

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN CONSERVACIÓN DE
SUELOS Y AGUA**



**CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS POR SU CAPACIDAD DE USO MAYOR
EN LA CUENCA HUASCAYACU - PROVINCIA MOYOBAMBA – SAN
MARTIN**

Tesis para optar el título de:

**INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES MENCION
CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA**

Presentado por:

ELMIN SAMUEL SALAZAR RAMIREZ

2020



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María – Perú



FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS


Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 17 de Marzo del 2019, a horas 5:00 p.m. en la Sala de Sesiones del Departamento Académico de Conservación de Suelos y Agua de la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, para calificar la Tesis titulada:


" CLASIFICACION DE LOS SUELOS POR SU CAPACIDAD DE USO MAYOR EN LA CUENCA HUASCAYACU - PROVINCIA MOYOBAMBA - SAN MARTIN "

Presentado por el Bachiller: **SALAZAR RAMIREZ, Samuel Elmin**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobado con el calificativo de **"MUY BUENO"**

En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el Título de **INGENIERO EN CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para la otorgación del Título correspondiente.

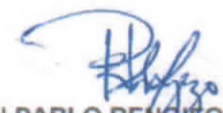
Tingo María, 23 de Abril del 2019


Dr. LUCIO MANRIQUE DE LARA SUAREZ
PRESIDENTE


Ing. Mg. ROBERTO OBREGÓN PEÑA
VOCAL


Ing. MSc. SANDRO J. RUIZ CASTRE
Vocal




Ing. JUAN PABLO RENCIFO TRIGOZO
ASESOR

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN CONSERVACIÓN DE
SUELOS Y AGUA



CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS POR SU CAPACIDAD DE USO MAYOR
EN LA CUENCA HUASCAYACU - PROVINCIA MOYOBAMBA – SAN
MARTIN

Autor : **ELMÍN SAMUEL SALAZAR RAMIREZ**
Asesor : **Ing. M.Sc. JUAN P. RENGIFO TRIGOZO**
Programa de Investigación : **Gestión de Cuencas Hidrográficas**
Línea (s) de Investigación : **Zonificación Ecología y Económica**
Eje temático de Investigación : **Sistemas de Clasificación de Suelos**
Lugar de Ejecución : **Provincia de Moyobamba – departamento**
San Martín
Duración : **Fecha de Inicio** : **25/01/2018**
Termino : **16/11/2020**
Financiamiento :
FEDU : **No**
Propio : **Si**
Otros : **No**

DEDICATORIA

A Dios por haberme permitido llegar hasta este punto y darme la salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad, ser mi guía en momentos adversos, y por dotarme del mejor regalo: MI FAMILIA

A mis adorados padres:

Segundo Juan Salazar y Lila Ramírez por brindarme su apoyo incondicional y por creer en mí siempre.

A mis queridos hermanos: Luz Elena, Nilson, Everlin y Rony Salazar Ramírez; por su apoyo incondicional y ayudarme a tomar decisiones en la vida que son ejemplo de perseverancia, ánimo, fe y apoyo económico.

AGRADECIMIENTOS

Durante mi formación profesional, personal y elaboración de la presente investigación, diversas personas colaboraron directa e indirectamente, a quienes deseo expresar mi más profundo reconocimiento:

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS) por ser el alma mater que me brindó la oportunidad para formarme como profesional.

A los docentes de la Facultad de Recursos Naturales Renovables que se esforzaron por entregarme sus conocimientos y experiencias y que marcaron en cada etapa de mi formación profesional.

A los miembros de jurado Ing. MSc. Lucio Manrique de Lara Suarez presidente, Ing. Mg. Roberto Obregón Peña, Ing. MSc. Sandro Jr. Ruiz Castre miembros de jurados de la presente investigación.

Al Ing. M.Sc. Juan Pablo Rengifo Trigozo e Ing. Jaime Hipólito Vásquez; asesores, sobre todo mis grandes amigos por su invaluable e incondicional apoyo que permitió que el trabajo llegase al objetivo alcanzado.

A mis queridos amigos Nelson, Rubén, Leydi, Verónica, Johnny, Duany, Saddam y Diter; por apoyarnos mutuamente en nuestra formación profesional y en los momentos más difíciles.

A mi familia quienes por ellos soy lo que soy y a las personas que de alguna forma influyeron en mi formación profesional y en la realización de este trabajo de investigación y que no alcanzo a recordar; espero me disculpen.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivo general	2
1.2. Objetivos específicos.....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Cuenca hidrográfica	3
2.2. Tierra.....	3
2.3. Suelo	3
2.4. El suelo como un recurso natural	4
2.5. Capacidad y aptitud de la tierra	4
2.6. Estudio de suelo	5
2.6.1. Partes del estudio.....	5
2.6.2. Mapa de suelo.....	5
2.6.3. Unidades de mapeo	5
2.6.4. Levantamiento de suelos	6
2.6.5. Modelo de mapa.....	6
2.6.6. Modelo digital del terreno (MDT)	¡Error! Marcador no definido.
2.7. Muestreo de suelos	6
2.7.1. Tipos de muestreo.....	7

