

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



**“MICROZONIFICACIÓN EDAFOAGROSTOLÓGICA CON
APLICACIÓN DEL S.I.G. DE LA MICROCUENCA DE VILUYO -
ZONA MEDIA - PUNO”**

TESIS

PRESENTADA POR:

**MARIANELA YUCRA DURAN
VICKY JANETH VILCA QUISPE**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PROMOCIÓN 2004 II – 2007 II

PUNO – PERÚ

2016

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



“MICROZONIFICACIÓN EDAFOAGROSTOLÓGICA CON APLICACIÓN DEL S.I.G. DE LA MICROCUENCA DE VILUYO - ZONA MEDIA - PUNO”

TESIS

PRESENTADA POR:

MARIANELA YUCRA DURAN
VICKY JANETH VILCA QUISPE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 10 DE JUNIO DE 2016

APROBADO POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE :

- Ing. M.Sc. Julio CHOQUE LAZARO

PRIMER MIEMBRO :

Ing. M.Sc. Angel, CARI CHOQUEHUANCA

SEGUNDO MIEMBRO :

Ing. M.Sc. Julio, MENDOZA MAICA

DIRECTOR DE TESIS :

Ing. M.Sc. Francis, MIRANDA CHOQUE

ASESOR DE TESIS :

Ing. Sandro, SARDÓN NINA

PUNO – PERÚ

2016

Área: Ciencias agrícolas

Tema: Manejo y conservación de recursos de agua y suelos

DEDICATORIA

A Dios, Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mi padre aunque no este físicamente con nosotros, pero sé que desde el cielo siempre me cuida y me guía.

A mi madre por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.

A mi esposo por sus palabras y confianza, por su amor y brindarme el tiempo necesario para realizarme profesionalmente.

A mis hijos Jozet y Mayra por ser mi fuente de motivación e inspiración para poderme superarme cada día más y así poder luchar para que la vida nos depara un futuro mejor.

Marianela Yucra Duran

DEDICATORIA

Dedico esta Tesis primeramente a Dios, que fue el que me permitió culminar con éxito esta hermosa etapa de mi vida.

A mis padres Adela Quispe de Vilca y Félix Octavio Vilca Arratía, por su comprensión y apoyo en todo momento.

A mis hermanos Jasmani, Iris y mis sobrinos por su apoyo y su aliento para seguir con mis estudios.

Posiblemente en este momento no entiendas mis palabras, pero para cuando seas capaz, quiero que te des cuenta de lo que significas para mí. Eres la razón de que me levante cada día a esforzarme por el presente y el mañana, eres mi principal motivación. Como en todos mis logros, en este has estado presente.

Muchas gracias hijo Nicolás Valentino Aryan Vilca Quispe por ser el motor para impulsar este gran desarrollo en mi vida profesional y personal.

Vicky Janeth Vilca Quispe

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional del Altiplano de Puno, en especial a la mejor Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica, que gracias a las enseñanzas de los docentes forman profesionales de gran sabiduría científica y técnica en la ciencia de la ingeniería agronómica.
- A mi Director de Tesis, Ing. M.Sc. Francis, Miranda Choque, por su generosidad al brindarnos la oportunidad de recurrir a su capacidad y experiencia científica en un marco de confianza, afecto y amistad, fundamentales para la concreción de este trabajo.
- Al Ing. Sandro Sardón Nina, que no dudo en el apoyo como asesor del presente proyecto de investigación, por compartir su enseñanza y su experiencias académicas.
- Al Tec. Quim. Benito Fernández Calloapaza, por el apoyo en la caracterización de suelos.

ÍNDICE

RESUMEN.....	11
INTRODUCCIÓN.....	13
CAPÍTULO I.....	15
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	15
1.1 Planteamiento del Problema	15
1.2 Antecedentes de la Investigación.....	16
1.3 Objetivos de la Investigación.....	17
1.3.1 Objetivo General:	17
1.3.2 Objetivos Específicos:.....	17
CAPÍTULO II.....	18
MARCO TEÓRICO, MARCO CONCEPTUAL Y MARCO LEGAL	18
2.1. Marco teórico	18
2.1.1. Propiedades físicas, químicas y biológicas del Suelo.....	18
2.1.1.1. Propiedades físicas de los suelos.....	18
2.1.1.2. Propiedades químicas de los suelos.....	21
2.1.1.3. Propiedades biológicas de los suelos	25
2.1.2. Regímenes de temperatura y humedad del suelo	28
2.1.3. Clasificación taxonómica del suelo.....	31
2.1.3. Clasificación práctica del suelo	35
2.1.3.1. Clasificación del Uso Actual del Suelo.....	35
2.1.3.2. Clasificación por Capacidad de Uso Mayor	36
2.1.3.3. Clases de capacidad de Uso Mayor.....	38
2.1.4. Cartografía de suelo.....	40
2.1.5. Sistema Agrostológico	42
2.1.5.1. Desarrollo del mapa Agrostológico.....	42
2.1.5.2. Etapa de campo.....	43
2.1.5.3. Método de “Transección al paso”	43
2.1.6. Definiciones de los sistemas de información geográfica (SIG)	43
2.1.6.1. Los modelos de simulaciones	44
2.1.6.2. El papel del SIG en el modelamiento y simulación.....	44
2.1.6.3. Modelos de datos	45
2.1.6.4. El SIG en la planificación y gestión	46
2.1.6.5. Georeferenciación	46

2.2.	Clasificación de los pastizales.....	47
2.2.1.	Descripción del Sitio.....	49
2.3.	Modelos	49
2.3.1.	Mapa base	50
2.3.2.	Mapa temático	50
2.3.3.	Sistemas	50
2.3.4.	Pixel.....	50
2.3.5.	Recurso natural renovable	50
2.3.6.	Regionalización.....	51
2.3.7.	Tierras.....	51
2.3.8.	Unidad de tierra	51
2.3.9.	Suelo.....	51
2.3.10.	Perfil del suelo.....	51
2.3.11.	Grupo de Capacidad de Uso Mayor	51
2.3.12.	Plan de acondicionamiento territorial.....	52
2.4.	Marco Conceptual	52
2.4.1.	Agrostología.....	52
2.4.2.	Forraje	53
2.4.3.	Pasto.....	53
2.4.4.	Pasturas.....	53
2.4.5.	Pradera	53
2.4.6.	Carga animal.....	54
2.4.7.	Unidad animal (UA).....	54
2.4.8.	Biomasa	54
2.4.9.	Cobertura.....	54
2.4.10.	Crecimiento de la pastura	54
2.4.11.	Pastos naturales	55
2.4.12.	Pastizal	55
2.5.	Marco legal	55
2.6.	Niveles de zonificación.....	56
	CAPÍTULO III.....	59
	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	59
3.1.	Etapas de trabajo.....	59
3.1.1.	Estudio edafológico.....	59
3.1.2.	Evaluación agrostológica	63
	CAPITULO V.....	69

CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN.....	74
4.1. Ámbito de estudio	74
4.2. Localización del proyecto.....	74
4.3. Marco Geología.....	75
4.3.1. Geología regional.....	75
4.4. Hidrología.....	75
4.5. Fisiografía	76
4.5.1 Descripción de las unidades fisiográficas.....	77
4.6. Vegetación	78
4.7. Vías de comunicación	79
CAPÍTULO V	80
EXPOSICIÓN INTERPRETACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	80
5.1. Clasificación de los suelos en base a su Capacidad de Uso Mayor	80
5.1.1. Tierras aptas para cultivos en limpio (A)	82
5.1.2. Tierras aptas para pastos (P).....	85
5.1.3. Tierras de protección (X).....	92
5.2. Clasificación de los suelos	92
5.2.1. Clasificación taxonómica.....	92
5.2.2. Descripción general	95
5.2.3. Descripción de serie de suelos.....	97
5.3. Evaluación Agrostológica	108
5.3.1. Delimitación de sitios de pastoreo.....	108
5.3.2. Composición florística de los pastizales	110
5.3.2.1. Familias botánicas de las especies alto andinas.....	111
5.3.3. Condición de los pastizales.....	114
5.3.4. Superficie de la condición de los pastizales por especie animal en pastoreo.....	122
5.3.5. Producción y disponibilidad de materia seca.....	123
5.3.6. Capacidad de carga animal de los sitios en pastoreo.....	124
5.3.7. Contenido de proteína cruda.....	129
CONCLUSIONES	132
RECOMENDACIONES	134
BIBLIOGRAFIA	135
ANEXO.....	139

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Resumen de las órdenes de suelos según el SoilTaxonomy	35
Cuadro 2. Clasificación de la condición de los pastizales naturales	67
Cuadro 3. Carga animal recomendada para diferentes condiciones de pastizales naturales en pastoreo por especie animal	69
Cuadro 4: Principales especies vegetales que se encuentran en la zona de Viluyo.....	78
Cuadro 5. Superficie y porcentaje de las tierras estudiada según su capacidad de Uso Mayor (CUM)- Viluyo.	81
Cuadro 6. Temperatura media mensual del aire y del suelo regionalizado del C.P. Viluyo de un record de 08 años. (2007 - 2014).....	93
Cuadro 7: Epipedones y Endopedones de los 16 serie de suelos evaluados ...	95
Cuadro 8. Clasificación taxonómica de los suelos evaluados.	96
Cuadro 9: Superficie y nombre de los sitios de pastoreo de la microcuenca Viluyo, sector medio	109
Cuadro 10. Porcentaje de especies nativas en los sitios de pastoreo.....	111
Cuadro 11: Principales familias botánicas y grupo de especies de los pastizales naturales.....	114
Cuadro 12. Puntaje total de índice de pastizal y condición de los sitios de pastizales para vacunos	117
Cuadro Nº 13. Puntaje total de índice de pastizal y condición de los sitios de pastizales para ovinos	119
Cuadro 14. Puntaje total de índice de pastizal y condición de los sitios de pastizales para alpaca	121
Cuadro 15. Sitios y superficies totales de la condición de praderas por especie animal en pastoreo	123
Cuadro 16. Producción y disponibilidad de biomasa forrajera de pastos naturales.....	124
Cuadro 17. Capacidad de carga animal óptima para vacunos	126
Cuadro 18. Capacidad de carga animal óptima para ovinos	127
Cuadro 19. Capacidad de carga animal óptima para alpacas	128
Cuadro 20. Valor porcentual de proteína cruda en los sitios de los pastizales naturales.....	130

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Grafico 1. Modelo raster y modelo vector sobre el terreno	45
Gráfico 2 .Ubicación del área evaluada	75
Gráfico 3. Distribución de las subclases de Capacidad	81
Gráfico 4. Distribución de las series de suelos	97
Gráfico 5. Delimitación de sitios de pastoreo	110
Gráfico 6. Contenido de proteína cruda en sitios de pastizales naturales	131

RESUMEN

El presente trabajo se desarrolló en la microcuenca de Viluyo de la zona media, en el distrito de Laraqueri de la región Puno, sobre una altitud de 3899 msnm, cuyo objetivo fue Zonificar por su aptitud de uso edafoagrostológica los suelos y pastizales naturales con la aplicación del S.I.G. Se utilizó como base para la delimitación de las unidades de mapeo imágenes del satélite Iconos, resolución espectral RGB (rojo, verde y azul), la escala que se digitalizó fue 1/ 25000, cuyos productos a obtener fueron: Clasificación taxonómica, en base al Soil Taxonomy, Uso Actual de Tierras según la Unión Geográfica Internacional (UGI), clasificación por Capacidad de Uso Mayor de Tierras (CUM) según el Decreto Supremo 017 - 2009 AG; En la evaluación agrostológica se delimito sitios de pastoreo, la composición florística, la condición del pastizal, la capacidad de carga animal y el valor proteico de las asociaciones vegetales. De los resultados obtenidos se puede manifestar que la zona de estudio abarcaron una superficie de 4728.27 ha. En la evaluación edafológica, se identificó 16 series de suelos: Viluyo, Bocatoma, Calapuja, Calapuja Superficial, Supucachi, Supucachi Colina, Poke, Iturasi, Copantani, San Luis, Laya, Belén, Laya Húmedo, Copatani bajo, Lequeni y Titicaca, descritos como consociaciones.

La clasificación taxonómica indica que los subgrupos que mayor área abarcan se encuentran dentro del orden de los Entisols, Inceptisols y en menor proporción los Mollisols. Se identificó 7 sub clases de capacidad de uso mayor de las tierras: A3sec, A3sc, P2sc, P3sc, P3sci, P3sec, P3swc. Se evaluó 4 categorías de uso actual de las tierras: Terrenos urbanos, con cultivos extensivos, praderas naturales, sin uso y/o improductivos. Los suelos son de reacción ligeramente ácida a neutra apta para el cultivo de pastos y cultivos de la zona. Las principales deficiencias del uso de las tierra son por factores antrópicos causado por sobre pastoreo, denudación y erosión. Las series descritas son aptas para riego por su fase de pendientes plana a ligeramente inclinada. En la evaluación agrostológica se encontró que el sitio Lequene, presenta la mayor proporción de especies dominantes con la *Festuca dolichophylla* y *Muhlenbergia fastigiata* con 26.33 y 19.67%. Se encontró 14 familias botánicas, siendo las de mayor proporción las poaceae, con 47.54%, conformados por 22.60% de especies decrecientes; 24.70% de especies acrecentantes y 0.27% de especies indeseables. De la condición de pastizales, para vacunos se encontró un sitio de condición buena; uno de condición regular; uno de condición pobre y dos sitios de condición muy pobre; para ovinos se registró un sitio de condición buena, dos de condición regular y dos de condición pobre y para alpaca se encontró un sitio de condición buena, dos de condición regular y dos de condición pobre. Los rendimientos del pastizal oscilan de 2456.12 kg de materia seca en el sitio Lequene y de 524.60 kg/ha de materia seca en el sitio viluyo de ladera alta. La capacidad de carga en promedio fue 0.18 unidades vacuno/ha/año; 1.85 unidades ovino/ha/año y 1.56 unidades alpaca/ha/año. El mejor valor de proteína fue en la asociación vegetal *Festuca dolichophylla* – *Muhlenbergia fastigiata* con 6.15% de proteína cruda.

PALABRAS CLAVE: Microzonificación, Edafoagrostología, Microcuenca, Viluyo

ABSTRACT

The work was developed in the Viluyomicrobasin of the middle zone, in the district of Laraqueri of the Puno region, on an altitude of 3899 msnm, whose objective was to Zonify for its aptitude of use edafoagrostológica the natural soils and grasslands with the application of the SIG, whose products to obtain were: Taxonomic classification, based on the Soil Taxonomy, Current Land Use according to the International Geographical Union (UGI), classification by Land Use Capability (CUM) according to Supreme Decree 017 - 2009 AG; In the agrostological evaluation, grazing sites, floristic composition, pasture condition and animal carrying capacity were delimited. From the results obtained it can be stated that the study area covered an area of 4728.27 ha. In the soil evaluation, 16 soil series were identified: Viluyo, Bocatoma, Calapuja, Superficial Calapuja, Supucachi, SupucachiColina, Poke, Iturasi, Copantani, San Luis, Laya, Belén, Laya Humid, Copatanibajo, Lequeni and Titicaca described As consociations. The taxonomic classification indicates that the subgroups with the largest area are within the order of the Entisols, Inceptisols and, to a lesser extent, the Mollisols. We identified 7 sub-classes of higher land use capacity: A3sec, A3sc, P2sc, P3sc, P3sci, P3sec, P3swc. Four categories of current land use were evaluated: Urban land, extensive crops, natural meadows, unused and / or unproductive. The soils are slightly acid to neutral soils suitable for growing pastures and crops in the area. The main deficiencies of land use are due to anthropic factors caused by grazing, denudation and erosion. In the agrostological evaluation it was found that the Lequene site presents the highest proportion of dominant species with *Festucadolichophylla* and *Muhlenbergiafastigiata* with 26.33 and 19.67%. We found 14 botanical families, with the highest proportion being poaceae, with 47.54%, formed by 22.60% of decreasing species; 24.70% of accretive species and 0.27% of undesirable species. From the pasture condition, a good condition site was found for cattle; One of regular condition; One of poor condition and two sites of very poor condition; For sheep a good condition site was registered, two of regular condition and two of poor condition and for alpaca a good condition site was found, two of regular condition and two of poor condition. Grassland yields ranged from 2456.12 kg dry matter at the Lequene site and 524.60 kg / ha dry matter at the high hillside site. The average carrying capacity was 0.18 cow / ha / year; 1.85 sheep / ha / year and 1.56 alpaca units / ha / year.

KEY WORDS: Microzonification, Edafoagrostologia, Microcuenca, Viluyo

INTRODUCCIÓN

La complejidad edafoagrostológica de las zonas alto andinas hace que la planificación territorial en el manejo del recurso suelo sea variado en diversas zonas por presentarse un clima adverso con presencia de temperaturas muy extremas, sequías prolongadas, presencia de granizadas y la gran variabilidad de la calidad de los suelos, lo que implica un desconocimiento para el manejo y la productividad de las comunidades vegetales, en vista que se cuenta con extensas áreas de pastizales naturales y que su desarrollo de biomasa forrajera está en estrecha relación con las características edafológicas del suelo.

Además de ello, el uso inadecuado de las tierras de pastoreo, puede llevar a impactos negativos tales como el deterioro de la calidad del suelo, la erosión de las capas del suelo por la pérdida de cobertura vegetal, la salinización, el deterioro del paisaje natural y sobre todo la pérdida de la diversidad agrostológica. Paralelamente a ello la cobertura vegetal de los pastizales naturales viene disminuyendo como consecuencia de la sobre carga animal producto del sobrepastoreo, lo que ocasiona una sucesión vegetal regresiva de la condición del pastizal en las canchas de pastoreo.

En la perspectiva de aprovechar racionalmente los recursos suelos y praderas naturales, sin alterar los factores bióticos y abióticos del medio ambiente, es necesario contar con la base de la información del estudio Edafoagrostológico, lo que con lleva a tomar decisiones razonables y aplicar las medidas correctivas pertinentes para el uso adecuado y sostenible de los recursos suelo y vegetación natural del altiplano.

El presente trabajo, integra la evaluación edafológica y la evaluación agrostológica, dentro de la microcuenca de Viluyo, que, por sus características fisiográficas y la aptitud de sus suelos, presenta una vocación para la ganadería altoandina, por la diversidad botánica de sus pastizales. Los resultados del presente trabajo pretenden aportar con parámetros técnicos para efectuar una planificación racional en el aprovechamiento y manejo sostenido de los suelos y de los pastizales naturales alto andinos.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El suelo es un recurso importante para el desarrollo de la producción forrajera natural, sin embargo es limitado el conocimiento de los ganaderos para un uso y aprovechamiento adecuado, debido a la no existencia de un modelo base de información temática graficada utilizando imágenes satelitales mediante el manejo del Sistema de Información Geográfica y Teledetección que permita la toma de decisiones respecto a la utilización del recurso suelo, agua y sistema edafoagrostológicas.

Los pastizales nativos, constituyen un recurso agrostológico de bastante importancia socio económico para la crianza del ganado, actualmente en la zona de estudio, no se reconoce su calidad y potencialidad de los pastos nativos, así como los tipos de vegetación natural existente y sus cualidades forrajeras para la alimentación del ganado.

Los nuevos enfoques de agricultura moderna y la explotación ganadera dentro de la planificación agraria requieren la zonificación principalmente del recurso suelo y vegetación natural existente, a los cuales se puede integrar a otros ejes temáticos como el comportamiento del clima, las características ecológicas geológicas, hidrológicas y entre otros aspectos.

1.2 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

A nivel de Centros de Investigación y Producción (CIPs)

En el CIP Ituata de la Universidad Nacional del Altiplano se realizó el proyecto de investigación “Modelación de las potencialidades de tierras, agua, cobertura vegetal y propuesta de manejo agroforestal en Sistema de Información Geográfica y teledetección en el CIP Ituata” Presentado por los Bachilleres Sandro, Nina y Salvador Mamani Cosí en el año 2012. (Sardón y Mamani, 2012)

También en el CIP Camacani de la UNA Puno se realizó el proyecto de investigación “zonificación y análisis de la potencialidad agrícola y forestal de las tierras y su ordenamiento territorial con sistema de información geográfica” presentado por Eddy Cervantes Zavala de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica en el año 2012; con la finalidad de determinar y ubicar las áreas de muestreo y trabajo en el software de información Geográfica. (Cervantes, 2012)

De igual manera en el CIP Illpa se realizó el proyecto de investigación “Manejo del recurso suelo mediante el Sistema de Información Geográfica en el CIP Illpa UNA- Puno” presentado por el Bachiller Marco Graciano Alanoca Laura de la Escuela Profesional de Ingeniería Topográfica y Agrimensura en el 2008, con la finalidad de implementar un sistema de información geográfica aplicado al manejo del recurso suelo para un mejor aprovechamiento y uso adecuado en el espacio territorial del CIP Illpa.

Evaluación edafoagrostológico de tres praderas naturales con predominancia de *Festuca dolichophylla*, *Stipa ichu* y *Festuca orthophylla* en el fundo INCA HUYO Huacullani, en relación a la composición florística y la condición actual de las praderas de las asociaciones vegetales muestran una marcada diferencia a favor de la asociación vegetal de *Festuca dolichophylla* al presentar un mayor

índice de especies deseables por superficie y su porcentaje de cobertura permite tener una mejor soportabilidad y presentar una buena condición a la carga animal (alpaca, ovino y vacuno), de “buena” a “regular”, esto en mención al menor porcentaje de desnudez del suelo, en comparación a las asociaciones vegetales de *Stipa ichu* y *Festuca orthophylla* que presenta mayores limitaciones y riesgo, cabe resaltar que el área en estudio carece de manantiales, ríos u otros afluentes de agua. (Javier Heraldo Mamani Luna, 2005).

Evaluación edafo-agrostológico de las praderas naturales del predio rustico Jayuni- Tintaya se ha realizado la evaluación edafo-agrostológico de las praderas naturales en una zona alto andina del sur del Perú, el cuan abarco una superficie de 1191,60 has. (Zamata Huisa Julian, 2009).

1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1 OBJETIVO GENERAL:

- Zonificar los suelos de la microcuenca Viluyo – zona media por su aptitud edafoagrostológica de los pastizales naturales con la aplicación del Sistema de Información Geográfica (S.I.G.)

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Clasificar los suelos de la microcuenca Viluyo en base a su Capacidad de Uso Mayor.
- Clasificar taxonómicamente los suelos de la microcuenca Viluyo
- Realizar la evaluación agrostológica de la microcuenca Viluyo en base a la composición florística, condición del pastizal, capacidad de carga animal y contenido de proteína bruta de la vegetación.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, MARCO CONCEPTUAL Y MARCO LEGAL

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. PROPIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS DEL SUELO

Bohn (1993), 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.

El principal alimento de las plantas es el agua y que la principal función del suelo es mantener las plantas erguidas y protegidas del frío y del calor. También sostenía que el continuo cultivo de una determinada especie sobre el mismo suelo lo empobrecería en particular para esta especie, ya que cada planta extraía del suelo una sustancia concreta para su alimentación y su correcto desarrollo.

2.1.1.1. PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS SUELOS

- TEXTURA DEL SUELO

Cañihua (2001), indica que la textura del suelo es la proporción de arena, limo y arcilla presentes en el suelo. Cuando más pequeña son la partícula más se acerca a la arcilla, cuando más grande son las partículas más se acerca a la arena.

Quiroga y Romano (2008), mencionan que la textura es el elemento que mejor caracteriza al suelo desde el punto de vista físico. La permeabilidad, la consistencia, la capacidad de intercambio de Tones, de retención hídrica, distribución de poros, infiltración y estructura, son alguna de las características del suelo que en gran medida dependen de la proporción de las distintas fracciones texturales que constituyen un determinado suelo.

- ESTRUCTURA DEL SUELO

Esta propiedad se refiere a la forma como se agregan y disponen las partículas del suelo. Arena, limo y arcilla en el perfil edáfico. Los agregados difieren en tamaño, forma y estabilidad. Los cuatro tipos de estructura o agregados son: granular, lenticular (laminar), cubica (en bloques) y prismática. La estructura tiene una notable influencia sobre la absorción y movimiento del agua, porosidad, aireación, fertilidad del suelo y penetrabilidad de las raíces de las plantas, entre otras. La estructura en el campo es la calificada a simple vista, separando los agregados (ONERN, 1965).

Jaramillo (2001), sostiene que las partículas sólidas del suelo que unen entre sí de diversas formas, generando unidades de mayor tamaño llamados agregados, unidades estructurales. El arreglo que se produce con estos sólidos se denomina estructuras de suelos. Las partículas finas están unidas entre sí formando grupos más o menos grandes llamados agregados.

- DENSIDAD APARENTE

Jaramillo (2011) y Vargas (2009), sostienen que la densidad aparente del suelo se define como la masa de una unidad de volumen de suelo seco (105° C) este volumen incluye tanto sólidos como los poros, por lo que la densidad aparente refleja la porosidad total del suelo. Valores de densidad aparente bajos indican generalmente una condición porosa del suelo. La densidad aparente es un parámetro importante para la descripción de la calidad del suelo y la función del ecosistema. Los valores de densidad aparente altos indican un ambiente pobre para el crecimiento de raíces, aireación reducida, y cambios indeseables en la función hidrológica como la reducción de infiltración de agua.

- CONSISTENCIA DEL SUELO

Es la propiedad del suelo en su relación a la resistencia que ofrece a la deformación a la deformación o ruptura cuando está seco, húmedo o mojado, bajo la acción de presiones de intensidad variables. La determinación de la consistencia en el campo es puramente cualitativa y varía de acuerdo al estado de humedad del suelo. Esta propiedad tiene importancia por su efecto en la penetración y desarrollo en el sistema radicular, movimiento del agua, uso de implementos agrícolas, etc. (ONERN, 1965)

Jaramillo (2001), manifiesta que de acuerdo con el contenido de humedad, el suelo presenta varios estados de consistencia, los cuales le dan ciertas propiedades especiales que definen su comportamiento mecánico; estos estados reflejan la relación en que se encuentran las fuerzas de cohesión

(atracción entre partículas o moléculas de la misma sustancia) y de adhesión (atracción entre sustancias o partículas heterogéneas) en el suelo. La consistencia refiere al grado de cohesión o adhesión de la masa del suelo, incluye las propiedades del suelo como la friabilidad, adhesividad y resistencia a la compresión. Depende en gran medida de la cantidad y el tipo de arcilla, materia orgánica y contenido de humedad del suelo (Vargas, 2009).

- HUMEDAD

Jaramillo (2001), indica que la cantidad de agua que posee el suelo es una de sus características más específicas y está determinada, fundamentalmente, por su textura, su contenido de materia orgánica, la composición de sus fracciones minerales y orgánica y el arreglo que presente el medio físico edáfico, por el aporte que se le haga natural (lluvia) o artificialmente (riego) de ella, así como por el consumo causado por la evapotranspiración.

2.1.1.2. PROPIEDADES QUÍMICAS DE LOS SUELOS

La química de suelos es la ciencia que estudia las propiedades químicas del suelo y de sus componentes inorgánicos y orgánicos, así como los fenómenos a que da lugar la mezcla de esos componentes. (Bornemisza, E. 1982). Algunas propiedades químicas del suelo son:

- pH DEL SUELO

Una de las características del suelo más importantes es su reacción, ésta ha sido debidamente reconocida debido a que los microorganismos y

plantas superiores responden notablemente tanto a su medio químico, como a la reacción del suelo y los factores asociados con ella. Tres condiciones son posibles: acidez, neutralidad, y alcalinidad (Buckman y Brady, 1966)

Existen dos grupos de factores que provocan cambios en el pH del suelo: (1) los que resultan del aumento del hidrógeno adsorbido y (2) los que aumentan el contenido de bases adsorbidas. Uno de los factores que provocan la acidez en el suelo es la descomposición de la materia orgánica ya que se forman ácidos tanto orgánicos como inorgánicos; el ácido orgánico que se encuentra con mayor frecuencia es el ácido carbónico ($\text{CO}_3 \text{H}_2$). Éste ácido remueve grandes cantidades de bases por disolución. Los ácidos inorgánicos, tales como ácido sulfúrico (H_2SO_4) y el ácido nítrico (HNO_3), son reservorios importantes de iones H en el suelo. (Buckman y Brady, 1966).

El pH del suelo nos expresa la acidez o alcalinidad del mismo, es decir, la concentración de iones H^+ disociados en la "solución suelo". Se dice que un suelo es neutro cuando el pH tiene un valor de 7. Por debajo de este valor el suelo es ácido, y por encima es básico o alcalino. En un suelo ácido existe mayor cantidad de iones H^+ que de OH^- , mientras que en uno básico es al contrario. La neutralidad es la condición óptima para el desarrollo de la mayoría de los cultivos y para la asimilación de la mayoría de los nutrientes por parte de éstos, en un suelo de pH neutro la cantidad de iones H^+ y OH^- es igual. (Vargas, 2009).

- CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

Es el conocimiento del contenido total de sales solubles en los suelos permite establecer si existen en ellos cantidades importantes para producir interferencias con la germinación normal de las semillas, con el crecimiento de las plantas o con la toma de agua por parte de los cultivos. Para medir la conductividad eléctrica se efectúa mediante un conductímetro. (Vargas, 2009).

- CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO (CIC)

La Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) de una muestra de suelo o de alguno de sus componentes, expresa: el número de moles de iones de carga positivos adsorbidos que pueden ser intercambiados por unidad de masa seca, bajo unas condiciones dadas de temperatura, presión, composición de la fase líquida y una relación de masa-solución dada. Un mol de carga positiva equivale a 6.02×10^{23} cargas de cationes adsorbidos. En unidades SI la CIC se expresa en centimoles de carga positiva por kilogramo, cmol (+) kg^{-1} o bien cmolc kg^{-1} . Con anterioridad se venía utilizando como unidad el $\text{meq}/100\text{g}$, cuyo uso se halla todavía muy extendido. El valor numérico es el mismo con ambas unidades (Porta *et al.*, 2003).

- NIVEL DE FERTILIDAD: N-P-K

Dentro del grupo de los macro nutrientes, necesarios para el crecimiento de las plantas en grandes cantidades, los nutrientes primarios son: nitrógeno, fósforo y potasio.

EL NITRÓGENO (N), es el motor del crecimiento de la planta. Es absorbido del suelo bajo la forma de nitrato (NO_3^-) o amonio (NH_4^+). En la planta se combina con componentes producidos por el metabolismo de carbohidratos para formar amino ácidos y proteínas. Siendo el constituyente esencial de las proteínas, está involucrado en todos los procesos principales de desarrollo de las plantas y en la elaboración del rendimiento. Un buen suministro de nitrógeno para la planta es importante también por la absorción de los otros nutrientes.

