarlos para un propósito particular.

La importancia del proceso de modelamiento en los procesos de Zonificación Ecológica y Económica constituye, la determinación de la evaluación del territorio para obtener las potencialidades y limitaciones del territorio a través de la representación de los modelos. Es decir, un modelamiento para Zonificación Ecológica y Económica, debe ser apropiado, no solo para establecer algoritmos, secuencias lógicas del software SIG, si no que a ello debemos integrar los procedimientos participativos.



La zonificación es un componente y etapa importante del procedimiento de planificación territorial, el cual consta de dos fuentes fundamentales de información y de restricciones, las características del territorio y las de los actores presentes, sus motivaciones, metas y deseos.

2.3.2.1. Niveles de zonificación

La Zonificación es el análisis de diferenciación de condiciones climáticas que se puede definir los diferentes cultivos y sus adaptaciones. Se tienen los siguientes tipos:

- Microzonificación

MINAN (2010), la microzonificación es aplicada a nivel nacional, macro-regional, regional y a nivel de provincias, cuencas hidrográficas y otros ámbitos espaciales con superficies relativamente grandes, delimitando grandes unidades espaciales en el territorio, definidos con criterios: físicos, biológicos, sociales, económicos y culturales.

La cartografía aplicable a los estudios del medio biofísico de grandes ecosistemas y paisajes, corresponde a una escala de trabajo menor o igual a 1:250 000. Mientras que la información socioeconómica debe corresponder, por lo menos a las unidades espaciales provinciales o distritales, según las características de cada territorio.

- Meso zonificación

MINAN (2010), la meso zonificación puede ser aplicada a nivel regional, provincial y distrital, a nivel de cuencas hidrográficas y otros ámbitos espaciales con superficies relativamente no muy grandes, incluyendo el área de influencia de zonas metropolitanas, delimitando unidades espaciales del territorio a semi detalle, con los



mismos criterios de la macrozonificación. A su vez es marco de referencia para definir prioridades espaciales a nivel de microzonificación.

La aplicación cartográfica para los estudios del medio biofísico (grandes ecosistemas y paisajes) corresponde a una escala de trabajo mayor o igual a 1:100 000, cuyas unidades espaciales para la información socioeconómica deben corresponder a los distritos o microcuencas.

- **Microzonificación**

MINAN (2010), la microzonificación se aplica a nivel local, en ámbitos espaciales con superficies relativamente pequeñas, incluyendo el área de influencia de zonas urbanas, delimitando unidades espaciales del territorio a nivel de detalle, con criterios biofísicos, a nivel de atributos específicos del paisaje, y criterio socioeconómico, a nivel de área de influencia de centros poblados o comunidades.

El nivel micro es más detallado y está orientado a identificar los usos existentes y potenciales, para definir los usos específicos en determinadas áreas donde se requiere de información más precisa. Al igual que la macro y mesonificación, permite generar información sobre las potencialidades y limitaciones del territorio, para la elaboración, aprobación y promoción de los proyectos de desarrollo, planes de manejo en áreas y temas específicos en el ámbito local. Igualmente, contribuye al ordenamiento y/o acondicionamiento territorial, así como al plan de desarrollo urbano y rural.

MINAN (2010), la cartografía aplicable a estudios del medio biofísico corresponde a una escala de trabajo mayor o igual a 1:25 000, depende de la extensión y de las características del área de estudio. Así también las unidades espaciales para la información socioeconómica, debe corresponder a los centros poblados.



2.3.3. SIG como herramienta tecnológica para la ordenación de los usos de suelos

En la actualidad los SIG almacenan, analizan datos espaciales de todo tipo. Es asombroso observar, como estos sistemas, utilizados inicialmente para el manejo de datos vectoriales, en estos momentos se preparan para el manejo de imágenes en raster de la superficie terrestre.

Señala que el SIG juega un papel importante como el de almacenar y manejar los datos de entrega y los resultados, pre-procesamiento de datos de entrega (Edición, transformación, interpolación, derivación de parámetros, etc.), análisis y visualización de los resultados, además de proveer el ambiente computacional y las herramientas para la simulación. En relación al modelamiento, ofrece más facilidades de desarrollo modelos y simulaciones de procesos del mundo real, a través del modelamiento simple soportando por la mayoría de los SIG comerciales, bien sea en estructuras de datos Raster o Vector.

2.3.4. ArcGis para el modelamiento de tierras

GOREHCO (2016), define a ArcGis un software SIG diseñado por la empresa californiana Environmental Systems Research Institute (ESRI) para trabajar a nivel multiusuario. Representa la evolución constante de estos productos, incorporando los avances tecnológicos experimentados en la última década en el área de la información y telecomunicaciones para capturar, editar, analizar, diseñar, publicar en la web e imprimir información geográfica.

Cuando se habla de modelado, comprendemos que se debe a la representación de un algo. Lo importante es que para lograr representar ese algo, es necesario entenderlo. Actualmente, el interés de la modelación matemática se ha incrementado en todas las áreas de conocimiento y específicamente abarca el manejo de la información geográfica



por los alcances que se obtienen y su relación con otras ciencias, y por ende una relación directa con la ZEE (Quispe, 2010).

2.3.5. Mapas temáticos

Jaramillo (2002), señala que la unidad predeterminada en gabinete en base al análisis fisiográfico que reúne características similares en cuanto a cobertura vegetal, fisiográfica, color, patrón de drenaje, textura y otros factores foto identificable que permita la determinación de la unidad.

Todo proceso de zonificación se expresa visualmente por medio de cartografía, con una base completa y actualizada. Uno de los mayores obstáculos es que no existe una base cartográfica adecuada donde planear de manera conjunta los usos terrestres y marítimos. Se acordó finalmente utilizar la cartografía topográfica del IGM, expresada en el sistema de coordenadas UTM (Universal Transverse Mercator). Se acordó por otra parte que la producción cartográfica se realice en las siguientes tres escalas. Las cuales son de 1:50.000 para todo el territorio comunal; 1:10.000 para el Borde Costero y 1:5.000 para áreas con mayor concentración de actividades.

2.3.6. Modelamiento de suelos

GOREHCO (2016), señala el modelamiento cartográfico es un conjunto de operaciones de análisis y comandos interactivos utilizando mapas que actúan como una superposición, cuyo fin es procesar decisiones de tipo espacial. La realidad está representada en mapas y el modelamiento está orientado a procesos y no a productos.

La elaboración de un mapa de suelos, las formas del terreno o unidades fisiográficas constituyen el mapa preliminar y la primera entrada de la leyenda tabular jerarquizada del mapa ajustado, o mapa de suelos. El mapa se ajusta a través de la

identificación en campo del contenido pedológico de estas unidades, determinado taxonómicamente; la estrategia y la intensidad del muestreo depende de la escala de trabajo y definen el nivel de agrupamiento de las unidades cartográficas (Flores, 2013).

2.4. BASE LEGAL

Decreto Supremo N° 087-2004-PCM, Reglamento de Zonificación Ecológica y Económica (ZEE).
Ley N° 26821, Ley Orgánica para el Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales, en su artículo 11º, dispone que la ZEE del país, se aprueba a propuesta de la Presidencia del Consejo de Ministros en coordinación intersectorial como apoyo al Ordenamiento Territorial (OT), a fin de evitar conflictos con superposición de títulos y usos inapropiados y demás fines.
Decreto supremo N° 007-2008- MINAM.
Ordenanza Regional N° 36-2006-GRP/CR, establece el Proceso (ZEE) en la Región Puno.
Decreto de Consejo, DCD-010-2006-CONAM/CD, Directiva "Metodología para la zonificación ecológica y económica".
Decreto Supremo N° 017-2009-AG, Reglamento de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor.
Decreto supremo N° 013-2010-AG, reglamento para la ejecución del levantamiento de suelos.
III Plan Operativo Bial Zonificación Ecológica Económica y Ordenamiento territorial 2011- 2013, y de acuerdo al reglamento del organización y funciones del MINAM, Decreto Legislativo N°1013, señala que la Dirección General del Ordenamiento territorial, es responsable de promover los procesos de ZEE Y OT en el país, y hacer el seguimiento respectivo a través del Plan Operativo Bial de Zonificación Ecológica Económica y Ordenamiento Territorial, que tiene por finalidad orientar y planificar los procesos que se desarrollan a nivel nacional.

Figura 5. Base legal



3.1.2. Materiales y equipos utilizados

3.1.2.1. Material descriptivo de campo

- Mochila para transporte de Instrumentos y muestras.
- Libreta de campo.
- GPS Mapeador MAP 76csx.
- Cámara fotográfica Digital.
- Tarjetas de descripción de perfiles del suelo.
- Tabla de colores Munsell.
- Cinta o Flexómetro
- Palas y picos (2).
- Cuchillo muestreador.
- Bolsas de polietileno
- Balanza metálica de precisión 0.00

3.1.2.2. Materiales de gabinete

- 01 computador (core i5).
- Software ArcGis versión 10.3
- Software Map Source
- Impresora Láser HP.
- Impresora a colores.



- Plotter.
- Carta Nacional IGN hoja catastral 33Y y 34Y
- Imagen del Satélite Landsat7 ETM+, resolución especial 15 metros, resolución espectral 5,4.
- Datos meteorológicos (SENAMHI) por 10 años.

3.2. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Para el cumplimiento del proceso metodológico de los objetivos de esta investigación fue de manera transversal y seccional, se partió de una fase inicial que contempla la recopilación de información de datos de las unidades la cual será estudiado, puesto que esta se realiza en una oportunidad y un momento para detallar y a su vez analizar las incidencias para luego relacionarlos entre ellos en un momento dado.

Esta fase fue importante porque permitió la identificación y el acercamiento a la situación real del área de estudio. Para la integración de la información recopilada y generada del área en estudio se utilizó el SIG como herramienta del proceso. De acuerdo a las técnicas de contratación fue de carácter no experimental, porque no manipulamos variables, sino que solo se observa cómo se comporta el objeto en estudio, para luego poder analizarlos como tal en su entorno natural.

Etapas de trabajo

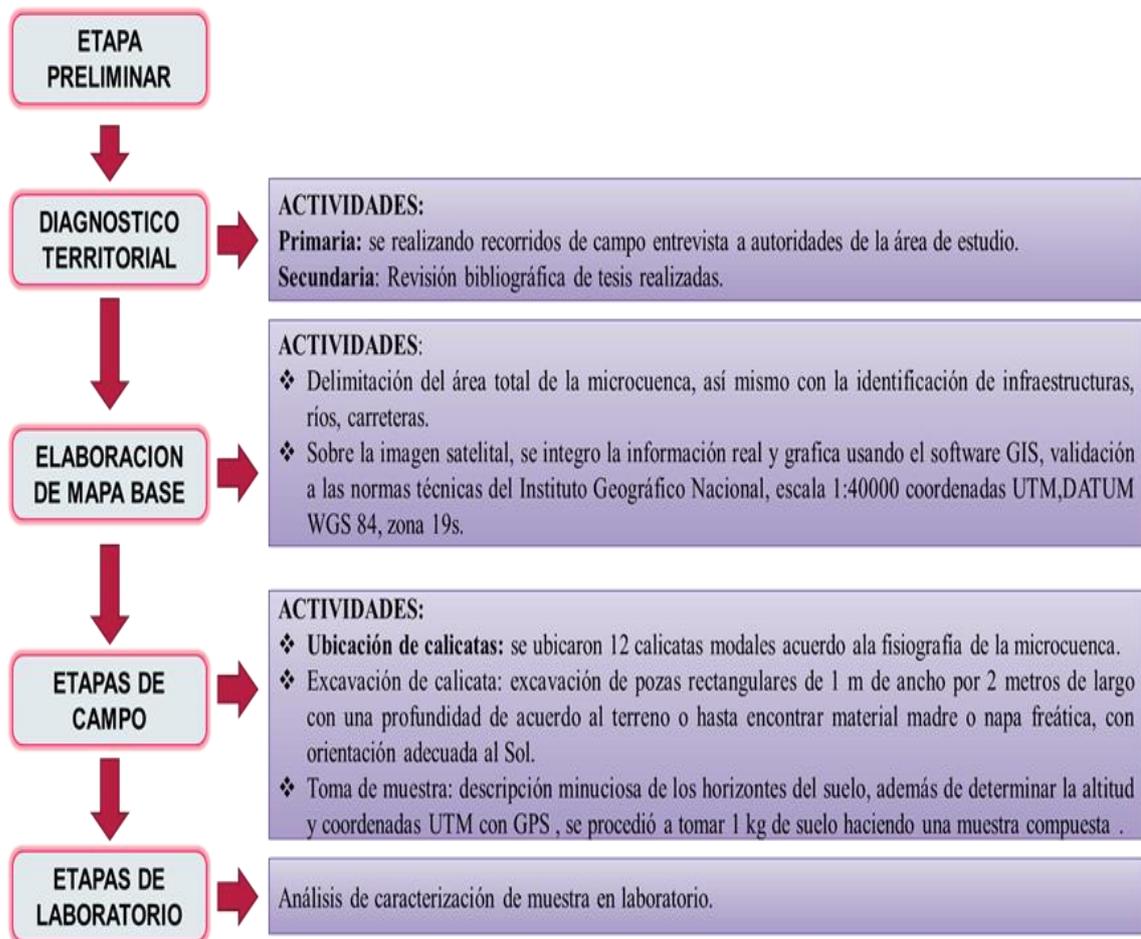


Figura 7. Fases de la metodología para el levantamiento de información preliminar

3.2.1. Etapa preliminar

3.2.1.1. Diagnóstico territorial

El diagnóstico permitió conocer la vocación, capacidad, estado y situación integral de la microcuenca, con todos sus actores, componentes y elementos, que se produce en la microcuenca. El diagnóstico del área de estudio se realizó con base en información secundaria y primaria. La información secundaria se obtuvo de tesis de investigación, publicaciones científicas, informes y otras publicaciones. La información primaria se obtuvo con base en, imágenes de satélite Ikonos, las cuales fueron corroboradas mediante recorridos de campo, entrevistas a las autoridades comunales y a la población en temas



específicos. En esta etapa se obtuvo las principales variables de análisis como mapas del uso actual del suelo, tipo de suelo, pendientes, red vial, infraestructuras administrativas, capacidad de uso del suelo.

3.2.1.2. Elaboración del mapa base

El mapa base, es uno de los elementos más importantes para el estudio, porque sirvió de apoyo para la gestión y manejo de todas las informaciones temáticas a estudiarse. La preparación de la cartográfica base comenzó con la delimitación de la microcuenca así establecer el área exacta sobre el cual se trabajó, además de determinar los rasgos geográficos que las autoridades comunales identificaron como infraestructuras, carreteras, ríos, quebradas, caminos. Sobre la imagen satelital Ikonos del año 2016, obtenida del Google earth, posteriormente se integró la información base, real y gráfica, descrita líneas arriba, en el Software ArcGis, de esta manera usar estos rasgos de referencias para localizar las zonas de apertura de calicatas que finalmente nos ayudó a caracterizar la serie local y la capacidad de uso mayor de los suelos. Para validar el mapa con la información de acuerdo a las normas, se estableció una escala definitiva de trabajo a un nivel de detalle de 1:40000 y para la producción básica de cartografía se siguieron los procedimientos de acuerdo a las Normas Técnicas del Instituto Geográfico Nacional (IGN, 2011). El sistema de coordenadas utilizado es el DATUM WGS 84, zona 19s, la Proyección Cartográfica para la República del Perú es el Sistema “Universal Transversa de Mercator” (UTM) y se constituye el sistema de codificación y especificaciones de las series de Escalas de la Cartografía Básica Oficial.



3.2.2. Etapa de campo

3.2.2.1. Ubicación de calicatas

Para validar los trabajos de muestreo de suelo de la microcuenca del Rio Chimu Alto Ayrihuas, se ubicaron aleatoriamente 12 puntos modales representativas, distribuidas y Georreferenciadas con un Sistema de Posicionamiento Global (GPS) en la microcuenca. Teniendo en cuenta la guía de muestreo de levantamiento de suelos (DS N° 013-2010-AG) de nivel de reconocimiento y exploratorio de suelos para una microzonificación mas evidente el sistema de cuadrante al que se agregó un mapa fisiográfico.

3.2.2.2. Excavación de calicatas

Consistió en la excavación de poza rectangulares de 1 metro de ancho por 2 metros de largo y profundidad de acuerdo a observación directa del terreno o hasta encontrar material madre o napa freática, con orientación adecuada a sol para tener una mayor claridad del perfil de suelos y cada horizonte.

3.2.2.3. Toma de muestras

Consistió en reconocimiento a través de la observación directa de los horizontes o capas los cuales se describieron minuciosamente, anotando distancia entre horizontes (si en caso hubiera), textura, estructura, presencia de raíces, profundidad, así mismo las anotaciones incluyeron los aspectos externos del paisaje tales como el sistema de drenaje externo, erosión, fragmento rocoso, vegetación predominante, paralelamente se anotaron datos relativos al uso de la tierra y como datos espaciales de altitud y coordenadas UTM con GPS (X,Y,Z).