2.7.2. Formas de muestreo	7
2.8. Fisiografía.....	8
2.9. Clasificación natural de los suelos.....	8
2.10. Categorías de Capacidad de Uso Mayor de la tierra.....	9
2.11. El SIG en la clasificación de tierras según su Capacidad de Uso Mayor	10
2.12. Clasificación de los parámetros edáficos	10
2.12.1. Topografía o relieve.....	10
2.12.2. Profundidad efectiva del suelo	10
2.12.3. Fragmentos rocosos.....	11
2.12.4. Pedregosidad superficial	11
2.12.5. Drenaje.....	11
2.12.6. Erosión hídrica.....	11
2.12.7. Fertilidad del suelo	11
2.13. Antecedentes sobre caracterización de suelos	12
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	39
3.1. Lugar de ejecución	39
3.1.1. Características de la zona.....	40
3.2. Materiales y equipos.....	42
3.2.1. Material cartográfico.....	42

3.2.2. Materiales de campo	42
3.2.3. Materiales de laboratorio.....	42
3.2.4. Materiales y software de gabinete.....	42
3.2.5. Equipos	43
3.3. Metodología.....	43
3.3.1. Determinar las unidades fisiográficas como mapa base para el muestreo de suelos de la cuenca.....	43
3.3.2. Cuantificar las áreas de los mapas temáticos para la integración de la clasificación de tierras por su Capacidad de Uso Mayor de la cuenca.....	48
3.3.3. Realizar la clasificación de tierras según su Capacidad de Uso Mayor de la cuenca	56
IV. RESULTADOS.....	59
4.1. Determinar las unidades fisiográficas como mapa base para el muestreo de suelos cuenca.....	59
4.2. Cuantificar las áreas de los mapas temáticos para la integración de la clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor cuenca	61
4.2.1. Mapa base de la cuenca	61
4.2.2. Mapa de microrrelieve de la cuenca.....	61
4.2.3. Mapa de pendiente de la cuenca	63
4.3. Clasificación de tierras según su Capacidad de Uso Mayor.....	67

V. DISCUSIÓN.....	70
5.1. De las unidades fisiográficas como mapa base para el muestreo de suelos de la cuenca.....	70
5.2. De la cuantificación de las áreas de los mapas temáticos para la clasificación de tierras por su Capacidad de Uso Mayor de la cuenca.....	71
5.2.1. Mapa base	71
5.2.2. Mapa de microrrelieve.....	71
5.2.3. Mapa de pendiente.....	72
5.2.4. Mapa de erosión.....	72
5.3. De la clasificación de tierras por su Capacidad de Uso Mayor de la cuenca.....	73
VI. CONCLUSIONES.....	75
VII. RECOMENDACIONES.....	76
VIII. ABSTRACT.....	77
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	78
ANEXO.....	84

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Unidades fisiográficas de la cuenca	40
2. Vías de acceso a la cuenca	41
3. Número de calicatas según unidades fisiográficas de la cuenca	46
4. Indicadores de suelos y métodos de determinación	47
5. Precipitación mensual acumulado del año 2015.....	53
6. Factor k por calicata	54
7. Unidad del factor LS por pendiente	54
8. Valores de C reportados por Roose (1977) en África Occidental	55
9. Unidades fisiográficas de la cuenca	60
10. Clase de microrrelieve de la cuenca	62
11. Descripción de la pendiente de la cuenca.....	63
12. Niveles de erosión de la cuenca	65
13. Zonas de vida de la cuenca	66
14. Superficie y porcentaje de tierras según su Capacidad de Uso Mayor de la cuenca	68
15. Profundidad efectiva (cm)	85
16. Textura del suelo por calicata	85
17. Pedregosidad superficial.....	86

18. Drenaje del suelo	86
19. Reacción del suelo de la calicata (pH)	87
20. Pendiente Larga (e)	88
21. Pendiente corta (e).....	88
22. Microrrelieve (e)	88
23. Profundidad efectiva (s)	89
24. Textura (s).....	89
25. Pedregosidad (s).....	89
26. Drenaje (w)	90
27. Erosión (e)	90
28. Salinidad (l).....	90
29. Inundación (i)	91
30. Fertilidad natural (s)	91
31. Fragmento rocoso (Gravosidad o guijarrosidad) (s).....	91
32. Rangos de pendiente cortas y largas (%)	92
33. Clases de microrrelieve.....	92
34. Rangos de profundidad efectiva del suelo	92
35. Clases de fragmentos rocosos.....	93
36. Clases de pedregosidad superficial	93
37. Clases de drenaje	94

38. Clases de erosión hídrica.....	95
39. Clases de inundación.....	95
40. Clases de salinidad y/o sodicidad	96
41. Clases de fertilidad natural.....	96