EL FÓSFORO (P), juega un papel importante en la transferencia de energía. Por eso es esencial para la fotosíntesis y para otros procesos químico-fisiológicos. Es indispensable para la diferenciación de las células y para el desarrollo de los tejidos, que forman los puntos de crecimiento de la planta. El fósforo es deficiente en la mayoría de los suelos naturales o agrícolas donde la fijación limita su disponibilidad.

EL POTASIO (K), tiene muchas funciones. Activa más de 60 enzimas (sustancias químicas que regulan la vida). Por ello juega un papel vital en la síntesis de carbohidratos y de proteínas. El K mejora el régimen hídrico de la planta y aumenta su tolerancia a la sequía, heladas y salinidad. Las plantas bien provistas con K sufren menos de enfermedades. (FAO, 2002).

- **CARBONATOS**. Están constituidos por iones carbonato ($\text{CO}_3^{=}$), que se acumulan en el suelo, provenientes de diferentes fuentes como son: El material calizo, aguas carbonatas, reacción del anhídrido carbónico con el agua.

2.1.1.3. PROPIEDADES BIOLÓGICAS DE LOS SUELOS

- MATERIA ORGÁNICA

La materia orgánica del suelo constituye la fracción orgánica que incluye residuos vegetales y animales en diferentes estados de descomposición, tejidos y células de organismos que viven en el suelo así como sustancias producidas por los organismos del suelo. La parte más estable de esta materia orgánica se llama humus, que se obtiene de la descomposición de la mayor parte de las sustancias vegetales o animales añadidas al suelo. La fracción orgánica del suelo regula los procesos químicos que allí ocurren, influye sobre las características físicas y es el centro de casi todas las actividades biológicas en el mismo, incluyendo la micro flora y la fauna (Bornemisza, 1982).

Guerrero (1993) refiere que existen varios tipos de abonos orgánicos, pero todos necesitan casi los mismos ingredientes; microbios que están en la tierra fértil, ellos necesitan su comida bien preparada con materiales secos ricos en carbono, como la paja; y materiales frescos ricos en nitrógeno (como el estiércol y el orín), el agua, el aire y temperatura alta. Estos cinco ingredientes deben estar presentes en cada uno de los tipos de abonos orgánicos, ya que si no lo están es difícil que se puedan descomponer los materiales orgánicos.

Labrador (1997) refiere que los terrenos cultivados sufren la pérdida de una gran cantidad de nutrientes, lo cual puede agotar la materia orgánica del suelo, por esta razón se deben restituir permanentemente. Esto se puede lograr a través del manejo de los residuos de cultivo, el aporte de los

abonos orgánicos, estiércoles u otro tipo de material orgánico introducido en el campo. El abonamiento consiste en aplicar las sustancias minerales u orgánicas al suelo con el objetivo de mejorar su capacidad nutritiva, mediante esta práctica se distribuye en el terreno los elementos nutritivos extraídos por los cultivos, con el propósito de mantener una renovación de los nutrientes en el suelo. El uso de los abonos orgánicos se recomienda especialmente en suelos con bajo contenido de materia orgánica y degradada por el efecto de la erosión, pero su aplicación puede mejorar la calidad de la producción de cultivos en cualquier tipo de suelo. La composición y contenido de los nutrientes del estiércol varía mucho según la especie animal, tipo de manejo y el estado de descomposición de los estiércoles. La gallinaza es el estiércol más rico en nitrógeno, en promedio contiene el doble del valor nutritivo del estiércol de vacuno.

Altieri (1997) menciona el decálogo de los abonos orgánicos:

1. Use como abono orgánico sólido sólo residuos procesados por compostaje o por lombricultura. Los residuos frescos sin procesar traen riesgos como fitotoxinas, patógenos y semillas de malezas indeseables que no conviene llevar a los cultivos.
2. A menos que haya investigación experimental que soporte el uso de un residuo agroindustrial, no acepte este componente en los abonos orgánicos por el peligro que representa la adición de sales minerales en el proceso industrial, las cuales pueden desequilibrar el perfil químico del abono.

3. Para que el abono orgánico continúe su proceso de descomposición en el suelo sin robarle el nitrógeno a la solución del suelo, el contenido de este elemento debe ser superior a 1,5%. Valores que se encuentren por debajo de esta cifra, ocasionan un efecto neutral y a veces negativo sobre el desempeño del cultivo. A nivel social, un material orgánico se considera abono orgánico si la suma del nitrógeno más el fósforo bajo la forma de P_2O_5 más el potasio bajo la forma de K_2O es igual o superior a 4% en base seca.
4. El abono orgánico debe expeler olores como a tierra. Es inaceptable olores amoniacales, como a orín ya que indican que el proceso de habilitación no está completo y trae riesgos de pérdida de nitrógeno y daño al cultivo.
5. El abonamiento orgánico no es sólo competencia de los agricultores. Se logran ahorros importantes y buen efecto en la cantidad y la calidad de la producción al mezclarlos con abonos de síntesis química artificial.
6. No aspire a recuperar el nivel de materia orgánica del suelo, solo con abonos orgánicos, se requiere además el reciclaje de la vegetación acompañante (Árboles, policultivos, malezas arvenses).
7. No se recomienda como residuo sano, las basuras de las grandes ciudades ya que pueden ser portadoras de metales pesados como plomo, cadmio, mercurio, etc. que contaminan los suelos y las aguas y envenenan la cadena alimenticia.

8. Los abonos orgánicos no son panacea. Como toda sustancia o grupo de sustancias, su efecto positivo o negativo sobre los cultivos, depende de su uso inteligente y a veces de ello sabemos poco. Hay interacciones con el suelo, el clima y los cultivos.
9. Si un compost o lombricompost no tiene el perfil de abono, puede en cambio tenerlo como enmienda, acondicionador, sustrato, acolchado, bioestimulante, etc. que son otros papeles importantes para la agricultura.
10. Lo orgánico no es la cola del mundo agrícola, por el contrario hoy en día es lo avanzado. No se concibe una producción avanzada hortícola sin el apoyo definido de lo orgánico. Ya se habla del papel sanitario del humus en animales y en el hombre.

2.1.2. REGÍMENES DE TEMPERATURA Y HUMEDAD DEL SUELO

A. REGÍMENES DE TEMPERATURA

La determinación de los regímenes de temperatura del suelo, se basan en las temperaturas medias de la atmósfera, de los meses de Verano: Diciembre, Enero y Febrero e Invierno: Junio, Julio y Agosto. Está en relación al hemisferio Sur. Entonces:

- Temperatura promedio anual suelo: temperatura promedio del aire más 1° C.
- Temperatura promedio del suelo en verano (TMV): Temperatura promedio del aire en verano menos 0.6° C.
- Temperatura promedio del suelo en invierno (TMI): Temperatura promedio del aire en invierno más 1° C.

Cuando la $TMV - TMI$ es igual o menor a $5\text{ }^{\circ}\text{C}$, se antepone la palabra ISO a todos los regímenes de temperatura.

La clasificación de los regímenes de temperatura se hace en base a la temperatura promedio anual del suelo a 50 centímetros de profundidad (que es donde se homogeniza la temperatura del suelo y a mayor profundidad de 50 cm. se incrementa). Normalmente la temperatura del suelo es más caliente que la temperatura del aire.

Los regímenes de temperatura son:

Pergelic; suelos permafrots, donde la temperatura es menor de 0°C durante todo el año. No se le antepone el término ISO.

Cryc; de 0°C a $8\text{ }^{\circ}\text{C}$, no se le antepone el término ISO. Puede llamarse también Frigid, al que si se le puede anteponer el término ISO.

Isofrigid; temperatura media anual menor a 8°C

Isomésic; temperatura media anual entre 8 y 15°C

Isotérmic; temperatura media anual entre 15 y 22°C

Isohipertérmic; temperatura media anual mayor a 22°C

B. REGÍMENES DE HUMEDAD

USDA-NRCS (2010), define los regímenes de humedad para suelos, teniendo en cuenta sus condiciones de humedad dominantes en años normales, están en función a la tensión del agua en el suelo, y son los siguientes:

ARIDIC Y TÓRRIC; el suelo está seco, más de la mitad de tiempo acumulativo del año en el cual la temperatura, hasta los 50 cm de profundidad, es mayor a 5°C y está húmedo, todo o una parte, menos de 90 días consecutivos, cuando la temperatura del suelo, a 50 cm de profundidad, es mayor a 8°C. Estas condiciones de humedad se presentan en climas áridos y semiáridos.

XERIC; este es un régimen establecido específicamente para las condiciones climáticas mediterráneas, donde el invierno es húmedo y frío y el verano es cálido y seco; este régimen no se aplica en las condiciones tropicales.

USTIC; en condiciones tropicales, el suelo se encuentra húmedo por 3 meses consecutivos. Estas condiciones de humedad implica que el suelo presenta condiciones adecuadas para el crecimiento vegetal, solo un semestre al año, debiéndose tener riego para poder cultivar permanentemente.

UDIC; suelo húmedo por 9 meses. En este régimen se presenta los suelos de los climas húmedos, con la precipitación bien distribuida y también aquellos de climas donde las precipitaciones se concentran en varios meses pero que son deficientes para regar el suelo y para dejar una cantidad de agua, almacenada en él, suficiente para satisfacer los requerimientos de las plantas, durante los meses secos.

PERUDIC; suelo húmedo todo el año.

AQUIC; suelo saturado con agua todo el año y todos los años. En Puno ocurre el régimen ustic.

2.1.3. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL SUELO

A. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

La clasificación de suelos consiste en el agrupamiento de los mismos de acuerdo a sus características comunes, con fines de planificar el manejo de los suelos.

USDA-NRCS (2010), define como clasificación como un grupo natural compuestos de sólidos (materiales minerales y orgánicos), líquidos y gases que ocurren en la superficie de la tierra, ocupan un espacio y se caracteriza por tener horizontes y/o capas diferenciables del material inicial como resultado de las adiciones, pérdidas, transferencias y transformaciones de energía y materia o por la habilidad para soportar plantas enraizadas en un ambiente natural.

B. CATEGORÍA DE TAXONOMÍA DE SUELOS

FAO-UNESCO (1976), La taxonomía del suelo ha sido desarrollada para agrupar suelos de características similares para fines de manejo y para facilitar un lenguaje universal entre los agrónomos y especialistas en suelos del mundo. El sistema utiliza categorías, una categoría es un conjunto de clases de suelos definidas aproximadamente al mismo nivel de abstracción y generalización.

La nomenclatura de la taxonomía ha sido desarrollada en base a raíces griegas y latinas donde cada taxón (plural de taxa=grupo con características y propiedades que pueden ser conocidos y diferenciables) tiene un nombre corto y fácil de recordar con significado inequívoco y connotativo.

- HORIZONTES DIAGNÓSTICOS SUPERFICIALES O EPIPEDONES

El Epipedon, se deriva del Griego epi=sobre y pedon= suelo, es decir a un horizonte que se está desarrollando sobre la superficie del suelo. Un epipedon no es sinónimo de un horizonte A, puede incluir parte o todo él A e incluso parte del horizonte iluvial B si el oscurecimiento por materia orgánica se extiende desde la superficie del suelo hasta el interior del horizonte B. Los epipedones son:

MOLLIC. (Del Latín mollis o blando), es un horizonte superficial, que consiste en materiales edáficos minerales a no ser que este enterrado. O se encuentre debajo de un depósito reciente de menos de 50 cm. De espesor y finalmente estratificados.

UMBRIC (Del Latín umbra; sombra), es similar al epipedon Mollic, excepto por la saturación que debe ser menor del 50 %.

HISTIC (Del Griego histic; tejido), delgado, orgánico; si es virgen o con alto contenido de materia orgánica (en suelos trabajados) saturados con agua en más de 30 días consecutivos, al menos que sea drenado. Se encuentra en la superficie del suelo a menos que se encuentre enterrado.

ANTHROPIC (Del Griego anthropikos; humano), es un horizonte superficial hecho por el hombre, a través de su continuo uso, se asemeja al Epipedon Mollic.

PLAGGEN (Del Alemán plaggen; césped), horizonte hecho por el hombre, rico en humus, espesor mayor a 50 cm. Existen marcas de herramientas, han sido dormideros de animales y producen un Ap grueso.

MELANIC (Del Griego melas; negro), el epipedon melanic es un horizonte negro grueso, contiene altas concentraciones de carbón orgánico, usualmente asociado con reducido orden de minerales o complejos de aluminio – humus.

OCHRIC (Del Griego ochros; pálido), horizonte superficial, delgado, claro y pobre en humus, este epipedon es al menos una de las características faltantes de cada uno del resto de los epipedones citados.

- SUBHORIZONTES SUPERFICIALES DE DIAGNÓSTICO O ENDOPEDONES

Se encuentran debajo de los epipedones y los principales son:

ARGILLIC: Contienen capas de arcillas silicatada aluviales del horizonte A al A. Si algunas partes del horizonte A contienen menos del 15 % de arcilla total, entonces el horizonte Bt debe tener un 3 % más de arcilla que el horizonte A; si el horizonte A contiene del 15 al 40 % de arcilla total, el horizonte Bt debe tener 1.2 veces más de arcilla que el horizonte A. El horizonte Bt tiene colores intensos, rojizos, negruzcos.

NATRIC: Similar al argillic, pero de estructura prismática o columnar y posee dentro de la CIC más de 15% de sodio intercambiable.

SPODIC: Ricos sesquióxidos de Fe y/o Al. Presente revestimiento de hierro y humus, presenta una relación C/N elevado mayor a 14.

CAMBIC: Denominado horizonte de cambio o alteración de su textura original, existiendo pocas evidencias de iluviación, son de colores anaranjado, negruzcos.

SALIC: Es un horizonte superficial con enriquecimiento de sales solubles. Con un espesor mayor o igual a 15 cm. y con un contenido de sales mayor al 2 %.

CALCIC: Es un horizonte superficial que puede ser al mismo tiempo un mollic. Con calcio equivalente o mayor o igual a 5 % de carbonatos que el horizonte subyacente.

GYPSIC: Similar al calcio, a diferencia de su contenido que es yeso.

Según LUZIO (1982) y el SOILTAXONOMY (1999), en la categoría más alta se separan todos los suelos en un número pequeño de clases lo que permite comprender y recordar las doce clases: Entisols, Vertisols, Inceptisols, Aridisols Mollisols, Spodisols, Alfisols, Ultisols, Oxisols, Histosols, Andisols, Gelisols. Cada orden resulta muy heterogéneo en lo que respecta a las propiedades que no se usaron, para reducir esta heterogeneidad se efectúa otra separación en la categoría próxima inferior, el suborden. Son más de 47 subórdenes del sistema, sin embargo existen gran heterogeneidad en cada

clase, por lo que se vuelve a separarlos en más de 230 grandes grupos y así sucesivamente hasta llegar a la serie.

Cuadro 1. Resumen de las órdenes de suelos según el SoilTaxonomy

N° de Orden	Nombre	Elemento Formativo	Término Nemotécnico	Etimología del elemento formativo
1	Entisols	ent	Juventud	Juventus
2	Vertisols	ert	Invertir	Lat.Verto ; invertir
3	Inceptisols	ept	Incipiente	Lat. Inceptum; comienzo.
4	Aridisols	ld	Árido	Lat. Aridus,seco
5	Mollisols	oll	Molicie	Lat.Mollis;blando
6	Spodisols	Od	Podsol	GriegoSpodos ; ceniza
7	Alfisols	Alf	Pedalfer	Sílaba sin sentido
8	Ultisols	Ult	Último	Lat. Ultimus, último
9	Oxisols	Ox	Oxido	De oxide;óxido
10	Histosols	Ist	Histología	Griego Histos, tejido
11	Andisols	And	Andes	Japón Ando; Negro
12	Gelisols	El	Geli	LatinGelare, congelado

Fuente: Luzio (1982)

2.1.3. CLASIFICACIÓN PRÁCTICA DEL SUELO

2.1.3.1. CLASIFICACIÓN DEL USO ACTUAL DEL SUELO

Herrera (2010), asevera que, consiste en el registro sobre el uso presente o actual del suelo. Es considerada, como un agrupamiento auxiliar interpretativa, debido a que no da predicciones precisas sobre las potencialidades de uso de los suelos.

2.1.3.2. CLASIFICACIÓN POR CAPACIDAD DE USO MAYOR

Fue adoptada por el Ministerio de agricultura del Perú a través del departamento de tierras y aguas, según Decreto Supremo N° 017 – 2009 AG, esta categoría representa la más alta abstracción, agrupando suelos de acuerdo a su vocación máxima de su uso. Reúne los suelos que presentan características y cualidades en cuanto a su aptitud natural para la producción. El sistema establece los siguientes grupos de Capacidad Mayor de las tierras:

- **TIERRAS APTAS PARA EL CULTIVO EN LIMPIO (SÍMBOLO A).** Reúnen condiciones ecológicas que permiten la remoción periódica y continuada del suelo para el sembrío de plantas herbáceas y semiarbusivas de corto periodo vegetativo, bajo técnicas económicamente accesibles a los agricultores del lugar, sin deterioro de la capacidad productiva del suelo, ni alteración del régimen hidrológico de la cuenca. Estas tierras por su alta calidad agrologica podrán dedicarse a otros fines (cultivos permanentes, pastos, producción forestal y protección), cuando en esta forma se obtenga un rendimiento económico superior al que obtendría de su utilización con fines de cultivo en limpio o cuando el interés social del Estado requiera.

- **TIERRAS APTAS PARA EL CULTIVO PERMANENTE (SÍMBOLO C).** Son aquellas cuyas condiciones ecológicas no son adecuadas a la remoción periódica (no arables) y continuada del suelo, pero que permiten la implantación de cultivos perennes, sean herbáceas, arbustivas o arbóreas (frutales principalmente); así como forrajeras, bajo técnicas económicas accesibles a los agricultores del lugar, sin deterioro de la capacidad productiva del suelo ni alteración del régimen hidrológico de la cuenca. Estas

tierras podrán dedicarse a otros fines (pastos, producción forestal y protección), cuando en esta forma obtenga un rendimiento económico superior al que obtendrá de su utilización con fines de cultivos permanentes o cuando el interés social del estado requiera.

- **TIERRAS APTAS PARA PASTOS (SÍMBOLO P).** Son aquellas que reúnen las condiciones ecológicas mínimas requeridas para cultivos en limpio o permanentes, pero que permiten su uso continuado o temporal para el pastoreo, bajo técnicas económicamente accesibles a los agricultores del lugar, sin deterioro de la capacidad productiva de recurso, ni alteración del régimen hídrico de la cuenca. Estas tierras podrán dedicarse para otros fines (producción forestal y protección), cuando en esta forma se obtenga un rendimiento económico superior al que se obtendría de su utilización con fines de pastoreo o cuando el interés social del estado lo requiera.

- **TIERRAS APTAS PARA PRODUCCIÓN FORESTAL (SÍMBOLO F).** No reúne las condiciones ecológicas requeridas para su cultivo o pastoreo, pero permiten su uso para la producción de maderas y otros productos forestales, siempre que sean manejadas en forma técnica para no causar deterioro en la capacidad productiva del recurso ni alterar el régimen hidrológico de la cuenca. Estas tierras podrán dedicarse a protección cuando el interés social y económico del estado requiera.

- **TIERRAS APTAS PARA PROTECCIÓN (SÍMBOLO X).** Están constituidas por aquellas que no reúnen las condiciones ecológicas mínimas requeridas para cultivos, pastoreo, producción forestal. Se incluyen dentro de este

grupo: picos, nevados, pantanos, playas, cauces de ríos y otras tierras que aunque presentan vegetación natural boscosa, arbustiva o herbácea, su uso no es económico y deben ser manejados con fines de protección de cuencas hidrográficas, vida silvestre, valores escénicos, científicos, recreativos y otros que impliquen beneficio colectivo o de interés social. Aquí se incluyen los parques Nacionales y reservas de biosfera.

2.1.3.3. CLASES DE CAPACIDAD DE USO MAYOR

Según el Decreto Supremo N° 017-2009- AG, las clases de capacidad son agrupaciones de los suelos en base a su calidad agrologica, que refleja la potencialidad y grado de amplitud de las limitaciones para uso agrícola.

Clases de calidad agrológica de las tierras aptas para cultivo en limpio. Se establece las siguientes clases: A1, A2, A3. Las limitaciones o riesgos se incrementan progresivamente de la clase A1 a la A3.

- **CLASE DE CALIDAD AGROLOGICA ALTA (A1).** Agrupa los suelos de más calidad agrológica del sistema, con ninguna o muy pocas limitaciones que restrinjan su uso. Permiten un amplio cuadro de cultivos agronómicos y son muy fáciles de trabajar, de excelente productividad y que requieren prácticas de manejo sencillas o de mantenimiento de las buenas condiciones de fertilidad y productividad.

- **CLASES DE CALIDAD AGROLÓGICA MEDIA (A2).** Los suelos en esta clase presentan algunas limitaciones de orden edáfico, topográfico, de inundabilidad o climático, pudiendo reducir un tanto el cuadro de cultivos así como la capacidad productiva. Requiere de prácticas moderadas de manejo

y de conservación del suelo para prevenir su deterioro o mejorar las relaciones agua – aire. Las prácticas de manejo son por lo general fáciles de aplicar.

- **CLASE DE CALIDAD AGROLÓGICA BAJA (A3).** Los suelos en esta clase presentan limitaciones serias vinculadas a los factores edáficos, topográficos, de inundabilidad o climáticos que reducen marcadamente el cuadro de cultivos intensivos o en limpio. Requieren de prácticas más intensas y a veces, especiales de conservación para mantener producciones económicamente continuadas. En general los riesgos por inundación fluvial involucran los aspectos de frecuencia, penetración o amplitud del área inundada y duración de la misma, afectando la integridad física de los suelos por efecto de la erosión lateral y comprometiendo seriamente el cuadro de cultivos a fijarse.

Clases de calidad agrológica de las tierras aptas para cultivos permanentes. Se establecen las siguientes clases; C1, C2 y C3, las limitaciones de uso se incrementan progresivamente de la clase C1 a la C3. Bajo apropiados sistemas de manejo, son capaces de producir rendimientos económicos continuados de frutales o especies industriales adaptadas a nativas.

Clases de calidad agrológica de las tierras aptas para pastos. Se establecen las siguientes clases de potencialidades: P1, P2 y P3. La calidad agrológica de estas tierras disminuye progresivamente de la clase P1 a la P3.

Clase de calidad agrológica de las tierras aptas para producción forestal. Se establece las siguientes clases de aptitud: F1, F2 y F3. La calidad agrológica de estas tierras disminuye progresivamente de la clase F1 a la F3.

2.1.4. CARTOGRAFÍA DE SUELO

A. ANÁLISIS FISIAGRÁFICO

La fisiografía es el término usado para describir, las formas de relieve del paisaje de una zona determinada, el análisis fisiográfico consiste la sistematización e interpretación de las formas o relieve con fines de separar unidades de mapeo (Villota, 1992), Así mismo, Mamani (2004), asevera que la fotointerpretación preliminar se lleva a cabo mediante el análisis fisiográfico, el cual es un método moderno de interpretar imágenes de la superficie del terreno para establecer la relación paisaje (fisiográfico – suelo).

B. GEOMORFOLOGÍA

Jaramillo (2001), explica que, la geomorfología es la rama de la geología que estudia el relieve de la tierra, es una ciencia evolutiva, resultado de un balance dinámico en el tiempo, entre procesos constructivos y destructivos, dentro del ciclo geográfico o geomorfológico, cuyo objetivo es comprender como se ha originado hasta el presente, los distintos elementos y propiedades del relieve que engloba las sucesivas fases por los que evoluciona un paisaje.

También define al paisaje morfológico, como una “gran porción de la superficie de la tierra caracterizada ya sea por una repetición de los tipos de relieve similares, pero unidos por una relación morfológica específica: volcanismo, plegamiento, erosional, glaciario, aluvial, coluvial, diluvial, marino, eólico, lacustre”.

C. UNIDAD DE MAPEO

Es 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. La unidad de mapeo es caracterizada en campo mediante examen detallado de sus características edáficas y su relación con el paisaje circundante (Villota, 1992).

D. UNIDADES CARTOGRÁFICAS DE SUELOS

En la investigación de los recursos naturales, la cartografía tiene un rol muy importante, ya que los estudios de cada especialidad que intervienen deben ser expresados en mapas. Por otra parte, la cuantificación de los recursos requiere, como base indispensable, el uso de mapas cuya precisión este de acuerdo al nivel de detalle de los estudios realizados. En este sentido, es recomendable preparar o disponer de mapas de la mayor precisión posible, con el objeto de conseguir los mejores resultados tanto en lo cuantitativo como en lo cualitativo (ONERN, 1980).

El mapa de suelos presenta un conjunto de áreas completamente delimitadas por líneas, cada una de las cuales se llama delineación de suelos; todas las delineaciones de suelos que se encuentran identificadas con un mismo símbolo en el mapa conforman una unidad cartográfica.

2.1.5. SISTEMA AGROSTOLÓGICO

Es el estudio de las especies forrajeras, su clasificación, manejo y utilización, en la alimentación del ganado. Se enfoca a evaluar áreas de praderas nativas que son las tierras que producen forraje natural para el consumo animal y que año a año en función a los factores climáticos y de manejo se regeneran en forma natural o en algunos casos artificiales, para proveer una cubierta de vegetación nativa que sirve de alimento a los animales domésticos que se explotan con fines económicos pero a la vez también a algunas especies de fauna.

2.1.5.1. DESARROLLO DEL MAPA AGROSTOLÓGICO

La elaboración de un mapa de recursos forrajeros de un predio, denominado también “mapa Agrostológico”; tiene tres fases:

- **FASE 1.** Consiste en la determinación de los sitios de pradera que contiene el predio en estudio, utilizando fotografías aéreas que cubren el predio interpretándolas para determinar los límites de los sitios de pradera y transferirlos a un plano topográfico del predio.
- **FASE 2.** Trabajo de campo para corregir algunos errores en la demarcación de sitios, analizar la vegetación de los sitios, determinar la condición de los sitios por especie animal de pastoreo y determinar su carga animal óptima por hectárea/año.
- **FASE 3.** Consiste en interpretar los resultados obtenidos y elaborar un plan de manejo racional de los recursos forrajeros del predio. (Dr. Flórez Martínez, 2005).

2.1.5.2. ETAPA DE CAMPO

Para la determinación de la condición de los pastizales por sitios de pastoreo, se procede a efectuar el inventario de la vegetación, determinándose la composición florística, mediante el método de “Transección al paso”.

2.1.5.3. MÉTODO DE “TRANSECCIÓN AL PASO”

El método de “Transección al paso” se utiliza para la evaluación agrostológica de las praderas naturales, cuyas razones se consideran a continuación:

- a) Es rápido, permite evaluar extensiones considerables en corto tiempo.
- b) Es preciso ya que toma en cuenta:
 - Densidad y composición botánica
 - Vigor de las especies deseables
 - Grado de erosión del suelo
 - Otros aspectos como topografía, agua, etc.
- c) Es replanteable, tomando en consideración las estaciones del año.

2.1.6. DEFINICIONES DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)

ESRI (1992), “Es un conjunto de equipos informáticos, de programas , de datos geográficos y técnicos organizados para recoger, almacenar, actualizar, manipular y analizar y presentar eficiente mente todas las formas de información georreferenciada. Un sistema informático para almacenar y utilizar datos referentes a lugares de la superficie terrestre”.

ESRI (1992), un sistema de información geográfica (SIG) es una colección organizada de hardware, software y datos geográficos diseñados para la eficiente captura, almacenamiento, integración, actualización, modificación, análisis espacial y despliegue de todo tipo de información geográficamente referenciada.

2.1.6.1. LOS MODELOS DE SIMULACIONES

Alzate (2001), el modelamiento de proceso y las simulaciones cobijan los conceptos teóricos y los métodos computacionales, que describen, representan y simulan el funcionamiento de los procesos del mundo real.

Los modelos son abstracciones simplificadas de la realidad, que representan o describen sus más importantes elementos de conducción y sus interacciones. Las simulaciones pueden ser consideradas como modelos que se corren para ciertas condiciones iniciales (reales o diseñadas).

2.1.6.2. EL PAPEL DEL SIG EN EL MODELAMIENTO Y SIMULACIÓN

Alzate (2001), 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 con el modelamiento, los SIG cada vez ofrecen más facilidades de desarrollar numerosas extensiones para la integración de modelos complejos (3D, métodos matemáticos, modelos hidrológicos).

2.1.6.3. MODELOS DE DATOS

- MODELO VECTORIAL

Bosque (2000), indica que el modelo vectorial representa los objetos espaciales codificando de modo explícito, sus “fronteras” (el límite o perímetro que separa el objeto del contorno). Las líneas que actúan de fronteras son representadas mediante las coordenadas de los puntos o vértices que delimitan los segmentos rectos que las forman. De este modo, los objetos puntuales (Dimensión topológica) se presenta mediante un par de coordenadas, la X y la Y de la posición del objeto.

Buzal (2000), señala que este modelo permite diseñar digital mente utilizando tres entidades propias de todo el mapa: los puntos, las líneas y áreas cerradas (polígonos).

- MODELO RASTER

Lantada y Nuñez (2004), señala que el modelo raster centra su interés más en las propiedades del espacio que en la representación precisa de los elementos que lo conforman. Para ello la estructura del espacio en una serie de elementos discretos por medio de una retícula regular, generalmente compuesta por celdas cuadradas, también llamadas “pixel”. Cada una de esas celdas se considera como indivisible y es identificable por su número de fila y columna.

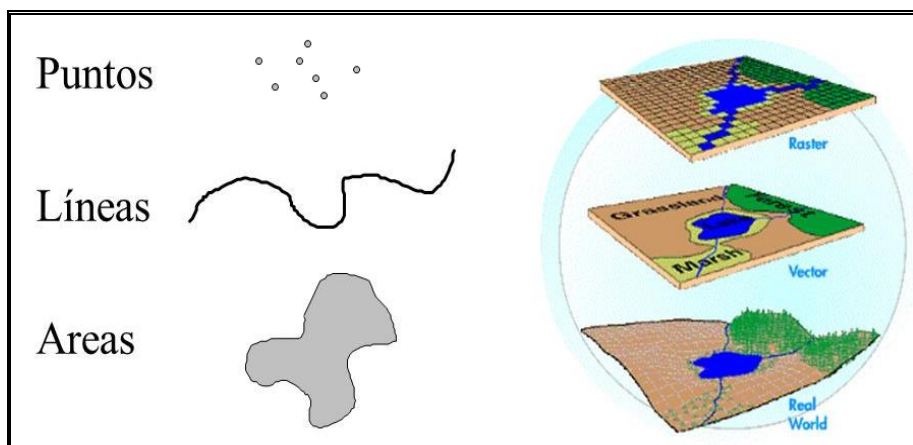


Grafico 1. Modelo raster y modelo vector sobre el terreno

2.1.6.4. EL SIG EN LA PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN

Lantada y Nuñez (2004), manifiesta que en otras ocasiones, se hace un especial énfasis en funciones tales como la gestión de los datos y especialmente en el análisis y otras características distintivas de un SIG. En ellas se basa la definición dada por National Center for Geographic Information and Analysis (NCGIA): “Un sistema de hardware, software y procedimientos diseñados para realizar la captura, almacenamiento, manipulación, análisis, modelización y presentación de datos referenciados espacialmente para la resolución de problemas complejos de planificación y gestión”.