Concluido con el muestreo y la respectiva descripción de la calicata por horizonte haciendo una muestra compuesta de 1 kg de suelo para ser analizados en el laboratorio para cuantificar las propiedades física, química y biológicas.

3.2.3. Etapa de laboratorio

Consistió en el procesamiento y análisis de las muestras de suelos para lo cual fueron enviadas al laboratorio de calidad ambiental de la Universidad San Andrés de Bolivia donde se realizaron los análisis correspondientes.

Etapas de gabinete

Se efectuó el procesamiento y compilación de toda la información de campo y laboratorio, el reajuste de la fotointerpretación inicial, así como el establecimiento y trazo definitivo de las unidades de mapeo, las cuales fueron descritas en base al examen morfológico y al resultado de los análisis de laboratorio. Complementariamente, se realizó la interpretación práctica de todas las unidades edáficas identificadas, en términos de aptitud potencial capacidad de uso mayor, fertilidad de suelos, uso actual de tierras y otros, incluyendo su denominación, simbología y representación gráfica en el mapa definitivo.

3.2.3.1. Metodología para el primer objetivo

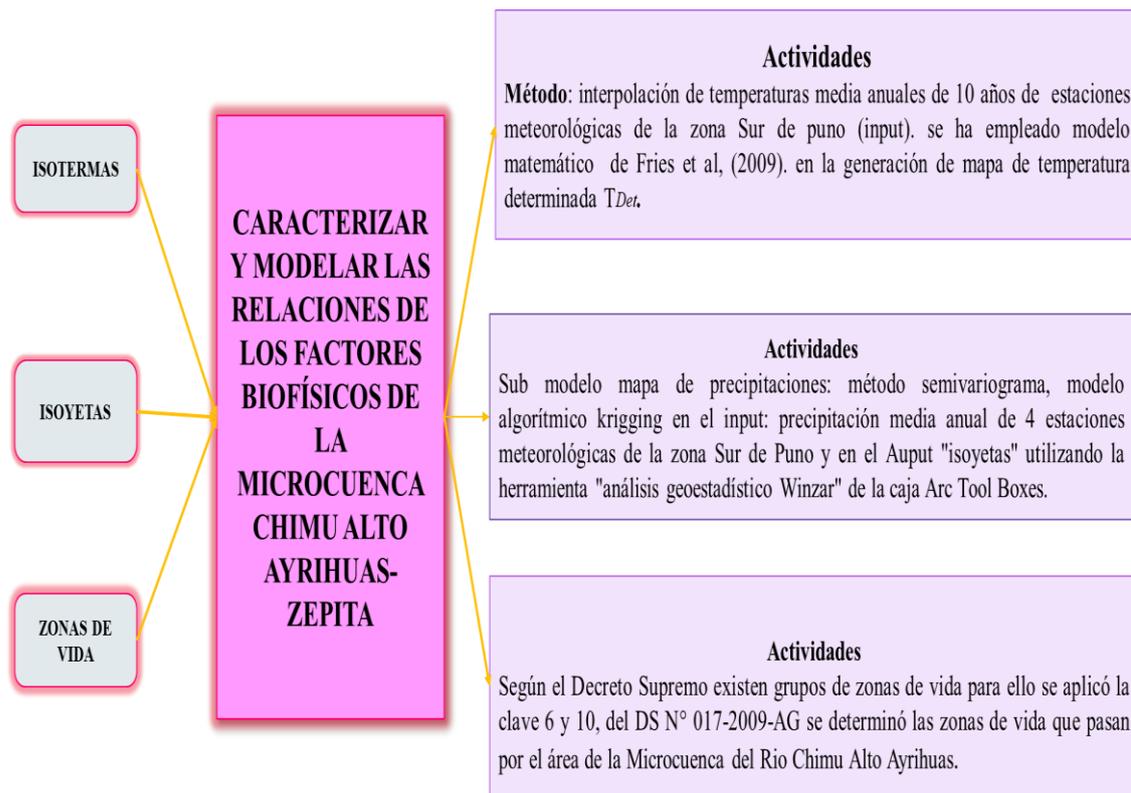


Figura 8. Fases de la metodología para el primer objetivo

- Modelamiento de Variables No paramétricas

❖ Mapas de isotermas

La temperatura media anual es una de las variables dependientes de la altitud: esta se calculó a partir de los valores medias anuales de temperaturas de 4 estaciones meteorológicas (Juli, Yunguyo, Desaguadero y Pizacoma) correspondientes a 10 años de registro. Los datos de la variable temperatura media anual de 4 estaciones meteorológicas de la zona sur de la región Puno se correlacionaron con la altitud de las mismas estaciones. Se utilizó el método matemático Determinístico para distribuir la temperatura mediante la interpolación en el algoritmo Spline, los modelos a utilizarse son:

- a) Modelo matemático (1) de Fries *et al.* (2009), en la generación de mapa de temperatura determinada T_{Det} .

$$T_{Det} = T_{manual} + (\Gamma (Z_{Det} - Z_{estación}))$$

- b) Modelo Matemático (2) de Fries *et al.*, (2009) Para generar el mapa de calor.

$$T_{x,y} = T_{Det} + \left(\Gamma \left(Z^{DEM(x,y)} - Z_{Det} \right) \right)$$

Donde:

T_{Det} = Temperatura determinada en ráster, en °C

Z_{x-y} = Altitud en ráster (DEM. Modelo de elevación digital) msnm,

T_x y T_y = Temperatura mensual en °C

r = Gradiente

Z_{Det} = Cota determinada para el área de estudio en msnm,

$Z_{Estación}$ = Cotas de estaciones meteorológicas en msnm

❖ Mapas de isoyetas

A partir de datos climáticos obtenidos de SENAMHI fueron construidos los mapas de distribución de precipitación del área de estudio. El cálculo de la precipitación media fue utilizando el método de las isoyetas, método más preciso, pues permite la consideración de los efectos orográficos en el cálculo de la lluvia media sobre la cuenca en estudio. Se basa en el trazado de curvas de igual precipitación de la misma forma que se hace para estimar las curvas de nivel de un levantamiento topográfico.

❖ Zonas de vida

Para determinar las zonas de vida a nivel de la microcuenca, se ha utilizado el siguiente diseño conceptual, cuya estructura se basa en la utilización de la clasificación de Holdridge.

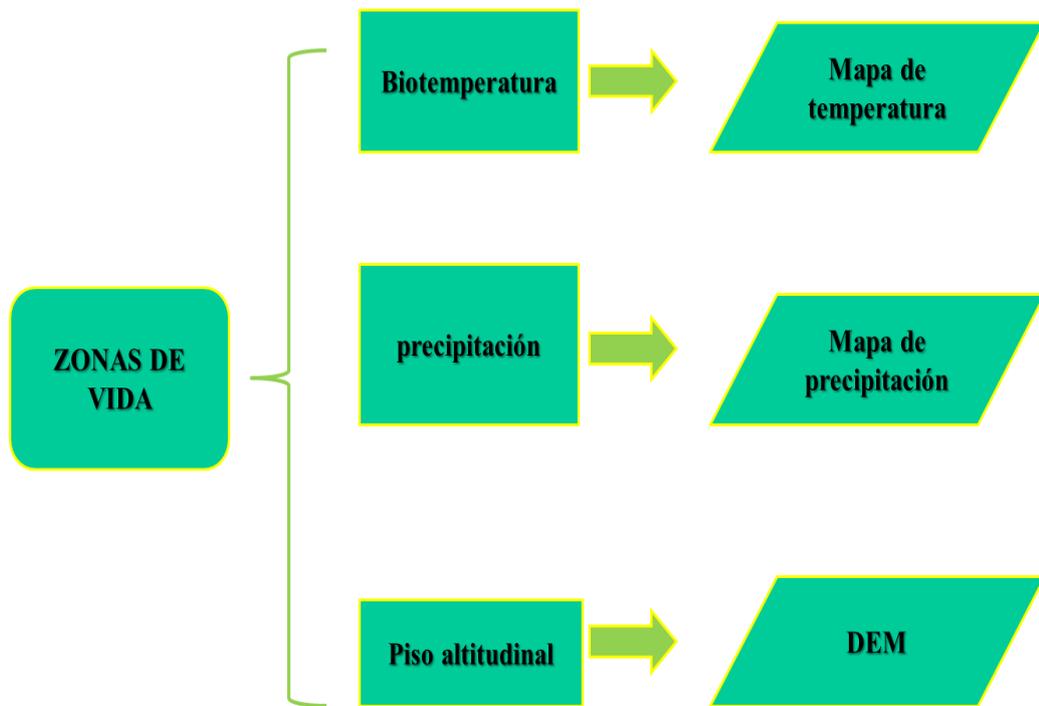


Figura 9. Flujo de procesos de las zonas de vida.

Se caracteriza, por encontrarse entre los 3800 a 4250 m.s.n.m., de altitud, presenta temperaturas promedio de la máxima de 15.0°C y una mínima de 1.0°C de temperatura, la temperatura media máxima de 10°C y una mínima de 7°C, el promedio máximo de la 66 precipitación anual es 1000 mm. y el mínimo de 600 mm.

3.2.3.2. Metodología para el segundo objetivo

Para el cumplimiento se realiza 5 mapas temáticos.

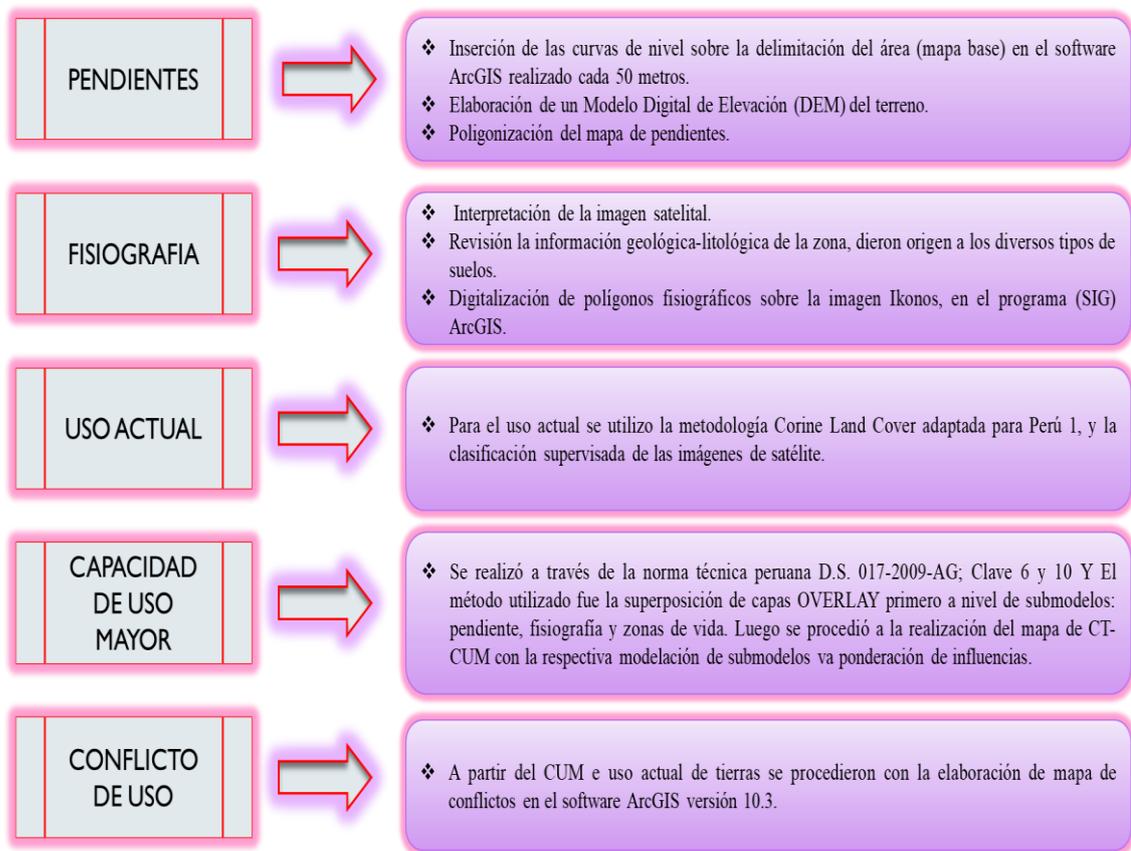


Figura 10 . Fases de la metodología para el segundo objetivo

Se realizaron los mapas temáticos como son:

❖ **Pendientes**

Se digitalizaron las curvas de nivel con redes irregulares de triángulos (TIN) en el programa (SIG) ArcGIS, realizado cada 50 metros, y esta cartografía numérica, se incorpora al Sistema de Información Geográfica a través de un tablero digitalizador, que se encuentra en modo vectorial y definido por pares de coordenadas UTM (Universal Transverse Mercator). En el programa ArcGIS, se realizó un Modelo Digital del Terreno (MDT o DEM. Digital Elevation Model). A partir del cual se elaboró el Modelo Digital del Terreno, reclasificando los porcentajes de elevación (ver tabla 4).

Tabla 4. Clasificación de pendientes asumidos

Categoría o clase	Termino descriptivo	Rango de pendiente
A	Plana a ligeramente inclinada	< 4
B	Moderadamente inclinada	4 – 8
C	Empinada	8 – 25
D	Extremadamente empinada	>50

Fuente: Adaptado a D.S. 017-2009-AG.

❖ **Mapa fisiográfico**

De acuerdo con Villota (1997), este sistema tiene una estructura piramidal, en cuyo vértice se ubica la categoría denominada geo estructura, correspondiente a los territorios geológicos mayores en un continente. El cual se muestra la clasificación fisiográfica variable esta ayuda con mucha más facilidad la ubicación de calicatas. A partir de la cartografía y de la imagen de satélite de la zona se logró obtener una serie de rasgos fisiográficos y topográficos. Se revisó la información geológica-litológica de la zona, con la finalidad de establecer los diferentes materiales que conforman las geoformas de la zona, con la cual se establecieron los materiales parentales que dieron origen a los diversos tipos de suelos. Una vez establecidos los materiales parentales, se digitalizaron los polígonos fisiográficos sobre la imagen Ikonos, con sus atributos y completando la leyenda fisiográfica, además de calcular el área y perímetro de cada unidad, en el programa (SIG) ArcGIS.

Tabla 5. Determinación de la fisiografía de la microcuenca

Gran paisaje	Paisaje	Sub Paisaje	Elementos del paisaje	simbolo
		Terraza baja	Terraza baja inundable	TBI
			Terraza baja no inundable	TBNI
Altiplanicie	Planicie	Terraza media	Terraza media plana	TMP
			Terraza moderadamente ondulada	TMO
		Terraza alta	terrazza alta plana	TAP
Colinoso	Colina	Colina baja	Colina baja ligeramente disectada	CBLD
			Colina baja moderadamente disectada	CBMD
Montañoso	Montaña	Montaña	Montaña baja	MB

Fuente: adaptado a esquema fisiográfico del Departamento de Puno (2014).

❖ **Mapa de uso actual de tierras**

Para obtención de información a nivel de reconocimiento del estudio de uso actual de las tierras de la Microcuenca. Se adoptó a la metodología Corine Land Cover Adaptada para Perú 1, en la que existen cinco categorías de uso actualmente propuestas, existiendo dentro de ellas sub niveles de categorización, que permite la inclusión de todas las áreas principales y las funciones inherentes a los usos concretos que se encuentran en el campo. A demás se utilizó una clasificación supervisada de las imágenes de satélite tomando en cuenta los puntos de control. La información de Uso Actual de la Tierra, después de su recopilación, se sistematizo en base de datos de tipo personal GeodataBase.



Teniendo la base de datos se procedió con la elaboración del mapa de uso actual de suelos de la Microcuenca.

❖ **Mapa de capacidad de uso mayor de tierras**

El mapa de capacidad de uso mayor de tierras se realiza de acuerdo a la guía que contiene el DS 017-2009 AG con el clave 6 y 10, considera cuatro grupos (A, P, F y X), por lo que se usó los datos de pendiente y suelo.