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Mapa de ubicación de la cuenca.....	39
2. Diagrama metodológico para la reclasificación del mapa base	48
3. Diagrama metodológico para la reclasificación del mapa de microrrelieve	49
4. Diagrama metodológico para elaborar el mapa de pendiente.....	50
5. Diagrama metodológico para elaborar el mapa de fisiográfico	51
6. Diagrama metodológico para elaborar el mapa de erosión.....	52
7. Simbología para la nomenclatura de la CUM según Decreto Supremo N° 017 – 2009 – AG.....	56
8. Unidad fisiográfica de la cuenca	60
9. Niveles de microrrelieve de la cuenca.....	62
10. Niveles de pendiente de la cuenca	64
11. Niveles de erosión de la cuenca	65
12. Zonas de vida de la cuenca	67
13. Capacidad de uso mayor de la cuenca	69
14. CC. NN. Shimpiyacu	97
15. Caserío la Libertad del Huascayacu	97
16. Unión del río Huascayacu con el río Mayo.....	98

17. Caserío el Manantial	98
18. Puerto Huascayacu caserío Pueblo Libre	99
19. Producción de café cuenca Huascayacu	99

RESUMEN

La cuenca Huascayacu se localiza en el distrito de Moyobamba (región San Martín), la presente investigación se ejecutó a través del sistema de información geográfica tuvo como objetivo la clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor (CUM). Para ello, se recepcionó datos de gabinete y campo con la finalidad de elaborar mapas temáticos. Parte de las actividades de campo, consistió en la apertura de calicatas en diversos tipos de unidades fisiográficas de la cuenca y la descripción de estos a través del perfil edafogéico. Como actividades de laboratorio se realizó el análisis químico de suelos y su posterior interpretación respecto a la calidad de los mismos.

Los resultados mostraron un área aproximada de 89,271.52 ha, con una fisiografía de Gran paisaje; planicie, colinoso y montañoso, paisajes; aluvial, denudacional y residual, sub paisajes; terrazas baja, media y alta, lomada, colinas baja y alta y montañas baja y alta, elementos de paisajes; no inundable e inundable, terrazas alta y media, lomada, colinas alta y baja, montañas baja y alta, distribuidos en los mapas: fisiográfico, microrrelieve, pendientes, erosión y ecológico, la cuenca en estudio respecto a su CUM presenta tierras idóneas para cultivos en limpio; para cultivos permanentes; para pastos; para producción forestal y tierras de protección, todas estas muestran una calidad agrológica media con ciertas limitaciones por suelo, inundación y erosión.

I. INTRODUCCIÓN

El suelo a lo largo del tiempo sufrió cambios en su uso ya sea por acciones antrópicas o por acciones naturales en pequeñas y extensas áreas, que en la actualidad instituciones a través de proyectos vienen realizando la reposición de la cubierta vegetal a través de la reforestación con especies que se acorde a la zona.

En la provincia de Moyobamba específicamente la cuenca “Huascayacu” el suelo está siendo utilizado irracionalmente sin tener cuidado la disminución de fertilidad y propiedades físicas, químicas y biológicas. La CUM nos permite identificar la variabilidad de los suelos que nos servirá para ordenar de manera adecuada y de esta manera determinar si los cultivos agrícolas están establecidos de acuerdo a la clasificación y si estos están establecidos en tierras aptas según su clasificación, para así proponer a los agricultores realicen un manejo adecuado de sus cultivos e instalar siendo los factores que interviene constantemente o indirectamente intervienen para crecimiento de los cultivos.

En el ámbito de nuestra cuenca “Huascayacu” actualmente existe una baja producción de sus cultivos de pan de azúcar debido al aprovechamiento irracional de la población a través de una agricultura migratoria, ya que esto trae como

consecuencia que el suelo pierda sus nutrientes y con ello una baja fertilidad, en base a lo mencionado se genera la siguiente interrogante ¿Cartográficamente se identificarán que áreas están siendo utilizadas correctamente de acuerdo a su Capacidad de Uso Mayor en la cuenca Huascayacu?.

En base a lo mencionado se planteó la hipótesis: Cartográficamente se identifican áreas utilizadas correctamente según su Capacidad de Uso Mayor en la cuenca Huascayacu. Por lo antes mencionando, se planteo los siguientes objetivos:

1.1. Objetivo general

Ejecutar la clasificación de tierras por su Capacidad de Uso Mayor de la cuenca Huascayacu provincia de Moyobamba.

1.2. Objetivos específicos

- Determinar las unidades fisiográficas como mapa base para el muestreo de suelos de la cuenca.
- Cuantificar las áreas de los mapas temáticos para la integración de la clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor de la cuenca.
- Realizar la clasificación de tierras según su capacidad de uso mayor de la cuenca.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Cuenca hidrográfica

Se entiende por cuenca al componente fisiográfico que está constituido por una serie de sistemas de cursos de agua determinados por el relieve. Las demarcaciones que definen una cuenca “parte aguas” se definen naturalmente y conciernen a aquellas partes más altas del área que encierra el cauce de un río (FAUSTINO, 2006).

2.2. Tierra

Es aquella superficie que cuenta con razonablemente estables o reduciblemente cíclicos (atmósfera, suelo, geología, hidrología, flora, fauna y las actividades humanas presente y pasada; ejerciendo sus atributos en una influencia significativa en su uso (FAO, 1982).

2.3. Suelo

Son aquellos cuerpos naturales situados en algun punto topográfica de nuestro planeta. Agrologicamente, sirve como soperte y aporte de nutrientes para las plantas, ademas proporciona una serie de sustancias indispensables para el crecimiento de los cultivos (ESTRADA, 1976).