2.1.6.5. GEOREFERENCIACIÓN

Esta operación tiene como objetivo geo referenciar o dotar de coordenadas geográficas a un mapa escaneado, una ortofotografía digital, o una capa raster mal geo referenciado. Esta situación podría ocurrir por ejemplo, cuando se dispone de una ortofotografía en papel y se quiere utilizar para actualizar una capa previa. También puede ocurrir cuando una administración local nos

proporciona un dibujo de un mapa en formato raster y este no se encuentra debidamente geo referenciado. Igualmente este método representa un primer paso en la digitalización de mapas en papel (ESRI 1992).

2.2. CLASIFICACIÓN DE LOS PASTIZALES.

Clasificación de los pastizales según su Biomasa. Con el fin de definir las distintas clases de vegetación y su probable diferencia en producción de biomasa (Tapia, 1975), establece una clasificación de los pastizales de acuerdo a las condiciones fisiológicas, que está determinada por la composición y la utilización que pueda hacerse de ella la ganadería. Y al referirse a los pastizales del altiplano propone la siguiente clasificación.

- a) **PASTIZALES DE CHILLIGUA.** Predominancia de *Festuca dolychophyla*, *Muhlenbergia fastigiata*, y en menor escala *Hipchoeris taraxacoides* y *Trifolium amabile*. Su crecimiento requiere. Suelos profundos y zonas planas. Estos pastizales pueden mantener de 3 a 4 unidades ovino/ha.

- b) **PASTIZALES DE CRESPILO:** Se denomina “crespillo” a varias especies del genero *Calamagrostis*, y son pastos que corresponden a suelos delgados. Estos pastizales tiene la presencia de otras especies como; *Hipchoeris taraxacoides* y *trifolium amabile* y pueden mantener 1.5 a 2.0 unidades ovino/ha.

- c) **PASTIZALES DE TISÑA:** Predomina la *Stipa obtusa*, se ubica en suelos pedregosos y por su baja palatabilidad no es muy aprovechado por el ganado.

- d) PASTIZALES DE ICHU:** Predomina la especie *Stipa ichu*, *Geranium sessiliflorum* y en menor escala vicia Gramínea “habichuela”, puede mantener aproximadamente de 0.8 a 1.2 U.O/ha Es más preferido por ganado vacuno.
- e) PASTIZALES DE IRO ICHU:** Predomina la especie *Festuca ortophylla*, esta gramínea tiene las características de lignificar rápidamente y presenta hojas asiculadas (forma de aguja) que ocasiona daño al ganado, cuando principalmente en suelos arenosos y a orillas de los ríos. Es una especie poco palatable para el ganado.
- f) BOFEDALES:** Son pastizales de zonas altas que disponen de buen suministro de agua durante todo el año, se caracterizan por presentar suelo oscuro y no en materia orgánica. La acumulación de humedad se debe a un mal drenaje principalmente. Las especies dominantes de los Bofedales son; *Distichia muscoides* y algunas Liliaceas y otras veces se encuentra acompañados de Nototriches, de buen valor Nutritivo, estos pastizales no cubren áreas extensas y se distribuyen en forma de manchones en toda la cordillera del altiplano.
- g) CÉSPED DE PUNA:** Se denomina así a todas las vegetaciones postradas en el cual predominan especies del genero Azorella, y también se encuentran el *Picnophyllum molle*, de porte pequeño. Las gramíneas que acompañan estas asociaciones son; *Festucas*, *distichillis* de tamaño reducido, los cuales son palatable por los camélidos.

2.2.1. DESCRIPCIÓN DEL SITIO.

Las praderas nativas, contienen gramíneas, graminoides y hierbas que son pastoreadas por camélidos, ovinos y vacunos. Estas praderas se encuentran en las cumbres de los cerros, en las laderas de los mismos, en las partes planas y a veces planas y húmedas como los Bofedales, pero si observamos la vegetación forrajera de estos lugares, veremos que no es la misma. En las laderas hay un suelo delgado y las especies vegetales son poco deseables, como los ichus: en cambio en las partes planas, el suelo es más profundo, hay humedad y las especies forrajeras son de mejor calidad, como la chillihua, la grama, etc. A cada uno de estos lugares se les denomina “Sitios de Pradera”, que es una clase distinta de pradera, que tiene cierto potencial para producir una comunidad vegetal, principalmente forrajera. Según la Sociedad Americana de Range Management, “Sitio” es un área de pradera con una combinación de factores edáficos, climáticos, topográficos y bióticos naturales, significativamente diferente a otras áreas adyacentes. La comunidad de plantas que se desarrolla y madura en condiciones naturales (sin intervención de animales de pastoreo) es denominada clímax del sitio. En tanto que el ambiente permanezca sin cambios, los sitios retendrán su capacidad para producir la vegetación clímax.

2.3. MODELOS

Los modelos son abstracciones simplificadas de la realidad, que representan o describen sus más importantes elementos de conducción y sus interacciones. (Alzate, 2001).

2.3.1. MAPA BASE

Es una imagen sintética del territorio, cuyo objeto es la referenciación geográfica del contenido temático del mapa; es decir nos proporciona información espacial sobre la que referencia el contenido temático. (Quispe, 2002).

2.3.2. MAPA TEMÁTICO

Podemos definir los mapas temáticos como aquellos que muestran las características estructurales de la distribución espacial de un fenómeno geográfico particular. (Quispe, 2002).

2.3.3. SISTEMAS

Es un arreglo de componentes físicos, un conjunto o colección de cosas relacionadas entre sí, de tal manera forman y actúan como una unidad o un todo.

2.3.4. PIXEL

Es una representación numérica o lógica del campo instantáneo de vista y es la medida de la energía promedio que proviene de dicho campo.

2.3.5. RECURSO NATURAL RENOVABLE

ONERN (1980), es el recurso natural que manejado racionalmente, es duradero y se autorrenueva. Son recursos renovables el clima, el suelo, el agua, la vegetación y la fauna.

2.3.6. REGIONALIZACIÓN

Son resultantes de la acción recíproca de los diversos factores como la latitud, el cual determina la temperatura y precipitación (Chereque, 1993).

2.3.7. TIERRAS

ONERN (1980), este término abarca el conjunto de clima, suelo, vegetación, agua, fauna y demás factores del medio ambiente.

2.3.8. UNIDAD DE TIERRA

ONERN (1980), es la extensión de tierras, con ubicación geográfica y límites definidos, sobre la cual las condiciones ecológicas son homogéneas.

2.3.9. SUELO

ONERN (1980), es el cuerpo natural dinámico, constituido por elementos físicos químicos y biológicos, que conforman la capa superficial de la corteza terrestre en la que se sostiene las plantas y de la que absorbe el agua y los elementos nutritivos necesarios para su desarrollo.

2.3.10. PERFIL DEL SUELO

ONERN (1980), es la sección vertical o corte que va desde la superficie hasta la roca madre por lo general, y que revela la disposición y características morfológicas de las capas u horizontes que componen el suelo.

2.3.11. GRUPO DE CAPACIDAD DE USO MAYOR

Según el Decreto Supremo N° 017-2009-AG, esta categoría representa las más altas abstracciones del sistema. Agrupa a las tierras de acuerdo a su

máxima vocación de uso, es decir, a las tierras que presentan características y cualidades similares en cuanto a su aptitud natural para la producción sostenible, de los 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 está determinado mediante el uso de las claves de las zonas de vida.

2.3.12. PLAN DE ACONDICIONAMIENTO TERRITORIAL

Según el Decreto Supremo N° 007-2008-MINAM, Es el instrumento de planificación que permite el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, la distribución equilibrada de la población y el desarrollo de la inversión pública y privada en los ámbitos urbano y rural del territorio provincial y distrital.

2.4. MARCO CONCEPTUAL

2.4.1. AGROSTOLOGÍA

La Agrostología, es la ciencia que se ocupa del estudio de las especies forrajeras, su clasificación, manejo y utilización, en la alimentación y nutrición de los animales. Es la ciencia que se ocupa del estudio de las especies forrajeros (Poaceas y Leguminosas), en la alimentación pecuaria. Los pastizales cubren el 60% de tierra agrícola en el Perú y por ello se lo ha considerado a la ganadería la causante del progresivo deterioro de los recursos naturales, sin embargo la pérdida de suelos que ocasiona el sistema de cultivo agrícolas puede llegar a generar pérdidas mayores que la producción pecuaria, un pastizal bien manejado

protege considerablemente al suelo de la erosión hídrica, además las tierras de pastizales presentan una mayor presencia de lombrices que aquellas tierras agrícolas. Los pastizales además de conservar los suelos presentan características que favorecen su desarrollo como son:

- Alta diversificación, por lo que están presentes en todos los ecosistemas.
- Explotación con bajos insumos
- Buen enraizamiento y perennidad, que evitan la erosión de los suelos.
- Acumulan gran cantidad de M. O., nitrógeno y otros nutrientes.
- A través de los rumiantes se convierten en alimento de alta calidad.

2.4.2. FORRAJE

Material vegetal cosechado, compuesto principalmente por poaceas y leguminosas, con un contenido mayor de 18% de fibra cruda en base seca.

2.4.3. PASTO

Es la hierba que sirve de alimento al ganado, siendo consumida directamente por los animales en el lugar que ha crecido y desarrolla.

2.4.4. PASTURAS

Campo con una o varias especies forrajeras utilizados en la alimentación del ganado.

2.4.5. PRADERA

Son áreas de pasto utilizadas directamente por el animal con relativa alta capacidad de sostenimiento.

2.4.6. CARGA ANIMAL

Se refiere al número de animales que pastorean una unidad de áreas durante determinado tiempo y se expresa Unidad animal/ha potreros con pastos mejorados y manejados en forma intensiva pero en potreros con pastos naturales y manejo extensivo se expresa en término de ha/animal. La carga animal se considera el factor de mayor influencia sobre la ganancia de peso y puede ser fácilmente manipulado por el ganadero. El conocimiento de peso por relación entre la carga animal, el aumento de peso por animal y los aumentos por ha es sumamente importante para el manejo de potreros.

2.4.7. UNIDAD ANIMAL (UA)

Una UA no necesariamente corresponde a una cabeza de ganado, sino que dependiendo de sus necesidades alimenticias será mayor o menor a la unidad animal.

2.4.8. BIOMASA

Peso del material vivo de las plantas, animales o ambos.

2.4.9. COBERTURA

La proporción de la superficie del suelo que es cubierta por el dosel, visto desde un avión.

2.4.10. CRECIMIENTO DE LA PASTURA

El incremento en peso de las pasturas por unidad de área, durante cierto tiempo, a causa de la producción de nuevo material.

2.4.11. PASTOS NATURALES

Son aquellos que no han sido sembrados por el ganadero; las plantas son nativas o propias del lugar y su propagación se hace sin intervención del hombre. Como ejemplo de estos pastos tenemos: (zacatón, aceitillo, pata de gallina, grama, zacate llano, Guatemala, melina etc.).

2.4.12. PASTIZAL

Área extensa cubierta de vegetación de baja productividad y calidad nutricional, casi siempre sin cercas.

2.5. MARCO LEGAL

- D.S. 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 11°, 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, a fin de evitar conflictos con superposición de títulos y usos inapropiados y demás fines.
- III plan operativo bienal Zonificación Ecológica Económica y Ordenamiento Territorial 2011 – 2013, y de acuerdo al reglamento de organización y funciones del MINAM, Decreto Legislativo N° 1013, señala que la Dirección General de ordenamiento Territorial, es responsable de promover los procesos de ZEE y OT en el país, y de Zonificación Ecológica Económica y

Ordenamiento Territorial, que tiene por finalidad orientar y planificar los procesos que se desarrollan a nivel nacional.

- D.S. N° 017 – 2009 – AG, Reglamento de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor.

2.6. 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:

MACRO ZONIFICACIÓN

MINAN (2010), señalan que la macro zonificación es aplicando 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. También puede ser tomado como referencia para definir prioridades espaciales en los otros niveles de mayor acercamiento espacial (meso y microzonificación).

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. Así también el grado de participación a este nivel involucra las diversas instituciones públicas y representantes de las organizaciones de la sociedad civil.

MESONIFICACIÓN

MINAM (2010), señala que la mesozonificación 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 detalles, con los mismos criterios de la macro zonificación. 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 micro cuencas.

El grado de participación dependerá de las instituciones públicas y privadas con actuación directa en el territorio comprometido, en especial los Gobiernos Provinciales y Distritales, las instancias territoriales del Gobierno Regional y Direcciones Sectoriales, ONGs, asociaciones de productores, comunidades campesinas e indígenas, gremios empresariales, medios de comunicación, entre otros.

MICROZONIFICACIÓN

Tiene por propósito, generar información sobre las potencialidades y limitaciones del territorio que sirva de base 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 el plan de desarrollo urbano y rural.

Cobertura espacial: áreas específicas de interés (PCM, 2004).

MINAM (2010), mencionan que 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 requiera de información más precisa. Al igual que la macro y mesozonificación 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 el plan de desarrollo urbano y rural.

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 socioeconómicas, debe corresponder a los centros poblados.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Para el presente trabajo de investigación, edafo - agrostológica se ha desarrollado con la utilización del Sistema de Información Geográfica, se empleó el método de investigación descriptiva, donde las unidades de análisis son identificadas y descritas de acuerdo a sus características que presentan. A continuación se indica la secuencia y los métodos que se emplearon en el proceso de ejecución.

3.1. ETAPAS DE TRABAJO

3.1.1. ESTUDIO EDAFOLÓGICO

El presente estudio se realizó a través de una secuencia de actividades de gabinete, campo y laboratorio, que esquemáticamente puede resumir como sigue:

- ETAPA PRELIMINAR DE GABINETE

Esta etapa consiste principalmente en analizar las especificaciones del estudio, la recolección, compilación y procesamiento de la información existente, relacionada con la zona estudiada, conocer las características litológicas, ecológicas y topográficas del área de estudio.

Asimismo, se realizó el procesamiento de imágenes de satélite SPOT1 obteniendo el mapa base de suelos luego se realizó el análisis fisiográfico, en el que se fundamenta en la estrecha relación que existe entre las formas del paisaje y las características de los suelos que involucran. Las unidades

delimitadas se hacen en base a los elementos de las unidades fisiográficas hasta obtener el mapa base desde donde se ubican.

- **ETAPA DE CAMPO**

Esta etapa se llevó a cabo en dos fases definidas:

Primera se realizó un reconocimiento general del área de estudio, por las vías de acceso, con el fin de tomar un primer contacto con la zona a estudiarse. Esto permitió identificar las características fisiográficas y verificar o señalar la distribución de las calicatas.

Segunda fase se realizó el mapeo sistemático, teledetección y recolección de muestras, consistente en el examen y evaluación minuciosa de los suelos mediante la apertura de las calicatas, cuyas capas u horizontes se describen cuidadosamente, anotando su espesor, color, textura, consistencia, presencia de otras características. Las anotaciones incluyen también aspectos exteriores del paisaje, describiendo relieve, topografía, pedregocidad superficial y se anotan datos relativos al uso actual de tierras y manejo de suelos y concluidos el examen de suelo se tomaron muestras de cada horizonte, consistente en proporciones de suelo aproximadamente 1 kg. que luego fueron enviadas al laboratorio, con la finalidad de poder cuantificar ciertas propiedades físico-mecánicas, químicas de los mismos.

- **ETAPA DE LABORATORIO**

Consistió en el procesamiento y análisis de las muestras de suelos, para lo cual fueron enviados a los laboratorios de Aguas y Suelos de la Universidad Nacional del Altiplano y laboratorio de suelos del INIA Puno, donde se

realizaron los análisis correspondientes, siguiendo las metodologías que se anexan al presente trabajo.

- **ETAPA FINAL DE GABINETE**

Se efectuó a la recopilación y procesamiento 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 análisis de laboratorio, complementariamente se realizó la interpretación práctica y finalmente, se elaboró el trabajo final con la elaboración de Imágenes Satelitales SIG obteniéndose los mapas de pastoreo.

MATERIALES Y EQUIPOS

- Tarjetas de descripción de calicatas
- Muestreador
- Cinta métrica
- Picos
- Palas
- Bolsas de polietileno
- Plumón indeleble
- Cuaderno de campo
- Mapa catográfico
- GPS diferencial GEOX 6500
- Cámara digital
- Anillo censador
- Formatos agrostológicos

- Cuadrante muestreador de pastos
- Hoces y tijeras
- Flexometro
- Softwares: ArcGIS 10; Envi 4.5

METODOLOGÍA

La evaluación que se realizó se basa en el reconocimiento cartográfico de los tipos de uso de la tierra, tomando como referencia el sistema de clasificación de uso de tierras propuesta por la Unión Geográfica Internacional (UGI). La cual contiene nueve clases.

- Áreas urbanas y/o instalaciones gubernamentales y privadas
 - Centros poblados
 - Instalaciones de gobierno y/o privadas (carreteras, granjas, canales, establos, huacas).
- Terrenos con hortalizas
- Terrenos con huertos de frutales y otros cultivos perennes
- Terrenos con cultivos extensivos (papa, camote, yuca, etc.)
- Áreas de praderas mejoradas permanentes
- Áreas de praderas naturales
- Terrenos con bosques
- Terrenos pantanosos y/o cenagosos
- Terrenos sin uso y/o improductivos
 - Tierras en barbecho (preparación o descanso temporal)
 - Terrenos agrícolas sin uso (actualmente abandonados)
 - Terrenos de litoral, caja de rio

- Áreas sin uso no clasificadas

El uso actual de tierras se determinó mediante técnicas de interpretación visual de la imagen Satelite Landsat7 ETM+ y según la reflectividad emitida por los objetos de la superficie terrestre, respectivamente. El procedimiento de identificación de las clases de uso se realizó utilizando los software de Envi 4.5 y para su vectorización con ArcGIS10, en donde se determinaron las unidades territoriales identificando las áreas que tienen el mismo padrón espectral, que fueron georeferenciada en campo.

3.1.2. EVALUACIÓN AGROSTOLÓGICA

La evaluación agrostologica de la vegetación en el presente estudio se realizó a través de una secuencia de actividades planificadas desde la etapa preliminar de gabinete, etapa de campo, etapa de laboratorio y etapa final de gabinete, que esquemáticamente puede resumir de la siguiente manera:

- ETAPA PRELIMINAR DE GABINETE

En esta etapa se caracterizó por coordinar y explicar el motivo del estudio con los productores del lugar, posteriormente se procedió a recabar y sistematizar la información secundaria necesaria y la delimitación del área a ser evaluado, tomando en cuenta los archivos existentes y la delimitación correspondiente del Centro Poblado de Viluyo, para ello se empleó como base el mapa cartográfico de la zona de estudio.

- ETAPA DE CAMPO

En esta etapa primero se realizó un reconocimiento general del área de estudio, por las vías de acceso, con el fin de tomar un primer contacto con la

zona de intervención, luego se procedió a demarcar el respectivo perímetro, con el empleo de un GPS (Sistema de Posicionamiento Geográfico), ateniéndose con ello la delimitación del sitio de pastoreo y la superficie correspondiente, de igual manera se procedió para delimitar los sitios de pastoreo en base a la especie vegetal predominante.

DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN BOTÁNICA

Para conocer la composición botánica se ha utilizado el método de “Transección al paso”, considerado como el más apropiado para el tipo de praderas altoandinas; el procedimiento se realizó mediante la lectura de la especie vegetal a través del paso doble realizando 100 lecturas por transecto y con la ayuda del anillo censador se efectuó el censo de la vegetación registrándose a las especies vegetales existentes, así como también la presencia de mantillo, roca, pavimento de erosión y suelo desnudo, las mismas que fueron anotadas en el registro de transección correspondiente. Las especies botánicas por cada sitio de pastoreo, fueron clasificadas de acuerdo a su taxonomía y a su clasificación ecológica en especies decrecientes, acrecientes, e invasoras, basadas en respuesta al pastoreo.

DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA BIOMASA FORRAJERA

Para obtener el rendimiento de la biomasa forrajera de los pastizales naturales, se aplicó el método de “Cuadrante de corte” utilizando para tal propósito un cuadrante metálico de 1 m x 1 m, es decir 1 m², para ello se realizaron varios muestreos en cada sitio de pastoreo; en el caso de especies semiarbusivas se utilizó cuadrante metálico de 1 m x 2 m, es decir de 2 m², a fin de obtener muestras representativas acorde al tipo de vegetación de la

zona. Las muestras obtenidas del pastizal cortado o “cosechado” fueron conservadas en bolsas de plástico previamente identificadas y posteriormente fueron remitidas al laboratorio para el análisis respectivo.

DETERMINACIÓN DE LA CONDICIÓN DE LOS PASTIZALES

La condición de los pastizales por cada sitio de pastoreo, se agruparon de acuerdo a la presencia de especies deseables o decrecientes (ED), especies poco deseables o acrecentantes (EA) y especies indeseables (EI), siguiendo la metodología propuesta por Florez y Malpartida, (1987) El procedimiento para determinar la condición del pastizal fue el siguiente:

- *ÍNDICE DE ESPECIES DECRECIENTES (ED)*

Para determinar este índice, se empleó los datos porcentuales de especies deseables existentes en cada tipo de vegetación, se elaboró un cuadro de especies decrecientes para vacunos, ovinos y alpacas, luego sumando los porcentajes de cada especie deseable se calculó este índice por especie animal.

- *ÍNDICE FORRAJERO (IF)*

Este valor se ha obtenido por la suma de los porcentajes de especies decrecientes, especies acrecentantes y especies indeseables de cada tipo de vegetación para una determinada especie animal. Se utilizó la siguiente formula:

$$IF = ED + EA + EI$$

- **ÍNDICE DE SUELO DESNUDO, ROCA Y PAVIMENTO DE EROSIÓN
(D-R-P)**

Para estimar el índice de suelo desnudo, roca y pavimento de erosión, se sumaron los porcentajes de suelo desnudo (D), pavimento de erosión (P) y roca (R) observadas en cada tipo de vegetación. Se utilizó la siguiente fórmula:

$$DRP = D + P + R$$

- **ÍNDICE DE VIGOR (IV)**

Para obtener este índice, se calculó dividiendo la altura promedio de planta de cada especie deseable entre su altura máxima multiplicado por 100. Se utilizó la siguiente fórmula:

$$IV = \frac{\text{Altura promedio de una especie (cm)}}{\text{Altura máxima de la misma especie (cm)}} \times 100$$

PUNTAJE TOTAL DE LOS ÍNDICES

Para obtener el puntaje total de índices, las sumas parciales de especies decrecientes se multiplicó por 0.5 puntos (% ED x 0.5); suma del porcentaje de índice forrajero por 0.2 puntos (% IF x 0.2); suma de índice de suelo desnudo, roca y pavimento de erosión por 0.2 puntos (100 – DRP x 0.2); y el porcentaje de índice de vigor por 0.1 puntos (% IV x 0.1).

Sumando estos puntajes parciales del índice de especies decrecientes (ED), índice forrajero (IF), índice de suelo desnudo, roca y pavimento de erosión (DRP) e índice vigor (IV), se obtuvo el puntaje total de índices de cada tipo de vegetación de la pradera natural para vacunos,

ovinos y alpacas (Flores y Malpartida, 1987)

En el cuadro 2, se visualiza la clasificación de la condición de los pastizales, las cuales fueron empleadas en la evaluación agrostológica.

Cuadro 2. Clasificación de la condición de los pastizales naturales

Composición de especies decrecientes (ED) calidad		
% especies decrecientes	Puntaje (0.5 valor por punto)	
70 a 100	35.0 – 50.0	
40 a 69	20.0 – 34.5	
25 a 39	12.5 – 19.5	
10 a 24	5.0 – 12.0	
0 a 9	0.0 – 4.5	
Índice forrajero (IF) cantidad		
% índice forrajero	Puntaje (0.2 valor por punto)	
90 a 100	18.0 – 20.0	
70 a 89	14.0 – 17.8	
50 a 69	10.0 – 13.8	
40 a 49	8.0 – 9.8	
Menos de 40	0.0 – 7.8	
Suelo desnudo, roca y pavimento de erosión (ID)		
% índice ID – R – P	Puntaje (restando el % obtenido se multiplica por 0.2 para obtener el valor)	
10 a 0	18.0 – 20.0	
30 a 11	14.0 – 17.8	
50 a 31	10.0 – 13.8	
60 a 51	8.0 – 9.8	
Mayor de 60	0.0 – 7.8	
Índice de vigor (IV)		
% Índice de vigor	Puntaje (0.1 valor por punto)	
80 a 100	8.0 – 10.0	
60 a 79	6.0 – 7.9	
40 a 59	4.0 – 5.9	
20 a 39	2.0 – 3.9	
Menos de 20	0.0 – 1.0	
Determinación de la condición del pastizal (puntaje acumulativo, obtenido de ED, IF, ID y IV)		
Puntaje total	Condición de pastizal	Color de mapa
79 a 100	Excelente	Verde claro
54 a 78	Bueno	Verde oscuro
37 a 53	Regular	Amarillo
23 a 36	Pobre	Marrón
0 a 22	Muy pobre	Rojo

Fuente: Flores *et al.*, 1992.

DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE CARGA ANIMAL.

Para determinar la capacidad de carga animal por cada sitio del pastizal y por cada especie animal en pastoreo, se estimó sobre la base del rendimiento de los pastizales, tomando en consideración un grado de utilización del 50%, el consecuencia este valor fue considerado como lo forraje disponible para los cálculos respectivos. El consumo de forraje fue estimado en base lo indicado por Choque (2009), mencionado que de acuerdo a los reportes de investigación, los vacunos consumen en promedio 2.4% de su peso vivo en materia seca, pero, existe variación en pastoreo libre entre 2.4% a 3.0% del peso vivo. Una alpaca consume 2.3% de materia seca de su peso vivo, pero oscila entre 1.8 a 2.8% en pastoreo. Un ovino mejorado consume 3.2% de materia seca de su peso corporal.

Para estimar la carga animal optima, se ha considerado los siguientes niveles de consumo forrajero expresado en materia seca por especie animal en pastoreo, así: una unidad vacuno de 400 kg de peso vivo consume 3504 kg de M.S./año. Una alpaca de 55 kg de peso vivo consume 464 kg de M.S./año. Un ovino de 35 kg de peso vivo consume 409 kg de M.S./año.

CARGA ANIMAL OPTIMA

La capacidad de carga animal optima teórica de cada sitio de pastoreo identificado en los pastizales de la microcuenca de Viluyo sector medio, se estimó comparando su condición actual de pastoreo con el cuadro 3, reportada por Florez y Malpartida, (1987).

Cuadro 3. Carga animal recomendada para diferentes condiciones de pastizales naturales en pastoreo por especie animal

CONDICION DEL PASTIZAL	OVINOS U.O./ha	VACUNOS U.V./ha	ALPACAS U.A./ha
Excelente	4.00	1.00	2.70
Bueno	3.00	0.75	2.00
Regular	1.50	0.38	1.00
Pobre	0.50	0.13	0.33
Muy Pobre	0-25	0.07	0.17

Fuente: Florez y Malpartida, 1987

- ETAPA DE LABORATORIO

Consistió en el procesamiento y análisis de las muestras de la cobertura vegetal, para lo cual fueron enviados a los laboratorios de Aguas y Suelos de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica de la Universidad Nacional del Altiplano, de los siguientes parámetros contenido de proteína y materia seca.

DETERMINACIÓN DEL % MATERIA SECA

El porcentaje de materia seca de la biomasa forrajera se realizó en el laboratorio colocándose las muestras en una bolsa de papel, luego se colocó en la estufa a una temperatura de 72°C / 48 horas, finalmente se determinó el porcentaje de materia seca, en base a la siguiente formula:

$$\%H = \frac{PMH - PMD}{PMH} * 100$$

PMH

$$\%MS = 100 - \%H$$

Dónde:

- H = Humedad
MS = Materia seca
PMH = Peso muestra húmeda
PMD = Peso de la muestra desecada

DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA TOTAL

La composición química de la proteína total se determinó en laboratorio mediante el método de micro Kjeldahl, el cual se detalla a continuación:

Fase de digestión

- a) Se pesó 0.2 gramos de muestra seca del forraje
- b) La muestra se envolvió en papel filtro previamente en tara.
- c) Se introdujo al balón de digestión micro Kjeidahl de 100 ml, agregando 0.1 g de mezcla catalizadora (0.05 g sulfato de cobre y 0.95 g de sulfato de potasio).
- d) Se añadió una pisca de selenio en polvo (0.3 - 1 g. aprox.), incorporando 2.5 ml de ácido sulfúrico concentrado por las paredes del balón.
- e) Se colocó dentro de las hornillas de la cámara digestor multi -Kjeldahl, dando paso a la corriente eléctrica a una temperatura regular durante 37 minutos, tornándose de una coloración verde azulada.

Fase de destilación

- a) Se efectuó el proceso de enfriamiento del balón, añadiendo 25 ml de agua destilada, luego se añadió 5 ml de ácido bórico al 4% y 4 gotas de indicador.

- b) Luego se agregó 25 ml de agua destilada para el enjuague del balón y se transfirió a otro balón.
- c) Luego se colocó el balón en el aparato destilador Tekator y se conectó al tubo condensador, luego se añadió 25 ml de solución de hidróxido de sodio a 40%
- d) Se procedió a destilar y cuando surgió el cambio de color de rojiza a verde y procedió a retirar el balón y el erlenmeyer.

Fase de titulación

- a) Se enjuagó la bureta con la solución HCL.
- b) Luego se cargó la bureta con ácido clorhídrico al 0.05N, titulando el matraz del erlenmeyer con la solución de HCL 0.05N, se agitó lentamente en donde ocurrió el cambio de coloración.

Para calcular el porcentaje de proteína se empleó la siguiente fórmula:

$$\% N = \frac{V \times N \times \text{Meq N}}{\text{Peso de muestra}} \times 100$$

$$\% PT = \%N \times 6.25$$

Dónde:

%N = Porcentaje de nitrógeno.

