

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**

**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**DEPARTAMENTO ACADÉMICO EN CIENCIAS DE CONSERVACION DE  
SUELOS Y AGUA**



**ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL USO ACTUAL DE TIERRAS Y LA  
CAPACIDAD DE USO MAYOR DE TIERRAS EN LA PARTE ALTA DE LA  
MICROCUENCA RÍO AZUL**

**Tesis**

**Para optar el título de:**

**INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**MENCIÓN CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA**

**EVELYN RIVERA ZEVALLOS**

**PROMOCIÓN 2009 – II**

**Tingo María – Perú**

**2013**

## DEDICATORIA

### ***A Dios, Jesucristo y al precioso Espíritu Santo:***

Por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional, además de su infinita bondad y amor.

### ***A mis queridos padres Edilberto e Hilda:***

Por ser el pilar fundamental en mi vida, por todo su esfuerzo y sacrificio, lo que hizo posible darme una carrera profesional. Para ellos mi amor, obediencia y respeto.

### ***A mi amado esposo Samuel:***

Por ser una persona excepcional. Quien me ha brindado su apoyo incondicional y ha hecho suyas mis preocupaciones y problemas. Gracias por tu amor, paciencia y comprensión.

### ***A mis queridas hermanas Leydee, Grecia y Jesús, y a mi sobrinito Jhostyn:***

Por estar siempre presentes, por su apoyo incondicional para lograr mis objetivos durante mi vida.

## **AGRADECIMIENTO**

- A mi asesor de tesis el Ing. Juan Pablo Rengifo Trigozo, por la orientación, valiosas sugerencias y acertados aportes brindados durante el desarrollo de la investigación.
- Al Ing. Lucio Manrique De Lara Suarez, por sus enseñanzas brindadas, su apoyo y amistad, brindados en la ejecución de la tesis.
- A mi jurado de tesis: Ing. Roberto Obregón Peña, Ing. Luis Alberto Valdivia Espinoza e Ing. Wilfredo Alva Valdiviezo, por su apoyo, comprensión y sugerencias ofrecidos en la investigación.
- A mi esposo el Ing. Samuel Abraham Quispe Chacón, por su incondicional apoyo, comprensión y constante estímulo en el desarrollo de la tesis.
- A mis amigos: Rafael Dávila Villalobos, por su valiosa amistad y generoso apoyo brindado en el desarrollo del trabajo de campo; y Milton Huarauya Aguirre, que en forma desinteresada me brindó su ayuda en el levantamiento de información de campo de la investigación.

A todos ellos, mi sincero agradecimiento por su colaboración en la finalización de esta meta mía.

## ÍNDICE GENERAL

	Página.
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA .....	4
2.1. Tierra .....	4
2.2. El suelo como un recurso natural .....	4
2.3. Fisiografía .....	5
2.4. Capacidad y aptitud de uso de la tierra .....	6
2.5. Capacidad de Uso Mayor.....	6
2.6. Importancia de la clasificación de tierras.....	7
2.7. Sistema de clasificación de tierras según su Capacidad de Uso Mayor.....	8
2.8. Categorías del sistema de clasificación de tierras según su Capacidad de Uso Mayor.....	8
2.8.1. Grupo de Capacidad de Uso Mayor de las Tierras .....	8
2.9. Clases de Capacidad de Uso Mayor de las Tierras.....	11
2.9.1. La calidad agrológica.....	11
2.9.2. Clases de tierras aptas para cultivo en limpio (A) .....	12

2.9.3.	Clases de tierras aptas para cultivos permanentes (C).....	13
2.9.4.	Clases de tierras aptas para pastos (P).....	14
2.9.5.	Clases de tierras aptas para forestal (F).....	16
2.9.6.	Clase de tierras de protección (X) .....	17
2.9.7.	Subclases de Capacidad de Uso Mayor de las Tierras.....	17
2.10.	Uso de la tierra y uso actual de la tierra .....	22
2.10.1.	Enfoque formal .....	22
2.10.2.	Enfoque funcional .....	23
2.11.	Conflictos de uso de la tierra.....	23
III.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	25
3.1.	Descripción de la zona de estudio.....	25
3.1.1.	Ubicación y superficie.....	25
3.1.2.	Clima .....	26
3.1.3.	Fisiografía.....	27
3.1.4.	Accesibilidad .....	27
3.2.	Materiales .....	28
3.2.1.	Material cartográfico .....	28

3.2.2.	Materiales de campo .....	28
3.2.3.	Equipos .....	28
3.3.	Metodología .....	29
3.3.1	Etapa de pre campo .....	30
3.3.1.1.	Elaboración de mapas .....	30
3.3.2	Etapa de campo .....	34
3.3.3	Etapa de gabinete .....	36
IV.	RESULTADOS .....	43
4.1.	Bases para la determinación de la Capacidad de Uso Mayor de Tierras.....	43
4.1.1.	Pendiente de la parte alta de la microcuenca Río Azul .....	43
4.1.2.	Fisiografía de la parte alta de la microcuenca Río Azul .....	44
4.2.	Capacidad de Uso Mayor.....	46
4.2.1.	Tierras aptas para cultivo permanente (C).....	49
4.2.2.	Tierras aptas para producción forestal (F) .....	50
4.2.3.	Tierras de protección (X) .....	52
4.3.	Uso actual de la tierra .....	53
4.4.	Conflictos de uso de la tierra.....	56

4.4.1.	Uso correcto .....	58
4.4.2.	Sub utilizado .....	58
4.4.3.	Sobre utilizados .....	58
4.4.4.	Propuesta de aprovechamiento según tipo de conflictos de uso .....	58
V.	DISCUSIÓN .....	63
5.1.	Bases para la determinación de la Capacidad de Uso Mayor de la Tierra .....	63
5.1.1.	Pendiente de la parte alta de la microcuenca Río Azul .....	63
5.1.2.	Fisiografía de la microcuenca Río Azul .....	63
5.2.	Capacidad de Uso Mayor .....	64
5.3.	Uso actual .....	65
5.4.	Conflictos de uso .....	66
VI.	CONCLUSIONES .....	68
VII.	RECOMENDACIONES .....	69
VIII.	ABSTRACT .....	70
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	72
	ANEXO .....	76

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página.
1. Clases de pendiente establecida en el Reglamento de clasificación de tierras, D.S. N° 017-2009-AG. ....	31
2. Clasificación del uso actual de la tierra. ....	33
3. Número de calicatas según las unidades fisiográficas. ....	35
4. Matriz para obtener resultado a nivel de clase. ....	39
5. Matriz para obtener los conflictos de uso de tierras. ....	42
6. Superficie y porcentaje de los rangos de pendiente de la parte alta de la microcuenca Río Azul. ....	44
7. Superficie de las unidades fisiográficas de la parte alta de la microcuenca Río Azul. ....	45
8. Superficies de los grupos y subclases de tierra según capacidad de uso mayor. ....	47
9. Superficie de Uso Actual de Tierras de la microcuenca Río Azul. ....	54
10. Superficie de conflicto de uso de la tierra de la parte alta microcuenca de la Río Azul. ....	56
11. Propuesta de aprovechamiento por comunidades de la parte alta de microcuenca Río Azul. ....	59
12. Información básica de campo. ....	77

13. Resumen del análisis de suelo representado por sus respectivas claves para definición de clase y sub clase de CUM. ....	78
14. Clave 14 para zonas de vida de Bosque húmedo - Tropical, Bosque muy húmedo - Premontano Tropical, Bosque muy húmedo - Subtropical, Bosque muy húmedo - Montano Bajo Tropical y Bosque muy húmedo - Montano Bajo Subtropical. ....	79
15. Drenaje (w).....	81
16. Salinidad (l). ....	81
17. Inundación (i).....	82
18. Erosión (e).....	82
19. Microrelieve (e).....	83
20. Profundidad efectiva (s).....	83
21. Pendiente larga (e). ....	84
22. Pendiente corta (e). ....	85
23. Pedregosidad (s). ....	86
24. Gravosidad o guijarrosidad (s).....	86
25. Textura (s).....	87
26. Fertilidad natural (s).....	87
27. Clases de pendiente. ....	89
28. Clases de Microrelieve. ....	90
29. Clases de profundidad efectiva.....	91

30. Grupos texturales. ....	92
31. Clases de fragmentos rocosos. ....	93
32. Clases de pedregosidad superficial. ....	94
33. Clases de drenaje.....	95
34. Rangos de pH. ....	96
35. Clases de erosión hídrica. ....	97
36. Clases de salinidad y/o sodicidad. ....	98
37. Clases de inundación. ....	99
38. Clases de fertilidad natural.....	100
39. Parámetros que definen la fertilidad del suelo. ....	101
40. Escala de potasio (K <sub>2</sub> O).....	101
41. Escala de Nitrógeno (%). ....	101

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página.
1. Ubicación del área de estudio parte alta de la microcuenca Río Azul. ....	26
2. Diagrama de la metodología (Elaboración propia). ....	29
3. Simbología para la nomenclatura de la CUM según Decreto Supremo N° 017-2009-AG. ....	39
4. Mapa de pendientes de la parte alta de la microcuenca Río Azul. ....	43
5. Mapa fisiográfico de la parte alta de la microcuenca Río Azul. ....	46
6. Superficies de las subclases de tierras según su Capacidad de Uso Mayor. ....	48
7. Superficies de las tierras según su Capacidad de Uso Mayor. ....	48
8. Capacidad de Uso Mayor de la parte alta de la microcuenca Río Azul. ....	53
9. Superficies de Uso Actual de Tierras de la parte alta microcuenca de la Río Azul. ....	55
10. Uso Actual de Tierras de la parte alta microcuenca de la Río Azul. ....	55
11. Superficies de conflictos de uso de la tierra de la parte alta microcuenca de la Río Azul. ....	57
12. Mapa de conflictos de uso de la tierra de la parte alta microcuenca de la Río Azul. ....	57

13.	Parte alta de la microcuenca Rio Azul. ....	104
14.	Parte alta de la microcuenca Rio Azul. ....	104
15.	Lectura de calicatas.....	105
16.	Tomando muestras de la calicata. ....	105
17.	Reconocimiento del uso actual. ....	106
18.	Toma de puntos de control. ....	106

## RESUMEN

La investigación se ejecutó en la parte alta de la microcuenca Río Azul, ubicado en el distrito Hermilio Valdizan, provincia Leoncio Prado, departamento Huánuco, con la finalidad de comparar el Uso Actual con la Capacidad de Uso Mayor de tierras y de esta manera determinar los conflictos que en ella se encuentren, en base al Reglamento de Capacidad de Uso Mayor (D.S. N° 017-2009-AG). Para el análisis se empleó curvas de nivel de una hoja restituida con una separación de 30 m editada por el Instituto Geográfico Nacional (IGN), imagen del satélite Rapid Eye 2012 e imagen de Satélite Ikonos 2007. Los resultados del análisis preliminar se complementaron con visitas a campo y los datos del análisis de suelo, apoyados con el programa ArcGis 10.1. Se delimitó la parte de alta de la microcuenca, con una área de 6,037.66 ha y se elaboraron los mapas de pendiente, fisiográfico, capacidad de uso mayor, uso actual de tierras y conflictos de uso. Se encontró los siguientes grupos de Capacidad de Uso Mayor: 3,735.09 ha de tierras aptas para cultivos permanentes, 1,466.13 ha de tierras de protección y 758.05 ha de tierras aptas para producción forestal. Asimismo, el uso actual presentó: 2,214.05 ha de tierras con cultivos permanentes (café, plátano, café - plátano, café - guaba y té), 1,826.46 ha de tierras con bosque secundario y purmas, y 1,631.87 ha de tierras con bosque primario. Luego de realizar la superposición entre la capacidad de uso mayor con el uso actual de la tierra se encontró: 3,265.62 ha de uso correcto, 2,039.81 ha de conflicto por sub uso y 613.03 ha de conflicto por sobre uso. Se demostró, que las tierras de la parte alta de la microcuenca Río Azul, en su mayoría, están siendo usadas dentro de su Capacidad de Uso

Mayor. De acuerdo a los resultados obtenidos, se propone se recomienda, para el cultivo de café, debido a su baja fertilidad, realizar y aplicar un plan de abonamiento para elevar la productividad, teniendo en cuenta conservar la fertilidad, incorporando materia orgánica al suelo. Debido a las fuertes pendientes, es necesario implantar métodos de conservación de suelos, tales como plantaciones en curvas de nivel, cultivar en surcos de contorno en las laderas y no en favor de la pendiente, bajo un sistema agroforestal, con manejo de coberturas vivas y muertas en el suelo, barreras vivas y muertas.

## I. INTRODUCCIÓN

Durante el último decenio, en muchas partes del mundo, la visión de los recursos naturales cobra vital importancia, por lo que no es suficiente su explotación en momentos de necesidad, sin pensar en las futuras generaciones, más bien, es imprescindible dar el mejor uso posible de los recursos limitados y una planificación sostenible de los mismos.

La economía en las comunidades de la microcuenca gira alrededor de los productos de origen agropecuario, la cantidad y la calidad de éstos, dependen de la eficiente utilización de los factores de producción como son: tierra, trabajo y capital. La tierra es uno de los principales factores de producción, en ella se obtiene productos, que además de servir para satisfacer las necesidades primarias, contribuyen a la actividad industrial, de igual manera participa en el bienestar de muchas familias, porque sus ingresos económicos son provenientes de la venta de los productos de pan llevar obtenidos al cultivar la tierra.

Por otro lado, la degradación y uso inadecuado de la tierra, son ocasionados por los fenómenos naturales principalmente la lluvia y la actividad del hombre, habilitando las laderas empinadas con fines agrícolas, sobre pastoreo, tala y quema de árboles, contribuyendo a acelerar la pérdida de los nutrientes del suelo.

La justificación de la investigación se basa, que en la parte alta de la microcuenca Río Azul, se observa gran parte de áreas con cultivo de café, en pendientes empinadas, donde este cultivo es fuente de ingreso de las familias, pero se obtienen bajos rendimientos, debido a la baja fertilidad del suelo y deficiente manejo del cultivo. El análisis comparativo entre el uso actual y uso mayor de tierras ayudará a solucionar los problemas existentes en los cultivos y determinará en qué áreas de la parte alta de la microcuenca, se manejarán cultivos de acuerdo al uso de suelo correspondiente y limitaciones para su buen manejo.

Al realizar el análisis del conflicto de uso de la tierra que se está generando en la parte alta de la microcuenca Río Azul, facilitará la elaboración de propuestas para un mejor aprovechamiento del recurso tierra, tratando de obtener un uso armónico y sostenido de este recurso, sin el deterioro en su calidad, el mismo que constituirá un punto de partida en los planes y proyectos de manejo de suelos, tendientes a su conservación y/o adopción de medidas de mitigación contra la degradación del suelo en el cultivo de café.

La hipótesis de la investigación busca comprobar que las tierras de la parte alta de la microcuenca Río Azul, están siendo utilizadas dentro de su Capacidad de Uso Mayor, por lo que se plantean los siguientes objetivos:

- Clasificar según su de Capacidad de Uso Mayor la parte alta de la microcuenca Río Azul.

- Determinar el uso actual de la tierra de la parte alta de la microcuenca Río Azul.
- Determinar las áreas de conflicto de uso de la tierra de la parte alta de la microcuenca Río Azul.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. Tierra**

Se define tierra como un área de la superficie terrestre cuyas características incluyen todos los atributos de la biosfera razonablemente estables o reduciblemente cíclicos, ya sea encima o debajo de dicha área; incluyendo aquellos de la atmosfera, el suelo, la geología subyacentes, la hidrología, las poblaciones de plantas y animales y los resultados de la actividad humana pasada y presente; en la medida que estos atributos ejerzan una influencia significativa en su uso (FAO, 1985).

### **2.2. El suelo como un recurso natural**

El suelo es un cuerpo tridimensional que ocupa la parte superficial de la corteza terrestre, que posee propiedades diferentes del material de la roca que lo origina como resultado de las interacciones entre el clima, organismos vivientes (incluido el hombre), material parental y el relieve en el transcurso del tiempo (CUMAT, 1985).

El suelo es un recurso natural que ocupa un espacio de forma organizado, dinámico y desarrollado a partir de una intemperización y descomposición de las rocas minerales y restos orgánicos, bajo la influencia de

los factores formadores del suelo, conteniendo cantidades apropiadas de aire, agua y suministrando los nutrientes y el sostén que requieren las plantas (GUARACHI, 2001).

### 2.3. Fisiografía

Es el estudio de las formas de tierra llamadas también “paisajes” y clasifica a esta en base a su morfología, origen, edad y morfología, aspectos de clima actual, hidrología, geología, etc. Estos factores son considerados en la medida que puedan incidir en la pedogénesis o aptitudes de uso y manejo de los suelos (GARCIA, 1987).

- **Gran paisaje:** está determinada por el relieve de corteza terrestre; estableciéndose tres grandes paisajes: planicie, colinoso y montañoso.
- **Paisaje:** está determinado por la litología y origen de la forma de tierra.
- **Subpaisaje:** son subdivisores del paisaje que han sido originados por procesos erosionales o deposicionales.
- **Elemento de paisaje:** son subdivisores establecidas de acuerdo al criterio a utilizarlo para el estudio del suelo. Siendo algunos criterios más utilizados: pendiente, drenaje, disección, inundabilidad, etc, (GARCIA, 1987).

Cada suelo por lo general está asociado a un criterio tipo o forma de paisaje y se vincula directamente a una forma de relieve, lo cual influye sobre su génesis. Sin embargo, diferencias importantes en el material originario y en el perfil, son consecuencias de diferentes posiciones en el relieve, o de diversas formas del paisaje general (RODRIGUEZ, 1984).

#### **2.4. Capacidad y aptitud de uso de la tierra**

La aptitud de uso de la tierra se refiere a la capacidad de ésta para su aprovechamiento bajo una categoría o tipo de utilización, desde el punto de la producción agropecuaria y /o forestal, en condiciones naturales.