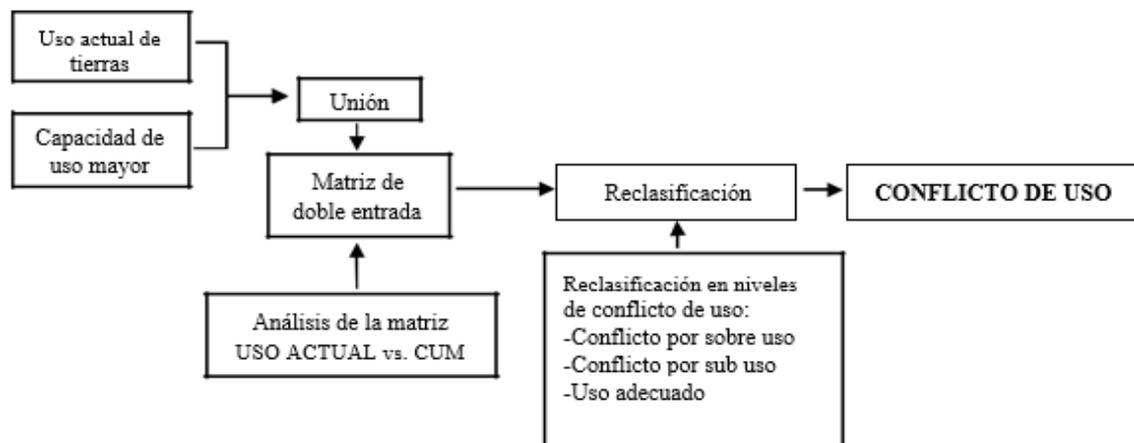
Para determinar el grupo al que corresponde la unidad edáfica se identificó la zona de vida a la que corresponde, a través de los diagramas bioclimáticos del sistema de Holdridge, una vez identificado, se relaciona la zona de vida con la región latitudinal, formación ecológica, piso altitudinal y tipos climáticos. Posteriormente se realiza la confrontación de los datos, empleando los sistemas de información geográfica, para la obtención de una tabla de valoración, según el parámetro evaluado, si cumple con los valores designados en la normativa, se le asigna el grupo al que pertenece, sin embargo, en caso que el valor evaluado, se encuentre fuera del rango de valores estipulados, se pasa al subsiguiente grupo. La determinación de clases o calidad agrológica, será definida por tipo y grado de limitaciones del suelo, para ello se empleará la matriz de doble entrada, por un lado, se tendrá en cuenta los valores de pendiente, microrelieve y parámetros edáficos, aunque para representación solo se coloca en la tabla los más importantes. Así mismo la subclase está definida por limitaciones edáficas, topográficas o climáticas que definieron la clase.

❖ **Conflicto de uso de tierras**

A partir del CUM y uso actual de tierras se procedió con la elaboración de mapa de conflictos en el software ArcGIS versión 10.3, en el cual se enlazaron las informaciones temáticas usando la herramienta GEOPROCESSING del software ArcGIS

versión 10.3 de acuerdo a los criterios de información vectorial de CUM y uso actual, se reclasifica y posteriormente se superponen de acuerdo a los establecido vectorialmente. Lo cual se visualiza en el ArcMap del software, tomando en cuenta los rangos de conflicto existentes como son: Adecuado, subuso y sobre uso y las áreas que no se encuentran intervenidas se consideró como áreas sin uso. Finalmente, la información y datos obtenidos se incorporaron a una base de datos para la próxima elaboración del mapa de conflictos.

Diagrama de elaboración del mapa de conflicto de uso





CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la investigación se exponen para cada uno de los objetivos, de acuerdo al reporte de información biofísicas realizadas en el campo para determinar la zonificación, análisis de las potencialidades para la microcuenca del río Chimu Alto Ayrihuas, que consta de mapa de isotermas, isoyetas, zonas de vida, uso actual, capacidad de uso mayor, conflictos de uso de la tierra, pendiente, fisiografía, todos estos mapas se elaboraron con base en diferentes criterios tomados en campo, realizando encuestas, trasladando estos datos a la herramienta básica que se utilizó como es un GPS y los programas (SIG) ArcGIS versión 10.3.

4.1. MODELIZACIÓN DE LAS RELACIONES LAS RELACIONES DE LOS FACTORES BIOFÍSICAS

4.1.1. Estaciones meteorológicas

La diferencia de altitud que presenta el área de estudio de 3800 a 4215 msnm entre el punto más bajo y el punto más alto, se ha considerado recopilar los parámetros climáticos (precipitación, temperatura y humedad relativa), tomando en consideración la altitud y su ubicación geográfica (ver tabla 6). Para tal efecto, se ha contado con información de estaciones meteorológicas enmarcadas a la zona de estudio.

Tabla 6. Estaciones aledañas a la microcuenca del río Chimu Alto Ayrihuas.

N°	Estaciones	Distrito	Provincia	Este	Norte	Altitud (msnm)
1	Desaguadero	Desaguadero	Chucuito	495721	8168177	3860
2	Juli	Juli	Chucuito	450841	8208467	3812
3	Pizacoma	Pizacoma	Chucuito	460751	8130691	3940
4	Yunguyo	Yunguyo	Yunguyo	492016	8197010	3890

4.1.2. Análisis de la variable temperatura

Los valores de temperatura se analizaron en base a nueve estaciones meteorológicas donde se observa en la (tabla 7) y se interpola con la gradiente altitudinal, para lo cual se utilizó un modelo de elevación digital (DEM).

Tabla 7. Registro de temperatura media mensual.

ID	NOMBRES	ENE	FEB	MAR.	ABRL.	MAY.	JUN.	JUL.	AGOT.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	PROM
1	Estación Desaguadero	10.4	10.3	10.2	9.0	7.0	5.6	5.5	6.1	7.9	9.3	10.4	10.6	8.5
2	Estación Pizacoma	10.1	9.9	9.7	8.5	6.4	5.3	5.1	6.1	7.3	8.9	9.9	10.5	8.1
3	Estación Yunguyo	8.5	8.6	8.6	8.0	6.6	5.5	5.1	5.6	7.3	8.4	9.4	9.1	7.6
4	Estación Juli	9.8	9.9	9.8	9.0	7.5	6.6	6.4	7.0	8.4	9.5	10.4	10.2	8.7

Fuente: Elaboración propia; en base a la información de SENAMHI.

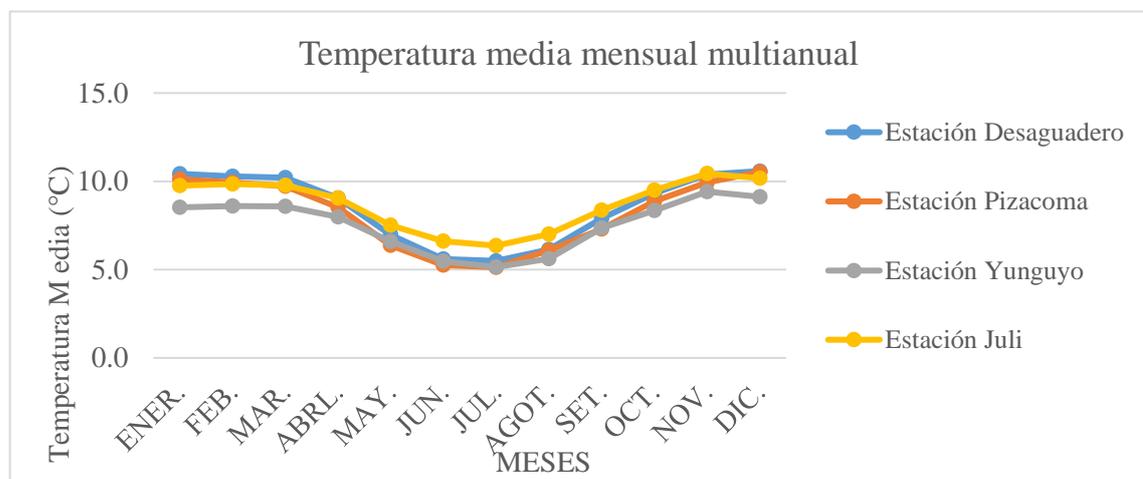


Figura 11. Temperatura media mensual

Los valores de temperatura en el área de estudio varían de 7.6 a 8.7 °C, que tiene una relación directa con la altitud del lugar, teniendo temperaturas bajas en las partes altas de la zona y temperaturas altas en zonas baja.

4.1.3. Precipitación

La precipitación total promedio anual según las cuatro estaciones varía de 583.8 a 943.7 mm, las precipitaciones más significativas se presentan en mayor intensidad, duración y frecuencia entre los meses de diciembre a marzo y en menor contribución entre los meses de abril a noviembre. La precipitación total promedio anual es de 746.5 mm.

Tabla 8. Registro de precipitación total mensual multianual

ID	NOMBRES	ENE	FEB	MAR	ABRL	MAY	JUN	JUL	AGOT	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	Estación Desaguadero	185.7	156.6	88.9	42.4	11.5	7.4	5.5	9.9	19.2	44.7	33.9	102.3	712.1
2	Estación Pizacoma	130.3	148.1	73.6	32.7	6.3	6.0	5.1	6.0	12.1	26.1	20.1	116.2	583.8
3	Estación Yunguyo	161.5	155.9	101.5	37.7	18.0	9.4	5.1	18.0	32.5	38.7	45.9	112.2	746.4
4	Estación Juli	233.7	212.7	140.8	58.2	12.1	9.6	6.4	10.1	26.9	42.7	45.1	145.1	943.7

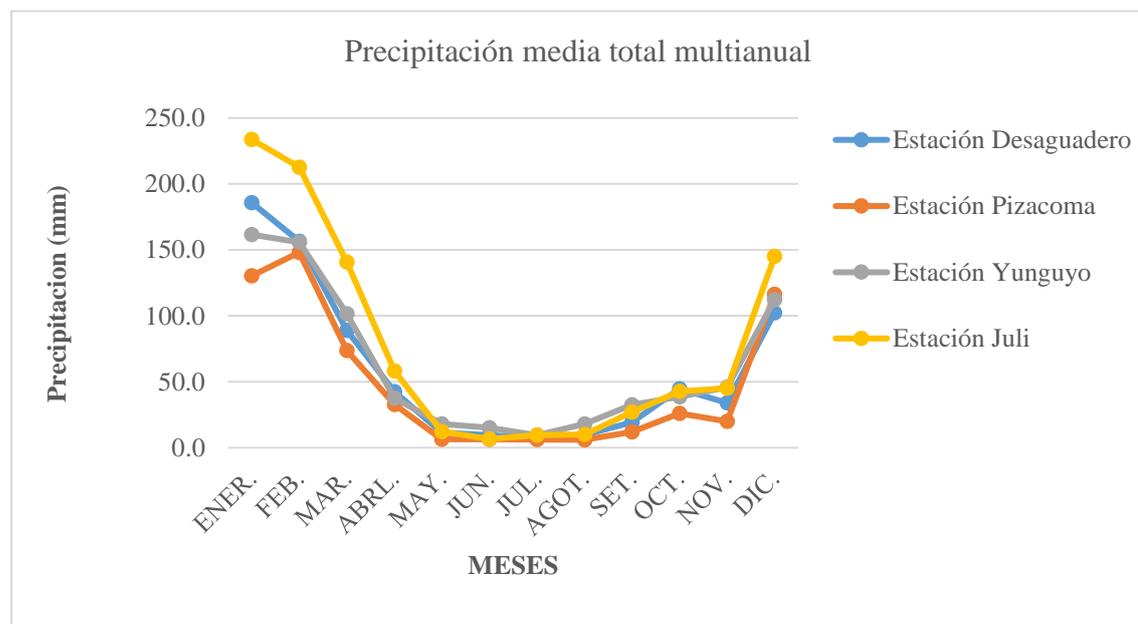


Figura 12. Precipitación media total multianual

4.1.4. Zonas de vidas

Descripción de zonas de vida o ecosistemas de acuerdo a los factores y elementos climáticos en la cuenca del río Chimu Alto Ayrihuas-Zepita: Basadas en los niveles altitudinales y el clima de los ecosistemas. Según la propuesta de L. R. Holdridge, se distribuye las siguientes zonas de vida.

Tabla 9. Zonas de vida de la microcuenca del río Chimu Alto Ayrihuas

ID	ZONA DE VIDA	SIMBOLO	ÁREA (ha)	% de área
1	Bosque húmedo montano subtropical	Bh - MS	5953.42	73.20
2	Paramo muy húmedo subalpino subtropical	Pmh - SaS	2179.39	26.80
TOTAL			8132.81	100

4.1.4.1. Bosque Húmedo Montano Sub Tropical (bh - MS)

a) Ubicación y extensión

Se distribuye en la región latitudinal Subtropical con una superficie de 5,953.42 ha que representa el 73.20% del área total de estudio. Situados en las siguientes Centros Poblados, comunidades y parcialidades de Nombre; Pasto Grande, Ancocuta, Chuallani, Iruito, Laconi, Llallagua B, Canahuaytto dos y Canahuaytto tres. Se caracteriza, por encontrarse en la cordillerana entre los 3800 a 4000 m.s.n.m., de altitud.

b) Clima

Según el diagrama bioclimático de Holdridge esta zona tiene un promedio de evapotranspiración potencial total variable entre la mitad (0.5) y una cantidad igual (1) al



volumen de precipitación promedio total por año, lo que ubica a esta zona de humedad:
HUMEDO.

c) Relieve y suelos

Según Holdridge, por lo general en estas zonas dominan suelos relativamente profundos, arcillosos, de reacción acida, tonos rojizos a pardos y que se asimilan al grupo edafogénico de Phaeozems. Así mismo, donde predominan materiales litológicos calcáreos pueden aparecer los Kastozems, de tonalidades rojizas generalmente.

d) Uso actual y potencial de la tierra

Esta zona de vida, a pesar de tener una precipitación no mayor de 800 mm. Anuales y la reducida evapotranspiración debido a las temperaturas baja, permiten llevar a cabo una agricultura de secano.

e) Cobertura vegetal

Esta zona de vida está formada por praderas para el pastoreo de ganado y para la agricultura de secano, donde se cultivan especies adaptadas al medio, como papa (*Solanum tuberosum*), papa amarga (*Solanum curtilobum*), cañihua (*Chenopodium pallidicaule*) y quinua (*Chenopodium quinoa*).

4.1.4.2. Páramo muy Húmedo Subalpino subtropical (pmh - SaS)

a) Ubicación y extensión

Se distribuye en la franja latitudinal Subtropical con una superficie de 2179.39 ha, que representa el 26.80% del área total de la microcuenca. Situados en las siguientes parcialidades de Chimu, Ñacani. Se caracteriza por una altitud de 4000 hasta 4500 m.s.n.m.



b) Clima

Según el diagrama de Holdridge, la evapotranspiración potencial total por año para esta Zona de Vida se ha estimado que varía entre la cuarta parte (0.25) y la mitad (0.5) del promedio de precipitación total por año, lo que la ubica en la zona de humedad: PERHUMEDO

c) Relieve y suelos

El escenario edáfico está conformado por suelos relativamente profundos, generalmente con influencia volcánica (Andosoles) o sin influencia volcánica (Paramosoles).

d) Uso actual y potencial de la tierra

Esta Zona de Vida se encuentran pastos naturales y consecuentemente con mayor capacidad para producir este tipo de plantas para el sostenimiento de una ganadería productiva.

e) Cobertura vegetal

La principal característica es que la vegetación natural que está constituida predominantemente de "Ichu", conformando parte de los pastos naturales altoandinos llamados "pajonales de la puna", entre las cactáceas tenemos *Opuntia floccosa*, Debido a las condiciones climáticas dominantes es una zona con capacidad para la producción de pastos para ganado, por consiguiente, conviene en que sea una zona típica y tradicional de la actividad ganadera altoandina principalmente de ovinos y de camélidos sudamericanos (alpacas y llamas). Pero está siendo fuertemente deteriorado por causa del sobre pastoreo.

4.2. ZONIFICACIÓN DE POTENCIALIDADES PARA APTITUD DE USO DE LAS TIERRAS Y LIMITACIÓN AGROLOGICA

4.2.1. Mapa de pendientes

El área de estudio presenta una topografía muy variada representados con terrenos de pendientes plana a ligeramente inclinada son las que predominan con un área de 4514.35 hectáreas, que equivale al 55.51% del área de estudio. Los terrenos con pendientes empinadas, es la segunda área predominante con 2087.36 hectáreas, que equivale al 25.67% del área de estudio. Estas áreas, según Cubero (2001), presentan fuertes limitaciones por la pérdida actual o potencial de suelo provocada por la escorrentía superficial y la acción del viento, restringiéndose el uso a cultivos en limpio, seguidamente los terrenos de pendiente fuertemente empinada con un área de 1167.90 has que representa a un 14.36% del área de estudio, generalmente esta zona no presenta limitaciones topográficas, la cual no restringe su uso y es favorable para cultivos en limpio y pasturas permanentes.