%PT = Porcentaje de proteína total.

V = Gasto ml de ácido clorhídrico

N = Normalidad de ácido clorhídrico (0.05N)

Meq. N = Mili equivalente del N. (0.014008, indica el peso atómico del N)

- ETAPA DE GABINETE

Se efectuó a la recopilación y procesamiento de toda la información de campo y laboratorio, elaborándose además los mapas respectivos.

MATERIALES Y EQUIPOS

MATERIALES

Mapas cartográficos

Anillo censador de 2 cm. de diámetro

Wincha metálica de 5 m

Libreta de campo

Lápiz

Tablero

Estacas

Cuadrante metálico 1m² y 2m²

- Tijeras de esquilar
- Lupa
- Cuchillo de campo
- Bolsas de polietileno
- Formatos de registro
- Lupa
- Plumón indeleble

EQUIPOS.

- GPS diferencial GEOX 6500
- Computadora
- Calculadora
- Cámara fotográfica digital.
- Balanza digital

MAPAS AGROSTOLÓGICOS

En el campo de la zona de evaluación se replanteo los límites definitivos de la zona de estudio, así como los límites de los sitios de pastoreo y los límites de cada asociación agrostológica identificadas en la microcuenca Viluyo que corresponden al sector medio. Se elaboró mapas sobre la superficie y nombre de los sitios de pastoreo de la proporción de la composición florística de la vegetación; mapas de la condición de los pastizales para cada especie animal en pastoreo, es decir para vacunos, ovinos y alpacas, todos ellos a una escala de trabajo de 1/25,000. Los mismos que se muestran en el anexo del presente trabajo.

CAPÍTULO IV

CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN

4.1. ÁMBITO DE ESTUDIO

El ámbito de estudio está definido por el territorio correspondiente a la micro cuenca zona media del Centro Poblado Viluyo del Distrito de Laraqueri.

4.2. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El presente proyecto fue desarrollado en la micro cuenca zona media Viluyo, ubicado en el Distrito de Laraqueri.

a. UBICACIÓN POLÍTICA

La microcuenca de Viluyo con un área de 4728.27 ha, políticamente se ubica en:

- Departamento Puno
- Provincia Puno
- Distrito Laraqueri
- Lugar Viluyo

b. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La ubicación geográfica del ámbito de estudio se encuentra.

- Latitud Sur coordenadas UTM, 390000 a 402000 Este (WGS- 84)
- Longitud Oeste coordenadas UTM, 8217500 a 8226500 Norte (WGS- 84)
- Altitud 3900 a 3925 m.s.



Gráfico 2. Ubicación del área evaluada

c. LIMITES

- Por el norte** : C.C. Camata y A.U.P. Collacahi
Por el este : Dist. Platería y Acora
Por el sur : C.C. Ancacaca y C.C. Sacuyo
Por el oeste : C.C. Jayonkora, Poquellina Buena Vista

4.3. MARCO GEOLOGÍA

4.3.1. GEOLOGÍA REGIONAL

En la zona de estudio la situación Geológica Regional se distingue una variada gama de rocas sedimentarias, ígneas y metamórficas cuyas edades varían desde las épocas primarias hasta períodos relativamente cercanos. Los afloramientos que ocupan mayores extensiones en el área pertenece a la era Cenozoico y siguen el orden descendente a las unidades correspondientes al Mesozoico y Paleozoico.

4.4. HIDROLOGÍA

La sub cuenca hidrográfica en estudio corresponde a la del río Viluyo, en el distrito de Laraqueri y pertenece a la cuenca del río Ilave, que a su vez

pertenece a la macro cuenca endorreica del lago Titicaca. La influencia en la hidrología de la zona se basa tomando como unidad de análisis la red de la sub cuenca del río Viluyo.

La precipitación anual de la zona es de 688 mm, con una distribución irregular durante el año, las mayores precipitaciones se registran en los meses de verano Enero, Febrero y Marzo. El caudal medio del río Viluyo es de 6 m³/s, siendo su caudal máximo de 133 m³/s y el mínimo es de 1.22 m³/s.

También existen bofedales que cumplen roles vitales en el funcionamiento del sistema alto andino, almacenando eficientemente el recurso hídrico, logrando el desarrollo de una vegetación rica y diversa, permitiendo así albergar especies de importancia; dichas áreas están sujetas a diferentes factores que determinan su estructura y dinámica; tales como latitud, altitud, temperatura, precipitación, cantidad de agua que reciben, aridez del suelo y el efecto modificador que ocasiona el hombre cuando lo somete a sobre pastoreo.

4.5. FISIOGRAFÍA

Las geoformas definidas por la configuración del relieve, son el resultado de la acción dinámica de los procesos tectónicos, orogénicos, climáticos, erosionales y deposicionales (Gradacionales y agradacionales).

La zona de estudio se encuentra enmarcada dentro de dos grandes paisajes, el gran paisaje de llanura y colinoso, el esquema general se

muestra en el Cuadro 03 donde se agrupan las geoformas en base a sus características, geogenéticas geológicas y geomorfológicas.

4.5.1 DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES FISIAGRÁFICAS

En la zona de trabajo se encuentran dos grandes paisajes: Llanura y colinoso.

A. GRAN PAISAJE DE LLANURA

Son áreas planas formadas por acción del transporte de sedimentos ocasionados por el río Viluyo, durante el cuaternario. Presentan pendientes planas (0-2%) y ligeramente inclinadas (2-4%), con algunos sectores de relieve ondulados o casi a nivel, constituidos por material de textura gruesa, media y fina estratificada. En esta fisiografía se encuentran terrazas bajas inundables y esporádicamente inundables y terrazas medias, de drenaje bueno a imperfecto, meandros abandonados, bancos de arena y grava.

B. GRAN PAISAJE COLINOSO

Está conformado por ondulaciones y elevaciones mayores a 20 m. y menores de 300 m. sobre el nivel de base local, está constituido por materiales volcánicos. Presenta pendientes ligeramente inclinadas a inclinadas, dentro de este gran paisaje se encuentran laderas bajas conformadas por materiales coluvio aluviales. Las principales geoformas son lomadas con elevaciones menores a 20 m y colinas bajas con elevaciones entre 20 y 80 m desde la línea de base que es el nivel del río Viluyo.

4.6. VEGETACIÓN

La vegetación natural nativa existente de la zona de estudio está constituida por pastos naturales del tipo pajonal de puna, en el cuadro 04, se reporta las principales especies vegetales de los pastizales de la zona evaluada.

Cuadro 4: Principales especies vegetales que se encuentran en la zona de Viluyo.

Nombre científico	Nombre común
<i>Trifolium amabile</i>	"Layo"
<i>Bromus unioloides</i>	"Cebadilla"
<i>Calamagrostis rígida</i>	"Ichu", "Waylla ichu"
<i>Festuca dichoclada</i>	"Paja blanca", "Yurac ichu"
<i>Festuca dolichophylla</i>	"Chilligua", "Chilliwa", "Chillihua"
<i>Muhlenbergia fastigiata</i>	"Grama dulce", "Chiji", "Isru chiji"
<i>Poa candamoana</i>	"Kach'o"
<i>Stipa brachyphylla</i>	"Lawa pasto"
<i>Alchemilla pinnata</i>	"Sillu sillu"
<i>Bouteloua simplex</i>	"Cola de zorro"
<i>Calamagrostis vicunarum</i>	"Orqo paqu", "Crespillo"
<i>Festuca ortophylla</i>	"Iruya", "Iru ichu"
<i>Hordeum muticum</i>	"Cola de ratón", "Jucucha chupa"
<i>Muhlenbergia peruviana</i>	"Ñapa pasto"
<i>Stipa ichu</i>	"Ichu sicuya"
<i>Lobivia mximiliana</i>	"Sankayo waraço"
<i>Stipa obtusa</i>	"Anu ichu"
<i>Carex sp</i>	"Koran qopan"
<i>Margiricarpus pinnatus</i>	"Ilanta"
<i>Hypochoeris taraxacoides</i>	"Pilli"
<i>Eleocharis albibracteata</i>	"Quemillo"
<i>Cyperu sp.</i>	"Koran Koran", "tuturilla"
<i>Distichia muscoides</i>	"Kunkuna"
<i>Taraxacum sp</i>	"Diente de león"

Fuente: Elaboración propia

4.7. VÍAS DE COMUNICACIÓN

El acceso a la zona de estudio se puede realizar por medio de la vía asfaltada de Puno a Moquegua. Aproximadamente cerca al km 27 de la carretera asfaltada Puno Laraqueri.

CAPÍTULO V

EXPOSICIÓN INTERPRETACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

5.1. CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS EN BASE A SU CAPACIDAD DE USO MAYOR

Teniendo como información básica el aspecto edáfico precedente, es decir la naturaleza morfológica, física y química de los suelos identificados, así como el ambiente ecológico en que se han desarrollado, se determina la máxima vocación de las tierras y con ello las predicciones del comportamiento de las mismas.

Esta sección constituye la parte interpretativa del estudio de suelos, en la que se suministra al usuario, en un lenguaje sencillo la información que expresa el uso adecuado de las tierras para fines agrícolas, pecuarios, forestales o de protección, así como las prácticas de manejo y conservación que eviten su deterioro.

El sistema de clasificación de las tierras según su Capacidad de Uso Mayor, está establecido en el reglamento de clasificación de tierras según el Decreto Supremo N° 017-2009-AG.

Cuadro 05. Superficie y porcentaje de las tierras estudiada según su capacidad de Uso Mayor (CUM)- Viluyo.

GRUPO capacidad	Ha	% de área	CLASE calidad	ha	% de área	SUBCLASE	ha	% de área
A	715.87	15.14	A3	715.87	15.14	A3sec	160.84	3.402
						A3sc	555.03	11.739
P	3810.28	80.59	P2	291.61	6.17	P2sc	291.61	6.167
						P3	3518.67	74.42
			P3sci	298.31	6.309			
			P3sec	190.61	4.031			
			P3swc	883.34	18.682			
X	118.87	2.51			Xs	85.58	1.810	
					Xi	33.29	0.704	
Rio_Temp							12.41	0.262
Lag.							67.05	1.418
Áreas rurales							3.79	0.080
AREA TOTAL							4728.27	100.000

Fuente: Elaboración propia

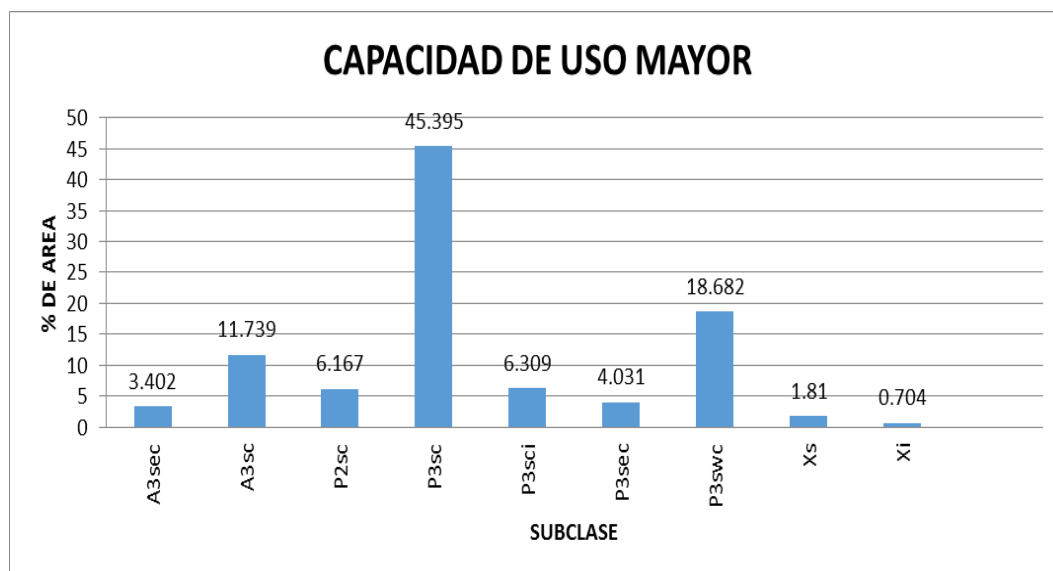


Gráfico 3. Distribución de las subclases de Capacidad

En los párrafos siguientes se describe en detalle las tierras clasificadas a nivel de Grupo, Clase y Subclase de Capacidad de Uso Mayor determinadas en el área de estudio.

5.1.1. TIERRAS APTAS PARA CULTIVOS EN LIMPIO (A)

Comprende una superficie de 715.87 ha, que corresponde al 15.14 % del área evaluada. Estas tierras presentan buenas características edáficas, topográficas de la zona de riego, para el establecimiento de una agricultura de especies de pan llevar anuales o de corto periodo vegetativo, acorde con las condiciones ecológicas del área. Que se refieren en el anexo de Mapa CUM.

Dentro de este grupo se ha establecido la Clase de Capacidad de Uso Mayor A3.

CLASE A3

Comprende una superficie antes mencionada y agrupa a tierras aptas para cultivo en limpio de baja calidad agrológica con limitaciones edáficas, clima, de drenaje, topográfico (erosión) e inundación.

Dentro de esta clase sea determinado las siguientes sub clases: A3sec, A3sc

- SUBCLASE A3SEC

Cubre una superficie de 160.84 ha, que corresponde al 3.402 % del área evaluada. Está conformada por suelos moderadamente profundos, de textura media, de buen drenaje, libre de sales, de reacción neutra a ligeramente ácida.

Sus limitaciones principales están relacionadas al factor topográfico y climático.

Se incluye en esta sub clase a la serie Lequeni (LE).

Limitaciones de uso: Están referidas a problemas de erosión de suelos por la presencia micro ondulaciones y sobrepastoreo que coadyuvan para que la

erosión se acentúe y contribuya a la baja fertilidad natural que presentan, especialmente en lo que se refiere al nutriente fósforo disponible y en algunos casos el nitrógeno. Otra limitante es las condiciones climáticas imperantes en la zona, ya que están expuestos a heladas, causadas por las bajas temperaturas y agravados por las sequías que causan déficit hídrico.

Lineamientos de uso y manejo: La utilización de estas tierras en forma continuada e intensiva debe realizarse en los meses donde las bajas temperaturas no son dañinas para el cultivo y requiere de un manejo de suelos, dando prioridad al abonamiento especialmente orgánico, ya sea en forma de estiércol, compost, estiércol de lombriz y para el caso del fósforo aplicar roca fosfórica y guano de islas. El riego complementario es una alternativa muy viable para aplicar fertirriego y suministrar por esta vía los nutrientes necesarios evitando la contaminación del medio ambiente.

Especies recomendables: De acuerdo a las características agrológicas y condiciones climáticas de la zona se recomienda la implantación de cultivos tolerantes y resistentes a las bajas temperaturas, tales como: Cañihua, avena y cebada, ambas forrajeras, quinua precoz, haba y tarwi para abono verde. Estos dos cultivos como abono verde son incorporados en su fase de máximo crecimiento (pre floración) que después de descomponerse y mineralizarse son fuentes de nutrientes y ayudan a la formación de agregados de suelo evitando la erosión.

- SUBCLASE A3SC

Cubre una superficie de 555.03 ha, que corresponde al 11.739 % del área estudiada. Está conformada por suelos superficiales a moderadamente

profundos, de textura media, de drenaje moderado a bueno, libre de sales, de reacción moderadamente ácida. Sus limitaciones principales están relacionadas al factor edáfico y climático. Se incluye en esta sub clase a la serie Iturasi (IT) y Belén (BE).

Limitaciones de uso: Están referidas a la baja fertilidad natural que presentan, especialmente en lo que se refiere al contenido medio a bajo de materia orgánica, nitrógen y fósforo disponible; también las condiciones climáticas imperantes en la zona, ya que también están expuestos a heladas, causadas por las bajas temperaturas y por las sequías que causan déficit hídrico.

Lineamientos de uso y manejo: La utilización de estas tierras en forma continuada e intensiva debe realizarse en los meses donde las bajas temperaturas no son dañinas para el cultivo, es decir en los meses de diciembre enero, febrero y marzo; por otro lado se requiere de un manejo de suelos, en el cual debe darse prioridad al abonamiento especialmente orgánico, ya sea en forma de estiércol, compost, estiércol de lombriz y para el caso del fósforo aplicar roca fosfórica y guano de islas. El riego complementario es una alternativa muy viable para aplicar fertirriego y suministrar por esta vía los nutrientes necesarios evitando la contaminación del medio ambiente.

Especies recomendables: de acuerdo a las características agrológicas y condiciones climáticas de la zona se recomienda la implantación de cultivos tolerantes y resistentes a las bajas temperaturas, tales como: Cañihua, avena y cebada, ambas forrajeras, quinua, haba y tarwi para abono verde.

5.1.2. TIERRAS APTAS PARA PASTOS (P)

Comprende una superficie de 3810.28 ha, que corresponde al 80.59 % del área estudiada e incluye aquellas tierras que por sus limitaciones edáficas, de drenaje, y climáticas no son aptas para cultivos en limpio, pero se presentan condiciones aparentes para la conducción de pastos nativos o introducidos mejorados, adaptadas a las condiciones ecológicas del medio.

Dentro de este grupo se han establecido las Clases de Capacidad de Uso Mayor P2 y P3.

CLASE P2

Cubre una superficie de 291.61 ha, que representa el 6.17% del área estudiada. Está conformada por tierras de calidad agrológica media que requieren de prácticas moderadas de manejo y conservación. Incluyen tierras de áreas planas a ligeramente inclinadas situadas en ambas márgenes del río Viluyo con limitaciones de orden edáfico y climático.

Dentro de esta clase sea determinado las siguientes sub clases: P2sc.

- SUBCLASE P2sc

Ocupa una superficie de 291.61 ha, que representa 6.167% de suelos del área evaluada. Está conformado por suelos superficiales, de textura media, de drenaje bueno, y de reacción ligeramente ácida. Sus limitaciones principales están referidas al factor edáfico y climático. Se incluye en esta subclase a los suelos de la serie Copantani en su fase ligeramente inclinada.

Limitaciones de uso: Las principales limitaciones están referidas al clima adverso que soportan, por la presencia de heladas que se presentan por efecto

de las bajas temperaturas, lo que se agrava en los meses de invierno. Por otro lado la fertilidad es baja y es determinada por la deficiencia de fósforo disponible.

Lineamientos de uso y manejo: La utilización de estas tierras son mayormente para fines de producción de pastos naturales, mejorados y exóticos, adaptados al medio ecológico, cuyo manejo agrostológico debe considerar las siguientes actividades: Implantación de una asociación de especies entre gramíneas y leguminosas palatables para el animal; establecimiento de cercos, regular la carga animal y tiempo de pastoreo haciendo rotación de sitios.

En épocas benignas con riego complementario y suplementario se pueden establecer alfalfares y cultivos de especies forrajeras de periodo vegetativo corto, que pueden ser aprovechados en forma directa o en henificado y ensilado. Es necesaria la fertilización fosforada, aplicando después del pastoreo.

Especies recomendables: Se puede instalar cultivos de rye grass inglés y dactilis. También se puede instalar cultivo de alfalfa. Asimismo, se puede recuperar y mejorar las especies nativas forrajeras mediante la resiembra, Estos suelos también permiten la siembra de especies forrajeras temporales tolerantes al medio ecológico como son la avena forrajera y la cebada forrajera, sin descartar al trigo de invierno.

CLASE P3

Cubre una superficie de 3518.67 ha, que representa el 74.42% del área estudiada. Está conformada por tierras de calidad agrológica baja que requieren de prácticas intensivas de manejo y conservación para permitir una actividad pecuaria económicamente rentable. Incluye tierras de áreas planas a ligeramente inclinadas situadas en ambos márgenes del río Viluyo con limitaciones de orden edáfico, climático, de drenaje e inundación.

Dentro de esta clase se ha determinado las siguientes sub clases: P3sc, P3sci, P3sec y P3swc.

- SUBCLASE P3sc

Ocupa una superficie de 2146.41 ha, que representa el 45.395% del área evaluada. Está conformado por suelos superficiales a moderadamente profundos, de textura media a moderadamente fina, de drenaje bueno a pobre, y de reacción moderadamente ácida a neutra. Sus limitaciones principales están referidas al factor edáfico y climático. Se incluye en esta subclase a los suelos de la series Calapuja (CA), Bocatoma (BO), Supucachi (SU) y Viluyo (VI), en sus fases plana a ligeramente inclinada.

Limitaciones de uso: Las principales limitaciones están referidas al factor edáfico especialmente al bajo contenido de fósforo disponible y en algunos casos a la deficiencia de nitrógeno y materia orgánica; otra limitación es el clima adverso que soportan, por la presencia de heladas que se presentan por efecto de las bajas temperaturas y sequías, lo que se agrava en los meses de invierno.

Lineamientos de uso y manejo: La utilización de estas tierras son mayormente para fines de producción de pastos naturales, mejorados y cultivados, adaptados al medio ecológico, cuyo manejo agrostológico debe considerar la Implantación de una asociación de especies entre gramíneas y leguminosas adaptadas a la zona; establecimiento de cercos, regular la carga animal y tiempo de pastoreo haciendo rotación de sitios.

En épocas benignas con riego complementario y suplementario se pueden establecer alfalfares y cultivos de especies forrajeras de periodo vegetativo corto, que pueden ser aprovechados en forma directa o en henificado y ensilado. Es necesaria la fertilización fosforada, aplicado después del pastoreo.

Especies recomendables: Este tipo de suelo permite instalar cultivos forrajeros perennes como la asociación alfalfa con dactylis en condiciones de secano y la asociación de pasturas trébol blanco con rye grass inglés en condiciones de riego. También se puede programar la recuperación y el mejoramiento de las especies nativas forrajeras mediante las actividades de resiembra, ya que están adaptadas a las condiciones del medio ecológico. Asimismo, es posible la siembra de especies forrajeras temporales de corte adaptadas al medio ecológico.

- SUBCLASE P3sci

Ocupa una superficie de 298.31 ha, que representa el 6.309% de las tierras evaluadas. Está conformado por suelos superficiales, de textura media, de drenaje excesivo y de reacción ligeramente ácida. Sus limitaciones principales están referidas al factor edáfico, climático e inundación. Se incluye en esta subclase a los suelos de la serie Calapuja Superficial (CS) en su fase plana.

- a) Limitaciones de uso: Las principales limitaciones están referidas al peligro de inundación por la crecida del río Viluyo en años lluviosos, también la limitación por clima adverso que soportan, por la presencia de heladas que se presentan por efecto de las bajas temperaturas. Otra limitación es la baja fertilidad debido a la deficiencia de fósforo disponible. Una limitación que debe tenerse en cuenta es su drenaje excesivo por la presencia de una capa gravosa a poca profundidad.
- b) Lineamientos de uso y manejo: La utilización de estas tierras son mayormente para fines de producción de pastos naturales los cuales pueden ser mejorados y mantenidos como cobertura evitando la erosión del suelo. Es factible la implantación de forrajes de corto período vegetativo, los mismos que aprovechan el material fértil depositado después de las inundaciones. Es necesario la construcción de defensas ribereñas a fin de mantener las áreas de pasturas.
- c) Especies recomendables: especies forrajeras temporales como son cebada y avena sin descartar al trigo de invierno el mismo que se siembra con la humedad a la humedad remanente de la última época de lluvias.

- SUBCLASE P3sec

Cubre una superficie de 190.61 ha, que representa 4.031 % de las tierras evaluadas. Está conformado por suelos superficiales a moderadamente profundos, de textura media a moderadamente fina, de drenaje bueno a pobre, y de reacción moderadamente ácida a neutra. Sus limitaciones principales

están referidas al factor edáfico y climático. Se incluye en esta subclase a los suelos de la series Supucachi Colina (SUC), Poke (PK) en sus fases ladera.

Limitaciones de uso: Las principales limitaciones están referidas al factor edáfico especialmente al bajo contenido de fósforo disponible y en algunos casos a la deficiencia de nitrógeno y materia orgánica; otra limitación es el clima adverso que soportan, por la presencia de heladas que se presentan por efecto de las bajas temperaturas y sequías, lo que se agrava en los meses de invierno.

Lineamientos de uso y manejo: La utilización de estas tierras son mayormente para fines de producción de pastos naturales, mejorados y cultivados, adaptados al medio ecológico, cuyo manejo agrostológico debe considerar la Implantación de una asociación de especies entre gramíneas y leguminosas adaptadas a la zona; establecimiento de cercos, regular la carga animal y tiempo de pastoreo haciendo rotación de sitios.

En épocas benignas con riego complementario y suplementario se pueden establecer alfalfares y cultivos de especies forrajeras de periodo vegetativo corto, que pueden ser aprovechados en forma directa o en henificado o en ensilado. Es necesaria la fertilización fosforada, después de cada pastoreo.

Especies recomendables: Entre las gramíneas forrajeras se puede instalar rye grass inglés, rye grass italiano y dactilis glomerata y entre las leguminosas se puede instalar alfalfa, también se puede asociar gramíneas y leguminosas forrajeras, las gramíneas pueden actuar como plantas protectoras por su mayor crecimiento. También es necesario recuperar y mejorar las especies nativas

mediante resiembra, ya que éstas son adaptadas a las condiciones del medio ecológico. Es posible la siembra de especies forrajeras adaptadas al medio, los mismos que se pueden ensilar.

- SUBCLASE P3swc

Cubre una superficie de 883.34 ha, que representa 18.682 % de las tierras evaluadas. Está conformado por suelos superficiales a moderadamente profundos, de textura media a muy fino, de drenaje imperfecto a pobre, y de reacción ligeramente moderadamente ácido a neutro. Sus limitaciones principales están referidas al factor edáfico, de drenaje y climático. Se incluye en esta subclase a los suelos de las series: Laya (LY), San Luis (SL), Titicaca (TI) y Copantani Bajo (CB) en su fases plano a ligeramente inclinada.

- a) Limitaciones de uso: Las principales limitaciones están referidas al drenaje pobre a imperfecto, como consecuencia de un alto contenido de material fino a muy fino y a las fluctuaciones del nivel freático, en época lluviosa puede haber acumulaciones de agua superficial, dificultando el uso de estas tierras. El microrrelieve ondulado es otra limitación. El clima adverso ocasiona las heladas por efecto de las bajas temperaturas, lo que se agrava en los meses de invierno. Por otro lado la fertilidad es baja y es determinada por la deficiencia de fósforo disponible.
- b) Lineamientos de uso y manejo: La utilización de estas tierras para la producción de pastos requiere del mejoramiento de las condiciones que permitan una adecuada relación suelo-aire-agua, mediante obras simples de drenaje que permita evacuar el exceso de aguas; es necesaria la

nivelación de los terrenos. Se debe elevar los bajos niveles de fósforo disponible. Buscar especies de pastos hidromórficos adecuados al medio.

- c) Especies recomendables: La implantación de tréboles da muy buenos resultados, entre ellos el trébol blanco y trébol rojo; es menester mejorar las especies nativas adaptadas mediante sistemas de rotación de canchas.

5.1.3. TIERRAS DE PROTECCIÓN (X)

Comprende una superficie de 118.87 ha, que representa el 2.51% del área evaluada, corresponde a áreas de construcciones rurales (cabañas y caseríos) y aquellas tierras que presentan limitaciones extremas para hacerlas apropiadas para la explotación agrícola y forestal, quedando relegados a otros propósitos.

ÁREAS MISCELÁNEAS

Las áreas misceláneas están ocupadas por caja de río, lagunas, meandros abandonados y colinas no aptas para riego.

5.2. CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS

5.2.1. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

La clasificación taxonómica de los suelos requiere de los regímenes de temperatura y humedad de los suelos, para determinar los epipedones y sub horizontes diagnósticos o endopedones.

a) RÉGIMEN DE TEMPERATURA

Para determinar los regímenes de temperatura del suelo, se basó en las temperaturas medias de la atmósfera, de los meses de verano (diciembre,

enero y febrero) e invierno (junio, julio y agosto). Está en relación al hemisferio sur, según el (USDA-NRCS, 2010).

Cuadro 6. Temperatura media mensual del aire y del suelo regionalizado del C.P. Viluyo de un record de 08 años. (2007 - 2014)

°C	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
TMMA	9.70	9.72	9.15	7.60	5.54	3.88	3.67	4.87	6.89	8.84	9.80	10.02	7.47
TMMS	9.10	9.12	8.85	7.30	5.24	4.88	4.67	5.87	7.39	9.34	10.30	9.42	7.62

Fuente: Estación de CO Laraqueri SENAMHI PUNO

***TMMA** Temperatura media mensual del aire

***TMMS** Temperatura media mensual del suelo

Entonces la temperatura promedio anual del suelo es la temperatura promedio del aire más 1° C;

- La temperatura promedio del suelo en verano TMV es -0.6°C, porque en verano el aire es más caliente.

- La temperatura promedio del suelo en invierno (TMI) es la temperatura promedio del aire es +1°C, porque en invierno el aire es frío y el suelo es más cálido.

TMV - TMI = Régimen de temperatura

***TMV** Temperatura promedio del suelo en verano

***TMI** Temperatura promedio del suelo en invierno

TMV	9.21 °C
TMI	5.14 °C
TMV-TMI	4.07 °C

TMV – TMI es 4.07 por lo tanto es ISO, ya que la temperatura media del verano y la media del invierno difieren en menos de 6 °C a 50 cm de profundidad.

El régimen de temperatura del suelo resulto ser Isomesic, porque la temperatura media anual del suelo es 8.6 °C. (Soil Taxonomi, 2011).

b) RÉGIMEN DE HUMEDAD

Los regímenes de humedad del suelo, están en función a la tensión del agua en el suelo, según (USDA-NRCS, 2010), y son los siguientes:

- Aridic; la humedad se encuentra a una tensión superficial del suelo menor a 15 atmósferas.
- Xeric; seco todo el año (mayor de 6/10 años) mayor a 45 días consecutivo.
- Ustic; el suelo se encuentra húmedo por 3 meses consecutivos.
- Udic; suelo húmedo por 9 meses.
- Perudic; suelo húmedo todo el año.
- Aquic; suelo saturado con agua todo el año y todos los años.

Utilizando la información climática sobre precipitación y temperatura, el cual está en relación directa con la humedad del suelo, en la zona evaluada pertenece al régimen de humedad Ustic.