La capacidad se refiere a las clases generales de utilización de la tierra (semejante a clases mayores de utilización de la tierra del esquema FAO) en vez de sistemas específicos de utilización de tierras (tipos de utilización de la FAO), para los cuales hablamos acerca de aptitud de áreas de tierra. Por lo tanto no podemos esperar realizar reportes detallados acerca de utilización y manejo de tierras en una clasificación de la capacidad (Rossiter, 1998, citado por (GUARACHI, 2001).

#### **2.5. Capacidad de Uso Mayor**

Se entiende por capacidad de uso mayor de la tierra a la capacidad potencial natural de una determinada clase de tierra para prestar sosteniblemente a largo plazo determinados bienes o servicios, incluyendo los de protección y ecológicos (CUMAT, 1985).

La clasificación de tierras según su capacidad de uso, se basa en los efectos combinados de clima y las características permanentes de los suelos, y relieve. Esta clasificación, une a los suelos basándose en rasgos del terreno superficial y en las propiedades de los suelos que pueden ser evaluadas por observación y al tacto, clasificándolos en tres categorías de tierras, clases, subclases y unidades (Porta, 1994; citado por VARGAS, 1999).

La capacidad de uso mayor correspondiente a cada unidad de tierra, es determinada mediante la interpretación cuantitativa de la características edáficas, climáticas (zonas de vida) y de relieve, los que intervienen en forma conjugada (REGLAMENTO DE CLASIFICACIÓN DE TIERRAS, 2009).

## **2.6. Importancia de la clasificación de tierras**

La clasificación de las tierras es importante, ya que, a pesar de que persiguen diferentes objetivos, pero sobre todo busca el mejor uso posible de una unidad de tierra conociendo su capacidad y sus limitaciones de los suelos (Quiroga, 1984; citado por GUARACHI, 2001).

La clasificación de tierras estriba en que permite conocer el potencial y las limitaciones de las mismas, de tal manera que hace posible la planificación adecuada de su uso, proporcionando así, una base sólida para el desarrollo sostenido de las poblaciones dependientes (Dalence, 2000; citado por GUARACHI, 2001).

## **2.7. Sistema de clasificación de tierras según su Capacidad de Uso Mayor**

El sistema nacional de clasificación de tierras del Perú, establecido en el Reglamento de Clasificación de Tierras, según D.S. N° 017-2009-AG del 02 de setiembre de 2009, es un sistema interpretativo de los estudios de suelos, con la ayuda de información climática (zonas de vida) y de relieve, cuyo único objetivo es asignar a cada unidad de suelo su uso y manejo más apropiado.

## **2.8. Categorías del sistema de clasificación de tierras según su Capacidad de Uso Mayor**

Está conformado por tres categorías de uso grupo de capacidad de uso mayor, clase de capacidad de uso mayor, subclase de capacidad de uso mayor (REGLAMENTO DE CLASIFICACIÓN DE TIERRAS, 2009).

### **2.8.1. Grupo de Capacidad de Uso Mayor de las Tierras**

Esta categoría representa la más alta abstracción del Sistema, agrupa a las tierras de acuerdo a su máxima vocación de uso, es decir, a tierras que presentan características y cualidades similares en cuanto a su aptitud natural para la producción sostenible, de cultivos en limpio, cultivos permanentes, pastos, producción forestal, las que no reúnen estas condiciones son consideradas tierras de protección. El grupo de capacidad de uso mayor es determinado mediante el uso de las claves de las zonas de vida. Los cinco grupos establecido por el presente reglamento, son:

### **2.8.1.1. Tierras Aptas para Cultivos en Limpio (A)**

Reúnen a las tierras que presentan características climáticas, de relieve y edáficas para la producción de cultivos en limpio que demandan remociones o araduras periódicas y continuadas del suelo. Estas tierras, debido a sus características ecológicas, también pueden destinarse a otras alternativas de uso, ya sea cultivos permanentes, pastos, producción forestal y protección, en concordancia a las políticas e interés social del Estado, y privado, sin contravenir los principios del uso sostenible.

### **2.8.1.2. Tierras Aptas para Cultivo Permanente (C)**

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

### **2.8.1.3. Tierras Aptas para Pastos (P)**

Reúne a las tierras cuyas características climáticas, relieve y edáficas no son favorables para cultivos en limpio, ni permanentes, pero sí para la producción de pastos naturales o cultivados que permitan el pastoreo

continuado o temporal, sin deterioro de la capacidad productiva del recurso suelo. Estas tierras según su condición ecológica (zona de vida), podrán destinarse también para producción forestal o protección cuando así convenga, en concordancia a las políticas e interés social del Estado, y privado, sin contravenir los principios del uso sostenible.

#### **2.8.1.4. Tierras aptas para Producción Forestal (F)**

Agrupar a las tierras cuyas características climáticas, relieve y edáficas no son favorables para cultivos en limpio, permanentes, ni pastos, pero, si para la producción de especies forestales maderables. Estas tierras, también pueden destinarse, a la producción forestal no maderable o protección cuando así convenga, en concordancia a las políticas e interés social del Estado, y privado, sin contravenir los principios del uso sostenible.

#### **2.8.1.5. Tierras de Protección (X)**

Están constituidas por tierras que no reúnen las condiciones edáficas, climáticas ni de relieve mínimas requeridas para la producción sostenible de cultivos en limpio, permanentes, pastos o producción forestal. En este sentido, las limitaciones o impedimentos tan severos de orden climático, edáfico y de relieve determinan que estas tierras sean declaradas de protección.

En este grupo se incluyen, los escenarios glaciáricos (nevados), formaciones líticas, tierras con cárcavas, zonas urbanas, zonas mineras, playas

de litoral, centros arqueológicos, ruinas, cauces de ríos y quebradas, cuerpos de agua (lagunas) y otros no diferenciados, las que según su importancia económica pueden ser destinadas para producción minera, energética, fósiles, hidro-energía, vida silvestre, valores escénicos y culturales, recreativos, turismo, científico y otros que contribuyen al beneficio del Estado, social y privado.

## **2.9. Clases de Capacidad de Uso Mayor de las Tierras**

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

### **2.9.1. La calidad agrológica**

La calidad agrológica viene a ser la síntesis de las propiedades de fertilidad, condiciones físicas, relaciones suelo-agua, las características de relieve y climáticas, dominantes y representa el resumen de la potencialidad del suelo para producir plantas específicas o secuencias de ellas bajo un definido conjunto de prácticas de manejo.

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

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

### **2.9.2. Clases de tierras aptas para cultivo en limpio (A)**

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

#### **2.9.2.1. Calidad agrológica alta (A1)**

Agrupación a las tierras de la más alta calidad, con ninguna o muy ligeras limitaciones que restrinjan su uso intensivo y continuado, la que por sus excelentes características y cualidades climáticas, de relieve o edáficas, permiten un amplio cuadro de cultivos, requiriendo de prácticas sencillas de

manejo y conservación de suelos para mantener su productividad sostenible y evitar su deterioro.

#### **2.9.2.2. Calidad agrológica media (A2)**

Agrupar a tierras de moderada calidad para la producción de los cultivos en limpio con moderadas limitaciones de orden climático, edáfico o de relieve, que reducen un tanto el cuadro de cultivos así como la capacidad productiva. Requieren de prácticas moderadas de manejo y de conservación de suelo, a fin de evitar su deterioro y mantener una productividad sostenible.

#### **2.9.2.3. Calidad agrológica baja (A3)**

Agrupar tierras de baja calidad, con fuertes limitaciones de orden climático, edáfico y de relieve, que reducen significativamente el cuadro de cultivos y la capacidad productiva. Requieren de prácticas más intensas y a veces especiales, de manejo y conservación de suelos para evitar su deterioro y mantener una productividad sostenible.

### **2.9.3. Clases de tierras aptas para cultivos permanentes (C)**

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

#### **2.9.3.1. Calidad agrológica alta (C1)**

Agrupar a tierras con la más alta calidad de suelo de este grupo, con ligeras limitaciones para la fijación de un amplio cuadro de cultivos

permanentes, frutales principalmente. Requieren de prácticas de manejo y conservación de suelos poco intensivas para evitar el deterioro de los suelos y mantener una producción sostenible.

### **2.9.3.2. Calidad agrológica media (C2)**

Agrupar tierras con calidad media, con limitaciones más intensas que la clase anterior de orden climático, edáfico y de relieve que restringen el cuadro de cultivos permanentes. Las condiciones edáficas de estas tierras requieren de prácticas moderadas de conservación y mejoramiento a fin de evitar el deterioro de los suelos y mantener una producción sostenible.

### **2.9.3.3. Calidad agrológica baja (C3)**

Agrupar tierras de baja calidad, con limitaciones fuertes o severas de orden climático, edáfico o de relieve para la fijación de cultivos permanentes y, por tanto, requieren de la aplicación de prácticas intensas de manejo y de conservación de suelos a fin de evitar el deterioro de este recurso y mantener una producción sostenible.

### **2.9.4. Clases de tierras aptas para pastos (P)**

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

#### **2.9.4.1. Calidad agrológica alta (P1)**

Agrupación de tierras con la más alta calidad agrológica de este grupo, con ciertas deficiencias o limitaciones para el crecimiento de pasturas naturales y cultivadas que permitan el desarrollo sostenible de una ganadería. Requieren de prácticas sencillas de manejo de suelos y manejo de pastos para evitar el deterioro del suelo.

#### **2.9.4.2. Calidad agrológica media (P2)**

Agrupación de tierras de calidad agrológica media en este grupo, con limitaciones y deficiencias más intensas que la clase anterior para el crecimiento de pasturas naturales y cultivadas, que permiten el desarrollo sostenible de una ganadería. Requieren de la aplicación de prácticas moderadas de manejo de suelos y pastos para evitar el deterioro del suelo y mantener una producción sostenible.

#### **2.9.4.3. Calidad agrológica baja (P3)**

Agrupación de tierras de calidad agrológica baja en este grupo, con fuertes limitaciones y deficiencias para el crecimiento de pastos naturales y cultivados, que permiten el desarrollo sostenible de una determinada ganadería. Requieren de la aplicación de prácticas intensas de manejo de suelos y pastos para el desarrollo de una ganadería sostenible, evitando el deterioro del suelo.

### **2.9.5. Clases de tierras aptas para forestal (F)**

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

#### **2.9.5.1. Calidad agrológica alta (F1)**

Agrupar tierras con la más alta calidad agrológica de este grupo, con ligeras limitaciones de orden climático, edáfico o de relieve, para la producción de especies forestales maderables. Requieren de prácticas sencillas de manejo y conservación de suelos y de bosques para la producción forestal sostenible, sin deterioro del suelo.

#### **2.9.5.2. Calidad agrológica media (F2)**

Agrupar tierras de calidad agrológica media, con restricciones o deficiencias más acentuadas de orden climático, edáfico o de relieve que la clase anterior para la producción de especies forestales maderables. Requiere de prácticas moderadas de manejo y conservación de suelos y de bosques para la producción forestal sostenible, sin deterioro del suelo.

#### **2.9.5.3. Calidad agrológica baja (F3)**

Agrupar tierras de calidad agrológica baja, con fuertes limitaciones de orden climático, edáfico o de relieve, para la producción forestal de especies maderables. Requiere de prácticas más intensas de manejo y conservación de

suelos y bosques para la producción forestal sostenible, sin deterioro del recurso suelo.

#### **2.9.6. Clase de tierras de protección (X)**

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

#### **2.9.7. Subclases de Capacidad de Uso Mayor de las Tierras**

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

- Limitación por suelo (factor edáfico) “s”
- Limitaciones por sales “l”
- Limitación por topografía-riesgo de erosión (factor relieve) “e”
- Limitación por drenaje (factor humedad) “w”

- Limitación por clima (factor climático) “c”
- Limitación por riego de inundación (inundabilidad) “i”

El sistema también reconoce tres condiciones especiales que caracterizan la subclase de capacidad:

- Uso temporal
- Terraceo o andenería
- Riego permanente o suplementario

#### **2.9.7.1. Limitación por suelo (“s”)**

El factor suelo representa uno de los componentes fundamentales en el juzgamiento y calificación de las tierras; de ahí, la gran importancia de los estudios de suelos, en ellos se identifica, describe, separa y clasifican los cuerpos edáficos de acuerdo a sus características. Sobre estas agrupaciones se determinan los Grupos de Capacidad de Uso.

Las limitaciones por este factor están referidas a las características intrínsecas del perfil edáfico de la unidad del suelo, tales como: profundidad efectiva, textura dominante, presencia de gravas o piedras, reacción del suelo (pH), salinidad, así como las condiciones de fertilidad del suelo y de riesgo de erosión. El suelo es uno de los componentes principales de la tierra que cumple funciones principales tanto de sostenimiento de las plantas como de fuente de nutrientes para el desarrollo de las mismas. La limitación por suelo está dada

por la deficiencia de alguna de las características mencionadas, lo cual incide en el crecimiento y desarrollo de las plantas, así como en su capacidad productiva.

#### **2.9.7.2. Limitación por sales “I”**

Si bien el exceso de sales, nocivo para el crecimiento de las plantas es un componente de factor edáfico, en la interpretación esta es tratada separadamente por constituir una característica específica de naturaleza química cuya identificación en la clasificación de las tierras, especialmente en la región árida de la costa, tiene notable importancia en el uso, manejo y conservación de los suelos.

#### **2.9.7.3. Limitación por topografía - riesgo de erosión “e”**

La longitud, forma y sobre todo el grado de pendiente de la superficie del suelo influye regulando la distribución de las aguas de escorrentía, es decir, determinan el drenaje externo de los suelos. Por consiguiente, los grados más convenientes son determinados considerando especialmente la susceptibilidad de los suelos a la erosión. Normalmente, se considera como pendientes adecuadas aquellas de relieve suave, en un mismo plano, que no favorecen los escurrimientos rápidos ni lentos.

Otro aspecto importante es la forma de la superficie del terreno, de gran interés desde el punto de vista de las obras de nivelamiento. Las pendientes moderadas pero de superficie desigual o muy variadas deben ser

consideradas como factores influyentes en los costos de nivelación y del probable efecto de ésta sobre la fertilidad y las características físicas al eliminar las capas edáficas de gran valor agrícola.

#### **2.9.7.4. Limitación por drenaje “w”**

Esta limitación está íntimamente relacionada con el exceso de agua en el suelo, regulado por las características topográficas, de permeabilidad del suelo, la naturaleza del substrato y la profundidad del nivel freático. Las condiciones de drenaje son de gran importancia porque influyen considerablemente en la fertilidad, la productividad de los suelos, en los costos de producción y en la fijación y desarrollo de los cultivos. El cultivo de arroz representa una excepción, así como ciertas especies de palmáceas de hábitat hidrofítico en la región amazónica (aguaje).

#### **2.9.7.5. Limitación por riesgo de Inundación o anegamiento “i”**

Este es un aspecto que podría estar incluido dentro del factor drenaje, pero, por constituir una particularidad de ciertas regiones del país como son las inundaciones estacionales en la región amazónica y en los valles costeros, y que comprometen la fijación de cultivos, se ha diferenciado del problema de drenaje. Los riesgos por inundación fluvial involucran los aspectos de frecuencia, 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 especies a cultivarse.

#### **2.9.7.6. Limitaciones por clima “c”**

Este factor está íntimamente relacionado con las características particulares de cada zona de vida o bioclima tales como la ocurrencia de heladas o bajas temperaturas, sequías prolongadas, deficiencias o excesos de lluvias y fluctuaciones térmicas significativas durante el día, entre otras. Estas son características que comprometen seriamente el cuadro de especies a desarrollarse.

Esta limitación es común en las tierras con potencial para Cultivos en Limpio ubicadas en el piso Montano y en las tierras con aptitud para Pastos en los pisos altitudinales, Subalpino y Alpino (zona de páramo y tundra, respectivamente), por lo que en ambas situaciones siempre llevará el símbolo “c” además de otras limitaciones que pudieran tener.

#### **2.9.7.7. Uso temporal “t”**

Referida al uso temporal de pastos debido a las limitaciones en su crecimiento y desarrollo por efecto de la escasa humedad presente en el suelo (baja precipitación).

#### **2.9.7.8. Presencia de terraceo - andenería “a”**

Esta referida a la modificación realizada por el hombre, en pendientes pronunciadas construyendo terrazas (andenes) lo cual reducen la limitación por erosión del suelo y cambia el potencial original de la tierra.

#### **2.9.7.9. Riego permanente o suplementario “r”**

Referida a la necesidad de la aplicación de riego para el crecimiento y desarrollo del cultivo, debido a las condiciones climáticas áridas (REGLAMENTO DE CLASIFICACIÓN DE TIERRAS, 2009).

### **2.10. Uso de la tierra y uso actual de la tierra**

El uso de la tierra es la utilización del recurso suelo por la actividad humana con fines agrícolas, pastoreo, forestación y otros usos de una manera racional y eficientes (GUARACHI, 2001).

El uso actual de la tierra, se refiere más bien a la descripción de las características del paisaje en una época determinada y la forma cómo se ha desarrollado la utilización de sus recursos, sin tomar en consideración su potencial o uso futuro. El uso actual de la tierra, permite conocer la utilización efectiva en sus distintas unidades de paisaje y la forma como se ha desarrollado el aprovechamiento de los recursos naturales, suelo, agua, vegetación (VARGAS, 1999).

#### **2.10.1. Enfoque formal**

El uso de la tierra bajo este enfoque, se registra como cobertura, donde se discriminan los usos de acuerdo con el tipo de cobertura y el tiempo de permanencia que tengan. Por ello se debe identificar el uso para el momento en que se realice el estudio; ya que se refiere a la distribución

espacial del uso en un área determinada, sin considerar las interrelaciones que den entre ellos, interpretando los usos existentes para el momento en que se realiza el estudio (FLORES, 1981).