Tabla 10. Porcentajes de rangos de pendientes de la Microcuenca

SIMBOLO	RANGO	CATEGORIA	Área (ha)	% de área
A	< 4%	Plana a ligeramente inclinada	4514.35	55.51
B	4 -8 %	Moderadamente inclinada	362.21	4.45
C	8 – 25%	Empinada	2087.36	25.67
D	>50%	Fuertemente empinada	1167.90	14.36
TOTAL			8132.81	100

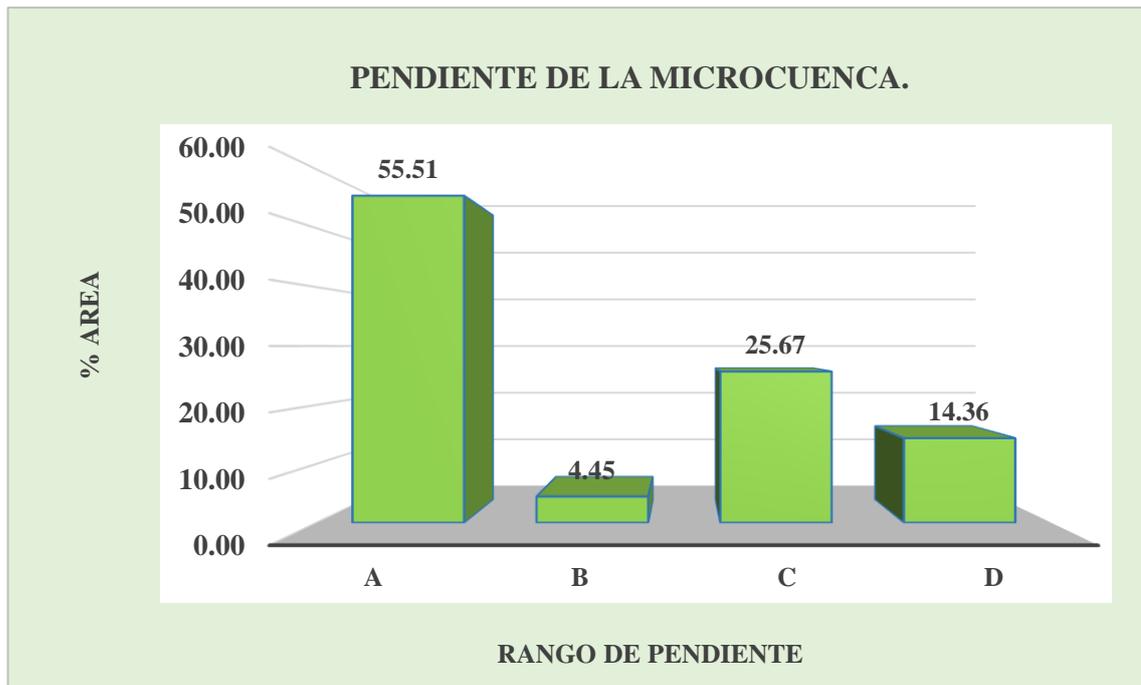


Figura 13. Porcentajes de rangos de pendientes

4.2.2. Unidades Fisiografía de la microcuenca

Según los resultados obtenidos el mapa de fisiografía, las áreas de la microcuenca tienen una extensión de Terraza baja no inundable 2225.06 has, que representa a un 27.36% del total de área estudiada, esta fisiografía está constituido por terraza baja que presentan pendientes dominantes entre > 4 y ≤ 8 , los suelos son profundos de textura franco arenosa y arcilla, sin estructura a blocosa subangular fina débil. También se tiene las siguientes unidades fisiográficas terraza alta plana con un área de 1773.10 has, lo que representa a un 21.80 %, con una pendiente de ≤ 15 , colina baja ligeramente disectada con un área de 1421.51 has, lo que representa a un 17.48%, presentan relieve disectado por pequeños cauces de acción erosiva casi permanente, que dan lugar a barrancos poco profundos, los cuales originan pendientes de $< 25 < = 50$. Los suelos tienen una de textura franco arcillo arenosa.

Tabla 11. Unidades fisiográficas según pendientes del área de la microcuenca

NOMBRE DE UNIDAD FISIOGRAFICA	SIMBOLO	PENDIENTE (%)	ÁREA (ha)	(%) DE ÁREA
Terraza baja inundable	TBI	≤ 4	170.60	2.10
Terraza baja no inundable	TBNI	$> 4 \text{ y } \leq 8$	2225.05	27.36
Terraza media plana	TMP	≤ 8	754.14	9.27
Terraza media ondulada	TMO	$> 8 \text{ y } \leq 15$	741.17	9.11
Terraza alta plana	TAP	≤ 15	1773.10	21.80
Colina baja ligeramente disectado	CBLD	$> 15 \text{ y } \leq 25$	1421.51	17.48
Colina baja moderadamente disectado	CBMD	$> 25 \text{ y } \leq 50$	543.11	6.68
Montaña baja	MB	> 50	504.13	6.20
TOTAL			8132.81	100

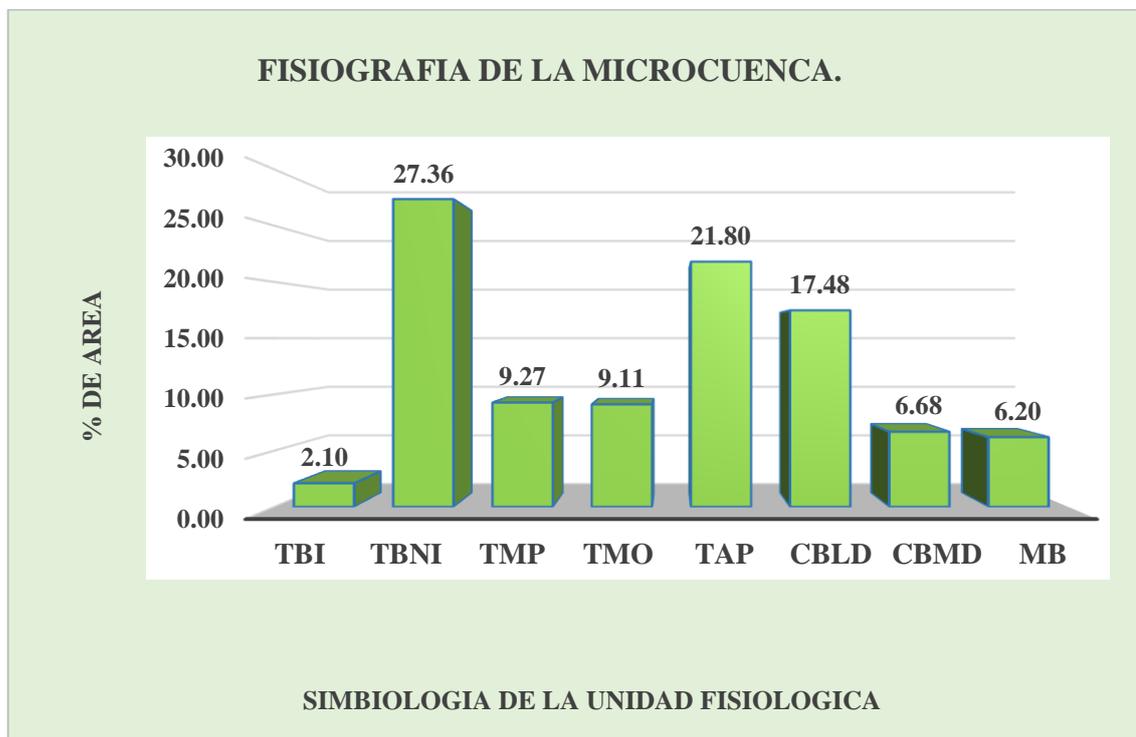


Figura 14. Porcentaje paisajístico representativo

4.2.3. Uso actual de tierras

La información obtenida sobre el Uso Actual de la Tierra, ha sido ordenada de acuerdo a la clasificación propuesta por la Unión Geográfica Internacional, en niveles, las mismas que se describen de acuerdo a sus características más importantes, que comprenden: la ubicación de las tierras que ocupa.

Tabla 12. Superficie y porcentaje del Uso Actual de tierras de Microcuenca

Códigos y nivel de UAT				Unidades de descripción y categoría de UAT	Área (ha)	Área %
Nivel I	Nivel II	Nivel III	Nivel IV			
1. Áreas artificiales	1.1	áreas urbanas		1.1. Tejido urbano discontinuo	172.09	2.12
	2. Áreas agrícolas	2.1	cultivos transitorios		2.1. Cultivos transitorios	712.60
3. Áreas mayormente naturales	3.3.	Áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo	3.3.1. Pastizal	3.3.1.3 pastizal denso	3429.41	42.17
				3.3.1.3 Pastizal denso (crespillo-chillihua)		
		3.4	áreas si o con poca vegetación	3.4.2. afloramiento rocoso/ escaza vegetación	3.4.2. Afloramientos rocosos/ Escaza vegetación	3750.13
4. Áreas húmedas	Áreas humedales continentales		4.1.2. Turberas y bofedales		24.98	0.31
				4.1.2. Bofedal		
5. Superficiales	5.1	canales quebradas o ríos		5.1. Canales, Quebradas o Ríos	43.61	0.54
Total					8132.82	100

En la presente se describe las unidades del Nivel, identificados dentro de microcuenca del río Chimu Alto Ayrihuas Zepita. La extensión de Microcuenca es 8132.81 ha de las cuales el 88.28 % corresponde a las áreas mayormente naturales, Seguidamente tenemos a las áreas agrícolas que representa 8.76 % y finalmente tenemos áreas húmedas con 0.3 %.

4.2.3.1. Áreas artificiales

Comprende las áreas de las ciudades y las poblaciones, y aquellas áreas periféricas que están siendo incorporadas a las zonas urbanas mediante un proceso gradual de urbanización. Que comprende:

a) Tejido urbano discontinuo

Esta categoría ocupa una extensión 172.09 ha, lo que representa el 2.12% del área total del estudio.



Figura 15. Áreas urbanas.

4.2.3.2. Áreas agrícolas

Comprende las áreas dedicadas a cultivos anuales. Que comprende:

a) Terrenos con cultivos transitorios en secano

Esta categoría ocupa una extensión de 712.60 ha, lo que representa el 8.76 % del área total del estudio, la zona evaluada, es la categoría de importancia ya que permite tener cultivos en limpio; papa, quinua, cañihua, Haba, cebada, avena forraje y leguminosas.



Figura 16. Cultivo en limpio (papa).

4.2.3.3. Áreas mayormente naturales

Esta categoría ocupa una extensión de 7179.54 ha, lo que representa el 88.28 % del área total del estudio.

a) Terrenos de herbazal con chilliguares

Esta clase abarca una extensión de 3429.41 ha, que representa el 42.12 % de la zona evaluada, es la clase de mayor extensión e importancia en la zona, ya que permite sostener la ganadería, vacuna, ovina y camélidos en mayor proporción, que son el mayor eje económico de la micro cuenca. Son aéreas cubiertas por una vegetación herbácea, predominantemente de especies palatables y que varían en su composición fundamentalmente de acuerdo a la humeada del suelo, exposición y características edafológicas como textura y contenido de materia orgánica.



Figura 17. Praderas naturales chilliguares

b) Terrenos con afloramiento rocoso

Esta clase abarca una extensión de 3750.13 ha, que representa el 46.11 % de la zona evaluada, es la clase de menor extensión e importante en la zona, son aéreas cubiertas por poca vegetación de especies arbustiva que varían en su exposición y características.



Figura 18. Afloramiento rocoso.

4.2.3.4. Áreas húmedas

Esta categoría ocupa una extensión de 24.98 ha, lo que representa el 0.31 % del área total del estudio.

c) Terrenos húmedos con pastizales

Esta clase es de menor extensión e importante en la zona, ya que permite sostener la ganadería, vacuno, ovina y camélidos en proporción. Son aéreas cubiertas por una vegetación de especies palatables y que varían en su composición fundamentalmente de acuerdo a la humedad del suelo, exposición y características edafológicas como textura y contenido de materia orgánica.



Figura 19. Terrenos húmedales

4.2.3.5. Superficiales

Son los cuerpos y cauces de aguas permanentes e intermitentes, que comprenden Lagos, lagunas y ríos. Este nivel comprende:

a) Canales, Quebradas o Ríos

Esta categoría ocupa una extensión de 43.61 ha, lo que representa el 0.54 % del área total del estudio.

4.2.4. Capacidad de uso mayor de suelo

La Capacidad de Uso Mayor (CUM) determinadas en el área de estudio con un área total de 8,132.81 ha.

Tabla 13. Superficie y porcentaje de las tierras estudia según CUM

GRUPO	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
A	1480.46	18.20
P	4378.36	53.84
X	2273.99	27.96
TOTAL	8132.81	100

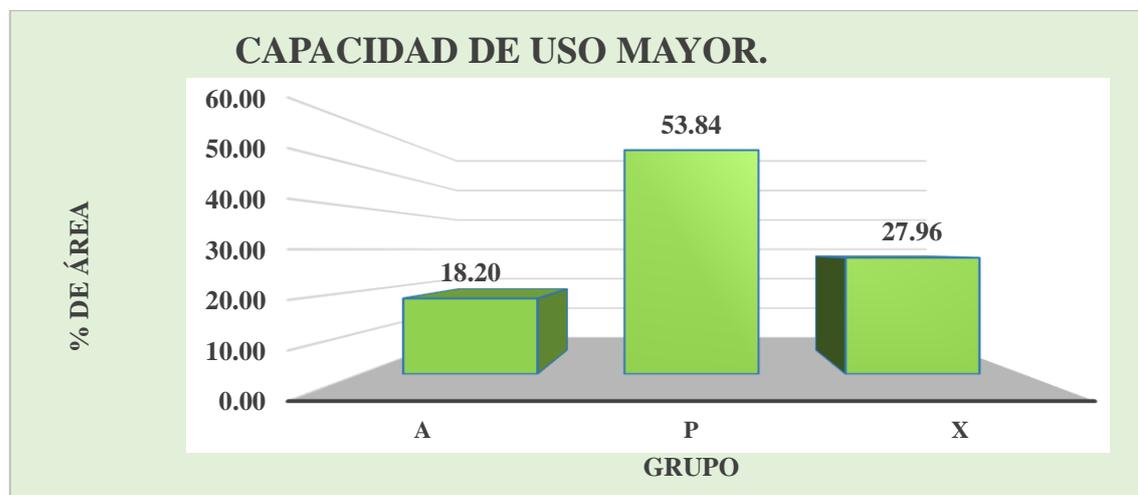


Figura 20. Porcentaje de áreas de subclase según CUM

4.2.4.1. Potencialidades y limitaciones de uso.

Según el aspecto de la naturaleza morfológica, física, química y con ayuda de la imagen satelital de alta resolución, se determinó las potencialidades según su máxima vocación de tierras y se predijo el comportamiento de las mismas. A partir de esta información se representa y expresa el uso adecuado de las tierras ya sea para los fines que sea conveniente tanto como, agrícola, pecuarios o en protección, así como también refleja y ayuda a realizar prácticas para su buen manejo y conservación, esto para evitar su deterioro (erosión de los suelos). Según el reglamento de clasificación de tierras según su capacidad de uso mayor del Decreto Supremo N° 017-2009-AG.

Tabla 14. Superficie y porcentaje de limitaciones según CUM

GRUPO	CLASE	SUB CLASE	AREA (ha)	AREA (%)
A	A3	A3 sc	1480.46	18.20
P	P2	P2sc	3663.06	45.04
	P3	P3wie	715.30	8.80
X	X	X	2273.99	27.96
Total			8132.81	100

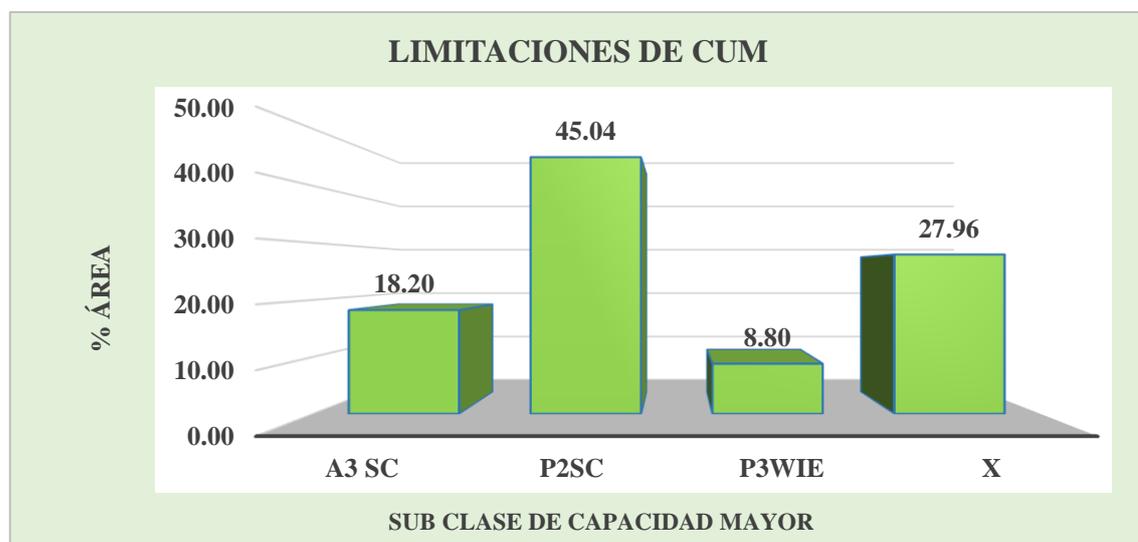


Figura 21. Superficie y porcentaje de limitaciones según CUM.

Tabla 15. Limitaciones y calidad agrológica según clasificación de capacidad de uso mayor.