De acuerdo a las características de los perfiles de los suelos en lo referente a los epipedones y endopedones los suelos de la zona evaluada presentan lo siguiente:

Cuadro 7: Epipedones y Endopedones de los 16 serie de suelos evaluados

Suelos	Símbolo	Epipedón	Endopedones
Viluyo	VI	Ochric	No presenta
Bocatoma	BO	Ochric	No presenta
Calapuja	CA	Ochric	No presenta
Calapuja Superficial	CS	Ochric	No presenta
Supucachi	SU	Ochric	No presenta
Supucachi Colina	SUC	Ochric	No presenta
Poke	PK	Ochric	No presenta
Iturasi	IT	Ochric	Cambic
Copantani	CO	Ochric	No presenta
San Luis	SL	Mollic	Cambic
Laya	LY	Ochric	Argillic
Belén	BE	Ochric	Cambic
Laya Húmedo	LH	Mollic	No presenta
Copantani Bajo	CB	Ochric	Duri pan
Lequeni	LE	Ochric	Duri pan
Titicaca	TI	Mollic	Argillic

Fuente: Elaboración propia

5.2.2. DESCRIPCIÓN GENERAL

El área evaluada ocupa un total de 4728.27 has, en la microcuenca del río Viluyo. Se han logrado identificar 16 unidades cartográficas (series): Viluyo (VI), Bocatoma (BO), Calapuja (CA), Calapuja Superficial (CS), Supucachi (SU), Supucachi Colina (SUC), Poke (PK), Iturasi (IT), Copantani (CO), San Luis (SL), Laya (LY), Belén (BE), Laya Húmedo (LH), Copantani Bajo (CB), Lequeni (LE), Titicaca (TI), son suelos de origen aluvial fluvial y coluvio

aluvial. El área miscelánea está ocupada por meandros abandonados, caja de río, playones, islas, lagunas y viviendas rurales con 118.87 has.

Siguiendo la metodología del (USDA-NRCS, 2010), los suelos evaluados tiene la clasificación taxonómica que se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 8. Clasificación taxonómica de los suelos evaluados.

Serie de suelo	Símbolo	Orden	Suborden	Gran Grupo	Subgrupo	Área has	% Área
Viluyo	VI	Entisol	Fluvent	Ustifluvent	Mollic Ustifluvent	620.23	13.60
Bocatoma	BO	Entisol	Fluvent	Ustifluvent	Typic Ustifluvent	72.56	1.59
Calapuja	CA	Entisol	Fluvent	Ustifluvent	Typic Ustifluvent	1349.21	29.59
Calapuja Superficial	CS	Entisol	Fluvent	Ustifluvent	Typic Ustifluvent	298.31	6.54
Supucachi	SU	Entisol	Orthent	Ustorthent	Typic Ustorthent	130.61	2.35
Supucachi Colina	SUC	Entisol	Orthent	Ustorthent	Typic Ustorthent	93.02	2.29
Poke	PK	Entisol	Orthent	Ustorthent	Typic Ustorthent	71.4	1.57
Iturasi	IT	Inceptisol	Ustept	Haplustept	Aquic Haplustept	50.62	1.11
Copantani	CO	Inceptisol	Ustept	Haplustept	Vitrantic haplustept	291.61	6.40
San Luis	SL	Inceptisol	Ustept	Haplustept	Fluventic Haplustept	234.54	5.14
Laya	LY	Inceptisol	Ustept	Haplustept	Fluventic Haplustept	383.67	8.41
Belén	BE	Inceptisol	Ustept	Haplustept	Typic Haplustept	110.22	2.42
Laya Húmedo	LH	Inceptisol	Ustept	Haplustept	Aquic Haplustept	33.29	0.73
Copantani Bajo	CB	Inceptisol	Ustep	Durustept	Typic Durustept	97.23	2.13
Lequeni	LE	Inceptisol	Ustept	Durustept	Typic Durustpet	555.03	12.17
Titicaca	TI	Mollisol	Ustoll	Argiustoll	Typic Argiustoll	167.89	3.68

Fuente: Elaboración Propia

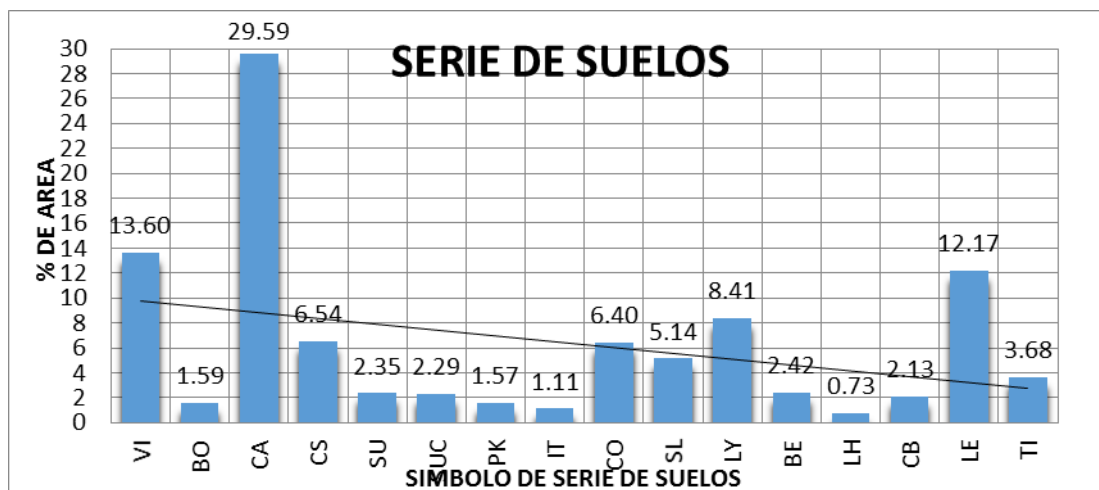


Gráfico 4. Distribución de las series de suelos

El sistema de clasificación moderno se emprendió con la publicación de la taxonomía de suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), donde se utilizaban las propiedades del suelo definidas y cuantificadas para la designación de “horizontes diagnósticos del suelo”.

5.2.3. DESCRIPCIÓN DE SERIE DE SUELOS

- SERIE VILUYO (VI)

Cubre una extensión aproximada de 620.23 ha que representa el 13.12% del área evaluada, se localiza en zona de relieve plano (0-2 %); está formado por serie Viluyo ocupando áreas en ambas márgenes del río Viluyo; son de desarrollo genético incipiente, de textura media, se originan de sedimentos fluviales recientes, presentan perfil A y C, presentan epipedon ochric, son moderadamente profundos, de color pardo rojizos, de buen drenaje.

- Químicamente son de reacción ligeramente ácida (pH 6.20 a 6.41), no hay peligro de sales (CEe menor a 2 mS cm⁻¹), tiene alta saturación de bases de 93.43 a 100 %), su CIC es media en la capa arable. Tiene contenido bajo de materia orgánica (1.50 % en la capa arable y muy pobre en el

subsuelo (menor a 2 %).

La fertilidad natural es baja en la capa arable y subsuelo. Agronómicamente son de baja capacidad productiva, requiere de aplicaciones de enmiendas orgánicas como estiércol, compost, humus de lombriz, o guano de islas para un manejo sostenible.

- SERIE BOCATOMA (BO)

Cubre una superficie de 72.56 ha, equivalente al 1.53% del área estudiada. Está conformada por los suelos de la serie Bocatoma en su fase plana (0-2%). Se ubica en el sector de la Bocatoma del proyecto de riego. Son de desarrollo genético incipiente, de textura media, derivados de sedimentos aluviales fluviales recientes, presentan perfil A, C con una capa endurecida en el subsuelo; tienen epipedón ochric, son suelos superficiales, de color pardo oscuro, de drenaje bueno.

Las características químicas están expresadas por una reacción neutra (pH 7.1), una alta saturación de bases de 81 a 100%. La fertilidad de la capa arable se caracteriza por presentar contenidos bajos de materia orgánica, bajos en fósforo disponible y altos en potasio disponible; por consiguiente la fertilidad de estos suelos es baja.

- SERIE CALAPUJA (CA)

Comprende una extensión aproximada de 1349.21 ha que representa el 28.53% del área evaluada, se localiza en zona de relieve plano (0-2%), de buen drenaje; está formado por serie Calapuja ocupando áreas en ambos márgenes del río Viluyo; son de desarrollo genético incipiente, de textura

media, se originan de sedimentos fluviales recientes, presentan perfil A y C muy gravoso, presentan epipedon ochric, son moderadamente profundos, de color pardo rojizos, de buen drenaje. Químicamente son de reacción ligeramente ácida (pH 6.5), no hay peligro de sales (CEe menor a 2 mS cm^{-1}), tiene alta saturación de bases 77.3 a 97.18%), su CIC es media en la capa arable y baja en el subsuelo. Tiene contenido medio de materia orgánica (2.22 a 2.65% en la capa arable y muy pobre en el subsuelo (menor a 2%).

La fertilidad natural es media en la capa arable y pobre el subsuelo. Agronómicamente son de baja capacidad productiva, requiere de aplicaciones de enmiendas orgánicas como estiércol, compost, humus de lombriz, o guano de isla para un manejo sostenible.

- **SERIE CALAPUJA SUPERFICIAL (CS)**

Cubre una extensión aproximada de 298.31 ha que representa el 6.31% del área evaluada, se localiza en zona de relieve plano (0-2%), de buen drenaje; está formado por serie Calapuja superficial ocupando áreas en ambas márgenes del río Viluyo; son de desarrollo genético incipiente, de textura media, se originan de sedimentos fluviales recientes, presentan perfil A y C muy gravoso, presentan epipedon ochric, son moderadamente muy superficial, la limitante principal de la profundidad es la alta gravosidad y guijarrosidad, son de color pardo a gris rojizo oscuro, de buen excesivo.

En el aspecto químico son de reacción ligeramente ácida (pH 6.29), no hay peligro de sales (CEe menor a 2 mS cm^{-1}), tiene alta saturación de bases 96.83 %), su CIC es alta en la capa arable. Tiene contenido medio de materia orgánica (2.41 % en la capa arable.

La fertilidad natural es media en la capa arable y pobre el subsuelo. Agronómicamente son de baja capacidad productiva, por su poca profundidad y drenaje excesivo.

- **SERIE SUPUCACHI (SU)**

Cubre una extensión aproximada de 130.61 ha que representa el 2.76% del área evaluada, se localiza en zona de relieve plano (0-2%), de buen drenaje; está formado por serie Supucachi ocupando áreas en la margen izquierda del río Viluyo aguas abajo; son de desarrollo genético incipiente, de textura media, se originan de sedimentos fluviales recientes y subrecientes, presentan perfil A y C gravoso, presentan epipedon ochric, son moderadamente profundos, de color pardo a pardo oscuro, de buen drenaje.

Químicamente son de reacción ligeramente ácida (pH 6.07), no hay peligro de sales (CEe menor a 2 mS cm⁻¹), tiene alta saturación de bases 78.45 a 81.40 %), su CIC es bajo en la capa arable y medio en el subsuelo. Tiene contenido medio de materia orgánica (2.08 %) en la capa arable.

La fertilidad natural es baja en la capa arable por la deficiencia de fósforo disponible. Agronómicamente son de baja capacidad productiva, requiere de aplicaciones de enmiendas orgánicas como estiércol, compost, humus de lombriz, o guano de islas para un manejo sostenible.

- **SERIE SUPUCACHI COLINA (SUC)**

Cubre una extensión aproximada de 93.02 ha que representa el 1.97% del área evaluada, se localiza en zona de ladera (15 -5%), de buen drenaje; está formado por serie Supucachi colina ocupando áreas en la margen izquierda

del río Viluyo aguas abajo; son de desarrollo genético incipiente, de textura media, se originan de sedimentos fluviales recientes y sub recientes, presentan perfil A y C gravoso, presentan epipedon ochric, son moderadamente profundos, de color pardo a pardo oscuro, de buen drenaje.

Químicamente son de reacción ligeramente ácida (pH 6.54), no hay peligro de sales (CEe menor a 2 mS cm¹), tiene alta saturación de bases 78.45 a 81.40 %), su CIC es bajo en la capa arable y medio en el subsuelo. Tiene contenido medio de materia orgánica (2.15 %) en la capa arable.

La fertilidad natural es baja en la capa arable por la deficiencia de fósforo disponible. Agronómicamente son de baja capacidad productiva, requiere de aplicaciones de enmiendas orgánicas como estiércol, compost, humus de lombriz o guano de islas para un manejo sostenible.

- SERIE POKE (PK)

Cubre una extensión aproximada de 71.4 has que representa el 1.51% del área evaluada, se localiza en zona de ladera (15 -5%), de buen drenaje; está formado por serie Poke ladera norte; son de desarrollo genético incipiente, de textura media, se originan de sedimentos fluviales recientes y subrecientes, presentan perfil A y C gravoso, presentan epipedon ochric, son moderadamente profundos, de color pardo a pardo oscuro, de buen drenaje.

Químicamente son de reacción ligeramente ácida (pH 7.12), no hay peligro de sales (CEe menor a 2 mS cm⁻¹), tiene alta saturación de bases 78.45 a 81.40

%), su CIC es bajo en la capa arable y medio en el subsuelo. Tiene contenido medio de materia orgánica (3.45 %) en la capa arable.

La fertilidad natural es baja en la capa arable por la deficiencia de fósforo disponible. Agronómicamente son de baja capacidad productiva, requiere de aplicaciones de enmiendas orgánicas como estiércol, compost, humus de lombriz, o guano de islas para un manejo sostenible.

- **SERIE ITURASI (IT)**

Cubre una superficie de 50.62 has, equivalente al 1.07% del área estudiada está conformada por suelos de la serie Iturasi en su fase plana (0-2%). Se ubica en el sector Iturasi a la margen derecha del río Viluyo. Son de desarrollo genético moderado, de textura media, derivados de sedimentos coluvio aluviales sub recientes, presentan perfil A, C; presentan epipedón ochric y sub horizonte diagnóstico cambie, suelos superficiales, de color pardo oscuro a pardo amarillento oscuro, de drenaje moderado.

Las características químicas están expresadas por una reacción moderadamente ácida y una alta saturación de bases de 97.86%. La fertilidad de la capa arable se caracteriza por presentar contenidos bajos de materia orgánica y fósforo disponible y altos en potasio disponible; por consiguiente la fertilidad de estos suelos es baja por su bajo contenido de fósforo disponible y materia orgánica.

- **SERIE COPANTANI (CO)**

Abarca una superficie de 291.61 has, equivalente al 6.17% del área estudiada. Está conformada por suelos de la serie Copantani en su fase

ligeramente inclinada (2-4%). Se ubica en el sector Copantani del proyecto de riego. Son de desarrollo genético incipiente, de textura media, derivados de sedimentos coluvio aluviales sub recientes, presentan perfil A, C; presentan epipedón ochric, superficiales, de color pardo oscuro, de drenaje bueno.

Las características químicas están expresadas por una reacción ligeramente ácida (pH 6.08 a 6.31) y una alta saturación de bases de 95%. La fertilidad de la capa arable se caracteriza por presentar contenidos medios de materia orgánica, bajos en fósforo disponible y altos en potasio disponible; por consiguiente la fertilidad de estos suelos es baja por el elemento fósforo.

- SERIE SAN LUIS (SL)

Abarca una superficie de 234.54 has, equivalente al 4.96% del área estudiada. Está conformado por suelos de la serie San Luis en su fase ligeramente inclinada (2-4%). Se ubica en el sector San Luis del proyecto de riego. Son de buen desarrollo genético, de textura media, derivados de sedimentos aluviales sub recientes, presentan perfil A, B, C; presentan epipedón mollic y sub horizonte cambie, moderadamente profundos, de color negro a pardo, de drenaje pobre.

Las características químicas están expresadas por una reacción ligeramente ácida con pH de 6.12 a 6.49 y una alta saturación de bases de 100%. La fertilidad de la capa arable se caracteriza por presentar contenidos medios de materia orgánica en la capa arable y bajos en el sub suelo, bajos en fósforo disponible y altos en potasio disponible; por consiguiente la fertilidad de estos suelos es baja por la limitación de fósforo disponible.

- SERIE LAYA (LY)

Abarca una superficie de 383.67 has, equivalente al 8.11% del área estudiada. Está conformada por suelos de la serie Laya, en su fase plana (0-2%). Se ubica en el sector Laya en el margen derecho del río Viluyo aguas abajo. Son de buen desarrollo genético, de textura moderadamente gruesa a fina, derivados de sedimentos aluviales sub recientes, presentan perfil A, B, C; tienen epipedón ochric y sub horizonte argillic, suelos superficiales, de color pardo a pardo rojizo oscuro, de drenaje pobre.

Las características químicas están expresadas por una reacción ligeramente ácida en la capa arable a neutra en el subsuelo, tienen alta saturación de bases de 78 a 100%. La fertilidad de la capa arable se caracteriza por presentar contenidos medios a bajos de materia orgánica, bajos en fósforo disponible y altos en potasio disponible; por consiguiente la fertilidad de estos suelos es baja por la limitante del fósforo disponible.

- SERIE BELÉN (BE)

Cubre una superficie de 110.22 has, equivalente al 2.33% del área estudiada. Está conformada por suelos de la serie Belén en su fase ligeramente inclinada (2-4 %). Se ubica en el sector Belén. Son de desarrollo genético incipiente, de textura media, derivados de sedimentos aluviales sub recientes, presentan perfil A, (B), C; presentan epipedón ochric, moderadamente profundos, de color pardo oscuro a pardo amarillento oscuro, de drenaje bueno.

Las características químicas están expresadas por una reacción moderadamente ácida a neutra y una saturación de bases de 90 a 100 %. La

fertilidad de la capa arable se caracteriza por presentar contenidos medios de materia orgánica, bajos en fósforo disponible y altos en potasio disponible; por consiguiente la fertilidad de estos suelos es baja.

- **SERIE LAYA HÚMEDO (LH)**

Comprende una extensión aproximada de 33.29 has que representa el 0.70% del área evaluada, se localiza en zona de relieve plano (0-2 %); está formado por serie Laya Húmedo ocupando áreas con régimen de humedad aquí porque tienen agua libre superficial en la mayoría de meses, se presentan en ambas márgenes del río Viluyo; son de desarrollo genético moderado, de textura media, se originan de sedimentos fluviales recientes, presentan perfil A, (B) y C bastante gravoso, presentan epipedon ochric, son suelos superficiales por la alta napa freática, de color negro en la capa arable a pardo amarillento oscuro, de drenaje muy pobre.

En el aspecto químico son de reacción neutra a ligeramente alcalina (pH de 7.17 a 7.41), no hay peligro de sales (CEe menor a 2 mS cm⁻¹), tiene alta saturación de bases de 88.08 a 100 %), su CIC es alta en la capa arable y baja en el subsuelo. Tiene contenido medio de materia orgánica (3.00 % en la capa arable y muy pobre en el subsuelo (0.36 a 2 %).

La fertilidad natural es baja debido a la deficiencia de fósforo disponible. Agronómicamente no son aptos para la agricultura por sus condiciones de drenaje muy pobre y saturado con agua en los meses agrícolas.

- SERIE COPANTANI BAJO (CB)

Ocupa una superficie de 97.23 has, equivalente al 2.06% del área estudiada. Está conformada por suelos de la serie Copantani Bajo en su fase plana (0-2%). Se ubica en el sector Copantani próximo al río Viluyo en terrazas medias no inundables del proyecto de riego. Son de desarrollo genético incipiente, de textura media a moderadamente fina, derivados de sedimentos coluvio aluviales sub recientes, presentan perfil A, (B), C; presentan epipedón ochric, superficiales, de color pardo oscuro a pardo muy oscuro, de drenaje pobre.

Las características químicas están expresadas por una reacción moderadamente ácida a neutra (pH 5.73 a 7.04) y una saturación de bases de 85 a 100 %. La fertilidad de la capa arable se caracteriza por presentar contenidos medios de materia orgánica, bajos en fósforo disponible y altos en potasio disponible; por consiguiente la fertilidad de estos suelos es baja por la limitación de fósforo.

- SERIE LEQUENI (LE)

Comprende una extensión aproximada de 555.03 has que representa el 11.74% del área evaluada, se localiza en zona de relieve plano (0-2%), de buen drenaje; está formado por serie Lequeni ocupando áreas en el margen izquierdo del río Viluyo; son de desarrollo genético incipiente, de textura media, se originan de sedimentos fluviales recientes, presentan perfil A y C con una capa endurecida de duripan, ligeramente gravoso, presentan epipedon ochric, son moderadamente profundos, de color oscuro a pardo amarillento oscuro, de buen drenaje.

Químicamente son de reacción moderadamente ácida a neutra (pH 5.76 a 6.64), no hay peligro de sales (CEe menor a 2 mS cm⁻¹), tiene alta saturación de bases de 78 a 94%), su CIC es baja en la capa arable y alta en el subsuelo. Tiene contenido bajo de materia orgánica (1.63%) en la capa arable y muy pobre en el subsuelo (menor a 2%).

La fertilidad natural es baja, debido a los bajos contenidos de materia orgánica y fósforo disponible. Agronómicamente son de mediana capacidad productiva, requiere de nivelaciones del suelo y aplicaciones de enmiendas orgánicas como estiércol, compost, humus de lombriz, o guano de islas para un manejo sostenible.

- **SERIE TITICACA (TI)**

Comprende una extensión aproximada de 167.89 has que representa el 3.55% del área evaluada, se localiza en zona de relieve plano (0-2%), de buen drenaje; está formado por serie Titicaca ocupando áreas en el margen derecho del río Viluyo; son de buen desarrollo genético, de textura muy fina, se originan de sedimentos aluviales sub reciente, presentan perfil A, B y C con cierta gleyzación en el horizonte más profundo, presentan epipedon mollic y sub horizonte diagnóstico argillic, son moderadamente profundos, de color pardo muy oscuro, de drenaje imperfecto.

Químicamente son de reacción neutra (pH 6.96 a 7.19), no hay peligro de sales (CEe menor a 2 mS cm⁻¹), tiene alta saturación de bases de 100%), su CIC es muy alta. Tiene contenido medio de materia orgánica (3.00 a 2.08%).

La fertilidad natural es baja. Agronómicamente son de buena capacidad productiva, requiere de aplicaciones de enmiendas orgánicas como estiércol, compost, humus de lombriz, o guano de islas para incrementar los contenidos de fósforo disponible.

5.3. EVALUACIÓN AGROSTOLÓGICA

5.3.1. DELIMITACIÓN DE SITIOS DE PASTOREO

En base a la superficie evaluada de la microcuenca de Viluyo del sector medio, que corresponde a una superficie total de 4728.27 hectáreas, se ha delimitado los respectivos sitios de pastoreo, correspondiente al pastizal natural, a través de la tipificación de la vegetación en toda la pradera de la zona de estudio.

En las cuales según la superficie del sector, se determinaron los sitios de pastoreo sobre la pradera nativa, cada sitio fue delimitado por la vegetación nativa alto andina predominante de la zona, tomándose en cuenta también las características fisiográficas de la ubicación topográfica y aspectos del medio ambiente; en la zona de intervención de la microcuenca, se encontró cinco sitios de pastoreo.

En el cuadro 9, se puede visualizar los sitios de pastoreo delimitados, todos ellos están identificados con una numeración correlativa, la extensión correspondiente, la vegetación nativa pre dominante, el nombre del lugar que es conocido por los pobladores del sector y la proporción de la superficie de pastoreo.

La delimitación de los sitios de pastoreo formados en la superficie de los pastizales naturales es como consecuencia de la intervención de los factores ambientales y el establecimiento de las especies vegetales nativas según su hábitat. Al respecto (Condori, 2004), menciona que los sitios de pradera son unidades homogéneas y ecológicamente consistentes de comunidades vegetales, que presentan características distinguibles y formas biológicas diferentes, y para fines de política de uso tienen diferentes principios ecológicos; presumiblemente se deben a la influencia de los factores climáticos, edáficos y fisiográficos, responsables de su desarrollo. Asimismo, (Florez, 2005) asevera que un sitio de pastizal es un tipo de territorio, en el cual difiere de otras áreas ya sea en el tipo y cantidad de vegetación que puede producir y en su respuesta al manejo.

Cuadro 9: Superficie y nombre de los sitios de pastoreo de la microcuenca Viluyo, sector medio

No. SITIO	NOMBRE DE SITIO	Nombre común del pastizal	SUPERFICIE (ha)	%
01	Lequene	Chilligua Gramma dulce	2055.40	43.47
02	Centro Viluyo Ladera	Taya tola Stipa ichu	155.66	3.29
03	Viluyo ladera alta	Paja blanca Tula blanca	26.25	0.56
04	Supucachi baja	Gramma dulce Chilligua	1986.28	42.01
05	Supucachi alta	Paja blanca Tola	289.32	6.12
	S.V.N.		215.36	4.55
TOTAL			4728.27	100.00

S.V.N. = Sin vegetación natural. Corresponde a áreas de protección, cultivos, caminos y viviendas



Gráfico 5. Delimitación de sitios de pastoreo

5.3.2. COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE LOS PASTIZALES

En el Cuadro 10, se puede observar la composición florística de especies forrajeras nativas por cada sitio en pastoreo, en la cual se puede distinguir que el sitio Lequene, se encontró la mayor proporción de especies forrajeras dominantes representados por la especie *Festuca dolichophylla* “Chillihua” y *Muhlebergia fastigiata* “Grama dulce” con 25.67 y 17.66% de la composición florística del sitio respectivamente. Luego en orden de mayor dominancia vegetal del pastizal natural se encontró en el sitio Supucachi baja representados por las especies vegetales *Muhlebergia fastigiata* “Grama dulce” y *Festuca dolichophylla* “Chillihua”, con una proporción de 22.00 y 15.76% respectivamente de la composición florística del sitio. El sitio con menor representatividad de especies vegetales altoandinas se encontró en el sitio Centro Viluyo ladera con 10.67 y 9.33% de la composición florística que corresponden a las especies vegetales nativas de *Parastrephyta lepidophylla* “T´anta thola” y *Stipa obtusa* “Tizña”, respectivamente.

Los sitios de pastoreo con una mayor dominancia de especies vegetales nativas, se atribuye a que estas especies forrajeras nativas se desarrollan fisiográficamente en zonas de ladera baja y pampa cuyo desarrollo es favorecido por la calidad de suelos y la humedad presente en los suelos, además de ello según la composición florística presentan las mejores especies forrajeras para el ganado. Los sitios de pastoreo que presentaron una menor proporción de especies nativas altoandinas, se atribuye a que estas especies se desarrollan en suelos con pedregosidad y la vegetación presente está en constante pastoreo y presenta una baja cobertura vegetal.

Cuadro 10. Porcentaje de especies nativas en los sitios de pastoreo

No	Sitio de pastizal	Especies pre dominantes	Porcentaje (%)
01	Lequene	<i>Festuca dolichophylla</i>	25.67
		<i>Muhlenbergia fastigiata</i>	17.66
02	Centro Viluyo Ladera	<i>Parastrephia lepidophylla</i>	10.67
		<i>Stipa obtusa</i>	9.33
03	Viluyo ladera alta	<i>Festuca dichoclada</i>	13.67
		<i>Parastrephia lepidophylla</i>	11.33
04	Supucachi baja	<i>Muhlenbergia fastigiata</i>	22.00
		<i>Festuca dolichophylla</i>	15.76
05	Supucachi alta	<i>Festuca dichoclada</i>	13.33
		<i>Baccharis tricuneata</i>	12.67

Fuente: Elaboración Propia

5.3.2.1. FAMILIAS BOTÁNICAS DE LAS ESPECIES ALTO ANDINAS

En el Cuadro 11, se aprecia los grupos de familias botánicas encontradas en la evaluación de los pastizales en la Microcuenca Viluyo del sector medio, cuya relación de pastos naturales inventariados se encuentra en el anexo 03; en la cual se puede notar que ha inventariado catorce familias botánicas

de pastos altoandinos; de las cuales, la mayor proporción de especies vegetales de pastos altoandinos corresponden a la familia de las gramíneas (poaceae), con 47.54%, conformados por 22.60% de especies decrecientes; 24.70% de especies acrecentantes y 0.27% de especies indeseables forrajeras; seguido de las especies nativas de la familia botánica de las compositae con 9.69%, conformados por 1.73% de especies decrecientes, 2.53% de especies acrecentantes y 5.53% de especies indeseables forrajeras; luego continúa la familia de las ciperáceas con una proporción forrajera de 4.47% de especies vegetales.

En síntesis, se puede manifestar que en la pradera altoandina de la microcuenca Viluyo sector medio predominan plantas nativas de la familia botánica de las gramíneas (poaceae), esta afirmación es corroborado por Berlijn y Bernardon (1989) donde sostienen que las especies que componen el pastizal natural están en asociación de plantas y que las gramíneas conforman la mayor proporción del pastizal y que estos pueden estar acompañados por leguminosas, los pseudopastos y las hierbas. De igual manera, Tapia y Flores (1984), indican que las praderas naturales, son áreas cubiertas por una vegetación herbácea, principalmente ocupada por gramíneas, ciperáceas y rosáceas, que varían en su composición vegetal de acuerdo a la humedad del suelo, exposición y características edafológicas como textura y contenido de materia orgánica.

Al respecto, en una evaluación edafoagrostológica de las praderas nativas del fundo San Juan de Chuquibambilla-Puno, Nuñoncca (2005), encontró que los pastizales en la mayoría están representados por especies que

corresponde a la familia de la gramíneas con 59.44% agrupados en 32.93% de especies decrecientes, 23.09% de especies acrecentantes y 3.42% de especies invasoras; luego en orden de predominancia continua la familia de las compuestas con 9.85%, representados con 7.87% de especies decrecientes, 0.91% de especies acrecentantes y 1.07% de especies invasoras. Estos valores reportados la composición de las familias botánicas de los pastizales naturales son casi similares a lo encontrado en el presente trabajo de evaluación de pastizales.