### **2.10.2. Enfoque funcional**

Concibe el uso como resultado de la aplicación de una serie de aspectos técnicos, socio-económicos, culturales e históricos, dados bajo ciertas condiciones naturales (GUERRERO, 1993). El uso funcional se basa en un levantamiento directo y detallado, a través de un conjunto de criterios empleados en la descripción del uso de la tierra, que definen en una primera aproximación tipológicas agrícolas (FLORES, 1981). Los criterios de diagnóstico consideradas para definir los tipos de usos de la tierra (TUT) son tomados de la FAO, (1976). Incluyen componentes socioeconómicos y agroecológicos obtenidos a partir de entrevistas a los agricultores y conocimiento previo del área.

### **2.11. Conflictos de uso de la tierra**

Es el resultado de la discusión de información, intereses o valores entre el uso actual y el uso potencial de la tierra referidos a cuestiones relacionadas con el acceso, disponibilidad y calidad de vida en un sitio se genera un conflicto de uso de la tierra (GUARACHI, 2001).

Los conflictos de uso del suelo, se presentan cuando hay discrepancia entre el uso que debería tener el suelo, de acuerdo con su oferta

ambiental, y aquella que está expuesto por las actividades humanas (IGAC y CORPOICA, 2002).

El conflicto por uso del suelo se define como la magnitud de la diferencia existente entre la oferta productiva del suelo y las exigencias del uso actual del mismo; tales diferencias se definen como conflictos. Para establecer niveles o grados de conflicto basta comparar el mapa de oferta productiva del suelo o uso potencial con el de uso actual (EOT, 2004). De dicha comparación pueden resultar tres situaciones.

Cuando existe discrepancia entre los usos actual y potencial o se presenta desequilibrio, debido a que el uso actual no es el más adecuado, causando erosión y degradación de las tierras, se evidencian los conflictos de uso (ZEEOT - REGION CAJAMARCA, 2011). En esa lógica, resultan las siguientes situaciones:

Uso correcto o conforme, indica que el suelo está utilizado adecuadamente, situación que se define como equilibrio y significa que el uso existente en el suelo presenta exigencias iguales a las ofertas ambientales.

Conflictos por sobre uso, cuando el uso actual de una unidad de suelo, está por encima de la capacidad potencial de esa unidad de suelo.

Conflictos por sub uso, cuando el uso actual está por debajo de la capacidad potencial de esa unidad de suelo.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Descripción de la zona de estudio**

##### **3.1.1. Ubicación y superficie**

La investigación se realizó en la parte alta de la microcuenca Río Azul, la misma que se encuentra ubicada en la:

Región : Huánuco.  
Provincia : Leoncio Prado.  
Distrito : Hermilio Valdizán.

El área total de la microcuenca es de 13,213.7 ha, y la parte alta estudiada cuenta con una área aproximada de 5,959.27 ha. El área en estudio se encuentra entre las siguientes coordenadas UTM:

Este : 402974.03 a 412692.46  
Norte : 8980203.21 a 8991971.97  
Altitud : 840 a 2070 msnm



Figura 1. Ubicación del área de estudio parte alta de la microcuenca Río Azul.

### 3.1.2. Clima

La superficie de la parte alta de la microcuenca Río Azul se encuentra en la región Selva Alta, formando parte de la cadena montañosa Cordillera Azul, y la zona de investigación oscilan entre los 840 a 2,070 msnm. La precipitación en el año 2,011 fue 3,184 mm y en el año 2012 de 2,974.9 mm, temperatura media mensual es de 18 °C a 21 °C (SENAMHI, Estación meteorológica La Divisoria) y la humedad relativa media es superior a 70%.

De acuerdo a la clasificación de la zona de vida, la zona de la investigación corresponde a un bosque muy húmedo Premontano Tropical transicional a bosque húmedo Tropical (bmh-PT/bh-T) (HOLDRIDGE, 1987), y (PULGAR, 1981) lo clasifica como la región natural Rupa Rupa.

### **3.1.3. Fisiografía**

La parte alta de la microcuenca Río Azul está conformada por colina alta (ligera a moderadamente inclinada, a ligeramente disectado muy empinada) y montaña (ligeramente disectado fuertemente inclinada a disectado muy empinada).

Coincidiendo con el anterior estudio realizado en la zona por DIAZ, (2000), donde encontró un paisaje fisiográfico muy variado; observándose áreas con pendiente muy inclinadas, estando la zona formada mayormente por laderas, depresiones, hondonadas y cerros con numerosos afloramientos rocosos. La pendiente varía desde ligeramente inclinada, hasta extremadamente empinada con valores que va de 5% hasta más.

### **3.1.4. Accesibilidad**

La accesibilidad a la parte alta de la microcuenca Río Azul, es vía terrestre, a través de la carretera Federico Basadre, partiendo de la ciudad de Tingo María hasta la comunidad de San Isidro, luego por el lado izquierdo nos trasladamos por una carretera afirmada hacia la comunidad de Hermilio Valdizan. Dentro de la parte alta se encuentran las comunidades de José María Ugarteche, Manuel Mezones Muro, Margarita, Santa Rosa Tealera, Río Azul, San Agustín y Shangai.

## **3.2. Materiales**

### **3.2.1. Material cartográfico**

- Carta Nacional restituida con curvas de nivel cada 30 m a escala 1:100,000 levantada por el Instituto Geográfico Nacional (IGN), usándose solo el empalme 19k.
- Imagen de satélite RapidEye 2012, tomada por el satélite Imagery.
- Imagen de Satélite Ikonos 2007.

### **3.2.2. Materiales de campo**

- Entre los materiales de campo se utilizaron barreno, pico y palas para la apertura de las calicatas, machete y cuchillo para la toma de muestras, bolsas de polietileno y stickers para el almacenamiento y traslado de las muestras, regla de 1.20 m, wincha metálica y eclímetro, así como el Reglamento de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor (Decreto Supremo N° 017-2009-AG) y el formato de lectura de calicatas.

### **3.2.3. Equipos**

- GPS Garmin Map 62sc.
- cámara digital.
- computadora.

### 3.3. Metodología

El enfoque metodológico de la investigación tiene un carácter “descriptivo y analítico” por la naturaleza del tema, es decir, busca cualificar la susceptibilidad del uso actual de la tierra confrontada con la capacidad de uso mayor de la tierra del área de estudio, y luego de confrontarlos, se determinó el conflicto de uso de la tierra, lo cual fue realizado en tres etapas:

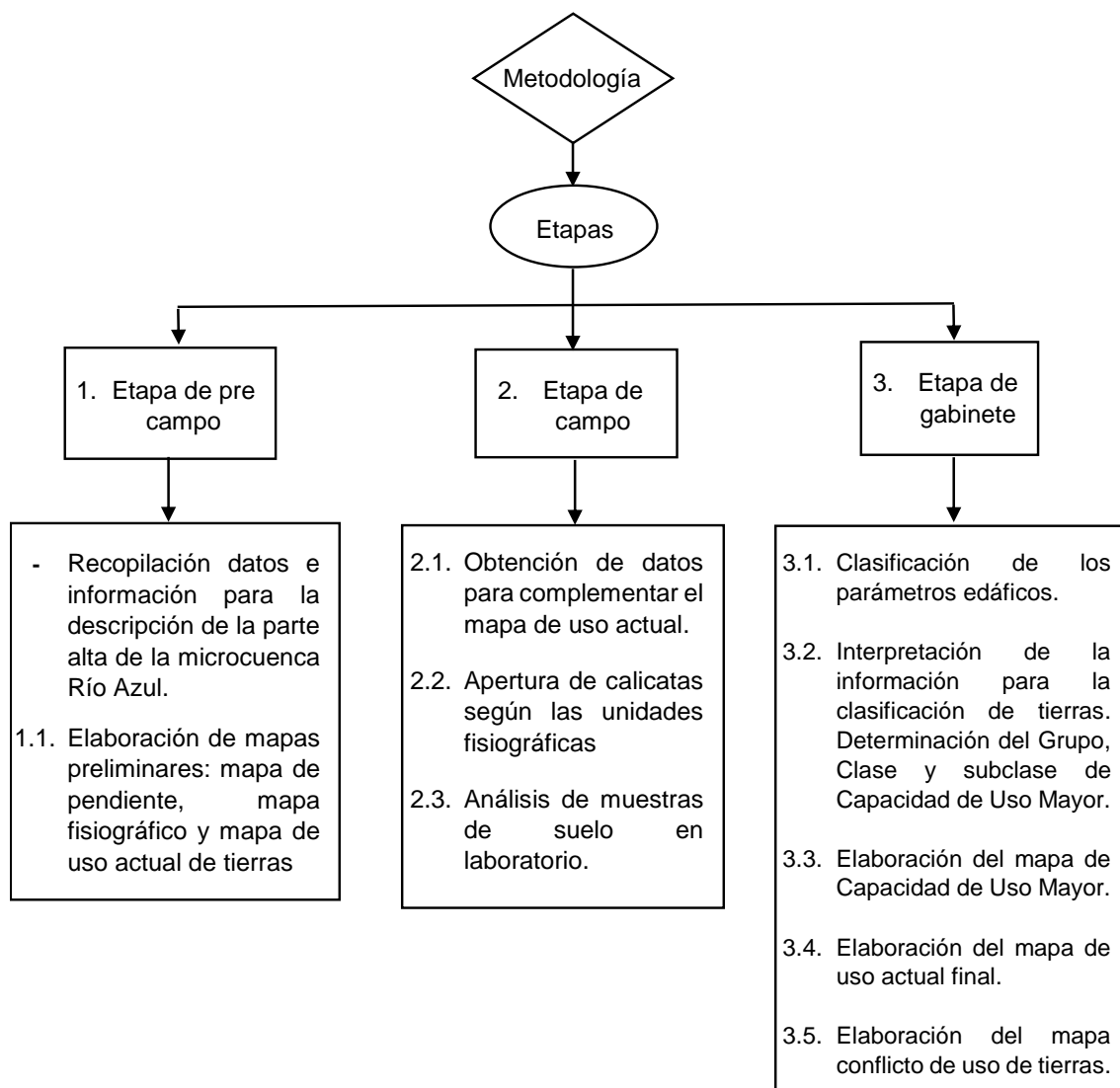


Figura 2. Diagrama de la metodología (Elaboración propia).

### **3.3.1 Etapa de pre campo**

En esta etapa se recopiló datos e información para la descripción de la parte alta de la microcuenca Río Azul. Se delimitó la microcuenca, empleando las curvas de nivel cada 30 m restituidas del empalme 19k de la Carta Nacional, imágenes satelitales RapidEye 2012 e Ikonos 2007 de la zona.

#### **3.3.1.1. Elaboración de mapas**

##### **- Elaboración del mapa de pendiente**

Para la elaboración de este mapa se empleó las curvas de nivel restituidas de la Carta Nacional del Instituto Geográfico Nacional (IGN), a una escala de 1:100000, en base a las curvas de nivel disponibles a una equidistancia vertical de 30 m, se generó un Modelo de Elevación Digital (DEM o TIN), que es una estructura vectorial utilizada para construir modelos digitales del terreno. El TIN o DEM fue convertido en un formato raster, a fin de ser el modelo de datos en el que la realidad se representa mediante celdas elementales que van a formar un mosaico regular, cada celda del mosaico es una unidad de superficie que recoge el valor medio de la variable representada (altitud). Se trabajó con la Proyección Universal Transversa de Mercator (UTM), Zona 18 sur, el Datum utilizado fue el WGS-84.

El paso siguiente fue determinar los rangos de pendiente tomando como referencia lo establecido en el Reglamento de Clasificación de Tierras (D.S. N° 017/2009-AG), en donde se proponen 8 rangos para pendientes

largas, con los cuales se procedió a realizar la interpretación respectiva. Se acondicionó una base de datos en la cual se introdujeron todos los datos inherentes a las características topográficas de las unidades del terreno identificadas.

Cuadro 1. Clases de pendiente establecida en el Reglamento de clasificación de tierras, D.S. N° 017-2009-AG.

Rangos de pendiente %	Término descriptivo
0 - 2	Plano o casi sin nivel
2 - 4	Ligeramente inclinado
4 - 8	Moderadamente inclinado
8 - 15	Fuertemente inclinado
15 - 25	Moderadamente empinado
25 - 50	Empinado
50 - 75	Muy empinado
> 75	Extremadamente empinado

Fuente: REGLAMENTO DE CLASIFICACIÓN DE TIERRAS, 2009

#### - **Elaboración del mapa fisiográfico**

En la elaboración del mapa fisiográfico se clasificaron las diferentes formas de relieve que presenta el suelo; considerando la pendiente y el clima de la zona, que permitieron obtener unidades fisiográficas debidamente jerarquizadas. Luego se procedió a procesar los datos mediante herramientas

específicas del Arc Gis 10; se estableció una leyenda en función a su morfología (formas de terreno), como relieve, origen, aspectos clima y geología y pendiente, teniendo mayor importancia el relieve y pendiente, que son el resultado de las demás variables. Finalmente haciendo una unión e intersección de mapa de pendientes con variables de relieve.

#### - **Elaboración del mapa de uso actual de la tierra**

Este mapa se elaboró a partir de la imagen satelital Rapideye 2012 comercial e Ikono 2007, georeferenciada con las curvas de nivel de la carta, proyectadas en el datum WGS 84 zona 18L, el cual se trabajó en el software ArcGis 10. Luego se procedió a la interpretación de la imagen, de acuerdo a la coloración de los pixeles se unió en polígonos para darle un nombre preliminar de cobertura, teniendo puntos de control.

La clasificación de uso actual de tierras se ha efectuado según la clasificación de nueve categorías básicas de la Unión Geográfica Internacional (UGI) y por las unidades de cobertura vegetal analizadas por Gonzales (1993), citado por NAVARRETE (2004), las cuales fueron validadas con las visitas a campo para observar la realidad de la zona de investigación.

Cuadro 2. Clasificación del uso actual de la tierra.

N°	UGI	FAO	Gonzales	UAT modificado
1	Centros poblados y tierras no agrícolas	Agropastoril	Ciudades y pueblos	Centros poblados
2	Horticultura	Agricultura extensiva	Rotación de cultivos	Tierras con Cultivos Anuales (Maiz, yuca, cocona)
3	Árboles y otros cultivos	Silvopastoril	Plantación forestal	Tierras con Cultivos Permanentes (Café, plátano, café - platano, café - Guaba y té)
4	Tierras de cultivo	Agrosilvopastoril	Renoval	Tierras con Pastos Naturales
5	Pastos mejorados permanentes	Silvopastoril con aprovechamiento forestal domestico	Matorral	Tierras con Bosque Secundario y Purmas
6	Praderas no mejoradas (pastos naturales)	Pastoril	Praderas	Tierras con Plantaciones Forestales
7	Tierras boscosas	Silvopastoril en tierras erosionadas	Bosque nativo adulto	Tierras con Bosque Primario
8	Pantanos y ciénegas	Cuerpos de agua	Vagas	Misceláneo (Cuerpos de agua, derrumbes)
9	Tierras improductivas	Sin uso	-	-

Fuente: (Gonzales, citado por NAVARRETE 2004)

### **3.3.2 Etapa de campo**

En esta etapa de la investigación se realizó la recolección de datos para el mapa de capacidad de uso mayor y mapa de uso actual.

#### **3.3.2.1. Obtención de datos para complementar el mapa de uso actual**

Para obtener el mapa de uso actual ajustado o corregido, se tomó puntos de control en el campo con un GPS, para complementar, validar o modificar la información contenida en el mapa preliminar de uso actual.

#### **3.3.2.2. Apertura de calicatas según las unidades fisiográficas**

Con la finalidad de homogenizar las características edáficas, se optó por realizar la apertura de calicatas hasta 1.20 m de profundidad según las unidades fisiográficas encontradas, de tal forma que para cada unidad fisiográfica existe una calicata (Cuadro 5). Se efectuó la lectura de los perfiles de cada calicata, evaluándose, según el D.S. N° 017-2009-AG, los parámetros edáficos como: pendiente, microrelieve, profundidad de raíces, fragmentos rocosos, pedregosidad superficial, drenaje, erosión hídrica, salinidad e inundación. Asimismo se anotaron a las características como son: vegetación o cultivo, localidad, material madre, número de horizonte y espesor, Luego se tomaron las muestras respectivas de cada horizonte para su posterior análisis en el laboratorio. También se anotó la ubicación geográfica de las muestras.

Cuadro 3. Número de calicatas según las unidades fisiográficas.

Sub paisaje	Unidad fisiográfica	N° de calicatas
Colina alta	Colina Alta Liger a Moderadamente Inclinada	1
	Colina Alta Ligeramente Disectado Empinada	1
	Montaña Ligeramente Disectado Fuertemente Inclinada	1
	Montaña Ligeramente Disectado Moderadamente Empinada	1
Montaña	Montaña Ligeramente Disectado Empinada	4
	Montaña Moderadamente Disectado Empinada	1
	Montaña Disectado Muy Empinada	1
Total		10

Fuente: Elaboración propia

### 3.3.2.3. Análisis de muestras de suelo en laboratorio

Todas las muestras de suelos colectados en campo se hicieron secar bajo sombra para luego ser llevadas al laboratorio para determinar sus características; siendo los métodos que se usaron los siguientes:

Textura: Método del hidrómetro de Bouyucos (THOMPSON et al., 1998).

Reacción (pH): Método potenciómetro relación suelo KCL 1:25 o 1:1 (BOHN et al., 1993).

Materia orgánica: Método de Walkley y Black %M.O. = %C x 1.724  
(BOHN et al., 1993).

Fosforo (P): Método de Olsen (THOMPSON et al., 1998).

Potasio (K): Método de Morgan y Barbier (THOMPSON et al.,  
1998).

### **3.3.3 Etapa de gabinete**

En esta etapa se realizó el ajuste, correcciones necesarias y análisis de los mapas; así mismo la compilación y el procesamiento de la información de campo y laboratorio para la elaboración del mapa de capacidad de uso mayor. Una vez que se determinó el mapa de capacidad de uso mayor y el mapa del uso actual de tierras corregido, se efectuó un procesamiento de análisis combinatorio de mapas, en función de matrices de conflicto de uso.