2.4. El suelo como un recurso natural

Es el resultado de las interacciones entre organismos vivos, el clima, el material parental, el relieve y el tiempo, es por ello, que se le atribuye el concepto de cuerpo tridimensional (CUMAT, 1985). Asimismo, es un recurso natural que ocupa un lugar de manera organizada y dinámica, que contribuye en su desarrollo a través de la intemperización y/o descomposición de restos orgánicos conjuntamente con minerales, todo ello bajo el efecto de factores edáficos o de formación del suelo que contienen agua, aire y nutrientes, cuya finalidad principal es el sostén de las plantas (GUARACHI, 2001).

2.5. Capacidad y aptitud de la tierra

Se denomina capacidad a las formas de utilizar la tierra en vez de sistemas específicos, llamándose tierras aptas para determinada actividad (GUARACHI, 2001).

Los fundamentos para un uso correcto del suelo son llamados también clasificación y evaluación de suelos. Debido al orden y planificación que debe tener el territorio independientemente del tipo de uso que se le dea, respecto a su vocación agrícola, pecuaria, forestal, entre otros (CORDECO, 1993, citado por BARRERO *et al.*, 2002). Asimismo, Porta, 1994, citado por VARGAS (1999) al respecto menciona que los efectos del clima, considerando características de los suelos, su capacidad productiva, y aquellas limitaciones, peligros de degradar el suelo y el determinado requerimiento de manejo del mismo es llamado clasificación de tierras.

2.6. Estudio de suelo

Está enfocado a la recolección de antecedentes del suelo primando dos objetivos principales: primero el de exponer la distribución de la calidad del suelo de manera espacial, plasmado en mapa; y el segundo de proveer información referente a los suelos en la superficie del mapa temático para la planificación de su uso (CEPEDA, 1991).

2.6.1. Partes del estudio

Por lo regular está constituido por cuatro fases o partes: el mapa temático, la descripción de la calidad los suelos, y finalmente un informe del uso y manejo de los mismos. En síntesis, es el conjunto de información que da a conocer las limitaciones, capacidad, adaptabilidad, rendimientos potenciales del cultivo, sumado a ellos, factores como la erodabilidad y el estado nutricional del suelo (CEPEDA, 1991).

2.6.2. Mapa de suelo

Permite detallar las unidades de muestreo del suelo en relación a sus características físicas y culturales. Entre las clases de mapas temáticos de suelos se tienen mapas detallados, semidetallados y de reconocimiento.

2.6.3. Unidades de mapeo

Viene a ser superficies propias, identificadas en aquellos mapas temáticos de suelos, su información que proporcione, dependerá del detalle de los estudios (CEPEDA, 1991).

2.6.4. Levantamiento de suelos

Viene a ser la identificación, posterior clasificación y el delimitado cartográfico del suelo de un área específico, cuyo fin es la utilización y aprovechamiento económico. Incluyendo la descripción de los suelos por su morfología, ubicación geográfica de los límites plasmados en un mapa temáticos y concluyendo con su respectiva interpretación de las unidades del suelo.

2.6.5. Modelo de mapa

Es aquella representación de la realidad actual de una superficie respecto a algunas de sus propiedades, donde muestra la realidad del terreno a través de un modelo sistemático cuyo fin es de mostrar algunas características del objeto, siendo representado por otro de menor complejidad (Joly, 1988; citado por FELICÍSIMO, 1994).

2.7. Muestreo de suelos

Es aquella actividad que se realiza en campo, que requiere de consideraciones precisas al realizar el muestreo del suelo, con el fin de tener éxito en el análisis de sus características. Es preciso indicar que, en caso de realizar un mal muestreo, de nada servirán las técnicas o metodologías empleadas en el laboratorio, debido a que en el momento de realizar el muestreo se debe considerar efectos de la profundidad del suelo y el área de la superficie a muestrear. Asimismo, se debe tener en cuenta el propósito por lo

que se realizar el muestreo. Por tanto, es imprescindible tener cuidado cuando se manipula las muestras (FORSYTHE, 1975).

2.7.1. Tipos de muestreo

- **Muestreo del perfil del suelo:** para realizar el muestreo del perfil del suelo, se procederá a tomar la muestra por cada horizonte hasta la sección de control, dichas muestras servirán para estudios de fertilidad potencial del suelo y su clasificación taxonómica.
- **Muestreo superficial del suelo:** consiste en tomar las muestras de la capa arable, a una profundidad de 20 a 30 cm, y se realiza con la finalidad de diagnosticar la calidad actual del suelo, para realizar un programa de abonamiento.

2.7.2. Formas de muestreo

Al realizar el muestreo de suelos es preciso incluir los rangos de variación con la finalidad de homogenizar el suelo, obteniendo un resultado promedio muy significativo. Para ello se debe observar horizontalmente (superficie) y verticalmente (profundidad) si el muestreo es para un análisis de caracterización, si es para un muestreo de suelos para fertilidad se debe tener en cuenta que la muestra debe ser una muestra compuesta, conformada por veinte o treinta muestras tomadas de diferentes puntos del área delimitada, previamente se debe hacer una inspeccion de la superficie del terreno, al iniciar el muestreo debe limpiarse la superficie del terreno para evitar posibles contaminaciones (QUEZADA, 2002).