Cuadro 11: Principales familias botánicas y grupo de especies de los pastizales naturales

Nº	Especies	Especies Decrecientes	Especies Acrecentantes	Especies indeseables	Sin vegetación	%
1	Poaceae	22,60	24,67	0,27	---	47,54
2	Compositae	1,73	2,53	5,43	---	9,69
3	Cyperaceae	4,47	---	---	---	4,47
4	Rosaceae	0,13	1,73	0,13	---	1,99
5	Fabaceae	0,53	0,27	---	---	0,80
6	Gentianaceae	---	0,13	---	---	0,13
7	Umbeliferaceae	---	---	0,17	---	0,17
8	Labiaceae	---	---	0,13	---	0,13
9	Amarantaceae		0,27	---	---	0,27
10	Scrophularaceae	0,13	0,53	---	---	0,66
11	Geraniaceae	---	0,60	---	---	0,60
12	Usneaceae	---	---	0,13	---	0,13
13	Plantaginaceae	---	0,53	---	---	0,53
14	Cactaceae		---	0,13	---	0,13
	Sub total	29,59	31,26	6,39	---	67,24
	M (mantillo)	---	---	---	8,20	8,20
	D (Suelo desnudo)	---	---	---	13,13	13,13
	R (roca)	---	---	---	9,73	9,73
	P (pavimento)	---	---	---	1,73	1,73
	Sub total	---	---	---	32,79	32,79
	TOTAL					100,00

Fuente: Elaboración Propia

5.3.3. CONDICIÓN DE LOS PASTIZALES

La condición de los pastizales naturales por cada sitio en pastoreo, constituye la sumatoria de los índices forrajeros evaluados, y que nos permite diferenciar el estado actual de la vegetación de los pastizales de cada sitio, en base a la

composición de las especies decrecientes, especies acrecentantes y especies invasoras, siendo estos el resultado de los factores bióticos y abióticos del medio ambiente y al cual fueron sometidos por los diferentes grados de pastoreo por diversas especies ganaderas. En consecuencia, cada sitio del pastizal se ha determinado por cada especie animal en pastoreo, es decir, independientemente para vacunos, ovinos y alpacas.

a) CONDICIÓN DEL PASTIZAL PARA VACUNOS

En el Cuadro 12, se muestra los índices de la condición de los pastizales por sitios de pastoreo para la especie vacuno, en donde se aprecia que las especies decrecientes varían de 17.67 a 0.33%; el índice forraje oscila de 14.06 a 7.60%, estos indicadores representan un amplio rango de variación de cobertura vegetal y especies palatables para el ganado, esto se atribuye a que existe condiciones de pastizal muy diversificados, tal es así que el sitio Lequene alcanzó el mayor puntaje de índice del pastizal con 54.05% categorizado como de condición buena para el pastoreo de vacunos, es decir, este sitio es adecuado para programar pastoreos con bovinos, en cuya planificación forrajera debe respetarse la capacidad de carga animal adecuada a fin de mantener la sucesión vegetal. En tanto, el sitio denominado Supucachi baja, presentó una condición regular con 40.76% de índice del pastizal, vale decir, este sitio involucra un pastoreo moderado del pastizal, teniendo en consideración que es necesario aplicar labores de mejoramiento del pastizal.

El sitio denominado Supucachi alta, presentó una condición pobre con un valor de 34.20%, debido a que no se encontró especies deseables

forrajera para esta especie ganadera. Finalmente los sitios de condición muy pobre fueron Centro Viluyo ladera y Viluyo ladera alta con valores de 19.33 y 22.79% respectivamente, en estos dos sitios está restringido el pastoreo de vacunos ya que no existen especies deseables de pastos para el ganado. De acuerdo con las características de la fisiografía del terreno y las condiciones ambientales es necesario considerar actividades de mejoramiento del pastizal, tales como el repoblamiento vegetal con especies nativas de pastos, el abonamiento y fertilización de praderas y otras actividades agronómicas a fin de recuperar la vegetación forrajera nativa.

De acuerdo a estos resultados de los índices forrajeros se puede manifestar que el sitio denominado Lequene, presentó la mayor composición de especies decrecientes para la especie vacuno frente a los demás sitios evaluados, esto se atribuye a que este sitio predomina las especies forrajeras de estrato alto, es este caso por la especie *Festuca dolichophylla* y que según los estudios indican que el vacuno consume especies de estrato alto, asimismo, su composición florística generalmente está conformada por pastos palatales, además de ello está ubicado en un terreno plano con ligera pendiente, con buena profundidad del suelo y con una ligera humedad que favorece el hábitat de la vegetación altoandina.

En contraste a ello, el sitio con menor porcentaje de especies decrecientes para vacunos fue en el sitio Viluyo ladera alta, donde se registra escasas especies forrajeras deseables para vacunos, lo cual refleja en un bajo porcentaje de especies decrecientes, además de ello, su ubicación

fisiográfica corresponde a ladera media y alta, con altos índices de pedregosidad como producto de los altos grados de erosión a causa de una escasa cobertura vegetal y pendientes pronunciadas.

Cuadro 12. Puntaje total de índice de pastizal y condición de los sitios de pastizales para vacunos

No	Sitios de pastizal	% Índice de especies decreciente	% Índice forrajero	% Índice D.R.P.	% Índice vigor	Puntaje total	Condición
01	Lequene	17.67	13.66	13.93	8.79	54.05	Bueno
02	Centro Viluyo Ladera	0.83	7.60	8.07	2.83	19.33	Muy pobre
03	Viluyo ladera alta	0.33	9.73	10.40	2.32	22.79	Muy pobre
04	Supucachi baja	7.83	13.20	14.86	4.86	40.76	Regular
05	Supucachi alta	2.00	14.06	14.66	3.48	34.20	Pobre

Fuente: Elaboración Propia

b) CONDICIÓN DEL PASTIZAL PARA OVINOS

En el Cuadro 13, se observa los índices de la condición de los pastizales por sitios de pastoreo para la especie ovino, en donde se aprecia que las especies forrajeras decrecientes varían de 19.00 a 3.83%, asimismo, las especies vegetales que agrupan el índice forrajero presentan valores desde 14.10 hasta 7.60%. En tanto el índice de suelo desnudo, roca y pavimento de erosión osciló de 14.86 a 8.07% y el índice de vigor fluctúa de 7.86 a 2.28%. En toda la superficie del pastizal evaluado se encontró un sitio de condición buena (Lequene) con el mayor valor de puntaje total con 54.46%; luego se registró dos sitios de condición regular con valores

finales de 48.45 y 37.60% respectivamente que corresponde a los sitios denominados Supucachi baja y Sutucachi alta respectivamente; de igual manera se encontró dos sitios de condición pobre cuyos valores finales alcanzaron 26.25 y 25.69% que corresponden a los sitios denominados Centro Viluyo ladera y Viluyo ladera alta respectivamente.

La diversidad de la condición de pastoreo de los pastizales para la especie ovina, nos indica las medidas de pastoreo a establecer en cada sitio de pastoreo en particular, siendo crítico en los sitios de condición pobre, donde debe establecerse un pastoreo moderado y acompañado con programas de mejoramiento de pastizales a fin de incrementar la población de especies decrecientes y mejorar la condición de pastizal en un determinado tiempo. En relación a las mejores especies deseables para ovinos se encontró en el sitio denominado Lequene, ya que en asociación vegetal predominó la especie *Muhlenbergia fastigiata*, una especie nativa muy deseada por los ovinos. En tanto, las escasas especies deseables para ovinos se encontraron en el sitio conocido como Viluyo ladera alta, esto se atribuye a que este sitio está tipificado en ladera alta con limitaciones de suelo, pedregosidad y escasa vegetación alto andina.

Cuadro N° 13. Puntaje total de índice de pastizal y condición de los sitios de pastizales para ovinos

N°	Sitios de pastizal	% Índice de especies decreciente	% Índice forrajero	% Índice D.R.P	% Índice vigor	Puntaje total	Condición
01	Lequene	19.00	13.66	13.93	7.86	54.46	Bueno
02	Centro Viluyo Ladera	7.17	7.60	8.07	2.86	25.69	Pobre
03	Viluyo ladera alta	3.83	9.73	10.40	2.28	26.25	Pobre
04	Supucachi baja	15.83	13.20	14.86	4.55	48.45	Regular
05	Supucachi alta	5.67	14.10	14.70	3.16	37.60	Regular

Fuente: Elaboración Propia

c) CONDICIÓN DEL PASTIZAL PARA ALPACAS

En el Cuadro 14, se presenta los valores de los índices de la condición de los pastizales por sitios de pastoreo para la especie alpaca, en donde se puede notar que las especies decrecientes de pastos oscilan desde 18.66 hasta 4.33%, de igual manera, las especies vegetales que agrupan el índice forrajero presentan valores de 14.10 a 7.47%. Los valores porcentuales del índice suelo desnudo, roca y pavimento de erosión fluctúan de 14.86 a 8.07% y el índice de vigor de las mejores especies forrajeras de pastos varían de 7.36 hasta 2.28%.

En la pradera alto andina evaluada el mayor puntaje acumulado de los índices del pastizal fue 54.06% categorizándose como el único sitio de condición buena que corresponde al sitio denominado Lequene, señalándonos como un sitio apropiado para el pastoreo de alpacas, por contener especies forrajeras deseables para este tipo de ganado en pastoreo; luego se encontró dos sitios de condición regular con valores acumulados de 49.62 y 47.20% que corresponden a los sitios conocidos

como Supucachi baja y Supucachi alta respectivamente, lo cual nos indica que los pastoreos deben ser de acuerdo a la carga animal óptima. Asimismo, se encontró dos sitios de condición pobre, cuyos valores acumulados de índices evaluados y traducidos al puntaje final fueron 28.06 y 26.75% ubicados en los sitios conocidos como Centro Viluyo ladera y Viluyo ladera alta respectivamente, en estas condiciones los pastoreos deben ser moderados.

La heterogeneidad de los valores forrajeros de la condición de pastoreo de los pastizales naturales para la especie alpaca en pastoreo, nos demuestra que se debe establecer diversos mecanismos y estrategias de utilización racional de los pastizales naturales, entre ellos, es respetar la capacidad de carga animal óptima por sitio de pastoreo y a la vez implementar actividades de recuperación y mejoramiento del pastizal con especies nativas con aptitud forrajera, o en todo caso planificar la implementación de infraestructuras hídricas para cosecha de agua de lluvias en las partes altas de los cerros fundamentalmente en los sitios de condición pobre a fin de evitar la sucesión regresiva.

Con respecto a las mejores especies deseables nativas de pastos para alpacas se encontró en el sitio Lequene, ya que en asociación botánica predominó la especie nativa *Muhlenbergia fastigiata*, esta especie nativa es muy palatable para las alpacas. En tanto, las escasas especies deseables para alpacas se encontró en el sitio denominado viluyo ladera alta, esto se atribuye a que este sitio está ubicado topográficamente en ladera alta con limitaciones de suelo, pedregosidad, pendiente y vegetación.

Al respecto, Flórez, (2005), asevera que las deseables o decrecientes son forrajeras altamente productivas e importantes en número, palatables y crecen en la comunidad clímax original. Estas plantas decrecen en su abundancia si la carga animal es superior a la óptima, es decir, si hay sobrepastoreo.

Cuadro 14. Puntaje total de índice de pastizal y condición de los sitios de pastizales para alpaca

Nº	Sitios de pastizal	% Índice de especies decreciente	% Índice forrajero	% Índice D.R.P.	% Índice vigor	Puntaje total	Condición
01	Lequene	18.66	13.80	13.93	7.86	54.06	Buena
02	Centro Viluyo Ladera	9.67	7.47	8.07	2.86	28.06	Pobre
03	Viluyo ladera alta	4.33	9.73	10.40	2.28	26.75	Pobre
04	Supucachi baja	17.00	13.20	14.86	4.55	49.62	Regular
05	Supucachi alta	15-30	14.10	14.70	3.16	47.20	Regular

Fuente: Elaboración Propia

Sobre la condición del pastizal, Flórez, (2005), sostiene que la condición del pastizal es definida como el estado de salud de la vegetación actual. Una planta forrajera, en forma natural, sin que se le pastoree, puede crecer hasta su máxima expresión; es decir, hasta lo que se llama su clímax (condición excelente). Pero de acuerdo a cómo se le pastoree, la planta crecerá menos sino se le hace daño (condición buena). Pero, si el daño es mayor por causas como el sobrepastoreo, la planta será pequeña en comparación con su clímax (condición pobre o muy pobre).

5.3.4. SUPERFICIE DE LA CONDICIÓN DE LOS PASTIZALES POR ESPECIE ANIMAL EN PASTOREO

La condición de los pastizales naturales agrupados para las especies de ganado vacuno, ovino y alpacas en pastoreo independiente, se muestra en el Cuadro 15. Donde se observa que para la especie animal en pastoreo vacuno, existe un sitio de condición buena (01); un sitio de condición regular (04); un sitio de condición pobre (05) y dos sitios de condición muy pobre (02 y 03), que representan una extensión respectivamente.

Para la especie animal ganadera en pastoreo ovino, después de la evaluación agrostológica de los pastizales, se encontró que existe un sitio de condición buena (01); dos sitios de condición regular (04 y 05); y dos sitios de condición pobre (02 y 03), que corresponden a una superficie pastoreable respectivamente.

Finalmente para la especie animal en pastoreo alpaca, se encontró un sitio de condición buena (01); luego se encontró dos sitios de condición regular (04 y 05); y dos sitios de condición pobre (02 y 03), que corresponden a una superficie pastoreable, respectivamente.

Cuadro 15. Sitios y superficies totales de la condición de praderas por especie animal en pastoreo

Condición del pastizal	Sitios de pastizal	Vacunos			Ovinos			Alpacas		
		Nº Sitios	Superf (ha)	%	Nº Sitios	Superf (ha)	%	Nº Sitios	Superf (ha)	%
Bueno	Lequene	01	2055.47	43.47	01	2055.47	43.47	01	2055.47	43.47
Regular	Supucachi bajo	04	1986.21	42.01	04 y 05	2275.53	48.13	04 y 05	2275.53	48.13
Pobre	Supucachi alta	05	289.32	6.12	02 y 03	181.91	3.85	02 y 03	181.91	3.85
Muy pobre	Centro viluyo ladera y Viluyo ladera alta	02 y 03	181.91	3.85	---	---	---	---	---	---
S.V.N.			215.36	4.55		215.36	4.55		215.36	4.55
TOTAL			4728.27	100		4728.27	100		4728.27	100

Fuente: Elaboración Propia

5.3.5. PRODUCCIÓN Y DISPONIBILIDAD DE MATERIA SECA

La producción obtenida de la materia seca del pastizal se muestra en el Cuadro 16, en donde se puede apreciar que la mayor producción de materia seca se encontró en el sitio denominado Lequene, con 2456.12 kg/ha de materia seca, esta vegetación corresponde a un tipo de vegetación alto andina del tipo pajonal de chilligua, que se caracteriza por ser vegetaciones nativas de terrenos planos con suelos profundos y con cierta acumulación de humedad en los suelos, como forraje disponible para el consumo del ganado a fin de no disminuir el vigor de la plantase ha estimado en 1228.06 kg/ha de Materia Seca, este sitio corresponde a pastizales de buena condición de pastoreo.

Luego en orden de mejor producción de materia seca se encontró en el sitio denominado Supucachi baja con 1376.26 kg/ha de materia seca, con una disponibilidad forrajera de 688.13 kg/ha esta vegetación se caracteriza por ser

especies del tipo de estrato bajo, dominado por especies cortas como las del genero *Mulhenbergia*, *carex* y acompañado con plantas del genero *festuca*.

Los menores rendimiento de materia seca en los pastizales naturales, se encontró en los sitios denominados Centro Viluyo ladera y Viluyo ladera alta con una producción de 608.16 y 524.60 kg/ha de materia seca respectivamente, con una disponibilidad de pasto seco para el consumo del ganado de 304.08 y 262.30 kg/ha de materia seca respectivamente, estos sitios presentaron una baja producción de pastos debido a que corresponden a sitios de condición pobre, con una limitada composición de especies decrecientes y escaso vigor de las plantas forrajeras, la predominancia de la vegetación corresponde a plantas del genero *Parastrephia*, y *Stipa*.

Cuadro 16. Producción y disponibilidad de biomasa forrajera de pastos naturales

No.	Sitios de pastizal	Superficie ha	Rendimiento de M.S. (kg/ha)	Disponibilidad de M.S. (kg/ha)
1	Lequene	2055.40	2456.12	1228.06
2	Centro Viluyo Ladera	155.66	608.16	304.08
3	Viluyo ladera alta	26.25	524.60	262.30
4	Supucachi baja	1986.28	1376.26	688.13
5	Supucachi alta	289.32	1012.48	506.24
TOTAL		4512.91		

Fuente: Elaboración Propia

5.3.6. CAPACIDAD DE CARGA ANIMAL DE LOS SITIOS EN PASTOREO

La capacidad de carga animal de los pastizales de la microcuenca Viluyo, sector medio, se ha estimado por cada especie animal en pastoreo teniendo en cuenta lo manifestado por Flórez (2005), señalando que el conocimiento de la condición de la pradera tiene como objetivo determinar el potencial de producción de la biomasa forrajera del pastizal como información previa a la estimación de la capacidad de carga de un sitio o grupo de sitios. La evaluación de la condición es diferente sobre los sitios del pastizal. En tal

sentido, en los siguientes cuadros se muestra la capacidad de carga animal óptima para las especies: vacuno, ovino y alpaca respectivamente.

a) CAPACIDAD DE CARGA ANIMAL PARA VACUNOS

La capacidad de carga animal óptima para la especie vacuna, Cuadro 17 se ha estimado en base a la disponibilidad de forraje; en el cuadro se puede notar que la mayor capacidad de carga animal corresponde al sitio denominado Lequene tipificado como una pradera natural de condición buena y que puede mantener una carga animal de 0.37 unidades vacuno/hectárea/año. Luego en orden de mayor capacidad de mantenimiento le sigue el sitio Supucachi baja con una capacidad de carga animal de 0.21 unidades vacuno/hectárea/año y que corresponde a un sitio de condición regular.

Las menores capacidades de mantenimiento de ganado vacuno se encontraron en los sitios denominados: Centro Viluyo ladera baja y Viluyo ladera alta, con una capacidad de carga animal de 0.09 y 0.08 unidades vacuno/hectárea/año respectivamente.

Cuadro 17. Capacidad de carga animal óptima para vacunos

Sitio de Pastoreo	Condición del pastizal	Forraje disponible (Kg/ha)	Vacunos (U.V./ha/año)
Lequene	Buena	1228.06	0.37
Supucachi baja	Regular	688.13	0.21
Supucachi alto	Pobre	506.24	0.15
Centro Viluyo ladera	Muy pobre	304.08	0.09
Viluyo ladera alta	Muy pobre	262.30	0.08
PROMEDIO			0.18

Fuente: Elaboración Propia

b) CAPACIDAD DE CARGA ANIMAL PARA OVINOS

La capacidad de carga animal óptima para la especie ovina, Cuadro 18, se ha calculado en función al grado de utilización del pastizal, en la cual se puede distinguir que la mayor capacidad de carga animal denota en el sitio Lequene, cuya tipificación agrostológica corresponde a pastizal natural de condición buena y que puede mantener 3.43 unidades ovino/hectárea/ año. Luego prosigue el sitio denominado Supucachi baja, cuya condición del pastizal es valorado como regular y cuya capacidad es de 1.92 unidades ovino/hectárea/año. Las menores valores de capacidad de carga para la especie ganadera ovino, se encontraron en los sitios denominados: Centro Viluyo ladera baja y Viluyo ladera alta, con una capacidad de carga animal de 0.85 y 0.73 unidades ovino/hectárea/ año respectivamente.

Cuadro 18. Capacidad de carga animal óptima para ovinos

Sitio de Pastoreo	Condición del pastizal	Forraje disponible (kg/ha)	Ovinos (U.O./ha/año)
Lequene	Buena	1228.06	3.43
Supucachi baja	Regular	688.13	1.92
Supucachi alto	Regular	506.24	1.42
Centro Viluyo ladera	Pobre	304.08	0.85
Viluyo ladera alta	Pobre	262.30	0.73
PROMEDIO			1.85

Fuente: Elaboración Propia

c) CAPACIDAD DE CARGA ANIMAL PARA ALPACAS

La capacidad de carga animal óptima para la especie en pastoreo de alpaca. Cuadro 19, se ha estimado en función al grado de utilización del pastizal del sitio correspondiente, en la cual se puede distinguir que la mayor capacidad de carga animal se encontró en el sitio Lequene, cuya tipificación agrostológica corresponde a pastizal natural de condición buena y que puede mantener 2.88 unidades alpaca/hectárea/año.

Luego continúa el sitio denominado Supucachi baja, cuya condición del pastizal es valorada como regular y su capacidad de carga animal es de 1.61 unidades alpaca/hectárea/año. Los menores valores de capacidad de carga animal, en el caso de la especie ganadera alpaca, se encontraron en los sitios denominados: Centro Viluyo ladera baja y Viluyo ladera alta, con una capacidad de carga animal de 0.71 y 0.61 unidades alpaca/hectárea/año respectivamente.

Cuadro 19. Capacidad de carga animal óptima para alpacas

Sitio de Pastoreo	Condición del pastizal	Forraje disponible (kg/ha)	Alpacas (U.A./ha/año)
Lequene	Buena	1228.06	2.88
Supucachi baja	Regular	688.13	1.61
Supucachi alto	Regular	506.24	1.19
Centro Viluyo ladera	Pobre	304.08	0.71
Viluyo ladera alta	Pobre	262.30	0.61
PROMEDIO			1.56

Fuente: Elaboración Propia

Al respecto, la capacidad de carga animal óptima, según Holechek *et al*, (2011) aseveran que constituyen el número promedio de animales domésticos y/o silvestres que pueden ser mantenidos en una unidad de superficie de pastizal en forma productiva por un determinado período de pastoreo, sin dar lugar a que la pradera se deteriore, es decir manteniendo la sucesión vegetal de los pastizales.

En tal razón, para la microcuenca Viluyo, sector medio, se recomienda a los productores ganaderos, a que los valores encontrados en el presente evaluación de la capacidad de carga animal deben ser implementados y puestos en práctica ganadera por especie animal, a fin de favorecer el nivel del vigor de las especies forrajeras que conduzcan a la recuperación de las especies forrajeras y de esta manera poder mejorarlas hacia una tendencia positiva del pastizal.

5.3.7. CONTENIDO DE PROTEÍNA CRUDA

Los resultados del análisis químico del contenido de proteína cruda de la vegetación predominante de los sitios de pastoreo se presentan en el Cuadro 20, en la cual se puede distinguir, que los mejores valores de proteína cruda en el pastizal, se encontró en la vegetación nativa dominadas por las especies *Festuca dolichophylla* y *Muhlenbergia fastigiata* con 6.15%, que corresponde al sitio denominado Lequene, este tipo de vegetación alto andina, se encuentra fisiográficamente en pampa, cuya composición florística, además de las especies dominantes, presenta plantas palatables del genero Carex, Poa, Trifolium, Calamagrostis, Alchemilla y entre otros géneros. Luego en orden de importancia porcentual de proteína cruda se encontró un valor de 5.76% que corresponde al sitio denominado Sutucachi baja cuya vegetación predominante lo conforman las especies *Muhlenbergia fastigiata* y *Festuca dolichophylla*, este valor es ligeramente inferior a la anterior asociación vegetal, esto se atribuye a que esta vegetación presento especies en fase fenología de madurez fisiológica.

Luego en orden descendente se encontró una valor de 5.36% de proteína cruda que corresponde al sitio Centro Viluyo ladera, a pesar que este sitio de pastizal presenta condiciones pobres de pastoreo, tiene un valor considerable de proteína cruda, esto se puede atribuir a que en este sitio la planta dominante es *Parastrephya lepidophylla* y que según varios estudios señalan que esta especie presenta buenos valores de proteína, tal como lo reportan Prieto y Yazman (1995), al evaluar la calidad forrajera de la *Parastrephya* con un valor de 6.7% de proteína cruda sobre una vegetación asociada con *Festuca orthophylla* en pastizales naturales de Bolivia.

El valor más bajo de proteína cruda en los pastizales, se encontró en el sitio denominado Supucachi alta con 4.42% predominado por las especies *Festuca dichoclada* y *Baccharis tricuneata*, éste comportamiento se puede atribuir a que las especies existentes en este sitio presentaron bajos índices de vigor, producto del pastoreo continuo a que están sometidos estos pastizales, además de ello en su composición florística presentan especies semileñosas como las del género *Margaricarpus*.

Cuadro 20. Valor porcentual de proteína cruda en los sitios de los pastizales naturales

No.	Sitios de pastizal	Especie predominante	Proteína cruda %
1	Lequene	<i>Festuca dolichophylla</i> <i>Muhlenbergia fastigiata</i>	6.15
2	Centro Viluyo Ladera	<i>Parastrephia lepidophylla</i> <i>Stipa obtusa</i>	5.36
3	Viluyo ladera alta	<i>Festuca dichoclada</i> <i>Parastrephia lepidophylla</i>	4.79
4	Supucachi baja	<i>Muhlenbergia fastigiata</i> <i>Festuca dolichophylla</i>	5.76
5	Supucachi alta	<i>Festuca dichoclada</i> <i>Baccharis tricuneata</i>	4.42

Fuente: Elaboración Propia

En el gráfico 06, se puede apreciar el orden porcentual de los valores del contenido de proteína cruda en los pastizales naturales según la predominancia de la vegetación alto andina en el sitio de pastoreo; así se puede distinguir que la asociación vegetal *Festuca dolichophylla* y *Muhlenbergia fastigiata* (Fedo-Mufa) y entre la asociación vegetal *Muhlenbergia fastigiata* y *Festuca dolichophylla* (Mufa-Fedo), las diferencias proteicas entre estos tipos de vegetación son mínimos, tal como lo demuestran los valores reportados.

De igual manera, se puede distinguir en la asociación vegetal dominada por las especies *Parastrephia lepidophylla* y *Stipa obtusa* (Pale-Stob) y entre la asociación vegetal alto andina *Festuca dichoclada* y *Festuca dolichophylla* (Fedi-Pale) presentan valores proteicos casi similares en su composición química; finalmente la asociación vegetal con menor contenido proteico fue *Festuca dichoclada* y *Baccharis tricuneata* (Fedi-Batri), que corresponden a plantas de bajo vigor.

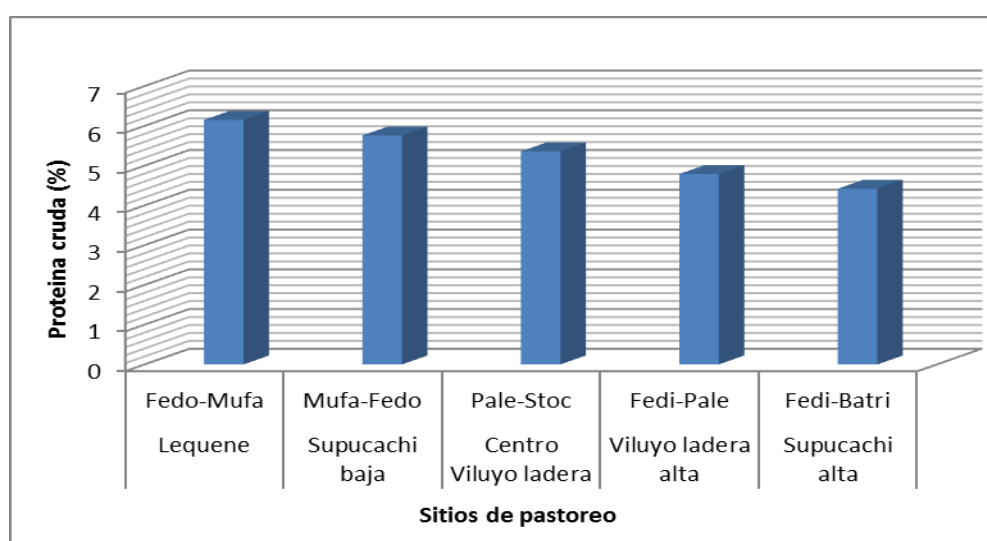


Gráfico 6. Contenido de proteína cruda en sitios de pastizales naturales

Considerando la predominancia de las especies de pastos nativos en un determinado sitio de pastoreo, se puede indicar que la asociación de la vegetación compuesta por *Muhlenbergia fastigiata* y *Festuca dolichophylla* (Chiji y chillihua) presentan el mayor valor nutritivo en cuanto se refiere al contenido de proteína cruda con valores de 5.76 a 6.15%, al respecto Rossel *et al*, (1992) reportan que la *Festuca dolichophylla* contiene 5.6% de proteína cruda, lo cual corrobora con los resultados del presente trabajo.

CONCLUSIONES

1. La zona en estudio abarca una superficie de 4728.27 ha. Se identificó 16 series de suelos: Viluyo, Bocatoma, Calapuja, Calapuja Superficial, Supucachi, Supucachi Colina, Poke, Iturasi, Copantani, San Luis, Laya, Belén, Laya Húmedo, Copatani bajo, Lequeni y Titicaca, descritos como consociaciones.
2. La clasificación taxonómica indica que los subgrupos de mayor área se encuentran en el orden de los Entisols, Inceptisols y en menor proporción los Mollisols. Se identificó 7 sub clases de capacidad de uso mayor de las tierras: A3ec, A3sc, P2sc, P3sc, P3sci, P3swc. Se evaluó 4 categorías de uso actual de las tierras: Endopedones son los siguientes Cambic, Argillic, Duri pan y en otros no presenta, Epipedon son: Ochric y Mollic. Terrenos urbanos, con cultivos extensivos, de praderas naturales, sin uso y/o improductivos. Las principales deficiencias del uso de las tierras son por los factores antrópicos causado por el sobrepastoreo, denudación y erosión. Factores climáticos como heladas y sequías y factores edáficos como son pobreza en fósforo y materia orgánica. Las series descritas son aptas para riego por su fase de pendientes plana a ligeramente inclinada.
3. La clasificación taxonómica de los suelos evaluados son en la zona media de Viluyo, está representada por 3 órdenes de suelos, Entisol, Inceptisol, Mollisol. Los subórdenes están representados por: Fluvent, Orthent, Ustept, Ustell. Se presentan 5 Grandes Grupos: Ustifluent, Ustorthent, Haplustept, Durustept, Argiustoll. Los 08 Suborden clasificados son los siguientes: Mollic

Ustifluent, Typic Ustifluent, Aquic Haplustept, Vitradic Haplustept, fluventic Haplustept, Typic Haplustept, Typic Durustept, Typic Argiustoll.

4. Se encontró 14 familias botánicas, siendo la mayor proporción las poaceae, con 47.54%, conformados por 22.60% de especies decrecientes; 24.70% de especies acrecentantes y 0.27% de especies indeseables. El sitio Lequene, presento la mayor proporción de especies dominantes: *Festuca dolichophylla* y *Muhlenbergia fastigiata* con 25.67 y 17.66%. De la condición de pastizales, para vacunos se encontró un sitio de condición buena; uno de condición regular; uno de condición pobre y dos sitios de condición muy pobre; para ovinos se registró un sitio de condición buena, dos de condición regular y dos de condición pobre y para alpaca se encontró un sitio de condición buena, dos de condición regular y dos de condición pobre. Los rendimientos del pastizal oscilan de 2456.12 kg de materia seca en el sitio Lequene y de 524.60 kg/ha de materia seca en el sitio viluyo de ladera alta. La capacidad de carga en promedio fue 0.18 unidades vacuno/ha/año; 1.85 unidades ovino/ha/año y 1.56 unidades alpaca/ha/año. El mejor valor de proteína fue en la asociación vegetal *Festuca dolichophylla* – *Muhlenbergia fastigiata* con 6.15% de proteína cruda.