#### **3.3.3.1. Clasificación de los parámetros edáficos**

Los parámetros edáficos recolectados en campo y laboratorio como pendiente, microrelieve, profundidad de raíces, textura, fragmentos rocosos, pedregosidad superficial, drenaje, reacción o pH, erosión hídrica, salinidad, inundación y fertilidad fueron clasificados según lo establecido en la guía de clasificación de los parámetros edáficos del D.S. N° 017-2009-AG (Anexo 2, inciso C), donde se determinó su rango, símbolo o clase correspondiente, los

cuales son base para determinar el grupo, clase y subclase de capacidad de uso mayor.

### **3.3.3.2. Interpretación de la información para la clasificación de tierras**

Para interpretar la información de clasificación de tierras se utilizó la metodología establecida en el Reglamento de Clasificación de Tierras según su capacidad de uso mayor, del Ministerio de Agricultura del Perú aprobado por Decreto Supremo N°017-2009-AG.

#### **- Determinación del Grupo de Capacidad de Uso Mayor**

Se determina la zona de vida a la que corresponde la unidad de suelos evaluada en el mapa de zonas de vida; una vez establecida se identifica una de las quince claves (ver Cuadro 15 del Anexo 2, inciso A) que será aplicada.

En la clave seleccionada, se realiza la confrontación de los datos del suelo con los requerimientos de cada uso potencial. Este procedimiento empieza por la primera columna (pendiente) y por la primera línea.

En cada línea se califica los valores correspondientes a cada parámetro y se continúa de columna en columna mientras se encuentren

dentro de los valores correspondientes. Si cumple con los valores de todas las columnas, indica que corresponde al Grupo donde se encuentra la línea.

En caso que el valor del parámetro de suelo evaluado se encuentre fuera del rango de valores, inmediatamente se corta la calificación de esa línea y se pasa a la siguiente línea, hasta encontrar la línea del Grupo en el que encajen los valores de la unidad que se está clasificando.

**- Determinación de la Clase de Capacidad de Uso Mayor**

La clase o calidad agroecológica es definida por el tipo y grado de limitaciones de suelo que definen esta categoría, para su determinación se hace uso de las claves presentadas en el Anexo 2, inciso B.

Se hace uso de una matriz de doble entrada (horizontal): características del suelo y (vertical): tipos de suelo con su pendiente, se procede a calificar cada una de las características que presenta el suelo evaluado, comparándolas con la clave mencionada del Reglamento de Clasificación de Tierras, la clase estará dada por las características del suelo que presente el mayor valor numérico.

Cuadro 4. Matriz para obtener resultado a nivel de clase.

Suelo/pendiente	Pendiente	Microrelieve	Profundidad	Textura	Drenaje	Salinidad	Erosión
Suelo Rio Azul							
(20%)	3	1	1	1	1	1	1
NNN							

Fuente: Reglamento de Clasificación de Tierras. 2009

### - Determinación de la Subclase de Capacidad de Uso Mayor

La subclase está definida por las limitaciones edáficas, topográficas o climáticas que definieron la clase. Por el ejemplo del Cuadro 6 el Suelo Rio Azul la limitación es por la pendiente (riesgo de erosión) "e", por lo que la subclase será: C3se. se le añade el símbolo "s" porque las limitaciones por pendiente, sales, riesgo de erosión, drenaje, riesgo de inundación y clima, están relacionadas al suelo que es el que sostiene el uso. Gráficamente, esta simbología puede esquematizarse en la forma siguiente:

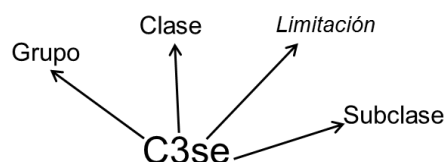


Figura 3. Simbología para la nomenclatura de la CUM según Decreto Supremo N° 017-2009-AG.

### **3.3.3.3. Elaboración del mapa de Capacidad de Uso Mayor**

Para la obtención de este mapa se empleó el software ArGis 10, mediante las curvas de nivel restituidas de la Carta Nacional del Instituto Geográfico Nacional (IGN), a una escala de 1:100000, en base a las curvas de nivel disponibles a una equidistancia vertical de 30 m, se generó un Modelo de Elevación Digital (DEM o TIN), a partir de éstas información, se generaron sub modelos, como: el mapa de pendientes, mapa de altitudes, mapa de relieve, y finalmente, mediante la unión de los sub modelos o capas, se encontraron las unidades fisiográficas. En cada unidad fisiográfica se realizaron muestreos de suelo y se establecieron parámetros realizados en campo, con los parámetros encontrados se analizó con la metodología dada en el Decreto Supremo N° 017-2009-AG, encontrando la Capacidad de Uso Mayor tierras de cada unidad fisiográfica.

### **3.3.3.4. Elaboración del mapa de uso actual final**

Para la obtención de este mapa, se usó puntos de control tomados en el campo de cada cobertura. Se utilizó el software ArcGis 10, donde los insumos fueron los puntos de control, Imagen de satélite RapidEye 2012, tomada por el satélite Imagery, en las zonas con nubes se usó la imagen de Satélite Ikonos 2007, construyendo polígonos de cada cobertura, con lo que se clasificó, complementó, validó y modificó, las coberturas de este mapa en campo.

### **3.3.3.5. Elaboración del mapa conflicto de uso de tierras**

Los conflictos se determinaron comparando o superponiendo el mapa de uso actual de las tierras con el mapa de uso mayor. El resultado de este proceso permite, luego de una confrontación de usos, se elaboró un mapa de conflictos donde se ubican las áreas de uso correcto, conflictos por sobre uso y conflictos por sub uso. Se utilizó la matriz de conflictos de uso, pero solo se usaron tres grupos de capacidad de uso mayor de dicha matriz.

Cuadro 5. Matriz para obtener los conflictos de uso de tierras.

Uso Actual \ CUM	Cuerpos de agua	Tierras con centros poblados	Tierras con Bosque primario	Tierras con bosque secundario y purmas	Tierras con plantaciones forestales	Tierras con cultivos anuales	Tierras con cultivos permanentes	Tierras con pastos naturales
Tierras aptas para cultivos en limpio - A	N.A.	N.A.	Sub uso	Sub uso	Sub uso	Uso conforme	Sub uso	Sub uso
Tierras aptas para cultivos permanentes - C	N.A.	N.A.	Sub uso	Sub uso	Sub uso	Sobre uso	Uso conforme	Sub uso
Tierras aptas para producción forestal - F	N.A.	N.A.	Uso conforme	Uso conforme	Uso conforme	Sobre uso	Sobre uso	Sub uso
Tierras aptas para pastos (P)	N.A.	N.A.	Sub uso	Sub uso	Sub uso	Sobre uso	Sobre uso	Uso conforme
Tierras de protección (X)	N.A.	N.A.	Uso conforme	Uso conforme	Sobre uso	Sobre uso	Sobre uso	Sobre uso

Fuente: Zonificación Ecológica y Económica - ZEE región Cajamarca 2011.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Bases para la determinación de la Capacidad de Uso Mayor de Tierras

#### 4.1.1. Pendiente de la parte alta de la microcuenca Río Azul

La clasificación de las pendientes se realizó en ocho (08) rangos, tomando como referencia el Cuadro 3, tomados del Reglamento de Clasificación de Tierras, aprobado por D.S. N° 017-2009/AG, cuya distribución espacial se aprecia en el mapa respectivo, simbolizado por colores característicos. La siguiente tabla detalla los rangos de pendiente. En el mapa de pendientes de la parte alta de la microcuenca Río Azul, se observa que la pendiente con mayor porcentaje de áreas es la pendiente empinada de 25 - 50% con 3,685.35 ha., seguida de la pendiente moderadamente empinada de 15 – 25% con 1,174.22 ha.

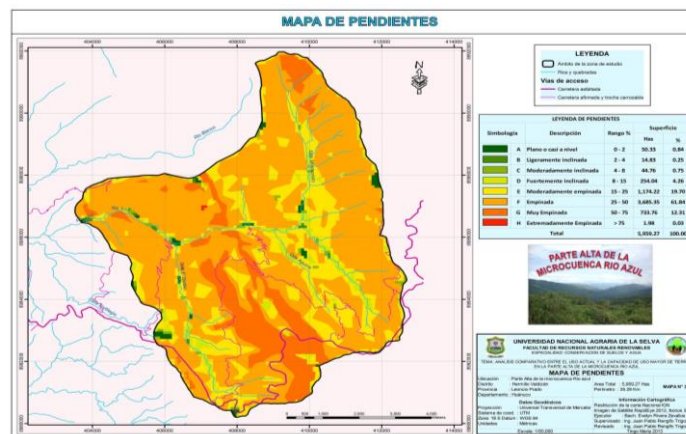


Figura 4. Mapa de pendientes de la parte alta de la microcuenca Río Azul.

Cuadro 6. Superficie y porcentaje de los rangos de pendiente de la parte alta de la microcuenca Río Azul.

Término descriptivo	Rangos %	Área (ha)	Porcentaje (%)
Plano o casi sin nivel	0 - 2	50.33	0.84
Ligeramente inclinado	2 - 4	14.83	0.25
Moderadamente inclinado	4 - 8	44.76	0.75
Fuertemente inclinado	8 - 15	254.06	4.26
Moderadamente empinado	15 - 25	1,174.22	19.70
Empinado	25 - 50	3,685.35	61.84
Muy empinado	50 - 75	733.76	12.31
Extremadamente empinado	> 75	1.98	0.03
Total		5,959.27	100.00

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.1.2. Fisiografía de la parte alta de la microcuenca Río Azul

En la parte alta de la microcuenca Río Azul se encontraron dos grandes paisajes, el gran paisaje con relieve colinoso con una superficie de 190.01 ha, que equivale al 3,19%, el cual contiene al sub paisaje de colina alta con tres unidades fisiográficas, y el gran paisaje con relieve montañoso, el cual ocupa una superficie de 5769.26 ha, que equivale al 96.81% del área total evaluada, este último es el más predominante con seis unidades fisiográficas.

Cuadro 7. Superficie de las unidades fisiográficas de la parte alta de la microcuenca Río Azul.

Sub paisaje	Unidad fisiográfica	Superficie	
		ha	%
Colina alta	Colina alta ligera a moderadamente inclinada	24.23	0.41
	Colina alta ligeramente disectado empinada	152.64	2.56
	Colina alta ligeramente disectado muy empinada	13.14	0.22
Montaña	Montaña ligeramente disectado fuertemente inclinada	182.01	3.05
	Montaña ligeramente disectado moderadamente empinada	608.18	10.21
	Montaña ligeramente disectado empinada	2954.16	49.57
	Montaña moderadamente disectado empinada	581.2	9.75
	Montaña fuertemente disectado empinada	659.04	11.06
	Montaña disectado muy empinada	784.67	13.17
Total		5959.27	100.00

Fuente: Elaboración propia.

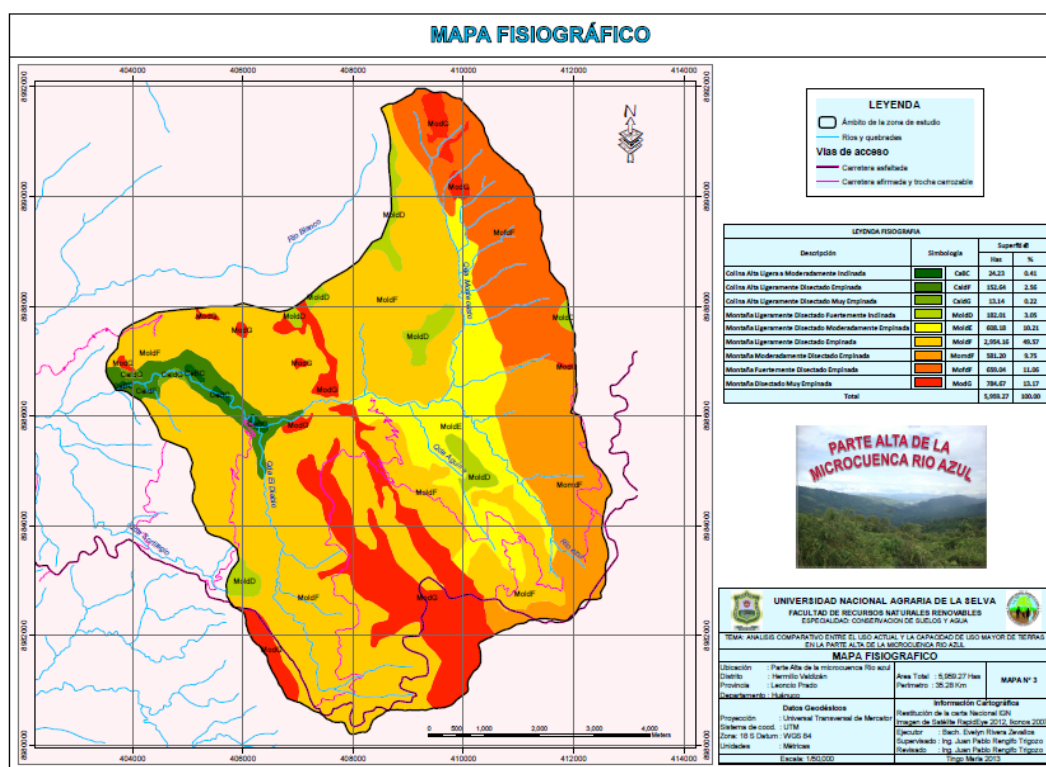


Figura 5. Mapa fisiográfico de la parte alta de la microcuenca Río Azul.

#### 4.2. Capacidad de Uso Mayor

En el Cuadro 10 se describe en detalle las diferentes tierras identificadas a nivel de Grupo, Clase y Subclase de Capacidad de Uso Mayor. La superficie y porcentaje de las tierras identificadas se presentan en las Figuras 6 y 7, sumario de características generales de las mismas.

Cuadro 8. Superficies de los grupos y subclases de tierra según capacidad de uso mayor.

Grupo de Capacidad de Uso Mayor	Superficie		Clase	Sub clase	Superficie	
	ha	%			ha	%
C	3735.09	62.68	C3	C3se	3735.09	62.68
			F2	F2s	24.22	0.41
F	758.05	12.72	F2	F2se	152.63	2.56
			F3	F3se	581.2	9.75
X	1466.13	24.60	-	-	1466.13	24.60
Total	5959.27	100.00			5959.27	100.00

Fuente: Elaboración propia.

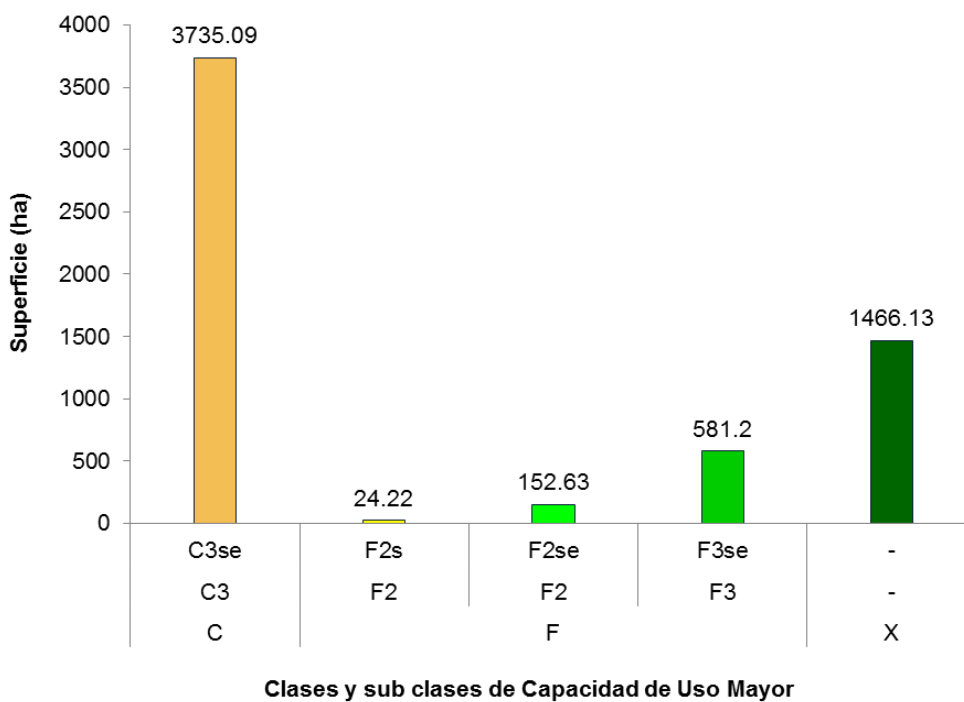


Figura 6. Superficies de las subclases de tierras según su Capacidad de Uso Mayor.

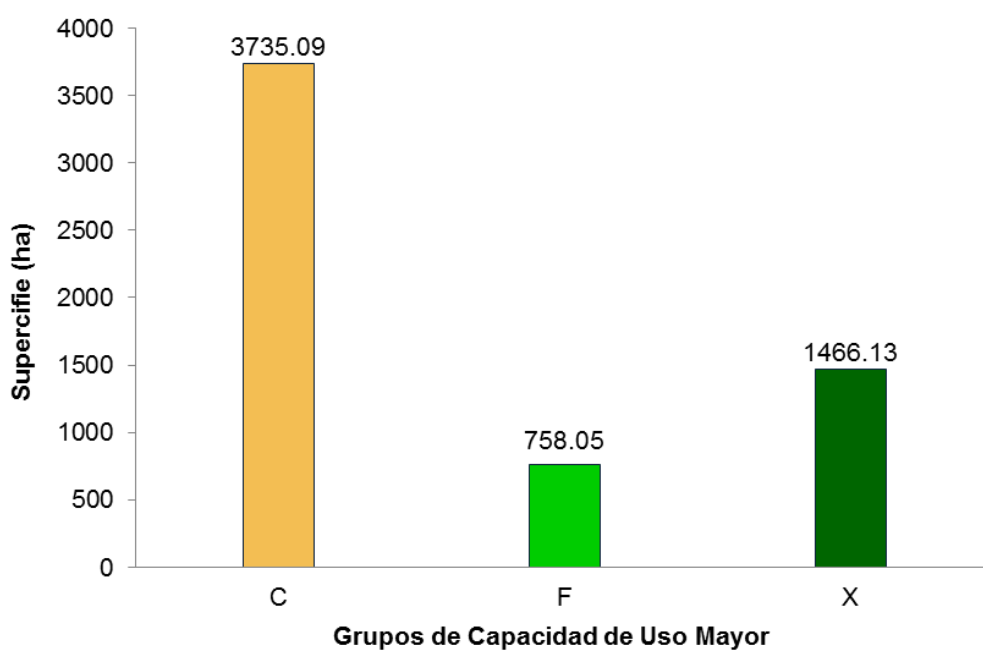


Figura 7. Superficies de las tierras según su Capacidad de Uso Mayor.