GRUPOS	CLASES	SUBCLASES	CARACTERISTICA GENERAL
A	A3	A3 sc	Tierras aptas para cultivo en limpio, de calidad agrológica media con limitaciones de suelo y clima.
P	P2	P2 sc	Tierras aptas para pastos, de calidad agrológica media con limitaciones de suelo, clima.
	P3	P3 swie	Tierras aptas para pastos, de calidad agrológica baja con limitaciones de suelo, drenaje, inundación y erosión.
X	X	X	Tierras patas para protección son tierras que no reúnen las condiciones edáficas, climáticas ni de relieve mínimas requeridas para la producción sostenible de cultivos en limpio, permanentes, pastos o producción forestal

4.2.4.1. Tierras aptas para cultivo en limpio (Símbolo A)

Comprende una superficie de 1480.46 ha, que corresponde un 18.20 % del área estudiada. Estas tierras presentan las mejores características edáficas, topográficas y climáticas de la zona, para el establecimiento de una agricultura de tipo intensivo sobre la base de especies anuales o de corto periodo vegetativo, acorde con las condiciones ecológicas del área.



Dentro este grupo se han establecido la clase: A3

Cubre una superficie de 1480.46 has., equivalente al 18.20 % del área estudiada. Está conformada por tierras de calidad agrológica baja, con bajas condiciones para la explotación agrícola. Incluye a suelos de topografía plana hasta moderadamente empinada, con limitaciones del orden edáfico, y climático.

Dentro de esta clase se ha determinado la siguiente sub clase:

Subclase A3sc

Cubre una superficie de ha, equivalente al del área total, evaluada en los suelos de, Están formados por suelos moderada profundidad, de textura franca arenosa, de drenaje de ligero a bueno y de reacción ligeramente acida, neutra a ligeramente alcalinos. Sus limitaciones principalmente están relacionadas a los factores edáficos, micro relieve o pendiente y climáticos.

Limitaciones de uso: las limitaciones de uso están referidas a la fertilidad natural media a baja que presentan, la cual esta expresada por la deficiencia de nutrientes disponibles para los cultivos, especialmente de fosforo y/o potasio y con bajo contenido de nitrógeno y las condiciones climáticas imperantes en la zona de estudio, ya que están expuestas a los peligros de heladas, causadas por las bajas temperaturas y veranillos que causan déficit hídrico.

Lineamientos de uso y manejo: La utilización de estas tierras en forma intensiva y continuada debe realizarse en el periodo propicio (diciembre, enero, febrero y marzo), de tal manera que se evite la época de más bajas de temperaturas y requiere de un manejo de suelos, en el cual se dé prioridad al sembrío a en surcos en contorno, dándole cierta inclinación y el abonamiento orgánico, adaptables al medio ecológico como el estiércol



descompuesto, compost y roca fosfórica con el fin de aumentar su capacidad de retención de humedad y nutrientes. Además se debe considerar las medidas culturales como: rotación de cultivos, etc.

Especies recomendables: De acuerdo a las características y condiciones climáticas de la zona, se recomienda la implementación de los cultivos tolerantes y resistentes a las bajas temperaturas, tales como: papa, quinua precoz, haba, cañihua, avena y cebada forrajera.

4.2.4.2. Tierras aptas para pastos (símbolo P)

Comprende una superficie de 4378.36 ha, que corresponde al 53.84 % del área estudiada. Estas tierras presentan características edáficas, topográficas y climáticas no son aptas para cultivos intensivos, pero si presentan condiciones aparentes para la conducción de pastos nativos o mejorados, adoptadas a las condiciones ecológicas del medio.

Dentro de este grupo se ha establecido la siguiente Clase de Capacidad de Uso Mayor: P2 y P3

Clase P2

Comprende una superficie 3663.06 ha equivalente al 45.04 % del área total evaluada y agrupa a las tierras de calidad agrologica media en este grupo, con limitaciones y deficiencias más intensas que la clase anterior para el crecimiento de pasturas naturales y cultivadas, que permiten el desarrollo sostenible de una ganadería. Requieren de la aplicación de prácticas moderadas de manejo de suelos y pastos para evitar el deterioro del suelo y mantener una producción sostenible.



Dentro de esta clase se ha determinado la siguiente sub clase: P2sec

Subclase P2sc

Cubre una superficie de 3663.06 ha, equivalente al 45.04 % del área total evaluada, perteneciente a los suelos de Ancocuta, chuallani. Están formados por suelos superficiales a moderados profundos, de textura de franca arenosa, moderadamente gruesa, con drenaje moderado y de reacción ligeramente acida a neutro. Sus limitaciones principalmente están relacionadas a los factores edáficos, microrelieve y climáticos.

Limitaciones de uso: las limitaciones de uso están referidas a la fertilidad natural baja que presentan, la cual esta expresada por los nutrientes disponibles para los cultivos especialmente fosforo y contenido medio de nitrógeno, presentan suelos moderadamente profundos

Lineamientos de uso y manejo: La utilización de estas tierras son mayormente para fines de producción de pastos mejorados adaptables al medio ecológicos, cuyo manejo agrostológico debe considerar las siguientes medidas: implementación de una asociación entre gramíneas y leguminosas, con incorporación de roca fosfórica para mejorar los niveles de nitrógeno y fósforo, abonos orgánicos, prácticas de enmiendas para mejorar la calidad del suelo; establecimientos de cercos, optimizando la carga animal y tiempo de pastoreo adecuado con el fin de evitar el sobre pastoreo y por consiguiente evitar el deterioro del recurso edáfico, por otro lado, en la época de precipitación pluvial se puede producir cultivos forrajeros, que pueden ser aprovechados por el ganado, ya sea en forma directa o indirecta.

Especies recomendables: implantación de cultivos y pastos tolerantes al clima, siempre teniendo en cuenta el recurso suelo.



Clase P3

Comprende una superficie 715.30 ha, equivalente al 8.80 % del área total evaluada y agrupa a las tierras de calidad agrologica baja, que requieren de practica intensivas de manejo para permitir una actividad pecuaria económicamente rentable. Incluye suelos de relieve plano a inclinado con limitaciones de orden edáfico, topográfico, climático, salinidad, drenaje. Dentro de esta clase se ha determinado las siguientes sub clase: P3swie.

Subclase P3swie

Cubre una superficie de 715.30 ha, equivalente al 8.80 % del área total evaluada, perteneciente a suelo. Están formados por suelos de moderada profundidad, de textura franco arenosas Granular, moderadamente gruesas, de reacción ligeramente alcalino. limitaciones de suelo, drenaje, inundación y erosión.

Limitaciones de uso: las limitaciones de uso están referidas a la fertilidad baja que constituye una limitación, debido a las deficiencias de nutrientes disponibles. También presenta problemas de drenaje debido al exceso de aguas pluviales en épocas de lluvia.

Lineamientos de uso y manejo: La utilización de estas tierras son mayormente para fines de producción de pastos nativos adaptables al medio ecológicos, cuyo manejo agrostológico debe considerar las siguientes medidas: carga animal y tiempo de pastoreo adecuado con el fin de evitar el sobre pastoreo y por consiguiente el deterioro del recurso edáfico. Creación de sistema de drenaje.

Especies recomendables: Se debe tratar de mantener los pastizales, con sus especies nativas mejoradas adaptadas al medio ecológico.

4.2.4.3. Tierras de Protección (símbolo X)

Comprende una superficie de 2273.99 ha, que equivale al 27.96 % del área total evaluada. Están constituidas por tierras que no reúnen las condiciones edáficas, climáticas ni de relieve mínimas requeridas para la producción sostenible de cultivos en limpio, permanentes, pastos o producción forestal. En este sentido, las limitaciones o impedimentos tan severos de orden climático, edáfico y de relieve determinan que estas tierras sean declaradas de protección, quedando relegadas para otros propósitos como por ejemplo explotación minera, áreas recreacionales, vida silvestre, plantaciones forestales de protección y otro.

4.2.5. Conflicto de uso de tierras

El conflicto de uso de tierras de la microcuenca, que se logró mediante la superposición de dos mapas temáticos como son el uso actual de tierras y capacidad de uso mayor, se puede deducir que 28.97 % de la superficie de la microcuenca está en uso excesivo, es decir se realizan actividades por encima de su capacidad natural de los suelos, el 53.08 % de la superficie de uso adecuado o sin conflicto, el 17.95 % de la superficie en subutilizado, es decir que no se está aprovechando a lo máximo la capacidad natural de los suelos .

Tabla 16. Conflicto de uso de tierras

CONFLICTO	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
SOBRE USO	2356.14	28.97
SUB USO	1459.64	17.95
USO ADECUADO	4317.04	53.08
TOTAL	8132.82	100

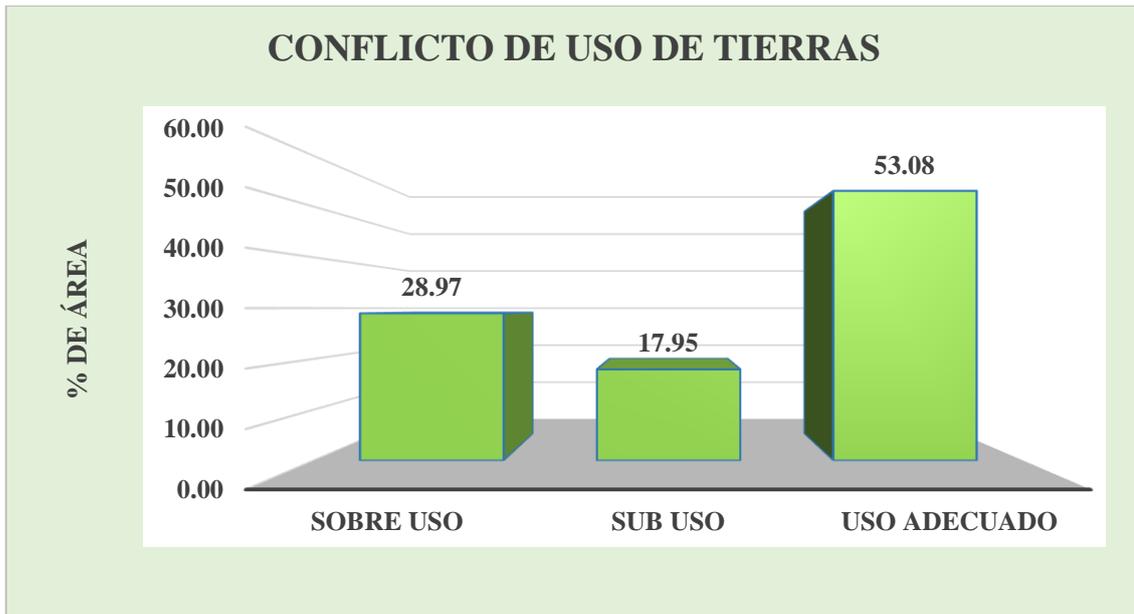


Figura 22. Conflicto de uso



V. CONCLUSIONES

PRIMERA: La microcuenca se caracteriza por relacionarse con temperaturas medias anuales de 3 a 16°C, las precipitaciones medias anuales entre las curvas de las Isoyetas entre 710 y 730 mm/año, y la zona bosque húmedo montano subtropical (bh-MS) comprende altitudes entre 3820 a 4000msnm, con 5953.42ha, y representa el 73.20%, seguida por la zona páramo muy húmedo subalpino subtropical (pmh- SaS) comprende altitudes 4000 a 4250 msnm, con 2179.39ha representa 26.80 %.

SEGUNDA: Las pendientes de la microcuenca son variadas, predominando los terrenos con pendientes plana a ligeramente inclinada son las que predominan con un área de 4514.35 hectáreas, que equivale al 55.51% del área de estudio. Los terrenos con pendientes empinadas, es la segunda área predominante con 2087.36 hectáreas, que equivale al 25.67 % del área de estudio muestra. Con fisiografía predominante de terraza baja no inundable 2225.05 has, que representa a un 27.36 %, seguidamente terraza alta plana con 1773.10 has, lo que representa a un 21.80 %. El paisaje colinoso, es el tercero representativo del área de estudio, compuesta por colina alta moderadamente disectada con un área de 1421.51 has, lo que representa a un 17.48%.

TERCERA: En cuanto al uso actual de microcuenca tiene el uso más representativo de áreas mayormente naturales con una extensión de 7179.54 ha, lo que representa el 88.28 % del área total del estudio y de áreas agrícolas con una extensión de 712.61 ha que equivaler a 8.76% y finalmente áreas húmedas representa con una extensión de 24.98 ha que equivale a 0.31 % del área total. Según el reglamento de clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor, utilizando el Decreto Supremo N.º 017-2009-AG; se han identificado las siguientes categorías: tierras aptas para cultivos en limpio (A) con calidad agrológica baja (A3) y subclases como A3sc con (1480.46 ha). Seguidamente se tiene



tierras aptas para pastos (P) con calidad agrología media (P2), con sub clases P2sc (3663.03 ha) y calidad agroecológica baja (P3), con subclase: P3wie (715.28), de la superficie estudiada con limitación de suelo (s), erosión (e), drenaje (w), inundación (i) y clima (c) y finalmente tenemos tierra de protección X con 2273.98 ha del área en estudio. Para conflicto de uso 53.08 % equivalente a 4317.04 hectáreas del área microcuenca tiene un uso adecuado y no está en conflicto. Mientras que un 28.97 % con 2356.14 hectáreas se encuentra en conflicto por sobre uso y un 17.95 % con 1456.64 hectáreas se encuentra en conflicto por subuso.



VI. RECOMENDACIONES

PRIMERA: Realizar estudios de ordenamiento territorial utilizando información existente de la presente investigación

SEGUNDA: Aplicar materia orgánica, ya sea en forma de abonos orgánicos, como el de ovino, camélidos y vacunos, en áreas de potencial de cultivos forrajeros y pastos con el fin de incrementar su capacidad retentiva de humedad y como fuente de nutrientes.

TERCERA: En las zonas de tierras aptas para pastos, es recomendable el establecimiento de pastos asociados, entre gramíneas y leguminosas, y realizar un sistema de manejo de pasturas racional para favorecer el desarrollo pecuario, evitando el sobre pastoreo y como consecuencia el deterioro del suelo.

CUARTA: Iniciar con el mejoramiento de las praderas naturales mediante la implantación de especies leguminosas como son alfalfa, trébol, rye grass.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, C. (2006). *El suelo agrícola, un ser vivo*. Obtenido de: Narraciones de la Ciencia:
<https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-79266/El%20suelo%20vivo.pdf>
- Agropuno. (2015). *Síntesis agraria*. Recuperado el 18 de 09 de 2019, de Dirección Estadística Agraria e Informática Puno,Peru: <http://www.agropuno.gob.pe>.
- Agrosavia. (2018). *Agronet*. Recuperado el 18 de setiembre de 2019, de Altoandina: Nueva variedad mejorada de avena forrajera:
<https://www.agronet.gov.co/Noticias/Paginas/Altoandina-Nueva-variedad-mejorada-de-avena-forrajera.aspx>
- Aguirre, H. A. (2009). *El manejo de la conductividad eléctrica en fertirriego* . Saltillo - Coahuila : CIQA.
- Andrade, M. & Martinez, E. (2014). *Fertilidad del suelo y parámetros que la definen*. España: Universidad de la Rioja.
- Badillo, J. & Rodríguez, R. (2010). *Mecánica de suelos*. Mexico: Limusa SA.
- Basurto, E. (2018). *Evaluación nutricional de ensilado cebada - vicia en diferentes proporciones con y sin urea al 1% en minisilos en Paturpampa - Huancavelica*. Universidad Nacional del Centro del Perú.Huancayo, Perú.
- Bohn, H. (1993). *Química del suelo*. México: Limusa, S.A. .
- Borrero, A. (2008). *Abonos orgánicos*. Recuperado el 24 de marzo de 2019, de Infoagro.com: www.infoagro.com/documentos/abonos_organicos.asp



- Bosque, J. & García, R. (2000). *Anales de geografía de la Universidad complutense*.
Obtenido de: El uso de los sistemas de información geográfica en la:
https://geogra.uah.es/joaquin/pdf/SIG_Ordenacion-territorio.pdf
- Bosque, J. & García, R. (2000). *Anales de geografía de la Universidad complutense*.
Obtenido de: El uso de los sistemas de información geográfica en la planificación
territorial: https://geogra.uah.es/joaquin/pdf/SIG_Ordenacion-territorio.pdf
- Bullón, J. (1978). *Edafología*. Huancayo, Perú: UNCP.
- Cascadas, G. & Gustavo, Y. (2013). *Cuencas hidrográficas. Fundamentos y perspectivas para su manejo y gestión*. México: DR ©.
- Chilón, E. (2014). *Manual de fertilidad de suelo y nutrición de planta*. La Paz, Bolivia: CIDAT.
- Corcuera, C. E. (2016). *Análisis de la fertilidad de los suelos agrícolas*. San Miguel: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Donahue *et al.* (1981). *Introducción a los suelos y al crecimiento de las plantas*. España, Madrid: Prentice/hallinternacional.
- FAO. (1992). *Los fertilizantes y su uso*. World Fertilizer use Manual. Paris.
- FAO. (diciembre de 2007). *Las cuencas y la gestión del riesgo*. Guatemala.
- Flores, N. (2013). *Caracterización de suelos de la comunidad campesina de Allpas - Acobamba - Huancavelica*. Huancavelica, Perú: Universidad Nacional de Huancavelica.
- Gálvez, J. J. (2011). *Cartilla técnica: ¿Qué es cuenca hidrológica?* Lima - Perú.