2.8. Fisiografía

Es llamado también paisajes, clasificándose en relación al origen, edad, morfología, morfometría, factores climáticos, hidrológicos, etc. Todos estos son considerados como factores que muestran un efecto directo sobre la pedogénesis del suelo. Los mismos que se clasifican de la siguiente manera:

- **Gran paisaje:** es aquella definida por tipo de relieve o forma de la superficie terrestre, presentándose planicies, colinas y montañas.
- **Paisaje:** se encuentra definido por la litología y principio de la forma de la tierra.
- **Sub paisaje:** llamamos a aquellas sub categorías del paisaje originados por factores de erodabilidad y deposicionales.
- **Elemento de paisaje:** inmerso a los elementos de elementos del paisaje tenemos factores como la pendiente, disección, erodabilidad, inundabilidad, entre otros (GARCIA, 1987).

2.9. Clasificación natural de los suelos

2.9.1. Por su origen

- **Suelos aluviales recientes.** Procedentes de almacenes fluviónicos. Muestran un perfil edafogénico estratificado con reacción del suelo o pH ligeramente ácido a alcalino, cuyas texturas van de gruesas a medias.

- **Suelos aluviales subrecientes.** Procedentes de superficies aluviales no inundables. Con reacción del suelo o pH ligeramente alcalina y textura media a fina.
- **Suelos aluviales antiguos.** Procedentes de depósitos cuaternarios antiguos. De textura media a gruesa y reacción ligeramente ácida a moderadamente alcalina.
- **Suelos coluviales – aluviales.** Son formados de depósitos de material acarreado por efecto de escorrentía y gravedad. Muestran texturas finas con pH fuertemente ácido a moderadamente alcalino.
- **Suelos de materiales residuales.** Procedentes litológicos sedimentarios (lutitas, areniscas, arcillas calcáreas y ácidas) (ONERN, 1983).

2.10. Categorías de Capacidad de Uso Mayor de la tierra

En la presente investigación se tomó como base de clasificación al Reglamento de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor aprobado a través del DECRETO SUPREMO N' 017-2009-AG (Ver Anexo 4).

- Grupo
- Clase
- Subclase

2.11.El SIG en la clasificación de tierras según su Capacidad de Uso Mayor

VALENZUELA (1989) refiere que son sistemas computarizados que alberga la entrada, almacenamiento, representación y salida de datos de acuerdo a determinaciones y requerimientos concretos, también se lo considera como una composición de software y hardware capacitado de manejar formas que dominen propiedades.

2.12. Clasificación de los parámetros edáficos

2.12.1. Relieve

2.12.1.1. Pendiente

– laderas cortas o pendientes cortas

Llamamos laderas o pendientes cortas a aquellas que no sobrepasan los cincuenta metros, teniendo como punto de inicio el correr de la gota de lluvia hasta el extremo de menor nivel.

– Pendientes largas (laderas largas)

Son aquellas que sobrepasan los 50 m, teniendo como punto de inicio el correr gota de lluvia hasta el extremo de menor nivel.

2.12.2. Profundidad efectiva del suelo

Se refiere al espesor del estrato del suelo, lugar en que las raíces se desarrollan fácilmente. Su límite es mínimo son bloques muy densas de

arcillas, consolidado de materiales por efecto químico, fragmentarios (grava, piedra o rocas) o nivel freático..

2.12.3. Fragmentos rocosos

Son aquellas presencias de gravas, guijarros y piedras con diámetros de 2 mm a 60 cm distribuidos en el perfil estratigráfico.

2.12.4. Pedregosidad superficial

Es la proporción relativa de piedras cuyo diámetro es superior a 25 cm. Encontrados en la superficie del suelo.

2.12.5. Drenaje

Es el grado de rapidez del agua movida de la superficie del suelo, directamente relacionado por efecto de escurrimiento y movimiento del agua atravesando el espacio subterráneo.

2.12.6. Erosión hídrica

Consiste en el desmoronamiento, transporte y disposición del suelo por el escurrimiento superficial.

2.12.7. Calidad del suelo o fertilidad

Describe la relación de la materia orgánica, fosforo, potasio (macronutrientes) de los primeros 30 cm de profundidad del suelo. Su clasificación fluctúa de rangos con valores altos, medio o bajo.

2.13. Antecedentes sobre caracterización de suelos

IIAP (2010) en un estudio semidetallado de clasificación práctica de suelos de acuerdo a su aptitud de uso en el sector comprendido entre el río Tamshiyacu y el sector Indiana. Determino que, el 18.50% de tierras son aptas para cultivo en limpio (12969.11 ha), el 24.90% son tierras aptas para cultivo permanente (1,7442.56 ha), el 3.83% son aptas para pastos con (2,619.92 ha), el 2.13% son de aptitud forestal (1,492.07 ha), el 19.77% de protección (13,851.11 ha).