#### **4.2.1. Tierras aptas para cultivo permanente (C)**

Ocupan una superficie de 3,735.09 ha, equivalente al 62.68% del área total evaluada, incluye aquellas tierras que por sus limitaciones edáficas y/o relieve, restringe su aptitud para cultivos en limpio, pero si una agricultura en base a especies permanentes, donde se puede implantar cultivos de largo periodo vegetativo acorde con las condiciones ecológicas de la zona. Dentro de este grupo se ha determinado únicamente la clase C3.

##### **4.2.1.1. Clase C3**

Abarca una superficie de 3,735.09 ha, equivalente al 62.68% del área total evaluada. La clase se obtuvo de los factores determinantes como son la pendiente y la fertilidad, los cuales tienen el mismo número alto "3", conformada por tierras de calidad agrológica baja. Son tierras de baja calidad, con limitaciones para la fijación de cultivos permanentes y requieren de la aplicación de prácticas intensas de manejo y conservación de suelos. Se ha identificado a una sub clase de C3se.

##### **- Sub clase C3se**

Ocupa una superficie de 3,735.09 ha, equivalente al 62.68% del área evaluada. Las dos limitaciones que presenta esta sub clase, se definieron de la clase de pendientes (riesgo de erosión) "e" y la fertilidad (limitación por suelo) "s".

Los suelos que integran esta categoría pertenecen a los sectores de Ugarteche, Mezones, Shangai, Río Azul y Hermilio Valdizan.

#### **4.2.2. Tierras aptas para producción forestal (F)**

Estas tierras comprenden una superficie de 758.05 ha, equivalente al 12.72% del área total evaluada; incluye aquellas tierras que por sus características climáticas, relieve y edáficas no son favorables para cultivos en limpio, permanentes, ni pastos, pero si para la producción de especies forestales maderables, no maderables y protección cuando así convenga y acorde a los intereses políticos y sociales del estado y del sector privado. Dentro de esta categoría se ha reconocido dos clases F2 y F3.

##### **4.2.2.1. Clase F2**

Comprende una superficie aproximada de 176.85 ha, que representa 2.97%, del área evaluada. La clase se obtuvo de los factores determinantes como son la pendiente y la fertilidad, los cuales tienen el mismo número alto "2". Son tierras de calidad agrologica media, debido a que muestran restricciones moderadas para la producción forestal y requieren de prácticas moderadas de manejo y conservación de suelos y de bosque para la producción forestal sostenible, sin deterioro del suelo. Se ha identificado las sub clases de F2s y F2se.

- **Sub clase F2s**

Ocupa una superficie de 24.22 ha, que representa el 0.41% del área evaluada. Agrupa tierras con microrelieve ondulado suave, de textura moderadamente fina, de reacción de suelo fuertemente ácida y drenaje moderado. La limitación que presenta esta sub clase, se definió de la fertilidad (limitación por suelo) "s".

Las tierras que integran esta categoría pertenecen al sector del Puente Selva Alta.

- **Sub clase F2se**

Esta categoría ocupa una superficie de 152.63 ha, que representa el 2.56%, del área evaluada. Las dos limitaciones que presenta esta sub clase, se definieron de la clase de pendientes (riesgo de erosión) "e" y la fertilidad (limitación por suelo) "s". Agrupa tierras con pendiente empinada, microrelieve ondulado suave, de textura moderadamente fina y drenaje bueno.

Las tierras que integran esta categoría pertenecen a la parte baja de la comunidad de Shangai.

**4.2.2.2. Clase F3**

Comprende una superficie aproximada de 581.2 ha, que representa 9.75%, del área evaluada. La clase se obtuvo de los factores determinantes como son la pendiente y el microrelieve, los cuales tienen el mismo número alto

“3”. Son tierras de calidad agrologica baja, debido a que muestran restricciones severas para la producción forestal y requieren de prácticas más intensas de manejo y conservación de suelos y de bosque para la producción forestal sostenible, sin deterioro del suelo. Se ha identificado la sub clase de F3se.

#### - **Sub clase F3se**

Esta categoría ocupa una superficie de 581.2 ha, que representa 9.75%, del área evaluada. Las dos limitaciones que presenta esta sub clase, se definieron de la clase de pendientes “e” y el riesgo de erosión “s”. Agrupa tierras con pendiente muy empinada, microrelieve ondulado, de textura moderadamente fina y drenaje algo excesivo. Estas tierras están asociadas a tierras de protección ya que presentan pendientes fuertes.

Las tierras que integran esta categoría pertenecen a las comunidades de San Agustín, Santa Rosa Tealera y Margarita.

#### **4.2.3. Tierras de protección (X)**

Estas tierras comprenden una superficie aproximada de 1,466.13 ha que representa el 24.60%, del área total evaluada. Incluye aquellas tierras que no reúnen condiciones climáticas, edáficas y relieves mínimas requeridas para la producción sostenible en cultivo el limpio, permanentes, pastos o producción forestal. Dentro de este grupo no se considera la clase ni subclases, pero se estima necesario indicar el tipo de limitación que restringe su uso, mediante letras minúsculas que acompañan al símbolo de grupo.

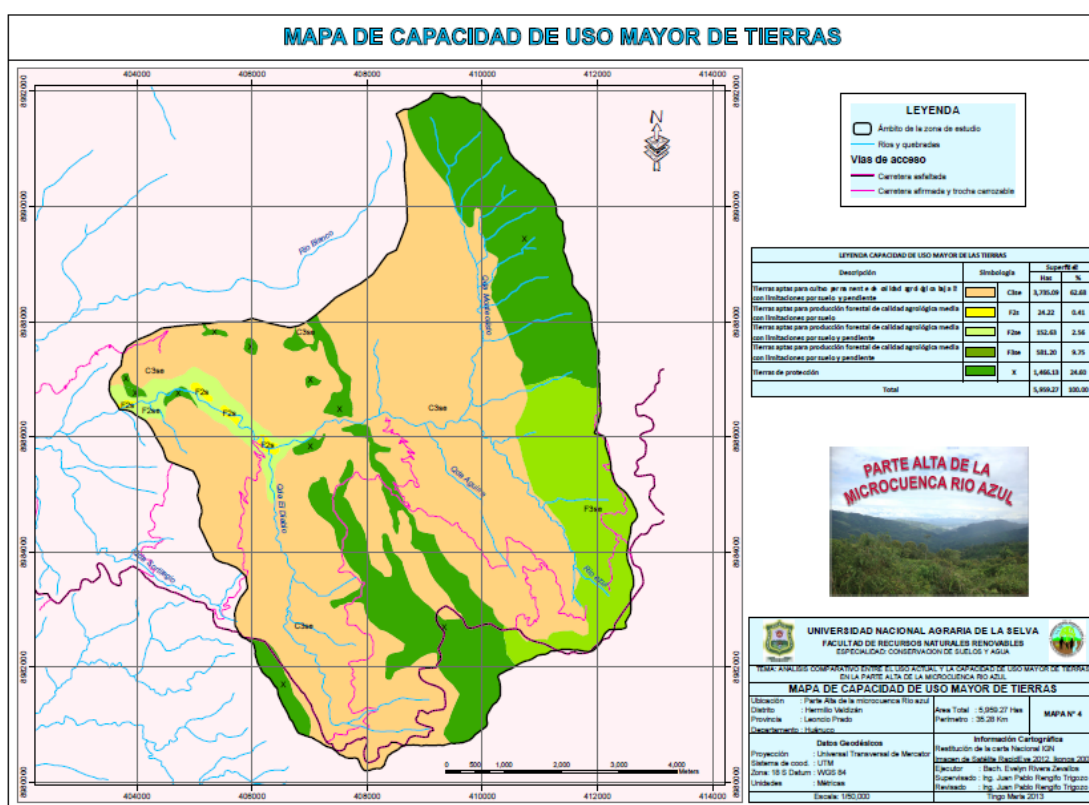


Figura 8. Capacidad de Uso Mayor de la parte alta de la microcuenca Río Azul.

#### 4.3. Uso actual de la tierra

En la parte alta de la microcuenca Río Azul se encontró tierras con cultivos permanentes (café, plátano, café - plátano, café - guaba y té), tierras con bosque secundario y purmas, y tierras con bosque primario con 2,194.26 ha, 1,774.79 ha y 1,631.87 ha respectivamente, y los menos representativos fueron las tierras con plantaciones forestales con 6.67 ha y misceláneo (Cuerpos de agua, derrumbes) con 3.04 ha. Se consideró bosque primario a aquellas tierras muy poco intervenidas o no intervenidas.

Cuadro 9. Superficie de Uso Actual de Tierras de la microcuenca Río Azul.

N°	Unidad de uso actual	Simbología	Superficie	
			ha	%
1	Tierras con Bosque Primario	TBN	1,631.87	27.03
2	Tierras con Bosque Secundario y Purmas	TBSP	1,774.79	30.25
3	Tierras con Plantaciones Forestales	TPF	6.67	0.11
4	Tierras con Pastos Naturales	TPN	277.29	4.71
5	Tierras con Cultivos Permanentes (Café, plátano, café - plátano, café - guaba y té)	TCP	2,194.26	36.67
6	Tierras con Cultivos Anuales (Maíz, yuca, cocona)	TCA	33.57	0.56
7	Centros poblados	CCPP	37.78	0.63
8	Misceláneo (Cuerpos de agua, derrumbes)	M	3.04	0.05
Total			5,959.27	100

Fuente: Elaboración propia.

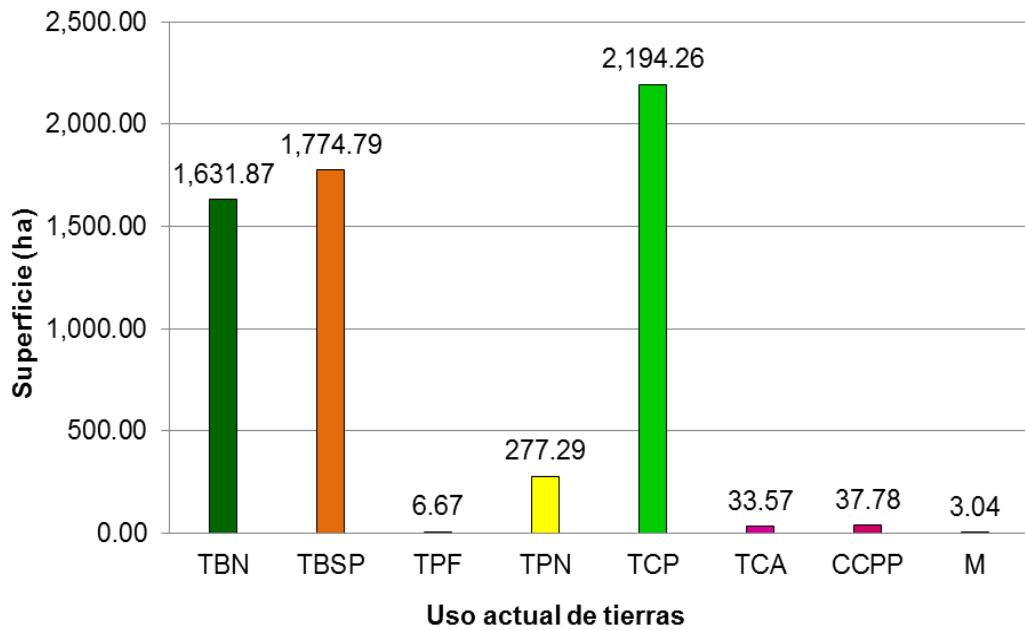


Figura 9. Superficies de Uso Actual de Tierras de la parte alta microcuenca de la Río Azul.

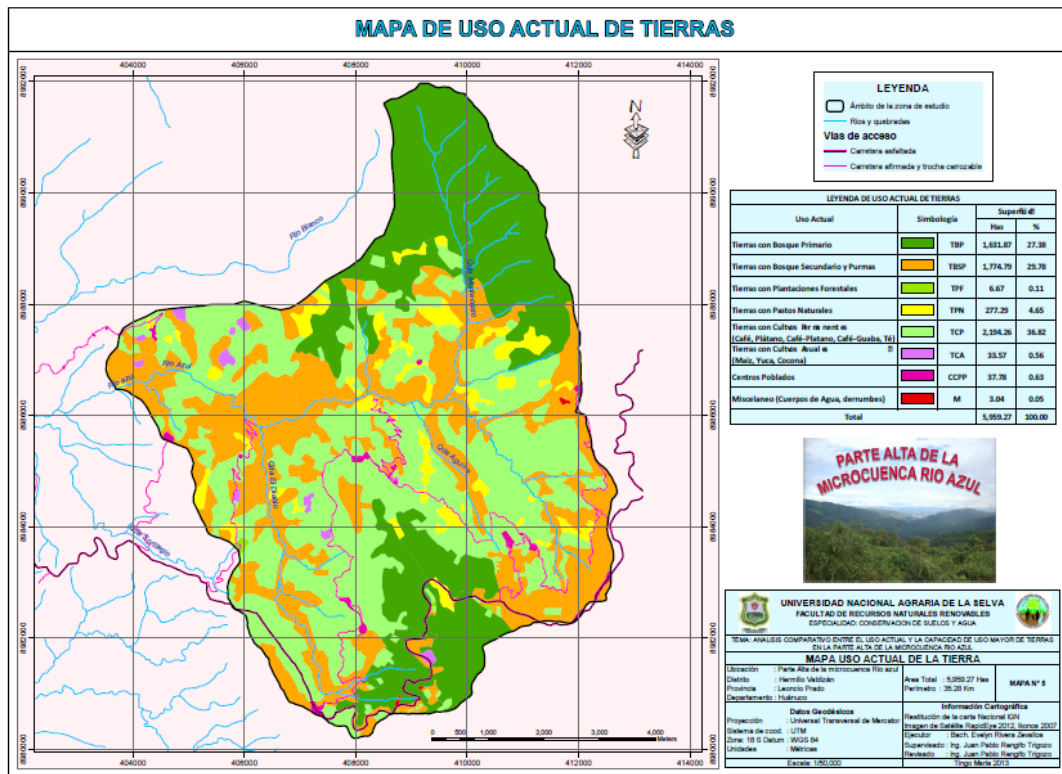


Figura 10. Uso Actual de Tierras de la parte alta microcuenca de la Río Azul.

#### 4.4. Conflictos de uso de la tierra

Para identificar las áreas con conflicto de uso, se utilizó el criterio de conflictos de uso la tierra, que trata de identificar las áreas que están siendo utilizados en discordancia con su vocación natural. Para tal efecto, se traslapo las variables, mapa de capacidad de uso mayor con el mapa de uso actual de tierras.

Cuadro 10. Superficie de conflicto de uso de la tierra de la parte alta microcuenca de la Río Azul.

Conflictos de uso	Simbología	Superficie	
		ha	%
Uso conforme	UC	3,265.62	54.80
Conflicto por Sub Uso	SU	2,039.81	34.23
Conflicto por Sobre Uso	SO	613.03	10.29
Centros Poblados	CCPP	37.77	0.63
Misceláneo	M	3.04	0.05
Total		5,959.27	100

Fuente: Elaboración propia.

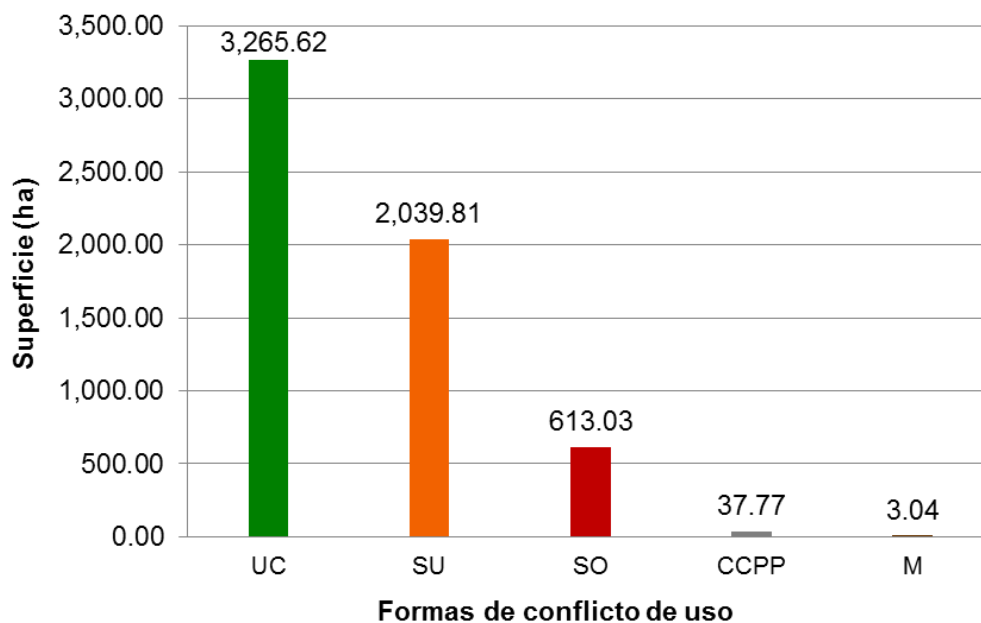


Figura 11. Superficies de conflictos de uso de la tierra de la parte alta microcuenca de la Río Azul.