- Garzón, G. E. (2002). *Zonificación de los conflictos de uso de las tierras del país*. Bogotá, Colombia: D.C. Obtenido de: Uso adecuado y conflictos de uso de las tierras en Colombia.
- Gisbert, J. M., Ibáñez, S. & Moreno, H. (2010). *La consistencia del suelo*. 1-7.
- Gonzales, E. (2005). *Conservación de suelos, Asociación Española Agricultura de Conservación*.
- Gorehco, G. R. (2016). *Proyecto: Desarrollo de Capacidades para el Ordenamiento Territorial de la Región Huánuco*. Obtenido de: Submodelo de conflicto de uso de la tierra: http://zee.regionhuanuco.gob.pe/wp-content/uploads/2017/02/SM_Conflictos_Uso_Territorio_Huanuco.pdf
- GRP. (2008). *Plan estratégico regional del sector agrario de Puno 2009 - 2015*. Puno - Perú.
- GRP, G. R. (septiembre de 2014). *Zonificación ecológica económica (ZEE)*. Obtenido de: Proyecto de desarrollo de capacidades para el ordenamiento territorial de la Región Puno: http://geoservidorperu.minam.gob.pe/geoservidor/Archivos/Mapa/puno/Memoria_Descriptiva_Suelos_CUM.pdf
- Guerrero, J. (1993). *Abonos orgánicos. Tecnología para el manejo ecológico del suelo*. Red de acción en alternativas al uso de agroquímicos. Lima, Perú.
- Herrera, A. (2010). *Suelo: Con énfasis del altiplano*. Puno, Perú: Copyrigh.
- Honorato, R. (2000). *Manual de edafología*. México.



- Huaroc, R. J. & Porta, J. C. (2014). *Potencialidad de tierras y calidad de sitio con fines agroforestales en la microcuenca del río Vilca – Huancavelica*. Huancayo, Perú: Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Jaramillo, D. (2002). *Introducción a la ciencia del suelo*. Medellín.
- Jordán, A. (2005). *Manual de edafología*. Universidad de Sevilla.
- Labrador, J. (2001). *La materia orgánica en los agroecosistemas*. Madrid, España: Mundi - prensa.
- Mieres, J. (2004). *El contenido de FDN de un forraje*. INIA La Estanzuela. Montevideo, Uruguay.
- MINAN. (2010). *Manual instructivo para el levantamiento de suelos en base al enfoque*. Lima, Perú: Dirección general de Ordenamiento Territorial.
- Munera, V. G. & Meza, S. D. (2012). *El fosforo elemento indispensable para la vida vegetal*. Universidad Tecnológica de Pereira.
- Noli, C. & Ricapa, F. (2009). *Caracterización agronomica en avena forrajera en lineas promisorias para la producción de semilla en la sierra del Perú*. Universidad Nacional de Tumbes. Tumbes, Perú.
- Noriega, V. M. (2011). *Manejo y fertilidad de suelo*. Perú: Dirección General de Competitividad Agraria.
- Olaya, V. (2014). *Creative Common Atribución*. Obtenido de: Sistemas de información geográfica: https://www.icog.es/TyT/files/Libro_SIG.pdf
- Ordoñez, J. (2011). *Cartilla técnica: ¿Qué es cuenca hidrológica?* Lima - Perú.



- Osorio, N. W. (2012). *Toma de muestras de suelos para evaluar la fertilidad del suelo* . Colombia.
- Peña, T. (2016). *Materia orgánica y humus del suelo: Todo sobre la alquimia del suelo*. España.
- Quispe, V. J. (2010). *Guía de modelamiento participativo para zonificación ecológica y económica – Región Cajamarca* . Cajamarca - Perú.
- Robles, R. (1990). *Producción de granos y forrajes*. Editorial LIMUSA. Distrito Federal, Mexico.
- Rodríguez *et al.* (2010). Sistemas de información geográfica como herramienta para evaluar la aportación antropica de mercurio en suelos. *Revista Geográfica de América Central*, 1-18.
- Rodríguez, M. (2007). Potencialidad de las técnicas sig para la gestión medioambiental: aplicación al estudio de la erosión. *Revista Electrónica y medio ambiente UCM* , 1-14.
- Salas *et al.* (2008). La ordenación del territorio y la vocación de uso agrícola de la tierra en Venezuela. *Revista Geográfica Venezolana*, 267 - 288.
- Sánchez *et al.* (2003). *La cuenca hidrográfica: unidad básica de planeación y manejo de recursos naturales*. México: D.F., Tlalpan. Obtenido de: La cuenca hidrográfica:.
- Sánchez, A., García, R. M., Palma, A. (2003). *La cuenca hidrográfica: Unidad básica de planeación y manejo de recursos naturales*. MEXICO: D.F., Tlalpan. Obtenido de: Unidad básica de planeación y manejo de recursos naturales.
- Sierra, C. (1982). *La acidez y alcalinidad de los suelos (pH)* . Osorno, Chile: INIA.



- Silicuaña, N. (2017). *Evaluación de la fertilidad del suelo en parcelas con sistemas agroforestales en zona semiarida en la provincia Tapacari, Cochabamba*. La Paz, Bolivia: UMSA.
- Sosa, A. & Zorrilla, E. (2005). *Manual de gestión y manejo integral de microcuencas*. Terma - Perú. Obtenido de: Manejo intensivo de microcuencas Altoandinas.
- Sosa, A. & Zorrilla, E. (2005). *Manual de gestión y manejo integral de microcuencas*. Obtenido de: Manejo Intensivo de Microcuenca Altoandinas.
- Taxa, L. J. (2015). *Sistema tradicional de clasificación de tierras utilizado por la comunidad campesina de Laraos - Yauyos*. Huancayo, Perú: Universidad Nacional del Centro del Perú.
- USDA. (2014). *Departamento de agricultura de los EE.UU. MÉXICO*. Obtenido de: Claves para la taxonomía del suelo: https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs142p2_051546.pdf
- Vásquez et al. (2016). *Manejo y gestión de cuencas hidrográficas*. Lima, Perú: UNALM.
- Vasquez, A. (2000). *Manejo de cuencas altoandinas (Vol. II)*. Lima, Peru: UNALM.
- Vega, J. (2012). *Centro de recursos complementarios para las asignaturas: Expresión gráfica, topografía, fotointerpretación y SIG, y SIG en vías y transporte*. Universidad de Medellín: Facultad de Ingeniería. Programa de Ingeniería Civil.
- Vieira et al. (1998). *Manejo integrado de la fertilidad del suelo en zonas laderas*. Salvador.
- Zalaveta, A. (1992). *Edafología: El suelo en relación con la producción*. Lima, Perú: CONCYTEC.



ANEXOS

Anexo 1. Descripción de los perfiles modales de las unidades de suelo

FERFIL MODAL DE LA SERIE PASTO GRANDE

LOCALIDAD	: Distrito de Zepita, Comunidad de Villa Chimu Pasto Grande		
PENDIENTE	: 0 a 4%		
ZONA DE VIDA	: Bosque humedo Montano Subtropical		
MATERIAL MADRE	: coluvial		
VEGETACION	: Terrenos con cultivos de avena, pastizal, chilligua.		
PEDREGOSIDAD	: 0%		
ALTITUD	: 3864		
CORDENADAS	: X-479711.9 / Y-8175824.6		
Horizonte	Prof./cm	Descripcion de libreta de campo	Descripcion de muestra compuesta
A	0-20	Arcilla , negro (5 YR 2.5/1) en humedo, granular (40 %) fina debil, fiabile de permeabilidad buena, de horizonte diformismo claramente marcada.	Esta constituido por suelos de textura arcillosa, fina con una profundidad moderadamente profundo de drenaje pobre, con una reaccion moderadamente
B	20-40	Franco arcilloso, negro (5 YR 2.5/1) en humedo, granular (60 %) no fiabile con presencia de raices muy finas.	alcalino (pH 8), contenido alto de materia organica (3.9%), contenido de fosforo medio (7.0ppm) y contenido bajo en
C	40-90	Franco arcilloso material madre arenisca poca presencia de raiz hasta 60 cm .	potasio (82.1 ppm).



FERFIL MODAL DE LA SERIE CHIMU

LOCALIDAD	: Distrito de Zepita, Centro Poblado de Alto Pavita Chimu
PENDIENTE	: 25 a 50%
ZONA DE VIDA	: Paramo muy humedo subalpino subtropical
MATERIAL MADRE	: coluvial
VEGETACION	: ichu, andeneria
PEDREGOSIDAD	: 8 %
ALTITUD	: 4057
CORDENADAS	: X- 478583 / Y- 8174656.6

Horizontes	Prof./cm.	Descripcion de libreta de campo	Descripcion de muestra compuesta
A	0 -20	Franco arenoso, gris muy oscuro (5YR 3/1), en humedo, fiabile, laminar, con presencia de raiz ramificado.	Esta constituido por suelos de textura arcillo arenoso, fina con una profundidad moderadamente profundo de drenaje pobre, con una reaccion neutra (pH 6.8), contenido bajo de materia organica (1.6%), contenido de fosforo bajo (6.8 ppm) y contenido bajo en potasio (74.3 ppm).
C	20- 60	Arcillo arenoso; marron rojizo oscuro (5YR 3/3) en humedo, raiz hasta 60 cm y presencia de pedregosidad.	



FERFIL MODAL DE LA SERIE ALTO ALIANZA

LOCALIDAD	: Distrito de Zepita, Comunidad de Villa Chimu Alto Alianza		
PENDIENTE	: 8 a 15%		
ZONA DE VIDA	: Bosque humedo montano subtropical		
MATERIAL MADRE	: coluvial		
USO ACTUAL	: terrenos en descanso presencia de ichi, sillu sillu.		
PEDREGOSIDAD	: 0%		
ALTITUD	: 3998		
CORDENADAS	: X- 479554.4 / Y- 8173000.8		
Horizontes	Prof./cm.	Descripcion de libreta de campo	Descripcion de muestra compuesta
A	0-30	Franco limoso , marron muy oscuro (10YR 2/2) en humedo, fiable con presencia de raiz fina, y presenta una oxidacion.	Esta constituido por suelos de textura Franco arcillo arenoso, moderadamente fina con una profundidad moderadamente profundo de drenaje pobre, con una reaccion neutra (pH 7), contenido medio de materia organica (2.2%), contenido de fosforo bajo (6.1 ppm) y contenido bajo en potasio (66.5 ppm).
C	30-60	Arcilloso, marron muy oscuro (10YR 2/2) en humedo con prencia de raiz a 40 cm poco fiable,	



Pefil del calicata



vista panoramica

FERFIL MODAL DE LA SERIE ANCOCUTA

LOCALIDAD	: Distrito de Zepita, Comunidad de Villa Chimu Ancocuta		
PENDIENTE	: 0 a 4%		
ZONA DE VIDA	: bosque humedo montano subtropical		
MATERIAL MADRE	: coluvial		
VEGETACION	: terreno en descanso, con cultivo de avena y prensencia iru ichu.		
PEDREGOSIDAD	: 0%		
ALTITUD	: 3877		
CORDENADAS	: X- 482559.2 / Y- 8174451.7		
Horizontes	Prof./cm.	Descripcion de libreta de campo	Descripcion de muestra compuesta
A	0-35	arenosa; rojo oscuro (2.5 YR 4/2); en húmedo: poco friable; granular, con poca cobertura vegetal, Límite de horizonte claro al	Esta constituido por suelos de textura areno franco, gruesas con una profundidad moderadamente profundo, con una reaccion ligeramente acido

B	35- 75	arenoso, marron rojizo oscuro (5YR 3/3) en humedo fiable granosa con prencia de raiz.	(pH 6.1), contenido bajo de materia organica (0.74%), contenido de fosforo medio (11.0 ppm) y contenido medio en potasio (101.7 ppm).
----------	--------	---	---



FERFIL MODAL DE LA SERIE CHUALLANI

LOCALIDAD	: Distrito de Zepita, Comunidad de Alto Ayrihuas Chuallani		
PENDIENTE	: 0 a 4%		
ZONA DE VIDA	: Bosque humedo montano subtropical		
Material madre	: coluvial		
VEGETACION	: terrenos con pasto cultivado alfalfa, cultivo de avena		
PEDREGOSIDAD	: 0%		
ALTITUD	: 3877		
CORDENADAS	: Y- 482285.7 / Y- 8173066		
Horizontes	Prof./cm.	Descripcion de libreta de campo	Descripcion de muestra compuesta
A	0-50	Arenoso, marron rojizo oscuro (5 YR 3/3) en humedo fiable con permeabilidad lenta, granular.	Esta constituido por suelos de textura franco arenoso, gruesa, con una

B	50 – 97	Franco arenoso, marron rojizo oscuro (5 YR 2.5/2); en húmedo, poco fiable, granular con permeabilidad lenta con presencia de raiz muy fina hasta.	profundidad moderadamente profundo, con una reaccion ligeramente acido (pH 6.5), contenido bajo de materia organica (0.97%), contenido de fosforo bajo (5.5 ppm) y contenido bajo en potasio (46.9 ppm).
C	97 – 100	Material madre arenisca con poca presencia de raiz.	



FERFIL MODAL DE LA SERIE IÑACANI

LOCALIDAD	: Distrito de Zepita, Comunidad de Alto Ayrihuas Iñacani.		
PENDIENTE	: 8-15%		
ZONA DE VIDA	: Paramo muy humedo subalpino subtropical		
ROCA MADRE	: coluvial		
VEGETACION	: cultivo de papa, con presencia de terrenos en descanso		
PEDREGOSIDAD	: 0%		
ALTITUD	: 4043		
CORDENADAS	: X- 481047.7 / Y- 8170621.8		
Horizontes	Prof./cm.	Descripcion de libreta de campo	Descripcion de muestra compuesta

A	0-60	Arenoso; marron (7.5YR 4/3); en húmedo, friable; estructura fuertemente granular, con presencia de raiz muy fina hasta 60 cm.	Esta constituido por suelos de textura areno franco, gruesas con una profundidad moderadamente profundo, con una reaccion ligeramente acido (pH 6.2), contenido bajo de materia organica (0.6%), contenido de fosforo bajo (4.1 ppm) y contenido bajo en potasio (23.9 ppm).
C	60+	Horizonte diformismo debajo de la napa freatica.	



FERFIL MODAL DE LA SERIE IRUITO

LOCALIDAD	: Distrito de Zepita, Comunidad de Bajo Ayrihuas Iruito
PENDIENTE	: 0 a 4%
ZONA DE VIDA	: Bosque humedo montano subtropical
Material madre	: coluvial
USO ACTUAL	: pastizal micelanio
PEDREGOSIDAD	: 2%
ALTITUD	: 3864
CORDENADAS	: X- 485780.8 / Y- 8171410.6

Horizontes	Prof./cm.	Descripcion de libreta de campo	Descripcion de muestra compuesta
A	0-23	Arenoso, rojo parduzco (10 R 3/2) en humedo con una profundidad de raiz fina	Esta constituido por suelos de textura arcillo arenoso, fina con una profundidad moderadamente profundo, con una reaccion ligeramente acido (pH 6.5), contenido bajo de materia organica (1.0%), contenido de fosforo bajo (1.8 ppm) y contenido medio en potasio (105.6 ppm).
B	23-33	Arcilla arenosa marron oscuro (7.5 YR 3/3); en húmedo: friable; granular, muy fina y débil.	
C	33-50	Franco arenoso, marron muy oscuro (7.5 3/3) en humedo debajo de la napa freatica presencia de gravosidad, pedregosidad.	



FERFIL MODAL DE LA SERIE COLCAHUECO

LOCALIDAD	: Distrito de Zepita, Comunidad de Bajo Ayrihuas Colcahueco
PENDIENTE	: 4 a 8%
ZONA DE VIDA	: Bosque humedo montano subtropical
MATERIAL MADRE	: Coluvio aluvial
VEGETACION	: cultivo de papa
PEDREGOSIDAD	: 0%
ALTITUD	: 3901

CORDENADAS		: X- 486443.4 / Y- 8169055.4	
Horizontes	Prof./cm.	Descripcion de libreta de campo	Descripcion de muestra compuesta
A	0-30	Arenoso; pardo grisáceo oscuro (2.5 YR 3/2); en húmedo: friable; granular, muy fina y débil, presncia de raiz hasta 20 cm.	Esta constituido por suelos de textura arcillo franco arenoso, moderadamente gruesa con una profundidad moderadamente profundo, con una reaccion ligeramente acido (pH 6.5), contenido bajo de materia organica (0.97 %), contenido de fosforo alto (26 ppm) y contenido bajo en potasio (50.8ppm).
C	30-60	Franco arcilloso rojo oscuro (2.5 YR 3/3) por debajo de 60 cm presencia de agua.	