OTÁROLA (2011) en su estudio de suelos en la microcuenca Picuroyacu, provincia Leoncio Prado (Huánuco), determinó que el 2.33% son tierras aptas para cultivo limpio (52.28 ha); el 6.92% para cultivo permanente (155.11 ha); el 16.47% para pastos (369.36 ha); el 42.34% aptas producción forestal (949.54 ha) y 563.43 (25.12%) de protección (X). Por otra parte, respecto al uso actual de tierras, se determinó que el 27.82% son tierras de uso correcto (623.91 ha); 24.61% son subutilizadas (551.87 ha); 36.66% son sobre utilizadas (822.19 ha) y 244.59 ha (10.91%) pertenecen a caseríos.

RIVERA (2013) con la finalidad de comparar la capacidad de uso con el uso actual de tierras en la microcuenca Río Azul (Hermilio Valdizán), determino que: 3,735.09 ha son tierras aptas para cultivos permanentes, 1,466.13 ha de protección y 758.05 ha para producción forestal. Por otra parte, referente al uso actual de suelos, se evidencio 2,214.05 ha de tierras con cultivos permanentes, 1,826.46 ha con bosque secundario y 1,631.87 ha con

bosque primario. De la evaluación, respecto al conflicto de uso se determinó que 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.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

El estudio se realizó en la cuenca del río Huascayacu con una superficie de 89,271.68 ha, comprendida entre las altitudes que varían entre los 700 y 2000 msnm, ubicado en el distrito y provincia de Moyobamba, departamento San Martín. Geográficamente la cuenca se encuentra en la Región selva cuya desembocadura es en el río Mayo, pertenece a la provincia de Moyobamba, a la margen izquierda del río Mayo, afluente del Huallaga; tomando como punto de referencia las coordenadas UTM del Sistema WGS84 siguientes: 268726 E y 9343903 N; 812; 812 metros sobre el nivel del mar.

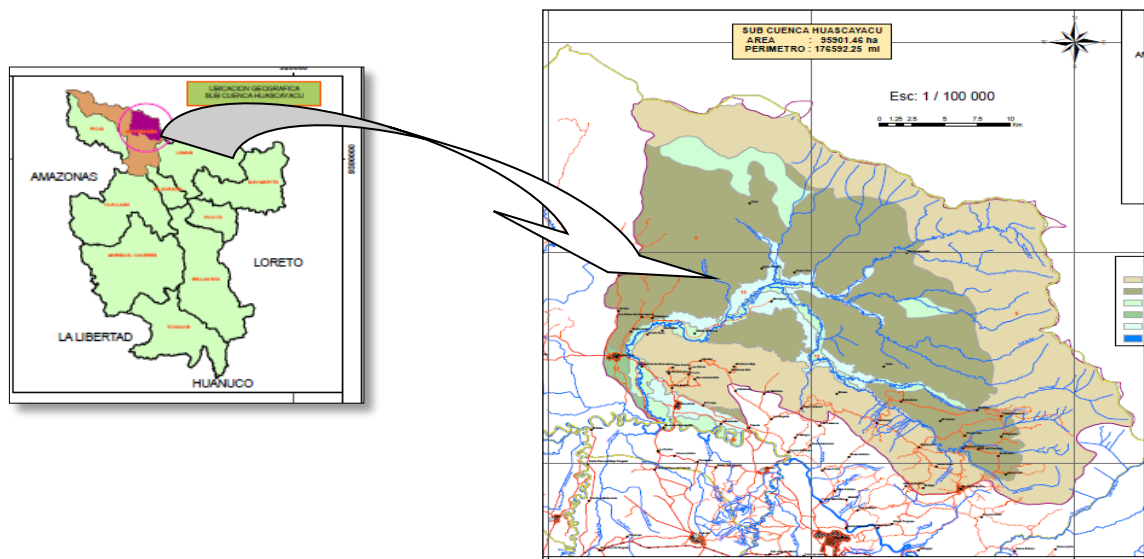


Figura 1. Mapa de ubicación

3.1.1. Características de la zona

Exhibe un clima múltiple húmedo a cálido en las planicies y lomadas en la parte media de la cuenca, inclusive muy húmedo y templado frío en las montañas; presenta temperaturas promedio anuales de 25 ° C y la precipitación media anual es de 3500 mm, con 80% de humedad relativa. La zona de vida según sus características bioclimáticas de HOLDRIDGE (1986), pertenece a un tipo de bosque muy húmedo – Pre Montano Tropical (bmh-PMT), existiendo vegetación exuberante en sus inicios. De manera general la cuenca Huascayacu presenta un gran paisaje, paisaje, sub paisaje, elementos de paisaje con su respectiva simbología (Cuadro 1).