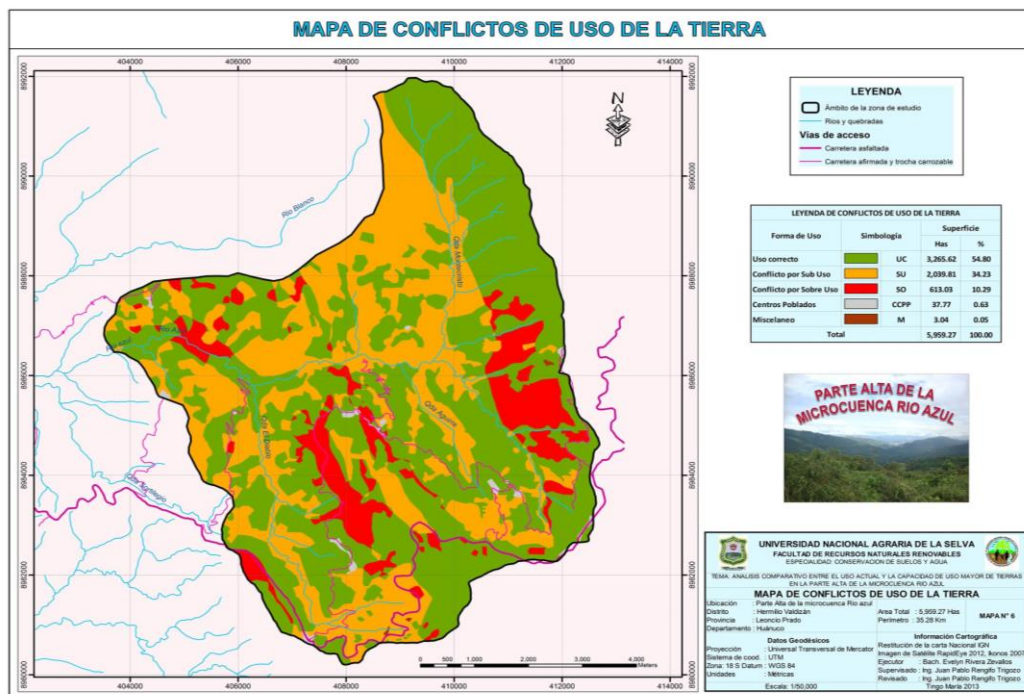


Figura 12. Mapa de conflictos de uso de la tierra de la parte alta microcuenca de la Río Azul.

#### **4.4.1. Uso correcto**

Comprende una superficie aproximada de 3,265.62 ha, que corresponde al 54.80% del área total evaluada, incluye aquellas tierras que están siendo utilizadas adecuadamente, significa que el uso actual existente presenta exigencias iguales a la demanda de capacidad de uso mayor.

#### **4.4.2. Sub utilizado**

Comprende una superficie de 2,039.81 ha, que corresponde al 34.23%, del área total evaluada. Incluye aquellas tierras que están siendo explotadas por debajo de su real capacidad de producción o potencial de uso.

#### **4.4.3. Sobre utilizados**

Comprende una superficie de 613.03 ha, que corresponde al 10.29%, del área total evaluada. Incluye aquellas tierras que están siendo utilizadas o explotadas por encima de su capacidad o aptitud de uso, ello implica degradación en el tiempo; si no se toman las precauciones del caso para evitarlo.

#### **4.4.4. Propuesta de aprovechamiento según tipo de conflictos de uso**

Los suelos de la zona estudiada son de textura franco, con pH y textura ideales para el cultivo de café, químicamente se encuentran con bajo contenido de nutrientes, pero manejando adecuadamente los suelos es posible

el incremento de la productividad del cultivo de café, no existen áreas para la ampliación de nuevas áreas de café, por lo cual es necesario reutilizar las mismas áreas de café mediante rehabilitación y renovación, con aplicación de BPAs (Buenas Prácticas Agrícolas).

Cuadro 11. Propuesta de aprovechamiento por comunidades de la parte alta de microcuenca Río Azul.

Localidad	Tipo de conflicto	Descripción	Propuesta
José Bernardo Alcedo	- Sub uso - Uso conforme	Áreas clasificadas para cultivos permanentes, actualmente están siendo usadas con cultivos de café y aún existen áreas con purmas.	Incrementar la productividad de los cultivos de café, mediante la rehabilitación sistémica de cafetales, con aplicación de buenas prácticas agrícolas, dando énfasis en la conservación del suelo.
Selva Alta 3 de octubre	- Sub uso - Uso conforme	La parte media de la localidad de Selva alta presenta áreas dentro de su uso correcto y sub uso, se identificaron áreas de café en áreas, clasificadas para cultivos permanentes, y también áreas de purma, en áreas clasificadas para cultivos permanentes en pocas cantidades.	Promover la reutilización de áreas de cultivo de café, es decir la rehabilitación y renovación de cafetales, incrementando la productividad, realizando medidas de conservación de suelos con sistemas de plantaciones a curvas de nivel o tres bolillos, y barreras muertas como terrazas de formación lenta.

---

Shangai	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sub uso</li> <li>- Uso conforme</li> </ul>	<p>Se encuentran cultivos de café y menor cantidad purmas, en tierras clasificadas como tierras aptas para cultivos permanentes.</p>	<p>Es posible la instalación de nuevas áreas para cultivos de café en purmas, pero lo más recomendable es incrementar la productividad del café en áreas ya existentes mediante la aplicación de Buenas prácticas agrícolas.</p>
San Isidro	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sub uso</li> <li>- Uso conforme</li> </ul>	<p>Existen tierras aptas para cultivos permanentes y la parte alta de la localidad son tierras de protección.</p>	<p>No se puede ampliar áreas nuevas para la instalación del cultivo de café u otros cultivos, es necesario incrementar la productividad de café en las áreas ya existentes. La zona alta de la localidad son tierras de protección.</p>
Hermilio Valdizán	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sub uso</li> <li>- Uso conforme</li> </ul>	<p>Existen tierras aptas para cultivos permanentes, las cuales están siendo utilizados con cultivos de café, la parte alta de la localidad son tierras protección, donde se encuentran cultivos de café</p>	<p>No se puede ampliar áreas nuevas para la instalación del cultivo de café u otros cultivos, por lo que se propone incrementar la productividad mediante buenas prácticas agrícolas y con aplicación necesaria de medidas de conservación de suelos y de la biodiversidad.</p>

---

---

José María Ugarteche y Río Azul	- Sub uso - Uso conforme	Las localidades se encuentran con grandes áreas de cultivo de café, en tierras aptas para cultivos permanentes.	No se puede ampliar áreas nuevas para la instalación del cultivo de café u otros cultivos, en las áreas ya existentes incrementar la productividad, con aplicación de Buenas prácticas agrícolas.
Manuel Mesones Muro	- Sub uso - Uso conforme	Presenta cultivo de café, purmas y bosque secundario en tierras aptas para cultivos permanentes.	Aún existen áreas para la ampliación de nuevas instalaciones de cultivo de café, en las purmas y bosque secundario, lo cual se propone realizarlos bajo el sistema de raleo de bosque, y aplicación de BPAs (Buenas Prácticas Agrícolas), las áreas de café existente incrementar la productividad.
San Agustín Santa Rosa Tealera	- Uso conforme - Sobre uso	En ambas localidades se encuentran áreas de cultivo de café en tierras aptas para producción forestal.	No se puede ampliar áreas nuevas para la instalación del cultivo de café u otros cultivos, en las áreas de café existentes incrementar la productividad mediante un sistema de manejo agroforestal con especies maderables como son cedro, pino y eucalipto, y las purmas emplearlos para producción forestal.

---

---

Margarita	<ul style="list-style-type: none"><li>- Uso conforme</li><li>- Sobre uso</li></ul>	<p>La parte alta de la localidad de margarita son tierras para protección, adyacente a la localidad se encuentran cultivos de café y purmas en tierras aptas para producción forestal.</p>	<p>No se puede ampliar áreas nuevas para la instalación del cultivo de café u otros cultivos, promover la producción forestal como son cedro, pino o eucalipto. En áreas existentes de café promover el enriquecimiento forestal con especies maderables. Promover la conservación y protección de bosque en la parte alta de la zona de Margarita, que también es la parte alta de la microcuenca rio azul.</p>
-----------	--	--	--

---

Fuente: Elaboración propia.

## **V. DISCUSIÓN**

### **5.1. Bases para la determinación de la Capacidad de Uso Mayor de la Tierra**

#### **5.1.1. Pendiente de la parte alta de la microcuenca Río Azul**

En la parte alta de la microcuenca rio azul, fue trabajado con un modelo de elevación digital (DEM), con rangos establecidos en el Reglamento de clasificación de tierras (REGLAMENTO DE CLASIFICACIÓN DE TIERRAS, 2009), donde resultaron pendientes planas e inclinadas en menor porcentaje, pero en mayor porcentaje las pendientes moderadamente empinada y empinadas, llegando hasta muy empinadas, lo que concuerda con (DIAZ, 2000) que la zona de la divisoria tienen pendientes que varía desde ligeramente inclinada, hasta extremadamente empinada, con valores que van de 5% a más. También se debe que las fuertes pendientes.

#### **5.1.2. Fisiografía de la microcuenca Río Azul**

En el área de estudio de la microcuenca alta Rio azul se encontró dos unidades de gran paisaje, el gran paisaje colinoso y el gran paisaje montañoso, debido a que el nivel base o de referencia es el rio Tulumayo, donde desemboca el Rio Azul a una altitud de 840 msnm, por lo que el análisis

fisiográfico abarca toda la microcuenca Río Azul. Los elementos del paisaje tiene un criterio del grado de disección y pendiente según (GARCÍA, 1987).

La parte alta de la microcuenca Río Azul, presenta una variación de unidades fisiográficas en dos grandes paisajes, debido a que el material originario es muy diferente en la zona, que en consecuencia de diferentes posiciones del relieve, o de diversas formas del paisaje general (RODRIGUEZ, 1984), lo que concuerda con (DIAZ, 2000), que la zona de la Divisoria presenta un paisaje fisiográfico muy variado, observándose áreas con pendientes muy inclinadas, y formada mayormente por laderas.

## **5.2. Capacidad de Uso Mayor**

En la clasificación según su capacidad de uso mayor, se observó que la categoría más predominante fueron las tierras aptas para cultivos permanentes con 3,735.09 ha, que equivale al 62.68% del total del área de estudio, estas tierras, de acuerdo a sus características edáficas, climáticas y topográficas, no son adecuadas para la remoción periódica y continuada del suelo, pero permiten la instalación de cultivos permanentes; sean herbáceos, arbustivos ó arbóreos; son de calidad agrológica baja con fertilidad natural de suelos baja y con limitaciones por suelo y pendiente. Las tierras aptas para producción forestal ocupan una superficie de 758.05 ha, que equivale al 12.72% del total del área de estudio, estas tierras presentan limitaciones climáticas, edáficas y topográficas, que no permiten la actividad agropecuaria, pero que sí son aptas para la producción de especies forestales, adaptados a

las condiciones ecológicas del medio, con calidad agrológica media y baja, fertilidad natural del suelo media, pendiente empinada, de moderada a fuerte respecto al grado de disección y la profundidad de suelos menores a 100 cm, con limitaciones por suelo y erosión; y las tierras de protección ocupan una superficie de 1466.13 ha, equivalentes al 55.23 % del total del de estudio, son tierras que no reúnen las condiciones edáficas, climáticas ni de relieve mínimas requeridas para la producción sostenible de cultivos en limpio, permanentes, pastos o producción forestal, se definieron las características de topografía pendientes empinadas a muy empinadas y del microrelieve ondulado a microquebrado, según el (REGLAMENTO DE CLASIFICACIÓN DE TIERRAS, 2009).

### **5.3. Uso actual**

En la parte alta de la microcuenca Río azul, se encontraron 8 tipos de usos, donde se describió el uso actual de la tierra en una época determinada, sin tomar en consideración su potencial o uso futuro, permitiendo conocer la utilización de este recurso, en sus distintas unidades de paisaje y la forma como se ha desarrollado el aprovechamiento de los recursos naturales, suelo, agua, vegetación. (VARGAS, 1999), siendo el más predominante las tierras con cultivos permanentes (Café, plátano, café - plátano, café - guaba y té) que representan el 36.82 % del área total, equivalente a 2,194.26 has, debido a que la zona alta presenta condiciones favorables de suelo y clima para el cultivo de café. Con un menor porcentaje se observa las coberturas de tierras con cultivos anuales. Las tierras con bosque primario, se encuentran en

un 27.38%, debido a que éstas áreas aún no han sido utilizadas por los agricultores, por las características topográficas, se encuentran muy alejadas de las vías de acceso o son pedregosas y de pendientes muy empinadas, que dificulta la labor agrícola. Las tierras con bosque secundario y purmas representan el 29.28%, son tierras que fueron dejadas para recuperación o descanso.

Estos resultados muestran que el uso actual de la tierra en la parte alta de la microcuenca Rio Azul, se clasificaron tomando en cuenta la actividad humana con fines agrícolas, pastoreo, forestación y otros usos (GUARACHI, 2011). Ésta clasificación del uso actual de tierras tiene un enfoque formal, donde se registraron coberturas sin clasificarlos por tipos, ni por la permanencia que tengan, de modo que el análisis para el conflicto de uso de tierras tenga un enfoque funcional de la cobertura (FLORES,1961).

#### **5.4. Conflictos de uso**

En el conflicto de uso de tierras, las áreas más representativas son de uso correcto con 3,265.62 has, equivalente al 54.80 % del área total evaluada, debido a que estas áreas, están siendo ocupadas por cultivos permanentes como el café, las cuales están siendo ocupadas dentro de su uso correcto, es decir están dentro de las tierras para cultivo permanente. De igual manera encontramos, que las tierras con bosque primario, están dentro de su capacidad, dentro de las tierras de protección; y las tierras con plantaciones forestales, están en tierras con aptitud forestal. Por lo que el mayor porcentaje

de la parte alta de la microcuenca está siendo aprovechada dentro de la oferta productiva del suelo, tal como lo define (EOT, 2004).

Por otra parte el 34.23% de tierras presentan conflicto por sub uso, esto se debe, a que actualmente la utilización de tierras con bosques primario, secundario y purmas, se encuentran en tierras con aptitud para cultivos permanentes, también el actual uso de tierras con plantaciones forestales se encuentran en tierras con aptitud para cultivos permanentes, y finalmente el uso actual de tierras con pastos están en tierras de aptitud para cultivos permanentes y producción forestal. Todas estas tierras están por debajo de la capacidad o aptitud de la tierra según su capacidad de uso mayor, como lo define (EOT, 2004).

El conflicto por sobre uso en la parte alta de la microcuenca Rio Azul es del 10.29 % del área total evaluada, esto se debe, que en tierras con aptitud para producción forestal y tierras de protección, se encuentra el uso actual de tierras con cultivos permanentes, donde el uso actual de la tierra está por encima de la capacidad potencial del suelo, también se debe a que las instalaciones del cultivo café, se realizaron sin ningún criterio de uso de la tierra.

La matriz de conflictos de uso empleada en esta investigación fue utilizada pero con restricciones, ajustándose a la realidad zona, ya que fue diseñada para otra región.

## VI. CONCLUSIONES

1. Por su capacidad de uso mayor, la parte alta de la microcuenca Río Azul presenta: 3,735.09 has de tierras aptas para cultivos permanentes con calidad agrológica baja, con limitaciones por suelo y erosión, 1,466.13 has de tierras de protección y 758.05 ha de tierras aptas para producción forestal, este último uso mayor, muestra 176.85 has de calidad agrológica media, con limitaciones por suelo y erosión, y 581.2 ha de calidad agrológica baja, con limitaciones por suelo y erosión.
2. El uso actual de tierras de la parte alta de la microcuenca Río Azul, presenta 8 tipos de uso actual, de los cuales las más representativas fueron: 2,214.05 ha de tierras con cultivos permanentes (café, plátano, café - plátano, café - guaba y té), 1,826.46 has de tierras con bosque secundario y purmas, y 1,631.87 has de tierras con bosque primario.
3. Dentro de las áreas de conflicto de uso de la parte alta de la microcuenca Río Azul, en mayor proporción se encontraron 3,265.62 has de uso correcto, las cuales están dentro de su capacidad o uso conforme, 2,039.81 ha de conflicto por sub uso, estas tierras están siendo usadas por debajo de su capacidad potencial y 613.03 ha presentan conflicto por sobre uso, las cuales tan siendo usadas por encima de su capacidad potencial.

## VII. RECOMENDACIONES

1. Debido a las fuertes pendientes de la zona ligeramente inclinada a extremadamente empinada, es necesario implantar métodos de conservación de suelos, tales como sembríos curvas de nivel, curvas en contorno o filas en contra la pendiente bajo un sistema agroforestal, con manejo de coberturas vivas y muertas en el suelo, barreras vivas y muertas.
2. Los suelos de la parte alta microcuenca Río Azul, son recomendables para el cultivo de café, debido a su baja fertilidad, es necesario realizar y aplicar un plan de abonamiento para elevar la productividad del cultivo de café teniendo en cuenta conservar la fertilidad biológica, incorporando materia orgánica al suelo para conservar e incrementar la actividad biológica.
3. En aquellas áreas que han sido deforestadas, realizar prácticas de reforestación, con especies forestales que se adapten a las condiciones ecológicas de la zona, como son cedro (*Cedrus*), pino chuncho (*Schizolobium amazonicum*), pino tecunumani (*Pino tecunumani*), eucalipto rosado (*Eucalyptus grandis*) y eucalipto natorreliana (*Eucalyptus torreliana*). Y especies de la zona uculmana.