RECOMENDACIONES

1. Es necesario planificar acciones para frenar la erosión de los suelos de la zona de influencia del Proyecto, mediante prácticas mecánicas, y agronómicas. Así como, no disturbar los suelos con pasturas naturales muy superficiales y frágiles, más bien se debe mejorar las praderas naturales existentes.
2. Mejorar el piso forrajero con el establecimiento de pastos cultivados como alfalfa, dactylis, trébol blanco y rye grass e incluir forrajes de corte como avena forrajera y trigo de invierno mejorando con tecnología de riego.
3. Considerar la capacidad de carga animal óptima para los sitios en pastoreo, estos valores proporcionan al productor una base para tomar decisiones el sistema y grado de pastoreo.
4. Implementar estrategias de mejoramiento y manejo de pastizales naturales, con labores de abonamiento, resiembra de pastos naturales, riego de pastizales, implementación de cercos para establecer el pastoreo rotacional con el propósito de utilizar los pastizales con criterio sostenido.
5. Se recomienda continuar con la evaluación del pastizal natural a fin de conocer el proceso sucesional de la vegetación natural.

BIBLIOGRAFIA

- ALTIERI, M. 1997. Agroecológica Bases científicas para una agricultura sustentable. Argentina.
- ALZATE, B. 2001. Modelando El Mundo Real Mediante el Uso del SIG; Santa fe de Bogota, Colombia.
- BOHN, H. 1993. Química del suelo. Universidad del Estado de Nueva México Editorial Limusa, S.A. México.
- BOSQUE, J. 2000. Sistema de Información Geográfica, Madrid Ediciones RIALP. España.
- BORNEMISZA, E. 1982. Introducción a la Química de Suelos, Universidad de Costa Rica.
- BUCKMANY, B. 1980. Naturaleza y propiedades de los suelos. Edit. Montaner y Simon, S.A. Barcelona, España
- BUZAL, G. 2000. La Explotación Geodigital, Buenos Aires – Argentina.
- CANIHUA, J. 2001. La fertilidad y fertilización. Doc. Trabajo sin publicar. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Puno, Perú.
- CERVANTES, E. 2012. Zonificación y Análisis de la potencialidad agrícola y Forestal de las Tierras. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.
- CHOQUE, J. 2009. Manual para el inventario y evaluación de praderas nativas y pasturas. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.
- CHUVIECO, E. 2010. Fundamentos de la teledetección espacial, 3ra edición Madrid-España.
- D.S. N° 013 - 2010 - AG Manual de Reglamento para la “Ejecución de levantamiento de suelos”. Lima, Perú

- D.S. N° 017-2009 - AG “Reglamento de Clasificación de Tierras según su Capacidad de Uso Mayor”. Lima; Perú
- ESRI (ENVIROMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE). 1992. Understanding GIS, the Arc/Info Method. ESRI. New Cork, U.S.A
- FAO-UNESCO. 1976. Mapa mundial de suelos. UNESCO PARIS.
- FLÓREZ, A. 2005. “Manual de Pastos y Forrajes Alto Andinas”, ITDG, Lima – Perú.
- HERRERA, A. 2010. Suelos con énfasis del altiplano. 1ra edición Puno – Perú.
- HOLECHEK, J. PIEPER, R. and HERBEL, C. 2011. Range Management, Principles and Practices. 6th edition. Prentice Hall, New Jersey. EE.UU.
- HONORATO, P. R. 2 000. Manual de Edafología. 4ª Edición. Editorial Alfa omega. México.
- JARAMILLO, D. 2001. Introducción de la Ciencia del Suelo. Universidad Nacional de Colombia. Escuela de Geo ciencias Medellin. Bogotá – Colombia.
- LANTADA, N. NÚÑEZ y M. AMPARO. 2004. Sistema de Información Geográfica Prácticas con ArcView, Ediciones Alfa omega Grupo Editor. México.
- LUZIO, L., W. 1982. Taxonomía de suelos. Un sistema básico de clasificación de suelos para interpretar reconocimiento de suelos. Soil Conservtion Service USDA. USA.
- MAMANI, J.H. 2005. Evaluación edafoagrostológica de tres praderas naturales con predominancia de *Festuca dolichophylla*, *Stipa ichu* y *Festuca orthophylla* en el fundo INCA HUYO Huacullani. Tesis Ingeniero Agrónomo.

Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.

- MINAM, 2010. Manual Instructivo para el levantamiento de suelos en base al enfoque Territorial para los procesos de macro, meso y micro Zonificación Ecológica Económica. Dirección general de Ordenamiento Territorial, Lima. Perú.
- ONERN, 1980. Cartografía de suelos. Copias mimeografiadas. Lima, Perú.
- ONERN, 1965. Programa de inventario y evaluación de los recursos naturales. Sector de prioridad I. Capítulo V Suelos. Lima, Perú
- PCM, Presidencia Consejo de Ministros. 2004. Decreto Supremo. Nº 087 – 2004-PCM, Reglamento de ZEE. Lima: PCM 12 p. Lima, Perú.
- PRIETO, G. y YAZMAN, J. 1995. Disponibilidad y calidad forrajera en pastizales naturales del altiplano central de Bolivia. USAID Programa de Apoyo a la Investigación Colaborativa en Rumiantes Menores. Disponible en: www.usaid.gov/pdf_doc/PNABX851.pdf consultado el 04/11/2015, Hora 18:25.
- QUIROGA, A. y N. ROMANO, 2008. El sistema Suelo y Características del intercambio Catiónico. En manual de fertilidad y Evaluación de Suelos. EEA INTA Buenos Aires, Argentina
- QUISPE, J. 2002. Curso de Sistemas de Información Geográfica, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima – Perú.
- ROSSEL, J, CHOQUE, J y HUACAN, T. 1992. Guía de germoplasma de pastos nativos andinos. PIWA. Convenio PELT-INADE- IC|COTESU. Puno, Perú.

- SARDÓN, S. y S. MAMANI. 2012. Modelación de las potencialidades de Tierras, Agua y Propuesta de Manejo Agroforestal Aplicando el S.I.G. y Teledetección del CIP Ituata. Tesis Ingeniero Agrónomo. Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.
- SOIL TAXONOMY. 2011. Departamento de agricultura de los Estados Unidos. Undécima edición. USA.
- TAPIA, M. y FLORES, O. 1984. Pastoreo y pastizales de los andes del sur del Perú. Instituto Nacional de Investigación y Promoción Agropecuaria. A. M. Editorial Fries. Lima – Perú
- VARGAS, R. 2009. Guía para la Descripción de Suelos. FAO Swalim, Nairobi, Kenya-Universidad Mayor de San Simón, Bolivia.
- ZAVALETA, A. 1992. Edafología; el Suelo en Relación con la Producción, CONCYTEC .Lima, Perú.
- ZAMATA H. Julián. 2009. Evaluación edafo-agrostológico de las praderas naturales del predio rustico Jayuni – Tintaya. Tesis Ingeniero Agrónomo. Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.

ANEXO N° 01

DESCRIPCIÓN DE LOS PERFILES MODALES DE LAS UNIDADES DE SUELO

SERIE VILUYO (VI)

Lugar	: Viluyo
Clasificación	: Mollic Ustifluent
Zona de vida	: Bosque húmedo Montano Subtropical Aluvial lacustre
Clima	: Frígido semiseco
Pendiente	: 0-2 %
Altitud	: 3901 m.s.n.m.
Vegetación	: <i>Festuca dolichophylla</i> , <i>Muhlenbergia fastigiata</i> , <i>Trifolium sp</i> , <i>Alchemilla pinnata</i> , <i>Taraxacum sp</i>

<u>Hor</u>	<u>Prof/cm</u>	<u>Descripción</u>
A11	0-14	Franco; pardo rojizo oscuro (5 YR 3/3), en húmedo; granular, media, débil; friable; reacción ligeramente ácida (pH 6.20); raíces finas y medias abundantes hasta los 15 cm; contenido bajo de materia orgánica (1.50 %); permeabilidad buena. Gravilla 10 %. Límite de horizonte gradual al
A12	14-30	Franco; pardo rojizo oscuro (5 YR 3/3), en húmedo; masiva; friable; raíces finas comunes a los 34 cm; reacción ligeramente ácida (pH 6.41); contenido bajo de materia orgánica (1.10 %); permeabilidad lenta. Gravilla 15 %. Límite de horizonte claro al
AC	30-50	Franco arenoso; pardo rojizo oscuro (5YR 3/4) en húmedo; masiva; muy friable; reacción ligeramente ácida (pH 6.26); contenido bajo de materia orgánica (0.52 %); permeabilidad lenta. Grava y gravilla 35 %. Límite de horizonte claro al
C	50-110	Arenoso; pardo rojizo (5 YR5/3) en húmedo; suelto; muy friable; permeabilidad muy rápida. Grava y gravilla 80 %.

Perfil modal de la serie Viluyo (VI), poco desarrollado



Paisaje de la serie Viluyo (VI) mostrando pastizal de chilligua con grama dulce.

SERIE BOCATOMA (BO)

Lugar	: Viluyo a la altura de bocatoma
Clasificación	: Ustifluent
Zona de vida	: Bosque húmedo Montano Subtropical
Material madre	: Aluvial fluvial
Pendiente	: 0-2%
Clima	: Frígido semiseco
Altitud	: 3915 m.s.n.m.
Vegetación	: <i>Festuca dolichophylla</i> , <i>Muhlenbergia peruviana</i> , <i>Calamagrostis vicunarum</i> , <i>Trifolium sp</i> , <i>Festuca ortophylla</i> , <i>Muhlenbergia fastigiata</i> .

<u>Hor</u>	<u>Prof/cm</u>	<u>Descripción</u>
A	0-12	Franco limoso; pardo oscuro (7.5 YR 3/2), en húmedo; granular, fina, débil; friable; reacción neutra (pH 7.14); raíces medias abundantes; contenido bajo de materia orgánica (1.88 %); permeabilidad buena. Límite de horizonte claro al A12,15-30 Franco arcilloso; pardo muy oscuro (10 YR 2/2), en húmedo; granular, gruesa, fuerte; friable a firme; raíces finas y medias comunes; permeabilidad moderada. Límite de horizonte gradual al
C1x	12-38	Franco limoso; pardo oscuro (7.5 YR 3/4), en húmedo; masiva; muy firme; capa endurecida; reacción neutra (pH 7.05); contenido bajo de materia orgánica (0.38 %); permeabilidad muy lenta. Límite de horizonte claro al C1 45-63 Arcillo limoso; pardo muy oscuro (10YR2/2) en húmedo; masiva; muy firme; raíces finas pocas; permeabilidad lenta.
C2gr	38-85	Arena franca; pardo oscuro (7.5YR 3/2); grano simple; suelta; permeabilidad muy rápida; grava y gravilla redondeada en 85 %.

Perfil modal de la serie Bocatoma (BO), en la parte inferior del perfil se observa una capa de grava redondeada.



Paisaje de la serie Bocatoma (BO) mostrando pajonal de puna, predomina *calamagrostis*

SERIE CALAPUJA (CA)

Lugar	: Viluyo
Clasificación	: Typic Ustifluent (Soil Taxonomy, 2011)
Zona de vida	: Bosque húmedo Montano Subtropical Aluvial fluvial
Clima	: Frígido semiseco
Pendiente	: 0-2%
Material parental	: fluvial
Drenaje	: bueno
Altitud	: 3902 m.s.n.m.
Vegetación	: <i>Festuca dolichophylla</i> , <i>Stipa ichu</i> , <i>Muhlenbergia peruviana</i> ; <i>Margiricarpus pinnatus</i> Escaza

<u>Hor</u>	<u>Prof/cm</u>	<u>Descripción</u>
A	0-20	Franco limoso; pardo rojizo oscuro (5 YR 3/2), en húmedo; granular, fina, débil; friable; reacción ligeramente ácida (pH 5.50); raíces finas y medias comunes hasta los 20 cm; contenido medio de materia orgánica (2.48 %); permeabilidad buena; grava sub redondeada en un 30%. Límite de horizonte difuso al
AC	20-36	Franco arenosa; pardo rojizo oscuro (10 YR 3/2) en húmedo; granular, fina, débil; friable; raíces finas pocas a 36 cm; reacción ligeramente ácida (pH 6.10); contenido medio de materia orgánica (2.20 %); permeabilidad buena. Grava sub redondeada un 50 %. Límite de horizonte claro al
C1 gr	36-100	Arena; pardo amarillento oscuro (7.5 YR 5/4), en húmedo; grano simple, suelto; raíces finas pocas a 40 cm; permeabilidad rápida. Grava sub redondeada en un 90 %.



Perfil modal de la serie Calapuja (CA), presenta abundante grava y gravilla y horizontes A,Cgr.

Paisaje de la serie Calapuja predomina la vegetación *Stipa ichu*, asociado con *Muhlebergia peruviana*



SERIE CALAPUJA SUPERFICIAL (CS)

Lugar	: Viluyo
Clasificación	: Typic Ustifluent
Zona de vida	: Bosque húmedo Montano Subtropical Aluvial fluvia
Clima	: Frígido semiseco
Pendiente	: 0-2 %
Altitud	: 3898 m.s.n.m.
Vegetación	: <i>Festuca ortophylla</i> , <i>Margiricarpus pinnatus</i> , <i>Muhlenbergia peruviana</i> , <i>Stipa ichu</i> , <i>Lepidium sp.</i>

<u>Hor</u>	<u>Prof/cm</u>	<u>Descripción</u>
A	0-14	Franco limoso; pardo rojizo oscuro (5 YR 3/3), en húmedo; granular, fina, débil; friable; reacción ligeramente ácida (pH 6.29); raíces finas y medias comunes hasta los 15 cm; contenido medio de materia orgánica (2.41 %); permeabilidad buena. Límite de horizonte claro al
Cgr	14-100	Arena; gris rojizo oscuro (5 YR 4/2), en húmedo; grano simple; suelto; reacción neutra (pH 6.60); contenido bajo materia orgánica (0.25 %); permeabilidad muy rápida. Presencia abundante grava redondeada (90 %).



Perfil modal de la serie Calapuja superficial (CS) Con sub suelo con gravoso.

Paisaje de la serie Calapuja Superficial (CS), mostrando abundante *Margiricarpus pinnatus* y *Muhlenbergia peruviana*.



SERIE SUPUCACHI (SU)

Lugar	: Viluyo Supucachi
Clasificación	: Vitrandic Haplustept
Zona de vida	: Bosque húmedo Montano Subtropical Aluvial lacustre
Clima	: Frígido semiseco
Pendiente	: 0-2 %
Altitud	: 3925 m.s.n.m.
Vegetación	: <i>Festuca dolichophylla</i> , <i>Muhlenbergia fastigiata</i> , <i>Muhlenbergia peruviana</i> , <i>Calamagrostis vicunarum</i> .

<u>Hor</u>	<u>Prof/cm</u>	<u>Descripción</u>
A11	0-25	Franco limoso; pardo oscuro (7.5 YR 3/2), en húmedo; granular, fina, débil; friable; reacción ligeramente neutra (pH 6.08); raíces finas y medias abundantes hasta los 30 cm; contenido medio de materia orgánica (2.08 %); Permeabilidad buena. Límite de horizonte gradual al
A12	25-50	Franco limoso; pardo oscuro (7.5 YR 3/2), en húmedo; granular, fina, débil; friable a firme; raíces finas pocas a los 80 cm; reacción ligeramente ácida (pH 6.06); contenido bajo de materia orgánica (1.96 %); permeabilidad buena. Límite de horizonte claro al
C	50-100	Arena franca; pardo (7.5YR 5/2); grano simple; muy friable; permeabilidad lenta. Grava y gravilla redondeada en un 90 %.



Perfil modal de la serie Supucachi (SU), con abundante grava y redondeada en el horizonte C

Paisaje de la serie Supucachi (SU), mostrando pastizal de puna



SERIE SUPUCACHI COLINA (SUC)

LUGAR	: Ladera Sopocachi Viluyo
CLASIFICACIÓN	: Typic Ustorthent
ZONA DE VIDA	: Bosque húmedo Montano Subtropical (bh-MS)
FISIOGRAFIA	: Andenería
PENDIENTE	: 15-25 %
MATERIAL PARENTAL	: Residual
DRENAJE	: Bueno
ALTITUD	: 3788 msnm
VEGETACION	: <i>Gramma, lchu, yurac ichu, canlli, thola, wira wira, avena.</i>

<u>Hor</u>	<u>Prof/cm</u>	<u>Descripción</u>
Ap	0-20	Franco arenoso; pardo amarillento oscuro (10YR4/4), en húmedo; granular, fina débil; suelto; raíces finas y medias comunes; reacción ligeramente ácida (pH 6.54); contenido medio de materia orgánica (2.15%); bajo contenido de fósforo (5.14 ppm); contenido de potasio alto (262 ppm); permeabilidad buena. Límite de horizonte claro al
C1	20-45	Arena franca; pardo fuerte (10YR5/3), en húmedo; masiva; duro; reacción ligeramente ácida (pH 6.14); contenido bajo de materia orgánica (1.84%); contenido de fósforo bajo (4.51 ppm); contenido de potasio alto (254 ppm); permeabilidad buena. Límite de horizonte claro al
C2	45-70	Arena franca; pardo amarillento (10YR5/4); en húmedo; masivo; muy duro; reacción ligeramente ácida (pH 6.12); contenido bajo de materia orgánica (1.12%); contenido de fósforo bajo (4.21 ppm); contenido de potasio medio (231 ppm); permeabilidad buena.



Lectura de calicata Tesista
Marianela



Lectura de calicata Tesista Vicky



Paisaje de la calicata Supucachi
Colina (SUC)

SERIE POKE (PK)

LUGAR	: Ladera norte Viluyo
CLASIFICACIÓN	: Typic Haplustept
ZONA DE VIDA	: Bosque húmedo Montano Subtropical (bh-MS)
FISIOGRAFIA	: Ladera baja
PENDIENTE	: 8-10 %
MATERIAL PARENTAL	: Residual
DRENAJE	: Bueno
ALTITUD	: 3875 msnm
VEGETACION	: <i>Ichu, chilligua, grama dulce, avena, cebada.</i>

<u>Hor</u>	<u>Prof/cm</u>	<u>Descripción</u>
Ap	0-20	Franco arcilloso; pardo oscuro (10YR3/3), en húmedo; granular, fina débil; ligeramente duro; raíces finas y medias comunes; reacción neutra (pH 7.12); contenido medio de materia orgánica (3.45%); bajo contenido de fósforo (6.47 ppm); contenido de potasio alto (312 ppm); permeabilidad moderada. Límite de horizonte claro al
C1	20-46	Franco arcillo arenoso; pardo a pardo fuerte (10YR4/3), en húmedo; masiva; dura; reacción neutra (pH 6.72); contenido medio de materia orgánica (2.25%); contenido de fósforo bajo (5.21 ppm); contenido de potasio alto (305 ppm); permeabilidad lenta. Límite de horizonte claro al
C2	46-70	Franco arenoso; pardo amarillento (10YR5/4); en húmedo; masivo; muy duro; reacción ligeramente ácida (pH 6.54); contenido bajo de materia orgánica (1.56%); contenido de fósforo bajo (3.65 ppm); contenido de potasio alto (298 ppm); permeabilidad lenta.



Perfil modal de la serie Poke

Paisaje de la serie Poke (PK)



SERIE ITURASI (IT)

Lugar	: Viluyo Iturasi
Clasificación	: Vartic Haplustept
Zona de vida	: Bosque húmedo Montano Subtropical Coluvio aluvial
Pendiente	: 0-2%
Clima	: Frígido semiseco
Altitud	: 3912 m.s.n.m.
Vegetación	: <i>Festuca dolichophylla</i> , <i>Muhlenbergia fastigiata</i> , <i>Muhlenbergia peruviana</i> , <i>Trifolium sp</i> , <i>Alchemilla</i> <i>pinnata</i> , <i>Taraxacum sp.</i> , <i>Carex sp.</i>

<u>Hor</u>	<u>Prof/cm</u>	<u>Descripción</u>
A 11	0-15	Franco limoso; pardo oscuro (7.5 YR 3/2), en húmedo; granular, media, moderada; friable; reacción moderadamente ácida (pH 5.98); raíces finas y medias abundantes hasta los 15 cm; contenido bajo de materia orgánica (1.08 %); permeabilidad buena. Límite de horizonte gradual al
A12	15-34	Franco limoso; pardo amarillento oscuro (10 YR 3/4), en húmedo; granular, media, moderada; friable; raíces finas pocas; permeabilidad buena. Límite de horizonte claro al
C	34-48	Franco limoso; pardo oscuro (7.5YR 3/2) en húmedo; masiva; friable; permeabilidad buena. Límite de horizonte claro al
Ab	48-74	Franco; pardo oscuro (7.5 YR 3/2) en húmedo; granular, grande, moderada; friable; permeabilidad lenta.

Perfil modal de la serie Iturasi (IT), al fondo del perfil.



Paisaje de la serie Iturasi (IT) mostrando pajonal de puna con predominancia de crespillo

SERIE COPANTANI (CO)

Lugar	: Viluyo Copantani
Clasificación	: Vitrandic Haplustept
Zona de vida	: Bosque húmedo Montano Subtropical Coluvio aluvial
Clima	: Frígido semiseco
Pendiente	: 0-2 %
Altitud	: 3902 m.s.n.m.
Vegetación	: <i>Festuca dolichophylla</i> , <i>Muhlenbergia fastigiata</i> , <i>Muhlenbergia peruviana</i> , <i>Carex sp.</i> , <i>Eleocharis albibracteata</i> , <i>Trifolium sp.</i>

<u>Hor</u>	<u>Prof/cm</u>	<u>Descripción</u>
A11	0-10	Franco limosos; pardo oscuro (7.5 YR10 YR 3/2), en húmedo; granular, fina, moderada; friable; reacción ligeramente ácida (pH 6.08); raíces finas y medias abundantes hasta los 15 cm; contenido medio de materia orgánica (2.22 %); permeabilidad buena; grava sub redondeada en un 10%. Límite de horizonte claro al
A12	10-32	Franco; pardo oscuro (7.5 YR 3/2), en húmedo; granular, media, fuerte; friable; raíces finas pocas a 30 cm; reacción ligeramente ácida (pH 6.30); contenido medio de materia orgánica (2.75 %); permeabilidad buena. Grava sub redondeada un 25 %. Límite de claro al
CR	32-70	Arena franca; pardo amarillento oscuro (10 YR 4/3), en húmedo; grano simple; suelto; raíces finas pocas a 45 cm; reacción ligeramente ácida (pH 6.11); contenido bajo de materia orgánica (1.70 %); permeabilidad rápida. Grava sub redondeada en un 45 %.

Perfil modal de la serie Copantani (CO), se caracteriza por el desarrollo incipiente, con horizontes A y C, con presencia de gravosidad



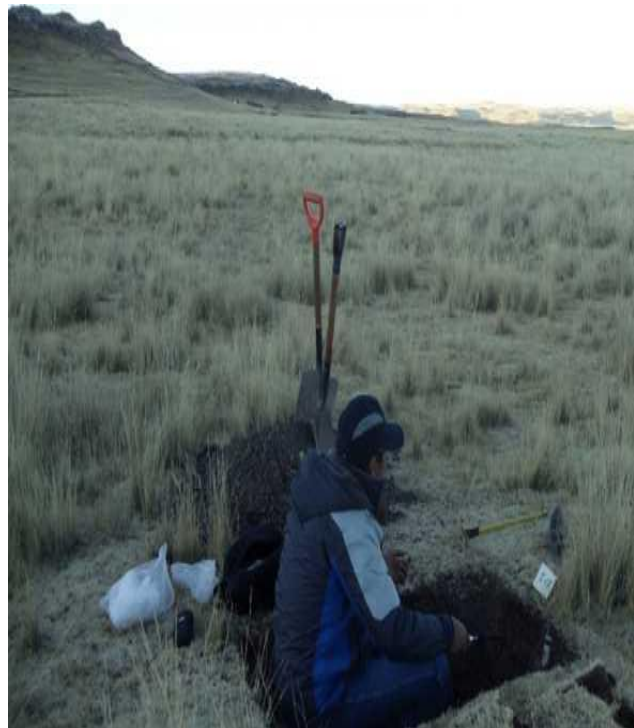
Paisaje de la serie Copantani (CO), muestra un área con pastos naturales

SERIE SAN LUIS (SL)

Lugar	: Viluyo San Luis
Clasificación	: Fluventic Haplustept
Zona de vida	: Bosque húmedo Montano Subtropical Coluvio aluvia
Clima	: Frígido semiseco
Pendiente	: 0-2 %
Altitud	: 3909 m.s.n.m.
Vegetación	: <i>Calamagrostis vicunarum</i> , <i>Festuca dolichophylla</i> , <i>Muhlenbergia fastigiata</i> , <i>Trifolium sp</i> , <i>Alchemilla pinnata</i> , <i>Taraxacum sp</i> .

<u>Hor</u>	<u>Prof/cm</u>	<u>Descripción</u>
A11	0-16	Franco; negro (10 YR 2/1), en húmedo; granular, media, moderada; friable; reacción ligeramente ácida (pH 6.12); raíces finas y medias abundantes hasta los 20 cm; contenido medio de materia orgánica (2.96 %); permeabilidad buena. Límite de horizonte gradual al
C12	16-30	Franco arcillosa; pardo muy oscuro (10 YR 2/2), en húmedo; granular, media, moderada; friable a firme; raíces finas pocas a los 43 cm; reacción ligeramente ácida (pH 6.35); contenido medio de materia orgánica (2.84 %); permeabilidad lenta. Límite de horizonte claro al
AB	30-44	Franco arenoso; pardo oscuro (10YR 3/2); masiva; firme; reacción ligeramente ácida (pH 6.49); contenido medio de materia orgánica (2.00 %); permeabilidad lenta. Límite de horizonte claro al
B	44-84	Franco limoso; pardo amarillento oscuro (10YR4/4) en húmedo; bloques sub angulares, fina, débil; firme; reacción ligeramente ácida (pH 6.51); contenido bajo de materia orgánica (1.02 %); permeabilidad lenta. Límite de horizonte claro al
C	84-90	Napa freática

Perfil modal de la serie San Luis (SL), moderadamente profundo con formación de horizonte B.



Paisaje de la serie San Luis (SL)
Mostrando una vegetación de
Pajonal de puna.

SERIE LAYA (LY)

Lugar	: Viluyo Sector Laya
Clasificación	: Fluventic Haplustept
Zona de vida	: Bosque húmedo Montano Subtropical Aluvial lacustre
Clima	: Frígido semiseco
Pendiente	: 0-2 %
Altitud	: 3898 m.s.n.m.
Vegetación	: <i>Festuca dolichophylla</i> , <i>Muhlenbergia fastigiata</i> , <i>Trifolium sp</i> , <i>Alchemilla pinnata</i> , <i>Taraxacum sp</i>

<u>Hor</u>	<u>Prof/cm</u>	<u>Descripción</u>
A	0-16	Franco arenoso; pardo rojizo oscuro (5 YR 3/3), en húmedo; granular, fina, débil; friable; reacción moderadamente ácida (pH 5.80); raíces finas y medias abundantes hasta los 16 cm; contenido medio de materia orgánica (2.20 %); permeabilidad moderada. Límite de horizonte claro al
AB	16-24	Franco arenoso; pardo rojizo oscuro (5 YR 3/2), en húmedo; granular, media, moderada; friable a firme; raíces finas pocas a los 41 cm; reacción ligeramente ácida (pH 6.33); contenido bajo de materia orgánica (1.26 %); permeabilidad buena. Límite de horizonte claro al
Bw	24-43	Arcilloso; pardo rojizo oscuro (5YR 3/2), en húmedo prismática, grande, fuerte; firme; reacción ligeramente alcalina (pH 7.30); contenido medio de materia orgánica (1.38 %); presencia de carbonatos; permeabilidad muy lenta. Límite de horizonte claro al
C	43-95	Franco arenoso; gris rojizo oscuro (5YR4/2) en húmedo; masiva; friable; reacción neutra (pH 7.28); contenido bajo de materia orgánica (0.62 %); permeabilidad moderada.



Perfil modal de la serie Laya (LY),
suelo moderadamente profundo,
con horizonte Bw

Paisaje de la serie Laya (LY),
mostrando pastos naturales de
chilligua y grama dulce



SERIE BELEN (BE)

Lugar	: Viluyo Sector Belén
Clasificación	: Typic Ustifluent (Soil Taxonomy, 2011)
Zona de vida	: Bosque húmedo Montano Subtropical
Pendiente	: 0-2%
Material parental	: Aluvial fluvial
Drenaje	: Bueno
Altitud	: 3837 m.s.n.m.
Vegetación	: <i>Festuca dolichophylla</i> , <i>Stipa ichu</i> , <i>Muhlenbergia peruviana</i> ; <i>Margiricarpus pinnata</i>

<u>Hor</u>	<u>Prof/cm</u>	<u>Descripción</u>
A 11	0-20	Franco limoso; pardo amarillento oscuro (10 YR 3/4), en húmedo; granular, finas y medias, moderada; friable; reacción moderadamente ácida (pH 5.84); raíces finas y medias abundantes hasta los 20 cm; contenido medio de materia orgánica (2.10 %); permeabilidad moderada. Límite de horizonte gradual al
A12	20-35	Franco; pardo oscuro (7.5 YR 3/2), en húmedo; bloques sub angulares, media, moderada; firme; raíces finas pocas a 40 cm; reacción ligeramente ácida (pH 6.29); contenido medio de materia orgánica (2.00 %); permeabilidad moderada. Límite claro al
(B)	35-60	Franco; pardo oscuro (7.5 YR 3/2), en húmedo; bloques sub angulares, medio, moderada; firme; reacción neutra (pH 6.64); contenido bajo de materia orgánica (1.04 %); permeabilidad moderada. Límite de horizonte claro al
BC	60-75	Franco arenoso; pardo amarillento oscuro (10YR3/4); masiva; firme; reacción ligeramente ácida (pH 6.46); bajo contenido de materia orgánica (0.93 %); permeabilidad lenta. Límite claro al
C	75-90	Franco arenoso; pardo (10YR 5/3) en húmedo; masiva; friable; permeabilidad buena.



Perfil modal de la serie Belén (BE), es un perfil poco desarrollado A, C, con abundante gravocidad en el perfil del suelo

Paisaje de la Serie Belén con cobertura de pastos naturales



SERIE LAYA HUMEDO (LH)

Lugar	: Viluyo Sector Laya
Clasificación	: Aquic Haplustept
Zona de vida	: Bosque húmedo Montano Subtropical Aluvial
Pendiente	: 0-2%
Clima	: Frígido semiseco
Altitud	: 3909 m.s.n.m.
Vegetación	: <i>Festuca dolichophylla</i> , <i>Muhlenbergia fastigiata</i> , <i>Trifolium sp</i> , <i>Alchemilla pinnata</i> , <i>Taraxacum sp</i> .