FERFIL MODAL DE LA SERIE LACONI

LOCALIDAD	: Distrito de Zepita, Comunidad de Bajo Ayrihuas Laconi
PENDIENTE	: 0 a 4%
ZONA DE VIDA	: Bosque humedo montona subtropical
MATERIAL MADRE	: colialial
VEGETACION	: pastizal, chilligua, cultivo de cebada, avena
PEDREGOSIDAD	:0%

ALTITUD	: 3888		
CORDENADAS	: X- 489135.5 / Y- 8171586.7		
Horizontes	Prof./cm.	Descripcion de libreta de campo	Descripcion de muestra compuesta
A	0-83	Arenoso; rojo oscuro (2.5 YR 3/3); en húmedo: friable; granular, muy fina y débil, presencia de raíz muy fina y con presencia de oxidacion.	Esta constituido por suelos de textura arcillo franco arenoso, moderadamente gruesa con una profundidad profundo, con una reaccion ligeramente alcalino (pH 8.5), contenido bajo de materia organica (1.1 %), contenido de fosforo bajo (1.8 ppm) y contenido bajo en potasio (26.6 ppm).
B	83- 110	Arcilloso, rojo oscuro (2.5 YR 3/2) en humedo poco fiable con horizonyte diformismo.	



FERFIL MODAL DE LA SERIE LLALLAGUA B

LOCALIDAD	: Distrito de Zepita, Comunidad de Bajo Ayrihuas Llagua B
PENDIENTE	: 4 a 8%
ZONA DE VIDA	: Bosque huemdo montano subtropical
MATERIAL MADRE	: coluvial
VEGETACION	: presnecia de roca expuesta, canlli

PEDREGOSIDAD	: 10%		
ALTITUD	: 3904		
CORDENADAS	: X- 486935.1 / Y- 8171586.7		
Horizontes	Prof./cm.	Descripcion de libreta de campo	Descripcion de muestra compuesta
A	0-4	Franco arenosa; rojo oscuro (2.5 YR 3/2); en húmedo friable; granular, presencia de mantilo a 2c.	Esta constituido por suelos de textura arcillo franco arenoso, moderadamente gruesa con una profundidad de suelo muy superficial, con una reaccion neutra (pH 7), contenido bajo de materia organica (1.8 %), contenido de fosforo bajo (5.6 ppm) y contenido alto en potasio (277.6 ppm).
C	4-7	Arenosa roca madre, presencia de raiz superficiales.	



FERFIL MODAL DE LA SERIE CANAHUAYTO DOS

LOCALIDAD	: Distrito de Zepita, Comunidad de Canahuato canahuato dos
PENDIENTE	: 4 a 8%
ZONA DE VIDA	: Boosque humedo montano subtropical
MATERIAL MADRE	: coluvial

VEGETACION		: thola, canlli,	
PEDREGOSIDAD		: 10%	
ALTITUD		: 3901	
CORDENADAS		: X- 485924.8 / Y- 8174452.21	
Horizontes	Prof./cm.	Descripcion de libreta de campo	Descripcion de muestra compuesta
A	0-10	Arenosa; rojo muy oscuro (2.5 YR 3/2); en humedo presencia de raiz ramificada, con presencia de pedregosidad.	Esta constituido por suelos de textura arcillo franco arenoso, moderadamente gruesa con una profundidad de suelo muy superficial, con una reaccion moderadamente alcalino (pH 8.2), contenido bajo de materia organica (1.7 %), contenido de fosforo bajo (5.7 ppm) y contenido bajo en potasio (78.2 ppm).
C	10-13	Arenosa rojo oscuro con presencia de raiz con una estimacion de fraccion de 80%.	



FERFIL MODAL DE LA SERIE CANAHUAYTO TRES

LOCALIDAD	: Distrito de Zepita, Comunidad de Canahuayto canahuato tres.
PENDIENTE	: 0 a 4%
ZONA DE VIDA	: Bosque humedo montano subtropical
MATERIAL MADRE	: coluvial

VEGETACION	: pastizal presencia de chilligua, totorilla, iru ichu.		
ALTITUD	: 3865		
CORDENADAS	: X-48432.1 / Y-8175154.8		
Horizontes	Prof./cm.	Descripcion de libreta de campo	Descripcion de muestra compuesta
A	0 – 20	Arcillo arenosa; marron oscuro oscuro (7.5 YR 3/3) en húmedo: friable; granular;abundante presencia de raices muy finas.	Esta constituido por suelos de textura arcillo franco arenoso, moderadamente gruesa con una profundidad de suelo moderadamente profundos, con una reaccion moderadamente alcalinos (pH 8.2), contenido bajo de materia organica (1.1 %), contenido de fosforo alto (18 ppm) y contenido bajo en potasio (97.8 ppm).
B	25-50	Arcilloso, marron muy oscuro (7.5 YR 2.5/3) en humedo frecuentemente raices muy fina con compactacion fiable.	
C	50 – 85	Franco arenoso de elemnetos gruesos, grava muy finas.	





Anexo 2. Escalas para determinar la calidad agrologica.

DRENAJE (w)

Clase de drenaje		GRUPO DE CAPACIDAD DE USO MAYOR				
Símbolo	Nombre	A	C	P	F	X
		Calidad Agrologicas				
A	Excesivo	3	3	2	2	-
B	Algo excesivo	2	2	2	1	-
C	Moderadamente gruesa	1	1	1	1	-
D	Bueno	2	2	1	1	-
E	Imperfecto	3	3	2	2	-
F	Pobre	-	-	3	3	-
G	Muy pobre	-	-	3*	3	X

SALINIDAD (l)

Clase de salinidad		Grupo de capacidad de uso mayor				
Símbolo	Nombre	A	C	P	F	X
		Calidad Agrologicas				
0	Libre	1-2	1	1	1	-
1	Ligera	3	2	2	2	-
2	Moderada	-	3	3	3	-
3	Fuerte	-	-	-	-	X



INUNDACION (i)

Clase de inundación		Grupo de capacidad de uso mayor				
Símbolo	nombre	A	C	P	F	X
		Calidad Agrologicas				
0	Sin riesgo	1	1	1	1	-
1	Ligera	2	2	1	1	-
2	Moderada	3	-	2	2	-
3	severa	-	-	-	3	-
4	Extrema	-	-	-	-	X

EROSION (e)

Clase de erosión		Grupo de capacidad de uso mayor				
Símbolo	nombre	A	C	P	F	X
		Calidad Agrologicas				
0	Muy ligera	1	1	1	1	-
1	Ligera	1	1	1	1	-
2	Moderada	2	2	2	2	-
3	Severa	-	-	-	3	-
4	Extremada	-	-	-	-	X



MICRORELIEVE (e)

Clase de salinidad		Grupo de capacidad de uso mayor				
Símbolo	Nombre	A	C	P	F	X
		Calidad Agrologicas				
1	Plano	1	1	1	1	-
2	Ondulado suave	2	2	2	2	-
3	Ondulado	3	3	3	3	-
4	Microacdentado	-	-	-	4	-

PROFUNDIDAD EFECTIVA (s)

Clase de profundidad		Grupo de capacidad de uso mayor				
Símbolo	Nombre	A	C	P	F	X
		Calidad Agrologicas				
>150	Muy profundo	1	1	1	1	-
100 – 150	Profundo	1	1	1	1	-
50 – 100	Moderadamente profundo	2	2	2	2	-
25 – 50	Superficial	-	-	-	3	-
<25	Muy superficial	-	-	-	-	X



PENDIENTES LARGAS (e)

Clase pendiente (%)	Grupo de capacidad de uso mayor				
	A	C	P	F	X
	Calidad Agrologicas				
0 -2	1	1	1	1	-
2 - 4	1	1	1	1	-
4 - 8	1	1	1	1	-
8 - 15	3	2	2	1	-
15 - 25	3 (secano)	3	2	1	-
25 - 50	-	3 (secano)	3	2	
50 - 75	-	-	-	3	
>75	-	-	-	-	X

PENDIENTES CORTAS (e)

Clase pendiente (%)	Grupo de capacidad de uso mayor				
	A	C	P	F	X
	Calidad Agrologicas				
0 - 4	1	1	1	1	-
4 - 8	2	1	1	1	-
8 -15	3	2	2	1	-
15 - 25	3 (secano)	3	2	1	-
25 - 50	-	3 (secano)	3	2	-
50 - 75	-	-	-	3	-
>75	-	-	-	-	X



PEDREGOSIDAD (e)

Clase pedregosidad (superficial)	Grupo de capacidad de uso mayor				
	A	C	P	F	X
	Calidad Agrologicas				
0	1	1	1	1	-
1	2	1	1	1	-
2	-	2	2	2	-
3	-	-	3	2	-
4	-	-	-	-	X

GRAVOSIDAD O GUIJARROSIDAD (s)

Clase gravosidad o guijarrosidad	Grupo de capacidad de uso mayor				
	A	C	P	F	X
	Calidad Agrologicas				
0	1-2	1	1	1	-
1	3	2	2	1	-
2	-	3	3	1	-
3	-	-	-	2	-



TEXTURA (s)

		Grupo de capacidad de uso mayor				
Símbolo	Grupo textural	A	C	P	F	X
		Calidad Agrologicas				
G	Gravas	3	3	3	1	-
MG	Moderadamente gruesa	2	2	2	1	-
M	Media	1	1	1	1	-
MF	Muy fina	2	2	1	1	-
F	Fina	3	3	3	1	-

FERTILIDAD NATURAL (s)

Clase de fertilidad	Grupo de capacidad de uso mayor				
	A	C	P	F	X
	Calidad Agrologicas				
Alta	1	1	1	1	-
Media	2	2	2	1	-
baja	3	3	3	2	-



Anexo 3. Tabla de ubicación de Calicatas.

ZONA	X	Y	Z	Pendiente	Fisiografía
Pasto Grande	479711.9	8175824.6	3868	< 4%	Terraza baja inundable
Ancocuta	482559.2	8174451.7	3877		
Chuallani	482285.7	8173066	3877		
Iruito	485780.8	8171410.6	3864		
Laconi	489135.5	8169805	3888		
Llallagua B	486935.1	8171586.7	3904		
Canahuayto Dos	485924.8	8174452.1	3901		
Canahuayto Tres	484321	8175154.8	3865		
Colcahueco	486443.4	8169055.4	3901	4 -8 %	Terraza baja no inundable
Iñacani	481047.7	8170621.8	4043	8 – 15%	Terraza media plana
Alto Alianza	479554.4	8173000.8	3998		
Chimu	478583	8174656.6	4057	25 -50%	Colina Baja Moderadamente Disectada



Anexo 4. Análisis de caracterización de muestras compuestas.

Universidad Mayor de San Andrés
Facultad de Ciencias Puras y Naturales
Instituto de Ecología
Laboratorio de Calidad Ambiental



Informe de Ensayo: S45/19

Página 1 de 12

INFORME DE ENSAYO DE SUELOS S45/19

Cliente: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
 Solicitante: Srta. Dora Vilcarana Delgado
 Dirección del cliente: Jr. Chucuito, Nro 236 - Puno
 Procedencia de la muestra: Zepita
 Provincia: Chucuito
 Departamento: Puno
Punto de muestreo: Pasto Grande
 Responsable del muestreo: Srta. Dora Vilcarana Delgado
 Fecha de muestreo: 02 de junio de 2019
 Hora de muestreo: 06:00
 Fecha de recepción de la muestra: 03 de junio de 2019
 Fecha de ejecución del ensayo: Del 03 de junio al 02 de julio, 2019
 Caracterización de la muestra: Suelo
 Tipo de muestra: Compuesta
 Envase: Bolsa plástica
 Código LCA: 45-1
 Código original de muestra: C1

Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Límite de determinación	C1
pH acuoso	ISRIC 4		1 - 4	8,0
Conductividad eléctrica	ASPT 6	µS/cm	1,0	294
Carbón orgánico	ISRIC 5	%	0,060	2,2
Materia orgánica	ISRIC 5	%	0,10	3,9
Fósforo disponible (P)	ISRIC 14-3	P /mg*kg-1	1,5	7,0
Nitrógeno total	ISRIC 6	%	0,0014	0,17
Potasio intercambiable	ISRIC 9	cmolc/kg	0,0053	0,21
Textura				
Arena	DIN 18 123	%	2,5	42
Limo	DIN 18 123	%	1,1	18
Arcilla	DIN 18 123	%	1,1	40
Clase textural	DIN 18 123			Arcilla

- International Soil Reference and Information Center (ISRIC)
 - Análisis de Suelos y Plantas tropicales (ASTP)

* Los resultados de este informe no deben ser modificados sin la autorización del LCA.
 * La difusión de los resultados debe ser en su integridad.

La Paz, Julio 05 de 2019

CC: Archivo
 JChf/aca



Campus Universitario: Calle 27 de Cota Cota, La Paz, Telf./Fax: 2772522
 Casilla Correo Central 10077, La Paz - Bolivia



INFORME DE ENSAYO DE SUELOS S45/19

Cliente:	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
Solicitante:	Srta. Dora Vilcarana Delgado
Dirección del cliente:	Jr. Chucuito, Nro 236 - Puno
Procedencia de la muestra:	Zepita
	Provincia: Chucuito
	Departamento: Puno
Punto de muestreo:	Chimu
Responsable del muestreo:	Srta. Dora Vilcarana Delgado
Fecha de muestreo:	02 de junio de 2019
Hora de muestreo:	07:15
Fecha de recepción de la muestra:	03 de junio de 2019
Fecha de ejecución del ensayo:	Del 03 de junio al 02 de julio, 2019
Caracterización de la muestra:	Suelo
Tipo de muestra:	Simple
Envase:	Bolsa plástica
Código LCA:	45-2
Código original de muestra:	C2

Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Límite de determinación	C2 45-2
pH acuoso	ISRIC 4		1 - 4	6,8
Conductividad eléctrica	ASPT 6	µS/cm	1,0	26
Carbón orgánico	ISRIC 5	%	0,060	0,92
Materia orgánica	ISRIC 5	%	0,10	1,6
Fósforo disponible (P)	ISRIC 14-3	P /mg*kg-1	1,5	6,8
Nitrógeno total	ISRIC 6	%	0,0014	0,051
Potasio intercambiable	ISRIC 9	cmolc/kg	0,0053	0,19
Textura				
Arena	DIN 18 123	%	2,5	59
Limo	DIN 18 123	%	1,1	2
Arcilla	DIN 18 123	%	1,1	39
Clase textural	DIN 18 123			Arcillo arenoso

- International Soil Reference and Information Center (ISRIC)
- Análisis de Suelos y Plantas tropicales (ASTP)

* Los resultados de este informe no deben ser modificados sin la autorización del LCA.
* La difusión de los resultados debe ser en su integridad.

La Paz, Julio 05 de 2019

CC: Arévalo
JChMca





INFORME DE ENSAYO DE SUELOS S45/19

Cliente:	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
Solicitante:	Srta. Dora Vilcarana Delgado
Dirección del cliente:	Jr. Chucuito, Nro 236 - Puno
Procedencia de la muestra:	Zepita Provincia: Chucuito Departamento: Puno
Punto de muestreo:	Alto Alianza
Responsable del muestreo:	Srta. Dora Vilcarana Delgado
Fecha de muestreo:	02 de junio de 2019
Hora de muestreo:	08:45
Fecha de recepción de la muestra:	03 de junio de 2019
Fecha de ejecución del ensayo:	Del 03 de junio al 02 de julio, 2019
Caracterización de la muestra:	Suelo
Tipo de muestra:	Simple
Envase:	Bolsa plástica
Código LCA:	45-3
Código original de muestra:	C3

Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Límite de determinación	C3 45-3
pH acuoso	ISRIC 4		1 - 4	7,0
Conductividad eléctrica	ASPT 6	µS/cm	1,0	89
Carbón orgánico	ISRIC 5	%	0,060	1,20
Materia orgánica	ISRIC 5	%	0,10	2,0
Fósforo disponible (P)	ISRIC 14-3	P /mg*kg-1	1,5	6,1
Nitrógeno total	ISRIC 6	%	0,0014	0,12
Potasio intercambiable	ISRIC 9	cmolo/kg	0,0053	0,17
Textura				
Arena	DIN 18 123	%	2,5	55
Limo	DIN 18 123	%	1,1	14
Arcilla	DIN 18 123	%	1,1	31
Clase textural	DIN 18 123			Franco arcillo arenoso

- International Soil Reference and Information Center (ISRIC)
- Análisis de Suelos y Plantas tropicales (ASTP)

* Los resultados de este informe no deben ser modificados sin la autorización del LCA.
* La difusión de los resultados debe ser en su integridad.