## **COMPARATIVE ANALYSIS CURRENT LAND USE AND USE CAPACITY OF LAND IN THE UPPER PART OF THE BLUE RIVER WATERSHED**

### **VIII. ABSTRACT**

The research was carried out in the upper watershed of the Rio Azul, located in the district Hermilio Valdizan province Leoncio Prado, Huánuco Department, in order to compare the Actual Use with capacity of greater use of land and thus determine the conflicts that are in it, based on the Rules of usability Mayor (DS N° 017-2009-AG). For analysis contour sheet returned with a separation of 30 m edited by (IGN) National Geographic Institute, Rapid Eye satellite image of 2012 and 2007 Ikonos satellite image was used. The results of the preliminary analysis were supplemented by field visits and data from soil analysis, supported with ArcGIS 10.1 program. High part of the watershed is delineated, with an area of 6037.66 ha and slope maps, physiographic, land use capacity, current land use and land use conflicts were developed. The following groups of capacity of greater use were found: 3735.09 ha of land suitable for permanent crops, 1466.13 ha of land protection and 758.05 ha of land suitable for forestry. In addition, the current use provided: 2214.05 ha of land under permanent crops (coffee, bananas, coffee - banana, coffee - guava and tea), 1826.46 ha of land with secondary and fallow forest and 1631.87 ha of land with primary forest. After performing the overlap between use capacity with the

current land use found: 3265.62 must correct use, 2039.81 must use sub conflict and conflict has 613.03 over use. It was shown, that the lands of the upper part of the Blue River watershed, mostly being used within its Usability Mayor. According to the results, proposed is recommended for growing coffee, due to low fertility, perform and implement a composting plan to raise productivity, considering fertility preservation, incorporating organic matter to the soil. Due to the steep slopes, it is necessary to implement soil conservation methods such as contour planting, contour furrows grown on the slopes and not in favor of the slope under an agroforestry system, with live coverage and management dead on the ground, live and dead barriers.

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOHN, L., Mc. NEAL, B., O'CONNOR, A., 1993. Química del suelo. 1ra edición. Editorial Limusa S.A. México. 370 p.
- CUMAT, 1985. Manual de levantamientos semidetallado de clasificación y metodología de capacidad de uso mayor de la tierra. Título III USAID - BOLIVIA, La Paz - Bolivia 98p.
- DIAZ, I. 2000. Caracterización agroecológica del fundo La Divisoria, con énfasis en suelos relacionados con la vegetación. Tesis ing. Recursos Naturales Renovables. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 54 p.
- ESTRADA, J. 1976. Fertilidad de suelos. Ed. Agronomía. La Molina. Lima Perú.
- EOT, 2004. Plan de ordenamiento territorial Municipio de Toca Boyaca. Boyacá, Colombia. [En línea]: Esquema de Ordenamiento territorial, (<http://tocaboyaca.gov.co/planeacion.shtml?apc=plPlan%20de%20Ordenamiento%20Territorial-1-&x=2669615>, 21 jun. 2013).
- FAO, 1985. Método de clasificación de tierras de alta montaña. Boletín de suelos FAO N° 13, Roma, Italia. 35 p.

- FAO, 1976. Esquema para la clasificación de tierras.. Boletín de suelos FAO N° 32. Roma, Italia.
- FLORES, E. 1981. Algunos sistemas paramétricos y no paramétricos para la clasificación de tierras. Procedimiento para la aplicación del esquema de evaluación de tierras FAO. Trabajo de ascenso. ULA. FCFA. IGCRN. Mérida, Venezuela. 129 p.
- GARCIA, B. 1987. Consideraciones edáficas; selección de áreas de cacao. Tingo María. ONUDI. Perú. 233 p.
- GUERRERO, M. 1993. Clasificación de tierras: base para una propuesta de ordenamiento agrícola. Cuenca media rio Motatán. Trabajo Especial de Grado. Escuela de geografía. FCFA. ULA. Mérida, Venezuela. 130 p.
- GUARACHI, C. 2001. Clasificación de tierras según su capacidad de uso mayor en el distrito de Machaca provincia Ayopaya. Centro de levantamientos aeroespaciales y aplicaciones SIG para el desarrollo sostenible de los recursos naturales. UMSS, Bolivia. 56 p. [En línea]: CLAS (<http://www.clas.umss.edu.bo/biblioteca/buscartesis.asp> 15 de agosto del 2010).
- HOLDRIDGE, L. 1987. Ecología basada en zonas de vida. Instituto inter americano de cooperación para la agricultura. San José de Costa Rica. Costa Rica. 216 p.

- IGAC y Corpoica. 2002. Zonificación de los conflictos de uso de las tierras en Colombia. Bogotá, D.C.
- NAVARRETE, M. 2004. Propuesta metodológica para el análisis territorial en la cuenca hidrográfica del estero el Peral, comuna de Carahue, IX región. Tesis Lic. En Recursos Naturales. Temuco, Chile. Universidad Católica de Temuco, Chile. 151 p.
- PULGAR, J. 1981. Geografía del Perú. Las ocho regiones naturales del Perú. 8ava edición. Editorial Universo S.A. Lima, Perú.
- REGLAMENTO DE CLASIFICACIÓN DE TIERRAS. 2009. Reglamento de clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor. Decreto Supremo N° 017-2009-AG. Lima, Perú. 18 p.
- RODRIGUEZ, A. 1984. El Territorio como Condicionante de Habitabilidad: Aportes para un modelo conceptual en arquitectos. 250 p.
- SUAREZ, F. 1980. Conservación de suelos. Edit. IICA. San José. Costa Rica. 223 p.
- THOMPSON, M. TROEH, R. 1998. Los suelos y su fertilidad. Cuarta edición. Editorial reverté S.A. Barcelona. España. 649 p.
- VARGAS, J. R. 1999. Sistema de gestión y ordenamiento territorial a través de la teledetección y sistemas de información geográfica para el Municipio

de Cercado - Cochabamba. Tesis de grado Ing. Agr. FCAyP. UMSS. 5 – 15 p.

ZEEOT - REGION CAJARMARCA, 2011. Zonificación ecológica y económica. Base para el ordenamiento territorial del Departamento de Cajamarca. Cajamarca, Perú. [En línea]: Zonificación ecológica y económica. Base para el ordenamiento territorial. Sub modelo de conflictos de uso, (<http://zeeot.regioncajamarca.gob.pe/#!/publicacion/publica>, 22 jun. 2013).

**ANEXO**

### Anexo 1. Cuadros de información y resultados de análisis de laboratorio de suelos

Cuadro 12. Información básica de campo.

N° de calicata	Sector	Hz	Prof. (cm)	Cobertura	Este	Norte	Altura	Pendiente (%)	Micro relieve	Prof. (cm)	Frag. rocosos	Pedreg. Sup.	Drenaje	Erosión	Salinidad	Inundación
1	San Agustín	Hz 1	0 - 25	Purma	410437	8982573	1695	57	Microquebrado	85	0	Modera. pedregoso (1)	Bueno (C)	Moderada	Libre de sales (0)	Sin riesgo (0)
		Hz 2	25 - 120													
2	Ugarteche	Hz 1	0 - 30	Bosque	408760	8985377	1313	18	Plano	120	0	Libre a ligeramente Pedregoso (0)	Bueno (C)	Ligera	Libre de sales (0)	Sin riesgo (0)
		Hz 2	30 - 65													
		Hz 3	65 - 140													
3	Mezones Iglesia	Hz 1	0 - 30	Purma	408595	8987000	1220	27	Plano	108	1	Modera. pedregoso (1)	Bueno (C)	Ligera	Libre de sales (0)	Sin riesgo (0)
		Hz 2	30 - 120													
4	Shangai	Hz 1	0 - 35	Cultivo (café)	405696	8985080	1206	48	Plano	110	1	Pedregoso (2)	Bueno (C)	Moderada	Libre de sales (0)	Sin riesgo (0)
		Hz 2	35 - 75													
		Hz 3	75 - 120													
5	Mezones	Hz 1	0 - 40	Cultivo (café)	409175	8987194	1378	14	Plano	108	0	Libre a lig. Pedregoso (0)	Bueno (C)	Ligera	Libre de sales (0)	Sin riesgo (0)
		Hz 2	40 - 120													
6	Rio Azul	Hz 1	0 - 55	Cultivo (café)	410408	8983940	1428	21	Plano	120	0	Libre a lig. Pedregoso (0)	Bueno (C)	Ligera	Libre de sales (0)	Sin riesgo (0)
		Hz 2	55 - 140													
7	Shangai Bajo	Hz 1	0 - 50	Bosque	406181	8985626	1001	31	Ondulado suave	100	1	Modera. pedregoso (1)	Algo excesivo (B)	Moderada	Libre de sales (0)	Sin riesgo (0)
		Hz 2	50 - 120													
8	Puente Selva Alta	Hz 1	0 - 30	Cultivo (café)	406233	8985962	917	5	Ondulado	90	1	Libre a lig. Pedregoso (0)	Bueno (C)	Ligera	Libre de sales (0)	Sin riesgo (0)
		Hz 2	30 - 120													
9	Hermilio Valdizan	Hz 1	0 - 40	Cultivo (café)	406942	8983060	1205	34	Ondulado suave	102	0	Libre a lig. Pedregoso (0)	Modera do (D)	Ligera	Libre de sales (0)	Sin riesgo (0)
		Hz 2	40 - 120													
10	Margarita	Hz 1	0 - 65	Cultivo (café)	411849	8985760	1596	43	Ondulado	100	0	Libre a lig. Pedregoso (0)	Algo excesivo (B)	Ligera	Libre de sales (0)	Sin riesgo (0)
		Hz 2	65 - 120													

Cuadro 13. Resumen del análisis de suelo representado por sus respectivas claves para definición de clase y sub clase de CUM.

N° de calicata	Sector	Fisiografía	Prof. efectiva del suelo	Textura	pH (Clase)	Fertilidad
1	San Agustín	ModG	Moderadamente profundo	MG, F	Fuertemente acido	2
2	Ugarteche	MoldF	Profundo	M, MF	Muy fuertemente acido	3
3	Mezones Iglesia	MoldF	Profundo	MF, F	Muy fuertemente acido	3
4	Shangai	MoldF	Profundo	M, MF, F	Moderadamente acido	3
5	Mezones	MoldD	Profundo	MF, F	Muy fuertemente acido	3
6	Rio Azul	MoldE	Profundo	MF, F	Fuertemente acido	3
7	Shangai Bajo	CaldF	Moderadamente profundo	MF, F	Moderadamente acido	3
8	Puente Selva Alta	CaBC	Moderadamente profundo	MF	Moderadamente acido	3
9	Hermilio Valdizan	MoldF	Profundo	M, MF	Moderadamente acido	3
10	Margarita	MomdF	Moderadamente profundo	MF, F	Extremadamente acido	2

Fuente: Elaboración propia.

## Anexo 2. Claves interpretativas y guía de clasificación de los parámetros edáficos.

### A) Clave para determinar el grupo de Capacidad de Uso Mayor

Cuadro 14. Clave 14 para zonas de vida de Bosque húmedo - Tropical, Bosque muy húmedo - Premontano Tropical, Bosque muy húmedo - Subtropical, Bosque muy húmedo - Montano Bajo Tropical y Bosque muy húmedo - Montano Bajo Subtropical.

Grupos de Capacidad de Uso Mayor	Pendiente %		Micro-relieve (hasta)	Factores Edáficos (Clases permisibles)									
	Corta	Larga		Prof. (cm) mínima	Textura (acepta)	Pedreg. Sup (hasta)	Drenaje (acepta)	pH (acepta)	Erosión (acepta)	Salinidad (acepta)	Inundación (acepta)	Fertil. sup. (hasta)	Frag. Rocosos (hasta)
A Cultivo en Limpio	0 a 4	0 a 2	3	60	MG, M, MF, F	1	A,B,C,D,E	4.5 + 7.0	Moderada	1	1	3	1
	4 a 8	2 a 4	2	100	MG, M, MF	1	A,B,C,D	5.0 + 7.0	Ligera	1	-	3	1
	0 a 4	0 a 2	3	30	Todas	2	A,B,C,D,E	4.5 + 7.0	Moderada	2	1	3	2
	4 a 8	2 a 4	2	60	Todas	2	A,B,C,D,E	4.5 + 7.0	Moderada	2	-	3	2
C Cultivo Permanente	8 a 25	4 a 15	2	100	G, MG, M, MF	2	A,B,C,D,E	5.0 + 7.0	Ligera	2	-	3	2
	25 - 50*	15 a 25	1	100	M, MF	2	A,B,C,D	5.0 + 7.0	Ligera	2	-	3	2
		25 - 50*	1	100	M, MF	2	A,B,C,D	5.0 + 7.0	Ligera	2	-	3	2
P Pastos	0 a 8	0 - 4	3	60	Todas	3	A,B,C,D,E,F	4.0 + 7.0	Moderada	2	2	3	3
	8 a 25	4 a 15	3	100	MG, M, MF	3	A,B,C,D,E	5.0 + 7.0	Ligera	2	-	3	3
	0 a 8	0 - 4	4	60	Todas	3	Todos	Todos	Severa	2	3	3	3
F Producción Forestal	8 a 25	4 a 15	4	45	Todas	3	A,B,C,D,E	Todos	Severa	2	-	3	3
	25 - 50	15 - 25	3	60	Todas	3	A,B,C,D	Todos	Severa	2	-	3	3
		50 - 75	25 - 50	3	100	Todas	3	A,B,C,D	Todos	Moderada	2	-	3
		50 - 75	2	100	Todas	3	A,B,C,D	Todos	Ligera	2	-	3	3
X Protección	<i>Tierras con características fuera de los límites señalados para los grupos superiores</i>												

**B) Claves para determinar la clase (calidad agrológica) y subclase (limitaciones) de Capacidad de Uso Mayor**

La clase o calidad agrológica está designada por los números arábigos 1,2 ó 3 y la Subclase por las limitaciones que se encuentran, entre ellas las siguientes:

- Limitación por suelo (s): profundidad efectiva, pedregosidad, bravosidad, textura y fertilidad
- Limitación de sales (/): salinidad
- Limitación por topografía-riesgo de erosión (e): erosión, micro relieve, pendiente larga y corta
- Limitación por drenaje (w): drenaje
- Limitación por riesgo de inundación (i): inundación
- Limitación por clima (e): clima.

Cuadro 15. Drenaje (w)

Clase de drenaje		GRUPOS DE CAPACIDAD DE USO MAYOR				
Símbolo	Nombre	A	C	P	F	X
		Calidad Agrológica				
A	Excesivo	3	3	2	2	-
B	Algo Excesivo	2	2	2	1	-
C	Bueno	1	1	1	1	-
D	Moderado	2	2	1	1	-
E	Imperfecto	3	3	2	2	-
F	Pobre	-	-	3	3	-
G	Muy pobre	-	-	3*	3	X

\* Sólo si hay bofedales

Cuadro 16. Salinidad (l).

Clase de salinidad		GRUPOS DE CAPACIDAD DE USO MAYOR				
Símbolo	Nombre	A	C	P	F	X
		Calidad Agrológica				
0	Libre	1 - 2	1	1	1	-
1	Ligera	3	2	2	2	-
2	Moderada	-	3	3	3	-
3	Fuerte	-	-	-	-	X

Cuadro 17. Inundación (i).

Clase de Inundación		GRUPOS DE CAPACIDAD DE USO MAYOR				
Símbolo	Nombre	A	C	P	F	X
		Calidad Agrológica				
0	Sin riesgo	1	1	1	1	-
1	Ligera	2	2	1	1	-
2	Moderada	3	-	2	2	-
3	Severa	-	-	-	3	-
4	Extrema	-	-	-	-	X

Cuadro 18. Erosión (e).

Clase de Erosión		GRUPOS DE CAPACIDAD DE USO MAYOR				
Símbolo	Nombre	A	C	P	F	X
		Calidad Agrológica				
0	Muy ligera	1	1	1	1	-
1	Ligera	1	1	1	1	-
2	Moderada	2	2	2	2	-
3	Severa	-	-	-	3	-
4	Extremada	-	-	-	-	X

Cuadro 19. Microrelieve (e).

Clase de Microrelieve		GRUPOS DE CAPACIDAD DE USO MAYOR				
Símbolo	Nombre	A	C	P	F	X
		Calidad Agrológica				
1	Plano	1	1	1	1	-
2	Ondulado suave	2	2	2	2	-
3	Ondulado	3	3	3	3	-
4	Microaccidentado o Microquebrado	-	-	-	4	-

Cuadro 20. Profundidad efectiva (s).

Clase de Inundación		GRUPOS DE CAPACIDAD DE USO MAYOR				
Profundidad (cm)	Nombre	A	C	P	F	X
		Calidad Agrológica				
150	Muy profundo	1	1	1	1	-
100 - 150	Profundo	1	1	1	1	-
50 - 100	Moderadamente profundo	2	1	1	1	-
25 - 50	Superficial	3	2	2	2	-
< 25	Muy superficial	-	-	3	-	X

Cuadro 21. Pendiente larga (e).

Clase de pendiente (%)	GRUPOS DE CAPACIDAD DE USO MAYOR				
	A	C	P	F	X
	Calidad Agrológica				
0 - 2	1	1	1	1	-
2 - 4	1	1	1	1	-
4 - 8	2	1	1	1	-
8 - 15	3	2	2	1	-
15 - 25	3 (secano)	3	2	1	-
25 - 50	-	3 (secano)	3	2	-
50 - 75	-	-	-	3	-
75	-	-	-	-	X

Cuadro 22. Pendiente corta (e).

Clase de pendiente (%)	GRUPOS DE CAPACIDAD DE USO MAYOR				
	A	C	P	F	X
	Calidad Agrológica				
0 - 4	1	1	1	1	-
4 - 8	2	1	1	1	-
8 - 15	3	2	2	1	-
15 - 25	3 (secano)	3	2	1	-
25 - 50	-	3 (secano)	3	2	-
50 - 75	-	-	-	3	-
75	-	-	-	-	-

Cuadro 23. Pedregosidad (s).

Clase de pedregosidad (superficie)	GRUPOS DE CAPACIDAD DE USO MAYOR				
	A	C	P	F	X
	Calidad Agrológica				
0	1	1	1	1	-
1	2	1	1	1	-
2	-	2	2	2	-
3	-	-	3	2	-
4	-	-	-	-	X

Cuadro 24. Gravosidad o gujarrosidad (s).