<u>Hor</u>	<u>Prof/cm</u>	<u>Descripción</u>
Ah	0-18	Franco arcilloso; negro (10 YR 2/1), en húmedo; granular, fina, moderada; friable; reacción ligeramente alcalina (pH 7.70); raíces finas y medias abundantes hasta los 25 cm; contenido medio de materia orgánica (3.00 %); permeabilidad moderada; gravilla 10 %. Límite de horizonte gradual al
(B)	18-38	Franco; pardo muy oscuro (10 YR 2/2), en húmedo; bloques sub angulares, finos, moderado; friable a firme; raíces finas pocas a los 45 cm; reacción neutra (pH 7.41); contenido medio de materia orgánica (2.00 %); permeabilidad lenta. Grava y gravilla redondeada 20 %.Límite de horizonte claro al
C1gr	38-58	Franco arenoso; pardo amarillento oscuro (10YR 3/4) en húmedo; masiva; firme; reacción ligeramente alcalina (pH 7.17); contenido medio de materia orgánica (0.36 %); presencia de carbonatos; permeabilidad moderada. Grava y gravilla redondeada 50 %. Límite de horizonte claro al
C2	58-75	Franco arenoso; pardo (10YR 5/3) en húmedo; masiva; friable; permeabilidad buena.



Perfil modal de la serie Laya húmedo (LH), suelo oscuro con desarrollo moderado del perfil

Paisaje de la serie Laya Húmedo (LH)



SERIE COPANTANI BAJO (CB)

Lugar	: Viluyo Copantani
Clasificación	: Typic Durustept
Zona de vida	: Bosque húmedo Montano Subtropical Aluvial
Clima	: Frígido semiseco
Pendiente	: 0-2 %
Altitud	: 3899 m.s.n.m.
Vegetación	: <i>Festuca dolichophylla</i> , <i>Muhlenbergia fastigiata</i> , <i>Alchemilla pinnata</i> , <i>Taraxacum sp.</i>

<u>Hor</u>	<u>Prof/cm</u>	<u>Descripción</u>
A	0-22	Franco limoso; pardo oscuro (7.5 YR 3/2), en húmedo; granular, fina, débil; friable; reacción moderadamente ácida (pH 5.97); raíces finas y medias abundantes hasta los 22 cm; contenido medio de materia orgánica (2.70%); permeabilidad buena. Límite de horizonte claro al
(B)	22-50	Franco arcillosa; pardo muy oscuro (10 YR 2/2), en húmedo; bloques sub angulares, finos, moderado; friable a firme; raíces finas pocas a los 50 cm; reacción moderadamente ácida (pH 5.73); contenido bajo de materia orgánica (1.27 %); permeabilidad lenta. Límite de horizonte claro al
C1	35-55	Franco; pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2) en húmedo; masiva; muy firme; reacción neutra (pH 7.04); contenido medio de materia orgánica (0.26 %); permeabilidad lenta; presencia de duripan.

Perfil modal de la serie Copantani Bajo (CB)
Presenta duripan a 50 cm de profundidad



Duripan



Paisaje de la serie Copantani
Bajo (CB), mostrando un pastizal
de puna con predominancia de
chilligua.



SERIE LEQUENI (LE)

Lugar	: Viluyo sector Lequeni
Clasificación	: Typic Durustept (Soil Taxonomy, 2011)
Zona de vida	: Bosque húmedo Montano Subtropical Aluvial
Material madre	: lacustre
Pendiente	: 0-2%
Clima	: Frígido semiseco
Altitud	: 3904 m.s.n.m.
Vegetación	: <i>Festuca dolichophylla</i> , <i>Muhlenbergia fastigiata</i> , <i>Muhlenbergia peruviana</i> , <i>Trifolium sp</i> , <i>Taraxacum sp</i> .

<u>Hor</u>	<u>Prof/cm</u>	<u>Descripción</u>
A11	0-18	Franco arenoso; pardo oscuro (7.5 YR 3/4), en húmedo; granular, fina, débil; friable; reacción ligeramente ácida (pH 6.07); raíces finas y medias abundantes; contenido bajo de materia orgánica (1.40 %); permeabilidad buena. Límite de horizonte gradual al
A12	18-35	Franco arenoso; pardo oscuro (7.5 YR 3/2), en húmedo; bloques sub angulares, finos y medios, débil a moderado; friable; raíces finas pocas; reacción neutra (pH 6.64); contenido bajo de materia orgánica (0.78 %); permeabilidad lenta. Límite de horizonte gradual al
C1	35-50	Arcillo arenoso; pardo oscuro (7.5YR 3/4); masiva; firme; permeabilidad lenta. Límite de horizonte claro al
C2	50-80	Franco arenosa; pardo a pardo oscuro (7.5 YR 4/4) en húmedo; masiva; friable; permeabilidad lenta.



Perfil modal de la serie Lequeni (LE), perfil poco desarrollado, solo presenta horizonte AC.

Paisaje de la serie Lequeni (LE),
mostrando pastizal de puna



SERIE TITICACA (TI)

Lugar	: Viluyo
Clasificación	: Typic Argiustoll
Zona de vida	: Bosque húmedo Montano Subtropical Aluvial
Pendiente	: 0-2%
Clima	: Frígido semiseco
Altitud	: 3905 m.s.n.m.
Vegetación	: <i>Festuca dolichophylla</i> , <i>Calamagrostyis vicunarium</i> , <i>Muhlenbergia fastigiata</i> , <i>Trifolium sp</i> , <i>Alchemilla</i> <i>pinnata</i> , <i>Taraxacum sp</i> .

<u>Hor</u>	<u>Prof/cm</u>	<u>Descripción</u>
A 11	0-15	Franco arcilloso; pardo muy oscuro (10 YR 2/2), en húmedo; granular, gruesa, fuerte; friable; reacción neutra (pH 6.96); raíces finas y medias abundantes hasta los 30 cm; contenido medio de materia orgánica (3.00 %); permeabilidad moderada. Límite de horizonte difuso al
A12	15-30	Franco arcilloso; pardo muy oscuro (10 YR 2/2), en húmedo; granular, gruesa, fuerte; friable a firme; raíces finas y medias comunes; permeabilidad moderada. Límite de horizonte gradual al
Bw	30-45	Arcilloso; pardo muy oscuro (10 YR 2/2); bloque sub angular, media, moderada; firme; reacción neutra (pH 7.19); contenido medio de materia orgánica (2.08 %); presencia de carbonatos; permeabilidad muy lenta. Límite de horizonte gradual al
C1	45-63	Arcillo limoso; pardo muy oscuro (10YR2/2) en húmedo; masiva; muy firme; raíces finas pocas; permeabilidad lenta.
C2g	63-85	Arcillo arenosa, pardo amarillento (10 YR 5/4) en húmedo; masiva; muy firme; horizonte gleyzado; permeabilidad lenta.



Perfil modal de la serie Titicaca (TI), suelo oscuro al fondo hay gleyzación.

Paisaje de la serie Titicaca (TI) mostrando pajonal de puna con predominancia de chilligua y grama dulce.



ANEXO Nº 02

**ESCALAS PARA INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DE ANÁLISIS
DE SUELOS**

TEXTURA		
Términos Generales		Clase Textural
Suelos	Textura	
Arenosos	Gruesa	Arena Arena franca
Francos	Moderadamente gruesa	Franco arenosa gruesa Franco arenosa fina
	Media	Franco arenosa muy fina Franca Franco limosa Limo
	Moderadamente fina	Franco arcillosa Franco arcillo arenosa Franco arcillo limosa
Arcillosos	Fina	Arcillo arenosa Arcillo limosa Arcilla

FUENTE: Reglamento de Clasificación de las Tierras del Perú.

PROFUNDIDAD	EFFECTIVA
Término descriptivo	Rango (cm)
Muy superficial	Menor de 25
Superficial	25-50
Moderadamente profundo	50-100
Profundo	100-150
Muy profundo	mayor de 150

FUENTE: Reglamento de Clasificación de las Tierras del Perú.

PEDREGOSIDAD SUPERFICIAL		
Clase	Denominación	Rango (Distancia en m)
0	Libre o ligeramente pedregoso	Mayor que 30
1	Moderadamente pedregoso	10-30
2	Pedregoso	2-10
3	Muy pedregoso	1 -2
4	Extremadamente pedregoso	menor que 1

FUENTE: Reglamento de Clasificación de las Tierras del Perú.

REACCIÓN DEL SUELO	
Término descriptivo	Rango (pH)
Ultra ácido	Menos de 3.5
Extremadamente ácido	3.6-4.4
Muy fuertemente ácido	4.5-5.0
Fuertemente ácido	5.1 -5.5
Moderadamente ácido	5.6-6.0
Ligeramente ácido	6.1 -6.5
Neutro	6.6-7.3
Ligeramente alcalino	7.4-7.8
Moderadamente alcalino	7.9-8.4
Fuertemente alcalino	8.5-9.0
Muy fuertemente alcalino	más de 9.0

FUENTE: Reglamento de Clasificación de las Tierras del Perú.

SALINIDAD DEL SUELO	
Término Descriptivo	Rango (mS/cm)
No salino	0-2
Muy ligeramente salino	2-4
Moderadamente salino	4-8
Fuertemente salino	8-16
Muy fuertemente salino	16-32
Extremadamente salino	>32

FUENTE: Cari (2006).

mS/cm = Milisiemens por centímetro

SALINIDAD Y SODICIDAD		
Término Descriptivo	% Sodio Intercambiable (PSI)	Rango (mS/cm)
No salino	< 15	0-4
Muy ligeramente salino	< 15	2-4
Salino	< 15	> 4
Sódico salino	> 15	> 4
Sódico no salino	> 15	> 4

FUENTE: Cari A. (2006) Laboratorio de Suelos de la UNA Puno. mS/cm = Milisiemens por centímetro

MATERIA	ORGANICA
Nivel	Rango (%)
Bajo	Menor de 2
Medio	2-4
Alto	mayor de 4

FUENTE: Reglamento de Clasificación de las Tierras del Perú.

FÒSFORO	DISPONIBLE
Nivel	Rango (ppm)
Bajo	Menor de 7
Medio	7-14
Alto	mayor de 14

FUENTE: Reglamento de Clasificación de las Tierras del Perú.

POTASIO	DISPONIBLE
Nivel	Rango (ppm)
Bajo	Menor de 100
Medio	100-220
Alto	mayor de 220

FUENTE: Reglamento de Clasificación de las Tierras del Perú.

CARBONATOS	DEL SUELO
Nivel	Rango (%)
Bajo	Menor de 1
Medio	1-5
Alto	mayor de 5

FUENTE: Departamento de Suelos y Fertilizantes, UNA La Molina.

CLASES DE PENDIENTES		
Rango (%)	Denominación	Clase
0-2	Plano o casi a nivel	A
2-4	Ligeramente inclinada	B
4-8	Moderadamente inclinada	C
8-15	Ligeramente empinada	D
15-25	Moderadamente empinada	E
25-50	Empinada	F
50-75	Fuertemente empinada	G
mayor que 75	Extremadamente empinada	H

FUENTE: Reglamento de Clasificación de las Tierras del Perú.

CAPACIDAD DE INTERCAM	BIO CATIONICO (CIC)
Nivel	Rango (me/100 g)
Muy bajo	0-5
Bajo	5-10

Medio	10-15
Alto	15-20
Muy alto	mayor de 20

FUENTE: Departamento de Suelos y Fertilizantes, UNA La Molina.

SATURACION DE	BASES (SB)
Nivel	Rango (%)
Bajo	Menor de 35
Medio	35-80
Alto	mayor de 80

FUENTE: Departamento de Suelos y Fertilizantes, UNA La Molina.

FERTILIDAD DEL SUELO			
Nivel	Materia orgánica	Fósforo	Potasio
	(%)	(ppm)	(ppm)
Bajo	Menor de 2	Menor de 7	Menor de 100
Medio	2-4	7-14	100-240
Alto	Mayor de 4	Mayor de 14	Mayor de 240

Fuente: Reglamento de Clasificación de las Tierras del Perú.

FRAGMENTOS ROCOSOS (Gravosidad, pedregosidad o guijarrosidad) EN EL PERFIL	
Clase	Símbolo
Libre a ligeramente gravoso	0
Gravoso	1
Muy gravoso	2
Extremadamente gravoso	3

Fuente: Reglamento de Clasificación de las Tierras del Perú.

MICROTOPOGRAFÍA O MICRORRELIEVE	
Clase	Símbolo
Plano	1
Ondulado suave	2
Ondulado	3
Microquebrado o microaccidentado	4

Fuente: Reglamento de Clasificación de las Tierras del Perú.

DRENAJE	
Clase	Símbolo
Ecesivo	A
Algo excesivo	B
Bueno	C
Moderado	D
Imperfecto	E
Pobre	F
Muy pobre	G

Fuente: Reglamento de Clasificación de las Tierras del Perú

ANEGAMIENTO O INUNDACIÓN FLUVIAL	
Clase	Símbolo
Sin riesgo o peligro de inundación	0
Ligera	1
Moderada	2
Severa	4
Extrema	5

Fuente: Reglamento de Clasificación de las Tierras del Perú

ANEXO 03

RELACIÓN DE ESPECIES VEGETALES DE LA MICROCUENCA VILUYO

ESPECIES DESEABLES

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE VULGAR	FAMILIA
<i>Bromus catharticus</i>	"Soclla"	Gramineas
<i>Festuca dolichophylla</i>	"Chillihua"	Gramineas
<i>Muhlebergia fastigiata</i>	"Ch'iji"	Gramineas
<i>Poa candamoana</i>	"Kh'achu"	Gramineas
<i>Poa annua</i>	"kh'achu"	Gramineas
<i>Poa gilgiana</i>	"kh'achu"	Gramineas
<i>Carex ecuadorica</i>	"nuni nuni"	Cyperaceas
<i>Eleocharis albibracteata</i>	"Quemillo"	Cyperaceas
<i>Eleocharis ascicularis</i>	"Quemillo"	Cyperaceas
<i>Hypochoeris andicola</i>	"Pilli"	Compuestas
<i>Hypochoeris stanocephala</i>	"Occo pilli"	Compuestas
<i>Hypochoeris taraxacoides</i>	"Pilli"	Compuestas
<i>Hypochoeris radicata</i>	"Pilli"	Compuestas
<i>Gnaphalium capitatum</i>	"Wira wira"	Compuestas
<i>Trifolium amabile</i>	"Layo"	Leguminosas
<i>Alchemilla erodifolia</i>	"Okcce okcce"	Rosaceae
<i>Alchemilla pinnata</i>	"sillu sillu"	Rosaceae
<i>Gentianella postrata</i>	"Unu jallu"	Gentinaceas
<i>Gentianella peruviana</i>	"Quilca"	Gentinaceas
<i>Geranium sessiflorum</i>	"Huila layo"	Geraniaceas
<i>Castilleja fissifolia</i>	"Vino vino"	Scrophularaceae

ESPECIES POCO DESEABLES

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE VULGAR	FAMILIA
<i>Aristida enodis</i>	"Orco iru"	Gramíneas
<i>Aristida adhesionis</i>	"Paja plumilla"	Gramíneas
<i>Calamagrostis curvula</i>	"Crespillo", "pork ´e"	Gramíneas
<i>Calamagrostis horridula</i>	"kheña"	Gramíneas
<i>Calamagrostis recta</i>	"Huytapallana"	Gramíneas
<i>Calamagrostis macrophylla</i>	"Pilger"	Gramíneas
<i>Calamagrostis minima</i>	"Pilg"	Gramíneas
<i>Calamagrostis amoena</i>	"kheña"	Gramíneas
<i>Calamagrostis vicunarum</i>	"Quilcas"	Gramíneas
<i>Sporobolus poereti</i>	"Fuerte pasto"	Gramíneas
<i>Festuca dichoclada</i>	"Yurac ichu"	Gramíneas
<i>Muhlenbergia peruviana</i>	"Ñappa pasto"	Gramíneas
<i>Stipa brachiphylla</i>	"Grano ichu"	Gramíneas
<i>Stipa ichu</i>	"Ichu"	Gramíneas
<i>Stipa obtusa</i>	"Tizña"	Gramíneas
<i>Bidens andicola</i>	"Mishico"	Compuestas
<i>Gnapalium capitatum</i>	"wira wira"	Compuestas
<i>Liabum ovatum</i>	"Mula pilli"	Compuestas
<i>Perezia Macrocephala</i>	"Marancilla"	Compuestas
<i>Taraxacum officinalis</i>	"Diente de Leon"	Compuestas
<i>Gomphrena meyeniana</i>	"Pelegrina"	Amarantaceae
<i>Lepidium sp</i>	"tallwi tallwi"	Crucíferas
<i>Lepechinia meylene</i>	"Salvia"	Labiadas

ESPECIES INDESEABLES

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE VULGAR	FAMILIA
<i>Calamagrostis rigescens</i>	"Tullu pasto"	Gramíneas
<i>Baccharis tricuneata</i>	"Thola"	Compuestas
<i>Astragalus garbancillo</i>	"Garbancillo"	Leguminosas
<i>Adesmia spinosissima</i>	"Aya llanta"	Leguminosas
<i>Plantago monticola</i>	"Verbena"	Plantaginaceae
<i>Margiricarpus pinnatus</i>	"Canlla"	Rosaceas
<i>Margiricarpus strictus</i>	"Canlla"	Rosaceas
<i>Azorella diapenzoides</i>	"Yareta"	Umbelíferas
<i>Usnea barbata</i>	"Kaca suncca"	Usneaceae
<i>Opuntia flocosa</i>		Cactaceae

ANEXO 04

Cuadro Precipitación mensual registrada en la estación de CO. 116033 Laraqueri
Lat. 16°09'16.9" Long. 70°03'59.7" Altitud. 3900 m.s.n.m.

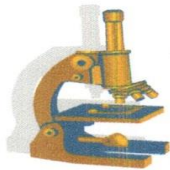
Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
2007	109.30	96.80	168.90	48.00	4.90	0.00	0.00	0.00	45.80	57.80	71.40	110.60	
2008	190.94	105.00	73.60	0.00	0.00	0.00	0.00	4.50	2.30	35.90	14.60	143.50	
2009	71.40	173.40	107.90	67.20	0.00	0.00	5.10	0.00	11.10	15.00	36.70	101.40	
2010	165.00	187.40	41.40	40.60	19.00	0.00	0.00	2.60	3.40	34.30	4.10	144.80	
2011	155.00	239.90	120.80	48.30	3.40	0.00	5.30	0.20	9.60	35.70	47.30	202.30	
2012	203.90	286.70	160.50	94.90	0.60	0.00	0.50	9.20	15.50	18.10	69.30	229.70	
2013	247.10	175.00	54.10	23.80	6.30	26.90	18.70	17.20	0.90	17.50	7.20	191.70	
2014	181.50	91.30	54.10	29.80	0.50	0.00	2.80	23.50	62.90	60.40	35.50	77.20	
Total	165.51	169.4	97.66	44.07	4.34	3.36	4.05	7.15	18.93	34.33	42.01	150.15	740.96

Fuente: SENAMHI

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
2007	9.87	10.15	9.49	8.15	6.33	4.82	4.03	5.55	7.54	8.83	8.92	9.56	
2008	9.56	9.19	8.49	6.98	3.99	4.09	3.25	3.97	6.00	8.71	10.22	9.94	
2009	9.93	9.65	8.90	7.49	5.08	2.48	3.92	3.68	6.87	8.98	10.43	10.51	
2010	10.37	10.86	9.64	8.20	6.23	3.07	3.17	5.35	6.92	8.75	9.23	10.36	
2011	10.14	9.62	9.25	7.81	5.80	4.23	3.83	5.93	6.81	8.51	9.80	9.51	
2012	9.00	9.00	8.10	8.20	5.30	3.80	3.10	4.50	6.70	9.40	10.20	9.90	
2013	9.20	9.70	9.50	6.40	6.00	4.10	4.30	4.50	6.30	9.20	9.80	9.90	
2014	9.50	9.60	9.80	7.60	5.60	4.50	3.80	5.50	8.00	8.40	9.80	10.5	
Media	9.70	9.72	9.15	7.60	5.54	3.88	3.67	4.87	6.89	8.84	9.80	10.02	7.473

Cuadro: Temperatura media mensual obtenido registrado en la estación de
CO.116033 Laraqueri Lat. 16°09'16.9" Long. 70°03'59.7" Altitud. 3900 m.s.n.m.

Fuente: SENAMHI



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO – PUNO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRONOMICA
LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS



ANALISIS DE CARACTERIZACION DE SUELOS

NOMBRE : Bach. Marianela Yucra Duran
 : Bach. Vicky Janeth Vilca Quispe
 PROCEDENCIA : Viluyo-Puno
 FECHA RECEPCION : 08/07/2014
 LABORATORIO : Agua y Suelo de la Facultad de Ciencias Agrarias UNA- puno

# ORD	CLAVE DE CAMPO	ANALISIS MECANICO			CLASE TEXTURAL	CO ₃ ^s %	M.O. %	N. TOTAL %
		ARENA %	ARCILLA %	LIMO %				
01	Cal 1 Hor.A11	48	24	28	F	0.00	3.87	0.23
02	Cal 1 Hor.A12	42	29	29	FAr	0.00	3.52	0.21
03	Cal 1 Hor.BA	49	36	15	ArA	0.00	4.26	0.26
04	Cal 1 Hor. Bw	42	41	17	Ar	0.00	4.54	0.27
05	Cal 1 Hor. C1	46	38	16	ArA	0.00	2.15	0.12
06	Cal 1 Hor. C2g	47	37	16	ArA	0.00	1.12	0.09
07	Cal 2 Hor. A	65	15	20	FA	0.00	3.11	0.14
08	Cal 2 Hor. C1	76	7	17	AF	0.00	1.25	0.08
09	Cal 2 Hor. C2	77	6	17	AF	0.00	1.12	0.06
10	Cal 3 Hor. A	49	24	27	F	0.00	2.15	0.11

# ORD	pH	C.E. mS/cm	C.E. (e) mS/cm	ELEMENTOS DISPONIBLES		CATIONES CAMBIABLES					CIC me/100 g	S.B. %
				P ppm	K ppm	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺		
01	6.35	0.54	2.15	5.13	234	13.35	4.10	0.12	0.13	0.00	20.54	86
02	6.45	0.66	2.56	4.35	278	12.25	3.21	0.15	0.14	0.00	18.32	86
03	6.18	0.45	1.118	3.21	315	14.13	4.20	0.18	0.16	0.00	23.12	81
04	6.14	0.38	1.68	3.54	423	13.59	4.03	0.21	0.14	0.00	22.15	81
05	6.02	0.36	1.78	3.54	315	12.20	3.26	0.16	0.13	0.00	18.13	87
06	6.05	0.40	1.56	3.22	312	10.35	3.02	0.18	0.15	0.00	15.34	89
07	7.12	0.16	0.54	5.60	211	12.35	3.45	0.13	0.13	0.00	18.24	88
08	6.62	0.15	0.45	4.57	164	10.20	2.64	0.18	0.09	0.00	13.20	99
09	6.54	0.12	0.38	3.74	124	9.23	2.10	0.10	0.11	0.00	12.11	95
10	6.48	0.21	0.84	6.12	256	11.34	2.34	0.16	0.10	0.00	16.23	86

FAr = Franco arcillo arenoso
 Ar = Arcilloso
 FArA = Franco arcillo arenoso
 CIC= Capacidad Intercambio Cationico
 N = Nitrógeno total
 K⁺ = Potasio cambiante
 A= Arena
 Ca²⁺= Calcio cambiante
 Na⁺= Sodio cambiante
 CO₃^s = Carbonatos
 me = miliequivalente

FAr = Franco arcilloso
 M.O.=Materia orgánica
 P = Fósforo disponible
 K = Potasio disponible
 C.E. = Conductividad eléctrica
 SB = Saturación de bases
 Mg²⁺ = Magnesio cambiante
 mS/cm = milisiemens por centímetro
 C.E.(e) = Conductividad eléctrica del extracto
 Al³⁺ = Aluminio cambiante

Ing. M.Sc. Angel Cari Choquehuanca
 ESPECIALISTA EN SUELOS
 CIP. 21329



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO – PUNO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRONOMICA
LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS



ANALISIS DE CARACTERIZACION DE SUELOS

NOMBRE : TESIS MARIANELA
 PROCEDENCIA : Viluyo-Puno
 FECHA RECEPCION : 08/07/2014
 LABORATORIO : Agua y Suelo de la Facultad de Ciencias Agrarias UNA- puno

# ORD	CLAVE DE CAMPO	ANALISIS MECANICO			CLASE TEXTURAL	CO ₃ ⁼ %	M.O. %	N. TOTAL %
		ARENA %	ARCILLA %	LIMO %				
11	Cal 3 Hor. B	41	32	27	FAr	0.00	1.26	0.09
12	Cal 3 Hor. C	66	14	30	FA	0.00	1.12	0.06
13	Cal 3 Hor. CR	62	16	22	FA	0.00	1.10	0.05
14	Cal 4 Hor. A	65	14	21	FA	0.00	2.15	0.12
15	Cal 4 Hor. C1	74	5	21	AF	0.00	2.11	0.11
16	Cal 4 Hor. C2	72	3	25	AF	0.00	1.84	0.08
17	Cal 5 Hor. Ap	43	33	24	FAr	0.00	3.45	0.18
18	Cal 5 Hor. C1	49	28	23	FArA	0.00	2.25	0.15
19	Cal 5 Hor. C2	65	17	28	FA	0.00	1.56	0.09

# ORD	pH	C.E. mS/cm	C.E. (e) mS/cm	ELEMENTOS DISPONIBLES		CATIONES CAMBIABLES					CIC me/100 g	S.B. %
				P ppm	K ppm	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺		
11	6.23	0.23	0.91	5.12	213	11.82	3.64	0.12	0.11	0.00	18.24	86
12	6.12	0.16	0.65	4.21	206	10.21	3.10	0.11	0.10	0.00	15.12	89
13	6.12	0.12	0.51	4.23	205	9.54	2.87	0.11	0.12	0.00	13.14	96
14	6.54	0.25	1.12	5.14	262	9.21	2.45	0.13	0.11	0.00	12.15	98
15	6.15	0.18	0.84	4.68	254	8.13	2.14	0.13	0.13	0.00	11.23	94
16	6.14	0.13	0.49	4.51	231	8.15	2.16	0.12	0.11	0.00	11.12	95
17	7.12	0.12	0.45	6.47	312	12.56	3.24	0.14	0.14	0.00	18.26	88
18	6.72	0.14	0.46	5.21	305	10.25	3.05	0.12	0.12	0.00	14.25	95
19	6.54	0.16	0.51	3.65	298	9.12	2.65	0.10	0.11	0.00	13.24	90

FArA = Franco arcillo arenoso
 Ar = Arcilloso
 FAr = Franco arcillo arenoso
 CIC= Capacidad Intercambio Cationico
 N = Nitrógeno total
 K⁺ = Potasio cambiante
 A= Arena
 Ca²⁺= Calcio cambiante
 Na⁺= Sodio cambiante
 CO₃⁼ = Carbonatos
 me = miliequivalente

FAr = Franco arcilloso
 M.O.=Materia orgánica
 P = Fósforo disponible
 K = Potasio disponible
 C.E. = Conductividad eléctrica
 SB = Saturación de bases
 Mg²⁺ = Magnesio cambiante
 mS/cm = milisiemens por centímetro
 C.E.(e) = Conductividad eléctrica del extracto
 Al³⁺ = Aluminio cambiante

Ing. M.Sc. Angel Cari Choquehuanca
 ESPECIALISTA EN SUELOS
 CIP. 21329



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO – PUNO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRONOMICA
LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS



ANALISIS DE PORCENTAJE DE HUMEDAD, MATERIA SECA Y PROTEINA

NOMBRE : Vicky Janeth Vilca Quispe y Marianela Yucra Duran
 PROCEDENCIA : Centro Poblado Viluyo Dist. Pichacani Laraqueri Prov. Puno
 FECHA RECEPCION : 04/08/2014
 FECHA ANALISIS : 05/08/2014
 LABORATORIO : Aguas y Suelos FCA – UNA

SECTOR	N° MUESTRA	% HUMEDAD	% M. S.	% PROTEINA
LEQUENE	1	4.6	95.4	6.15
LEQUENE	2	3.55	96.45	7.91
LEQUENE	3	6.48	93.52	6.2
LEQUENE	4	5.12	94.88	5.13
LEQUENE	5	4.9	95.1	7.03
LADERA ALTA VILUYO	6	8.64	91.36	5.27
LADERA MEDIA VILUYO	7	7.21	92.79	5.45
LADERA BAJA VILUYO	8	3.7	96.3	4.79
LADERA ALTA SUPUCACHI	9	4.15	95.85	3.95
LADERA MEDIA SUPUCACHI	10	3.6	96.4	4.39
LADERA BAJA SUPUCACHI	11	4.15	95.85	4.45
LADERA ALTA SUPUCACHI DOS	12	5.2	94.8	5.31
LADERA MEDIA SUPUCACHI DOS	13	6.4	93.6	4.83
LADERA BAJA SUPUCACHI DOS	14	6.02	93.98	4.42

Permalys Calloapaza
 ESPECIALISTA EN ANALISIS FISICO QUIMICO Y OTROS
 ANALISTA CONTROL DE CALIDAD
 PUNO PERU

Inge M.Sc. Angel Cari Choquehuanca
 JEFE DE LABORATORIO DE AGUAS, SUELOS, PLANTAS

ANEXO 5
MAPAS GEOREFERENCIADAS CON EL SIG

1. **MAPA N° 01:** UBICACIÓN DE CALICATAS .
2. **MAPA N° 05:** FISIOGRAFICO.
3. **MAPA N° 06:** SUELOS.
4. **MAPA N° 07:** CAPACIDAD DE USO MAYOR.
5. **MAPA N° 09:** DELIMITACIÓN DE SITIOS DE PASTOREO.
6. **MAPA N° 10:** PUNTAJE TOTAL DE INDICE DE PASTIZAL Y
CONDICIÓN DE LOS SITIOS DE PASTIZALES PARA VACUNOS.
7. **MAPA N° 11:** PUNTAJE TOTAL DE INDICE DE PASTIZAL Y CONDICIÓN DE
LOS SITIOS DE PASTIZALES PARA OVINOS.
8. **MAPA N° 12:** PUNTAJE TOTAL DE INDICE DE PASTIZAL Y CONDICIÓN DE
LOS SITIOS DE PASTIZALES PARA ALPACAS.