La Paz, Julio 05 de 2019

CC: Archivo
JChMca





INFORME DE ENSAYO DE SUELOS S45/19

Cliente:	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
Solicitante:	Srta. Dora Vilcarana Delgado
Dirección del cliente:	Jr. Chucuito, Nro 236 - Puno
Procedencia de la muestra:	Zepita
	Provincia: Chucuito
	Departamento: Puno
	Ancocuta
Punto de muestreo:	Srta. Dora Vilcarana Delgado
Responsable del muestreo:	
Fecha de muestreo:	02 de junio de 2019
Hora de muestreo:	09:53
Fecha de recepción de la muestra:	03 de junio de 2019
Fecha de ejecución del ensayo:	Del 03 de junio al 02 de julio, 2019
Caracterización de la muestra:	Suelo
Tipo de muestra:	Compuesta
Envase:	Bolsa plástica
Código LCA:	45-4
Código original de muestra:	C4

Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Limite de determinación	C4 45-4
pH acuoso	ISRIC 4		1 - 4	6,1
Conductividad eléctrica	ASPT 6	µS/cm	1,0	14
Carbón orgánico	ISRIC 5	%	0,060	0,43
Materia orgánica	ISRIC 5	%	0,10	0,74
Fósforo disponible (P)	ISRIC 14-3	P /mg*kg-1	1,5	11
Nitrógeno total	ISRIC 6	%	0,0014	0,021
Potasio intercambiable	ISRIC 9	cmolc/kg	0,0053	0,26
Textura				
Arena	DIN 18 123	%	2,5	88
Limo	DIN 18 123	%	1,1	4
Arcilla	DIN 18 123	%	1,1	8
Clase textural	DIN 18 123			Areno franco

- International Soil Reference and Information Center (ISRIC)
- Análisis de Suelos y Plantas tropicales (ASTP)

* Los resultados de este informe no deben ser modificados sin la autorización del LCA.
* La difusión de los resultados debe ser en su integridad.

La Paz, Julio 05 de 2019

CC: Archivo
JChfca





INFORME DE ENSAYO DE SUELOS S45/19

Cliente:	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
Solicitante:	Srta. Dora Vilcarana Delgado
Dirección del cliente:	Jr. Chucuito, Nro 236 - Puno
Procedencia de la muestra:	Zepita
	Provincia: Chucuito
	Departamento: Puno
	Chullani
Punto de muestreo:	Srta. Dora Vilcarana Delgado
Responsable del muestreo:	02 de junio de 2019
Fecha de muestreo:	10:18
Hora de muestreo:	03 de junio de 2019
Fecha de recepción de la muestra:	Del 03 de junio al 02 de julio, 2019
Fecha de ejecución del ensayo:	Suelo
Caracterización de la muestra:	Compuesta
Tipo de muestra:	Bolsa plástica
Envase:	45-5
Código LCA:	C5
Código original de muestra:	

Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Límite de determinación	C5 45-5
pH acuoso	ISRIC 4		1 - 4	6,5
Conductividad eléctrica	ASPT 6	µS/cm	1,0	28
Carbón orgánico	ISRIC 5	%	0,060	0,56
Materia orgánica	ISRIC 5	%	0,10	0,97
Fósforo disponible (P)	ISRIC 14-3	P /mg*kg-1	1,5	5,5
Nitrógeno total	ISRIC 6	%	0,0014	0,023
Potasio intercambiable	ISRIC 9	cmolc/kg	0,0053	0,12
Textura				
Arena	DIN 18 123	%	2,5	74
Limo	DIN 18 123	%	1,1	11
Arcilla	DIN 18 123	%	1,1	15
Clase textural	DIN 18 123			Franco arenoso

- International Soil Reference and Information Center (ISRIC)
- Análisis de Suelos y Plantas tropicales (ASTP)

* Los resultados de este informe no deben ser modificados sin la autorización del LCA.
* La difusión de los resultados debe ser en su integridad.

La Paz, Julio 05 de 2019

CC: Archivo
JCh/foa



Campus Universitario: Calle 27 de Cota Cota, La Paz, Telf./Fax: 2772522
Casilla Correo Central 10077, La Paz - Bolivia



INFORME DE ENSAYO DE SUELOS S45/19

Cliente:	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
Solicitante:	Srta. Dora Vilcarana Delgado
Dirección del cliente:	Jr. Chucuito, Nro 236 - Puno
Procedencia de la muestra:	Zepita
	Provincia: Chucuito
	Departamento: Puno
Punto de muestreo:	Iñacani
Responsable del muestreo:	Srta. Dora Vilcarana Delgado
Fecha de muestreo:	02 de junio de 2019
Hora de muestreo:	11:09
Fecha de recepción de la muestra:	03 de junio de 2019
Fecha de ejecución del ensayo:	Del 03 de junio al 02 de julio, 2019
Caracterización de la muestra:	Suelo
Tipo de muestra:	Simple
Envase:	Bolsa plástica
Código LCA:	45-6
Código original de muestra:	C6

Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Limite de determinación	C6 45-6
pH acuoso	ISRIC 4		1 - 4	6,2
Conductividad eléctrica	ASPT 6	µS/cm	1,0	30
Carbón orgánico	ISRIC 5	%	0,060	0,33
Materia orgánica	ISRIC 5	%	0,10	0,60
Fósforo disponible (P)	ISRIC 14-3	P /mg*kg-1	1,5	4,8
Nitrógeno total	ISRIC 6	%	0,0014	0,018
Potasio intercambiable	ISRIC 9	cmolc/kg	0,0053	0,061
Textura				
Arena	DIN 18 123	%	2,5	89
Limo	DIN 18 123	%	1,1	3
Arcilla	DIN 18 123	%	1,1	8
Clase textural	DIN 18 123			Areño franco

- International Soil Reference and Information Center (ISRIC)
- Análisis de Suelos y Plantas tropicales (ASTP)

* Los resultados de este informe no deben ser modificados sin la autorización del LCA.
* La difusión de los resultados debe ser en su integridad.

La Paz, Julio 05 de 2019

CC: Archivo
JChitca





INFORME DE ENSAYO DE SUELOS S45/19

Ciente:	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
Solicitante:	Srta. Dora Vilcarana Delgado
Dirección del cliente:	Jr. Chucuito, Nro 236 - Puno
Procedencia de la muestra:	Zepita
	Provincia: Chucuito
	Departamento: Puno
Punto de muestreo:	Iruito
Responsable del muestreo:	Srta. Dora Vilcarana Delgado
Fecha de muestreo:	02 de junio de 2019
Hora de muestreo:	11:58
Fecha de recepción de la muestra:	03 de junio de 2019
Fecha de ejecución del ensayo:	Del 03 de junio al 02 de julio, 2019
Caracterización de la muestra:	Suelo
Tipo de muestra:	Compuesta
Envase:	Bolsa plástica
Código LCA:	45-7
Código original de muestra:	C7

Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Límite de determinación	C7 45-7
pH acuoso	ISRIC 4		1 - 4	6,5
Conductividad eléctrica	ASPT 6	µS/cm	1,0	25
Carbón orgánico	ISRIC 5	%	0,060	0,60
Materia orgánica	ISRIC 5	%	0,10	1,0
Fósforo disponible (P)	ISRIC 14-3	P /mg*kg-1	1,5	4,1
Nitrógeno total	ISRIC 6	%	0,0014	0,035
Potasio intercambiable	ISRIC 9	cmolc/kg	0,0053	0,27
Textura				
Arena	DIN 18 123	%	2,5	52
Limo	DIN 18 123	%	1,1	8
Arcilla	DIN 18 123	%	1,1	40
Clase textural	DIN 18 123			Arcillo arenoso

- International Soil Reference and Information Center (ISRIC)
- Análisis de Suelos y Plantas tropicales (ASTP)

* Los resultados de este informe no deben ser modificados sin la autorización del LCA.
* La difusión de los resultados debe ser en su integridad.

La Paz, Julio 05 de 2019

CC: Aralim
JChVca





INFORME DE ENSAYO DE SUELOS S45/19

Cliente:	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
Solicitante:	Srta. Dora Vilcarana Delgado
Dirección del cliente:	Jr. Chucuito, Nro 236 - Puno
Procedencia de la muestra:	Zepita
	Provincia: Chucuito
	Departamento: Puno
	Colcahuenco
Punto de muestreo:	Srta. Dora Vilcarana Delgado
Responsable del muestreo:	02 de junio de 2019
Fecha de muestreo:	12:24
Hora de muestreo:	03 de junio de 2019
Fecha de recepción de la muestra:	Del 03 de junio al 02 de julio, 2019
Fecha de ejecución del ensayo:	Suelo
Caracterización de la muestra:	Simple
Tipo de muestra:	Bolsa plástica
Envase:	45-8
Código LCA:	C8
Código original de muestra:	

Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Límite de determinación	C8 45-8
pH acuoso	ISRIC 4		1 - 4	6,5
Conductividad eléctrica	ASPT 6	µS/cm	1,0	68
Carbón orgánico	ISRIC 5	%	0,060	0,56
Materia orgánica	ISRIC 5	%	0,10	0,97
Fósforo disponible (P)	ISRIC 14-3	P /mg*kg-1	1,5	26
Nitrógeno total	ISRIC 6	%	0,0014	0,023
Potasio intercambiable	ISRIC 9	cmolc/kg	0,0053	0,13
Textura				
Arena	DIN 18 123	%	2,5	74
Limo	DIN 18 123	%	1,1	10
Arcilla	DIN 18 123	%	1,1	16
Clase textural	DIN 18 123			Franco arenoso

- International Soil Reference and Information Center (ISRIC)
- Análisis de Suelos y Plantas tropicales (ASTP)

* Los resultados de este informe no deben ser modificados sin la autorización del LCA.
* La difusión de los resultados debe ser en su integridad.

La Paz, Julio 05 de 2019

CC: Andrea
JChVta



Campus Universitario: Calle 27 de Cota Cota, La Paz, Telf./Fax: 2772522
Casilla Correo Central 10077, La Paz - Bolivia



INFORME DE ENSAYO DE SUELOS S45/19

Cliente:	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
Solicitante:	Srta. Dora Vilcarana Delgado
Dirección del cliente:	Jr. Chucuito, Nro 236 - Puno
Procedencia de la muestra:	Zepita
	Provincia: Chucuito
	Departamento: Puno
	Laconi
Punto de muestreo:	Srta. Dora Vilcarana Delgado
Responsable del muestreo:	02 de junio de 2019
Fecha de muestreo:	14:13
Hora de muestreo:	03 de junio de 2019
Fecha de recepción de la muestra:	Del 03 de junio al 02 de julio, 2019
Fecha de ejecución del ensayo:	Compuesta
Caracterización de la muestra:	Simple
Tipo de muestra:	Bolsa plástica
Envase:	45-9
Código LCA:	C9
Código original de muestra:	

Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Límite de determinación	C9 45-9
pH acuoso	ISRIC 4		1 - 4	8,5
Conductividad eléctrica	ASPT 6	µS/cm	1,0	108
Carbón orgánico	ISRIC 5	%	0,060	0,61
Materia orgánica	ISRIC 5	%	0,10	1,1
Fósforo disponible (P)	ISRIC 14-3	P /mg*kg-1	1,5	1,8
Nitrógeno total	ISRIC 6	%	0,0014	0,033
Potasio intercambiable	ISRIC 9	cmolc/kg	0,0053	0,16
Textura				
Arena	DIN 18 123	%	2,5	70
Limo	DIN 18 123	%	1,1	15
Arcilla	DIN 18 123	%	1,1	15
Clase textural	DIN 18 123			Franco arenoso

- International Soil Reference and Information Center (ISRIC)
- Análisis de Suelos y Plantas tropicales (ASTP)

* Los resultados de este informe no deben ser modificados sin la autorización del LCA.
* La difusión de los resultados debe ser en su integridad.

La Paz, Julio 05 de 2019

CC: Archivo
JChMca





INFORME DE ENSAYO DE SUELOS S45/19

Cliente:	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
Solicitante:	Srta. Dora Vilcarana Delgado
Dirección del cliente:	Jr. Chucuito, Nro 236 - Puno
Procedencia de la muestra:	Zepita
	Provincia: Chucuito
	Departamento: Puno
Punto de muestreo:	Llallagua B
Responsable del muestreo:	Srta. Dora Vilcarana Delgado
Fecha de muestreo:	02 de junio de 2019
Hora de muestreo:	14:47
Fecha de recepción de la muestra:	03 de junio de 2019
Fecha de ejecución del ensayo:	Del 03 de junio al 02 de julio, 2019
Caracterización de la muestra:	Suelo
Tipo de muestra:	Simple
Envase:	Bolsa plástica
Código LCA:	45-10
Código original de muestra:	C10

Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Límite de determinación	C10 45-10
pH acuoso	ISRIC 4		1 - 4	7,0
Conductividad eléctrica	ASPT 6	µS/cm	1,0	84
Carbón orgánico	ISRIC 5	%	0,060	1,1
Materia orgánica	ISRIC 5	%	0,10	1,8
Fósforo disponible (P)	ISRIC 14-3	P /mg*kg-1	1,5	5,6
Nitrógeno total	ISRIC 6	%	0,0014	0,061
Potasio intercambiable	ISRIC 9	cmolc/kg	0,0053	0,71
Textura				
Arena	DIN 18 123	%	2,5	70
Limo	DIN 18 123	%	1,1	15
Arcilla	DIN 18 123	%	1,1	15
Clase textural	DIN 18 123			15

Franco arenoso

- International Soil Reference and Information Center (ISRIC)
- Análisis de Suelos y Plantas tropicales (ASTP)

- * Los resultados de este informe no deben ser modificados sin la autorización del LCA.
- * La difusión de los resultados debe ser en su integridad.

La Paz, Julio 05 de 2019

CC: Archivo
JChMca





INFORME DE ENSAYO DE SUELOS S45/19

Cliente:	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
Solicitante:	Srta. Dora Vilcarana Delgado
Dirección del cliente:	Jr. Chucuito, Nro 236 - Puno
Procedencia de la muestra:	Zepita
	Provincia: Chucuito
	Departamento: Puno
Punto de muestreo:	Canahuayto Uno
Responsable del muestreo:	Srta. Dora Vilcarana Delgado
Fecha de muestreo:	02 de junio de 2019
Hora de muestreo:	15:20
Fecha de recepción de la muestra:	03 de junio de 2019
Fecha de ejecución del ensayo:	Del 03 de junio al 02 de julio, 2019
Caracterización de la muestra:	Suelo
Tipo de muestra:	Simple
Envase:	Bolsa plástica
Código LCA:	45-11
Código original de muestra:	C11

Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Límite de determinación	C11 45-11
pH acuoso	ISRIC 4		1 - 4	7,0
Conductividad eléctrica	ASPT 6	µS/cm	1,0	85
Carbón orgánico	ISRIC 5	%	0,060	1,5
Materia orgánica	ISRIC 5	%	0,10	2,7
Fósforo disponible (P)	ISRIC 14-3	P /mg*kg-1	1,5	5,7
Nitrógeno total	ISRIC 6	%	0,0014	0,089
Potasio intercambiable	ISRIC 9	cmolc/kg	0,0053	0,20
Textura				
Arena	DIN 18 123	%	2,5	70
Limo	DIN 18 123	%	1,1	14
Arcilla	DIN 18 123	%	1,1	16
Clase textural	DIN 18 123			Franco arenoso

- International Soil Reference and Information Center (ISRIC)
- Análisis de Suelos y Plantas tropicales (ASTP)

* Los resultados de este informe no deben ser modificados sin la autorización del LCA.
* La difusión de los resultados debe ser en su integridad.

La Paz, Julio 05 de 2019

CC: Archivo
JChfca





INFORME DE ENSAYO DE SUELOS S45/19

Cliente:	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
Solicitante:	Srta. Dora Vilcarana Delgado
Dirección del cliente:	Jr. Chucuito, Nro 236 - Puno
Procedencia de la muestra:	Zepita
	Provincia: Chucuito
	Departamento: Puno
Punto de muestreo:	Canahuayto Tres
Responsable del muestreo:	Srta. Dora Vilcarana Delgado
Fecha de muestreo:	02 de junio de 2019
Hora de muestreo:	16:00
Fecha de recepción de la muestra:	03 de junio de 2019
Fecha de ejecución del ensayo:	Del 03 de junio al 02 de julio, 2019
Caracterización de la muestra:	Suelo
Tipo de muestra:	Compuesta
Envase:	Bolsa plástica
Código LCA:	45-12
Código original de muestra:	C12

Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Limite de determinación	C12 45-12
pH acuoso	ISRIC 4		1 - 4	8,2
Conductividad eléctrica	ASPT 6	µS/cm	1,0	67
Carbón orgánico	ISRIC 5	%	0,060	0,63
Materia orgánica	ISRIC 5	%	0,10	1,1
Fósforo disponible (P)	ISRIC 14-3	P /mg*kg-1	1,5	18
Nitrógeno total	ISRIC 6	%	0,0014	0,036
Potasio intercambiable	ISRIC 9	cmolc/kg	0,0053	0,25
Textura				
Arena	DIN 18 123	%	2,5	79
Limo	DIN 18 123	%	1,1	6
Arcilla	DIN 18 123	%	1,1	15
Clase textural	DIN 18 123			Franco arenoso

- International Soil Reference and Information Center (ISRIC)
- Análisis de Suelos y Plantas tropicales (ASTP)

* Los resultados de este informe no deben ser modificados sin la autorización del LCA.
* La difusión de los resultados debe ser en su integridad.

La Paz, Julio 05 de 2019

Ing. Jaime Chircheros Paniagua
Responsable Laboratorio de Calidad Ambiental

CC: Archivo
JCM/ta





Anexo 5. Mapas temáticos de la microcuenca.