Cuadro 1. Unidades fisiográficas de la cuenca

Gran Paisaje	Paisaje	Sub Paisaje	Elemento de Paisaje	Símb.
		Playón		(PI)
		Terraza baja	Inundable	(Tb1)
Planicie	Aluvial	Terraza media	Plana	(Tm1)
			Ondulada	(Tm2)
		Terraza alta	Plana	(Ta1)
			Ondulada	(Ta2)
Colinoso	Denudacional	Colina baja	Moderadamente disectada	(CbD2)
		Colina alta	Ligeramente disectada	(CaD1)
			Moderadamente disectada	(CaD2)
Montañoso	Denudacional	Baja	Sedimentaria	(MDbs)
		Alta	Sedimentaria	(MDas)

Los suelos de la cuenca Huascayacu varían de franco a franco arcillo arenoso y arcilloso con reacciones fuertemente acidas a neutras, contenidos altos a medios en materia orgánica y nitrógeno, y de bajos a medios contenidos en fosforo y potasio, asimismo posee una baja capacidad de cambio, el cual hace que sus contenidos de calcio y magnesio sean relativamente bajos.

La accesibilidad a la cuenca Huascayacu, es vía terrestre, cada centro poblado está unido mediante una red de vías en gran parte mediante carretera afirmadas, trochas carrozables y caminos de herradura. El río Huascayacu también es una vía importante de acceso y transporte de cargas, especialmente de los centros poblados de Sinchi Roca, Shimpiyacu, San Rafael, Nuevo Progreso, Morroyacu, Selva Paraíso Nueva Vida, Kusu y Nueva Jerusalén (TENTES - 2014).

Cuadro 2. Vías de acceso a la cuenca

Vías de acceso	
Carretera afirmada	Trochas carrozables
Del río Mayo - Al Inka y Nuevo Huancabamba	Nuevo Huancabamba - Selva Paraíso
	Nuevo Huancabamba - Nueva Vida
Del río Mayo - A Nueva York	Pueblo Libre - San Rafael
Buenos Aires - al c. p El Loro	Los Ángeles – Morroyacu
	Boca de Huascayacu - Pueblo Libre

Fuente: Autoridades de la Microcuenca, Pedro CALVAY. 2014.

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Material cartográfico

Fotografía área, Software ArcMap 10.1, Carta Nacional (IGN) a una escala de 1/100 000, se usó solo el empalme 19 k para la delimitación de la cuenca en estudio, Cartografía del departamento de San Martín, del IGN. Mapa Físico – Político distrital del INEI y el Mapa ecológico del Perú de la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN) a escala 1:1' 000 000, reimpresso por el Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA).

3.2.2. Materiales de campo

Altimetro barométrico de precisión, distanciómetro PCE-LRF con 500 m de alcance, eclímetro óptico de mano, wincha de 8 m, tabla munsell, lupa con aumento de 20 X, brújula BRUNTON, binocular NIKON, etiquetas de descripción de calicatas, cuaderno de campo, tornillo muestreador, cámara fotográfica digital OLYMPUS, cuchilla de monte, 12 cientos de bolsas de polipropileno de 10 x 15 plg, marcador permanente N° 421 y N° 23.

3.2.3. Materiales de laboratorio

Peachímetro, cloruro de potasio, sal de morh, entre otros.

3.2.4. Materiales y software de gabinete

Lápiz, lapiceros, papel bond A4 y A3, Google Earth y office, Softwares ArcGis.

3.2.5. Equipos

COREL I7, Brújula Brunton, cámara digital OLYMPUS, GPS Garmin Xtrex, y pluviómetros (HELLMAN).

3.3. Metodología

Los procesos comprendieron actividades de recopilación de antecedentes, análisis de datos, muestreos de suelos en campo y análisis químico de suelos en el laboratorio. El procesamiento y generación de información de la investigación, fue ejecutado de acuerdo al reglamento de Clasificación de Tierras por Capacidad de Uso Mayor.

El estudio de suelos se efectuó mediante la clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor del Ministerio de Agricultura (D.S N°017 – 2009 – AG), mediante el cual se determinó la aptitud natural de las tierras a nivel de Grupo, Clases y Subclases de capacidad de uso mayor. Las diferentes actividades en la ejecución de la investigación se realizaron:

3.3.1. Determinar las unidades fisiográficas como mapa base para el muestreo de suelos de la cuenca

- Recopilación de la información de gabinete

Se recopiló toda la información de cartografía base acorde a la investigación, a escala 1: 25,000 o mayor, así como la recopilación de pesquisa cartográfica de estudios o mapas temáticos de la zona de estudio. Se elaboró

la cartografía base (mapa base) a escala 1: 25,000 sobre los resultados del modelo de elevación digital (DEM) de la superficie de terreno y ortoimagen a escala controlada; así como el procesamiento, georreferenciación digitalización de las imágenes de satélite, con uso del mapa de cartografía base. Se realizó la actualización de la red hidrográfica del mapa base, con uso de las imágenes de satélite Rapid Eye del 2013 procesadas y georreferenciadas a escala de trabajo.

Se elaboró el mapa fisiográfico preliminar de la cuenca, identificando las unidades fisiográficas a nivel de: Paisaje, Sub paisajes y elementos, con sus etapas por pendiente. Las fisiografías identificadas y delimitadas por elementos de paisaje, fueron cartografiadas en nueve (09) rangos de pendiente: A= 0 – 3%, B= 3 – 12%, C= 12 – 18%, D= 18 – 24%, E= 24 – 30%, F= 30 – 60%, G= 60 – 70%, H= 70 – 100% y I= >100%; identificadas en el mapa, mediante una leyenda fisiográfica de cinco campos: Gran paisaje, paisaje, sub paisaje, elemento de paisaje y símbolo de la unidad fisiográfica. El plano fisiográfico preliminar fue exportado a escala 1: 25,000.