Clase de gravosidad o gujarrosidad (s)	GRUPOS DE CAPACIDAD DE USO MAYOR				
	A	C	P	F	X
	Calidad Agrológica				
0	1 - 2	1	1	1	-
1	3	2	2	1	-
2	-	3	3	1	-
3	-	-	-	2	-

Cuadro 25. Textura (s).

Símbolo	Grupo Textural	GRUPOS DE CAPACIDAD DE USO MAYOR				
		A	C	P	F	X
		Calidad Agrológica				
G	Gruesa	3	3	2	1	-
MG	Moderad. Gruesa	2	2	2	1	-
M	Media	1	1	1	1	-
MF	Moderad.Fina	2	2	1	1	-
F	Fina	3	3	3	1	-

Cuadro 26. Fertilidad natural (s).

Clase de fertilidad	GRUPOS DE CAPACIDAD DE USO MAYOR					
	A	C	P	F	X	
		Calidad Agrológica				
Alta	1	1	1	1	-	
Media	2	2	2	1	-	
Baja	3	3	3	2	-	

## **C) Guía de clasificación de los parámetros edáficos**

### **1. Topografía o relieve**

#### **a. Pendiente**

- Pendientes Cortas (laderas cortas), aquellas no mayores de 50 m, consideradas a partir del punto donde empieza a correr el agua hasta el extremo de menor nivel.

- Pendientes Largas (Laderas largas), aquellas mayores de 50 m, consideradas a partir del punto donde empieza a correr el agua hasta el extremo de menor nivel.

Los rangos o clases de pendiente que se indican a continuación varían de acuerdo a la longitud de la pendiente establecida.

Cuadro 27. Clases de pendiente.

Clases de pendiente (%)	
Pendientes Cortas (Laderas cortas)	Pendientes Largas (Laderas largas)
0 - 4	0 - 2
4 - 8	2 - 4
8 - 15	4 - 8
15 - 25	8 - 15
25 - 50	15 - 25
50 - 75	25 - 50
75	50 - 75
	75

### **b. Microtopografía o Microrelieve**

Se refiere a las pequeñas diferencias de relieve, determinándose cuatro clases de configuración de la superficie o microrelieve del terreno.

Cuadro 28. Clases de Microrelieve.

Símbolo	Clase	Descripción
1	Plano	Ausencia de microondulaciones o microdepresiones
2	Ondulado Suave	Con microondulaciones muy espaciadas
3	Ondulado	Con microondulaciones de igual anchura y profundidad
4	Microquebrado Microacc.	o Presentan microondulaciones más profundas que anchas

## 2. Profundidad Efectiva del Suelo

Es el espesor de las capas del suelo en donde las raíces de las plantas pueden penetrar fácilmente en busca de agua y nutrientes. Su límite inferior está dado por capas de arcillas muy densas, materiales consolidados por la acción química (Hardpanes de diferente naturaleza), materiales fragmentarios (grava, piedras o rocas) o napa freática permanente, que actúa como limitantes al desarrollo normal de las plantas.

Cuadro 29. Clases de profundidad efectiva.

Rango (cm)	Clase
Menos de 25	muy superficiales
25 - 50	superficiales
50 - 100	moderadamente profundo
100 - 150	profundo
Más de 150	muy profundo

### 3. Textura

Está constituida por las proporciones de la arcilla, limo y arena, en partículas de hasta 2 mm de diámetro. Se considera la textura dominante en los primeros 100 cm de profundidad.

Cuadro 30. Grupos texturales.

Símbolo	Grupo Textural	Textura
G	Gruesa	Arena, arena franca
MG	Moderadamente Gruesa	Franco arenoso Franco
M	Media	Franco Limoso Limoso Franco arcilloso
MF	Moderadamente Fina	Franco arcillo limoso Franco arcillo arenoso Arcillo arenoso
F	Fina	Arcillo limoso Arcilloso

#### 4. Fragmentos Rocosos

Se refiere a la presencia de gravas, guijarros y piedras en el perfil edáfico, cuyos diámetros oscilan de 2 mm a 60cm.

Cuadro 31. Clases de fragmentos rocosos.

Símbolo	Clase
0	Libre a ligeramente- gravoso (guijarroso o pedregoso)  Contiene menos del 15% de fragmentos rocosos por volumen de suelo.
1	Gravoso (Guijarroso o pedregoso)  Contiene 15 a 35% de fragmentos rocosos por volumen de suelo.
2	Muy Gravoso (Guijarroso o pedregoso)  Contiene 35 a 60% de fragmentos rocosos por volumen de suelo.
3	Muy Gravoso (Guijarroso o pedregoso)  Contiene más de 60% de fragmentos rocosos por volumen de suelo.

### **5. Pedregosidad Superficial**

Se refiere a la proporción relativa de piedras de más de 25 cm. de diámetro que se encuentra en la superficie del suelo.

Cuadro 32. Clases de pedregosidad superficial.

Símbolo	Clase
0	<p><i>Libre a ligeramente pedregoso</i></p> <p>No interfiere con la labranza. Las piedras o pedregones cubren entre 0.01 y 0.1% de la superficie. Las piedras ocasionales se encuentran a distanciamiento mayores a 20 m.</p>
1	<p><i>Moderadamente Pedregoso</i></p> <p>Presencia de piedras que dificultan la labranza. Requieren de labores de desempiedro para cultivos transitorios. Las piedras o pedrejones cubren entre 0.1 y 3 % de la superficie. Las piedras se distancian entre 3 y 20 m.</p>
2	<p><i>Pedregoso</i></p> <p>Presencia de piedras en cantidad suficiente para impedir cultivos transitorios, pero permiten la siembra de cultivos perennes. Las piedras o pedrejones cubren entre 3 y 15% de la superficie Las piedras se distancian entre 1 y 3 m.</p>
3	<p><i>Muy Pedregoso</i></p> <p>Presencia de piedras en cantidad suficiente para impedir toda posibilidad de cultivo económico, pero permite el pastoreo o extracción de madera Las piedras o pedrejones cubren entre 15 y 50% de la superficie. Las piedras se distancian entre 0.5 y 1m.</p>
4	<p><i>Extremadamente pedregoso</i></p> <p>Presencia de piedras en cantidad suficiente para impedir todo uso económico inclusive ganadero y producción forestal. Las piedras o pedrejones cubren entre 50 y 90% de la superficie Las piedras se distancian menos de 0.5 m.</p>

## 6. Drenaje

Es la rapidez y grado con que el agua es removida del suelo en relación con el escurrimiento superficial y el movimiento de las aguas a través del suelo hacia los espacios subterráneos.

Cuadro 33. Clases de drenaje.

Símbolo	Clases
A	<p><i>Excesivo:</i></p> <p>El agua es removida del suelo muy rápidamente. Los suelos en esta clase de drenaje son arenas y muy porosos, áreas muy empinadas (escarpadas) o ambos; puede incluir subgrupos líticos.</p>
B	<p><i>Algo excesivo:</i></p> <p>El agua es removida del suelo rápidamente. Esta clase de drenaje incluye suelos porosos, de permeabilidad moderadamente rápida y/o escurrimiento rápido, áreas empinadas o ambos. El solum está normalmente libre de moteaduras y gley.</p>
C	<p><i>Bueno:</i></p> <p>El agua es removida del suelo con facilidad pero no rápidamente. Incluye generalmente suelos de textura media. Puede haber moteaduras de gley en la parte inferior del horizonte C o a profundidades mayores.</p>
D	<p><i>Moderado :</i></p> <p>El agua es removida del suelo algo lentamente, de tal manera que el perfil este mojado por un período pequeño, pero significativo de tiempo Por ejemplo suelos con napa algo alta, capa ligeramente impermeable del suelo a menudo hay moteaduras de gley en el horizonte B.</p>
E	<p><i>Imperfecto:</i></p> <p>El agua es removida lo suficientemente lenta como para mantenerlo mojado por períodos significativos, pero no todo el tiempo. Por ejemplo suelos de napa alta, capa poco permeable superficial. A menudo hay moteaduras de gley la parte inferior del horizonte A o inmediatamente debajo de este.</p>
F	<p><i>Pobre :</i></p> <p>El agua es removida del suelo tan lentamente que el suelo permanece mojado por un largo período de tiempo. Por ejemplo, suelos de napa alta, capa poco permeable superficial, filtraciones, áreas ligeramente depresionadas.</p>
G	<p><i>Muy pobre:</i></p> <p>El agua es removida del suelo tan lentamente que una lámina de agua permanece en la superficie casi todo el año, impidiendo el desarrollo de las plantas mesofíticas'. Los suelos se encuentran en áreas planas o depresionadas y están frecuentemente inundadas.</p>

## 7. Reacción del suelo (pH)

Es el grado de alcalinidad o acidez de los horizontes del suelo y se mide en unidades de pH. La reacción del suelo estará dada por el pH que prevalece dentro de los primeros 50 cm. de profundidad.

Cuadro 34. Rangos de pH.

Rangos	Clases
Menos de 3,5	Ultra ácido
3,6 - 4,4	Extremadamente ácido
4,5 - 5,0	Muy fuertemente ácido
5,1 - 5,5	Fuertemente ácido
5,6 - 6,0	Moderadamente ácido
6,1 - 6,5	Ligeramente ácido
6,6 - 7,3	Neutro
7,4 - 7,8	Ligeramente alcalino
7,9 - 8,4	Moderadamente alcalino
8,5 - 9,0	Fuertemente alcalino
más de 9,0	Muy fuertemente alcalino

## 8. Erosión Hídrica

Erosión es el desprendimiento, transporte y deposición del material del suelo por el escurrimiento superficial.

Cuadro 35. Clases de erosión hídrica.

Grado de Erosión	Descripción
Muy ligera	Se observa síntoma de erosión difusa que se caracteriza por una remoción y arrastre imperceptible de partículas de suelo.
Ligera	Se observa síntomas de erosión laminar, caracterizado por la remoción y arrastre laminar casi imperceptible de partículas de suelo y presencia de canalículos. Ausencia de surcos y cárcavas.
Moderada	Se observa síntomas de erosión a través de la existencia de regular cantidad de surcos. Ausencia o escasez de cárcavas.
Severa	Presencia abundante de surcos y cárcavas no corregibles por las labores de cultivo.
Extrema	Suelos prácticamente destruidos o truncados. Presencia de muchas cárcavas que en conjunto conforman los "badlands" (mal país).

## 9. Salinidad y/o Sodicidad

Cuadro 36. Clases de salinidad y/o sodicidad.

Símbolo	Descripción
0	<p><i>Libres a muy ligeramente afectados de excesos de sales y sodio:</i></p> <p>Prácticamente ningún cultivo se encuentra inhibido en su crecimiento o muestra daños provocados por exceso de sales o sodio. Los suelos muestran conductividad eléctrica inferior a 4 dS/m. El porcentaje de sodio es menor del 4%.</p>
1	<p><i>Ligeramente afectados por sales y sodio:</i></p> <p>El crecimiento de las especies sensibles está inhibido, pero las plantas tolerantes pueden subsistir. La conductividad eléctrica varía de 4 a 8 dS/m. El porcentaje de sodio es de 4 a 8%.</p>
2	<p><i>Moderadamente afectados por sales y sodio:</i></p> <p>El crecimiento de los cultivos está inhibido y muy pocas plantas pueden desarrollar adecuadamente. La conductividad eléctrica varía de 8 a 16 dS/m. El porcentaje de sodio está entre 8 y 15%.</p>
3	<p><i>Fuertemente afectados por sales y sodio:</i></p> <p>No se puede cultivar económicamente. La conductividad eléctrica es de mayor de 16 dS/m. El porcentaje de sodio sobrepasa el 15%</p>

## 10. Riesgos de Anegamiento o Inundación Fluvial

Cuadro 37. Clases de inundación.

Símbolo	Descripción
0	<p><i>Sin riesgo o peligro de inundación</i></p> <p>Incluye años de inundación muy excepcionales y por breve duración</p>
1	<p><i>Inundación Ligera</i></p> <p>El anegamiento es de poca profundidad y por períodos cortos en ciertos meses de todos o algunos años. Permite cultivos tanto perennes como estacionales.</p>
2	<p><i>Inundación Moderada</i></p> <p>El anegamiento es de gran profundidad y por períodos moderadamente prolongados en todos los años. Esto hace muy difícil o imposible el uso del suelo para cultivos perennes, permitiendo sin embargo, el cultivo estacional de algunas plantas en cultivos en limpio o pastos.</p>
3	<p><i>Inundación Severa</i></p> <p>El Anegamiento es profundo y frecuente, por períodos muy prolongados que no permiten la instalación de ningún cultivo o el cultivo de pastos continuado.</p>
4	<p><i>Inundación Extrema</i></p> <p>De duración casi permanente.</p>

## 11. Fertilidad del Suelo

Relacionada al contenido de macronutrientes: materia orgánica (nitrógeno), fósforo y potasio de la capa superficial del suelo, hasta 30 cm de espesor. Su valor alto, medio o bajo se determina aplicándose la ley del mínimo, ello quiere decir que es definida por el parámetro que presenta el menor valor.

Cuadro 38. Clases de fertilidad natural.

Símbolo	Descripción
1	Fertilidad Alta  Todos los contenidos de Materia Orgánica, nitrógeno, fósforo y/o potasio son altos.
2	Fertilidad Media  Cuando alguno de los contenidos de Materia Orgánica, fósforo y/o potasio es medio, los demás son altos.
3	Fertilidad Baja  Cuando por lo menos uno de los contenidos de Materia Orgánica, fósforo y/o potasio es bajo

Cuadro 39. Parámetros que definen la fertilidad del suelo.

Nivel	Materia orgánica (%)	Fósforo disponible (ppm)	Potasio disponible (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: Laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria - La Molina.

Cuadro 40. Escala de potasio (K<sub>2</sub>O).

Escala	Kg/ha
Bajo	Menor de 300
Medio	300 – 600
Alto	Mayor de 600

Cuadro 41. Escala de Nitrógeno (%).

Escala	%
Bajo	Menor de 0.1
Medio	0.1 – 0.2
Alto	Mayor de 0.2



## Anexo 3. Análisis de suelos.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

TINGO MARIA

F.R.N.R - Ing. en Conservación de Suelos y Agua

Departamento Académico de Ciencias en Conservación de Suelos y Aguas

**ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO DE SUELOS**

ALUMNO(A): EVELIN RIVERA ZEVALLOS

LUGAR: MICROCUENCA RIO AZUL-LA DIVISORIA

N°	MUESTRA	ANÁLISIS MECÁNICO			Textura	pH	M.O.	N	P	K <sub>2</sub> O
		Arena %	Arcilla %	Limo %		1:1	%	%	ppm	kg/ha
1	C1-H1	69.68	11.04	19.28	Franco Arenoso	5.14	6.93	0.31	9.68	602.30
2	C1-H2	11.68	65.04	23.28	Arcilloso	5.19	4.10	0.18	5.18	291.22
3	C2-H1	35.68	21.04	43.28	Franco	4.96	2.63	0.12	7.43	164.31
4	C2-H2	37.68	39.04	23.28	Franco Arcilloso	4.66	0.58	0.03	3.54	250.44
5	C2-H3	33.68	43.04	23.28	Arcilloso	4.63	0.88	0.04	1.55	223.94
6	C3-H1	35.68	31.04	33.28	Franco Arcilloso	4.89	1.17	0.05	3.45	170.93
7	C3-H2	39.68	35.04	25.28	Franco Arcilloso	4.38	0.58	0.03	20.05	205.36
8	C4-H1	33.68	21.04	45.28	Franco	5.96	1.46	0.07	4.06	208.03
9	C4-H2	27.68	31.04	41.28	Franco Arcillo Limoso	6.07	0.29	0.01	3.62	327.29
10	C4-H3	57.68	43.04	-0.72	Arcillo Arenoso	5.93	0.58	0.03	2.85	302.11
11	C5-H1	35.68	37.04	27.28	Franco Arcilloso	4.73	1.75	0.08	2.76	107.33
12	C5-H2	31.68	45.04	23.28	Arcilloso	4.41	0.88	0.04	11.15	162.98
13	C6-H1	53.68	21.04	25.28	Franco Arcillo Arenoso	5.15	2.63	0.12	6.56	76.85
14	C6-H2	47.68	35.04	17.28	Arcillo Arenoso	5.20	0.29	0.01	8.38	159.01
15	C7-H1	51.68	31.04	17.28	Franco Arcillo Arenoso	6.02	1.17	0.05	10.19	204.06
16	C7-H2	33.68	37.04	29.28	Franco Arcilloso	5.98	1.75	0.08	9.50	241.16
17	C8-H1	33.68	27.04	39.28	Franco Arcilloso	5.50	1.46	0.07	9.33	120.58
18	C8-H2	35.68	35.04	29.28	Franco Arcilloso	5.39	1.17	0.05	13.65	169.61
19	C9-H1	31.68	23.04	45.28	Franco	5.61	2.34	0.11	4.81	137.23
20	C9-H2	35.68	29.04	35.28	Franco Arcilloso	5.38	1.91	0.09	4.02	158.21
21	C10-H1	31.68	35.04	33.28	Franco Arcilloso	4.13	2.63	0.12	22.99	168.28
22	C10-H2	23.68	49.04	27.28	Arcilloso	4.53	0.88	0.04	5.53	100.70

Fecha: martes, 25 de junio de 2013



Ing. M.Sc. Leonardo Cristóbal, José  
JEFE DE LABORATORIO - C.S.A

**Anexo 4. Panel fotográfico.**

Figura 13. Parte alta de la microcuenca Rio Azul.



Figura 14. Parte alta de la microcuenca Rio Azul.



Figura 15. Lectura de calicatas.



Figura 16. Tomando muestras de la calicata.



Figura 17. Reconocimiento del uso actual.



Figura 18. Toma de puntos de control.

## Anexo 5. Mapas.