Se realizó un plan de trabajo de campo, sobre la base de la información del mapa fisiográfico, para analizar la accesibilidad de las vías de acceso, variabilidad o heterogeneidad fisiográfica; que nos permitió seleccionar las zonas de muestreo. El plan de trabajo fue reajustado ligeramente en algunos sectores por la intransibilidad y/o dificultad de las vías de acceso.

- Identificación del lugar

In situ se efectuó el reconocimiento del área de estudio o de la cuenca con sus respectivos centros poblados, previa coordinación con las autoridades del lugar. Así como la ratificación de las particularidades morfométrica, fisiográficas a través de los mapas temáticos.

- Estimación del número de muestras

Para la estimación del número de muestras se tomó en consideración el mapa base de la cuenca Huascayacu, identificándose áreas por unidad fisiográfica. Posteriormente se procedió a calcular el número de muestras por unidad fisiográfica, siendo 13 muestras para el presente estudio.

- Muestreo de suelos

Se ejecutó a través de una calicata con medidas cuyas medidas fueron 1.50 m x 0.8 m x 1.20 m. Para el presente estudio se ejecutó calicatas por cada unidad fisiográfica con su respectiva interpretación del perfil del suelo, se recogieron muestras por cada horizonte, extrayendo de ella aproximadamente 1 kg, fue embolsado y etiquetado por cada horizonte, anotando las características externas respecto a la fisiografía del terreno, acompañado de sus respectivas fotografías, posteriormente fueron secados en un ambiente ventilado a temperatura ambiente.

Se realizaron veinte (20) calicatas por unidad fisiografica (Cuadro 3). Consecuentemente se registró la lectura de los perfiles tomando en consideración la guía del Reglamento de Clasificación de Tierras (D.S.N° 017 –

2009 – AG), anotándose características como: material madre, vegetación o cultivo, color del suelo, número de horizonte, etc. Finalmente se tomaron un total 60 muestras de suelos para ser llevados al laboratorio de suelos del Proyecto Especial Alto Mayo – Gobierno Regional San Martín. Gobierno Regional San Martín.

Cuadro 3. Número de calicatas según unidades fisiográficas de la cuenca

Gran Paisaje	Paisaje	Sub Paisaje	Elemento de Paisaje	Símbolo	N°
		Playón		(PI)	
Planicie	Aluvial	Terraza baja	Inundable	(Tb1)	2
		Terraza media	Plana	(Tm1)	2
			Ondulada	(Tm2)	2
		Terraza alta	Plana	(Ta1)	2
			Ondulada	(Ta2)	2
Colinoso	Denudacional	Colina baja	Moderadamente disectada	(CbD2)	2
			Ligeramente disectada	(CaD1)	2
		Colina alta	Moderadamente disectada	(CaD2)	2
Montañoso	Denudacional	Baja	Sedimentaria	(MDbs)	2
		Alta	Sedimentaria	(MDas)	2
Total					20

- Análisis físico químico del suelo

Los análisis se realizó de acuerdo a las metodologías detalladas en el Cuadro 14, estas se efectuaron en el laboratorio de suelos de la Facultad de Agronomía, se ejecutó la interpretación y los resultados fueron interpolados con la finalidad de representarlos cartográficamente en base a la distribución de nutrientes.

Cuadro 4. Métodos de determinación de indicadores del suelo

Indicadores	Metodología de determinación
Textura del suelo	Método del hidrómetro de Bouyoucos
Materia orgánica	Método de Walkley y Black
Reacción del suelo (pH)	Método del potenciómetro relación suelo agua 1:1
Nitrógeno total	% M.O. x 0.045
Fósforo disponible	Método de Olsen Modificado. Extracto NaHCO_3 0.5 M, pH 8.5
Potasio disponible	Método del Ácido sulfúrico 6N
Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)	Método de Acetato de Amonio 1N. pH: 7.0 (suelos con pH > 5.5).
Calcio (Ca)	Absorción atómica
Magnesio (Mg)	Absorción atómica
Potasio (K)	Absorción atómica
Sodio (Na)	Absorción atómica
(CICe).	Desplazamiento con KCl 1 N (Suelos con pH < 5.5)
Aluminio más Hidrógeno	Método de Yuan
Calcio más magnesio	Método de E.D.T.A (Versenato)

Fuente: VÁZQUEZ (1997)

- Interpretación de los análisis del suelo

Los análisis de suelos fueron interpretados tomando en consideración la metodología propuesta por FASSBENDER (1975) citado por SANCHEZ (1981). Para ejecutar la clasificación de suelos por capacidad de uso mayor (CUM) se elaboraron múltiples mapas temáticos que consecutivamente fueron reclasificados (Mapa base, microrelieve, pendiente, fisiográfico, erosión y ecológico).

3.3.2. Cuantificar las áreas de los mapas temáticos para la integración de la clasificación de tierras por su Capacidad de Uso Mayor de la cuenca

- Elaboración de mapa base

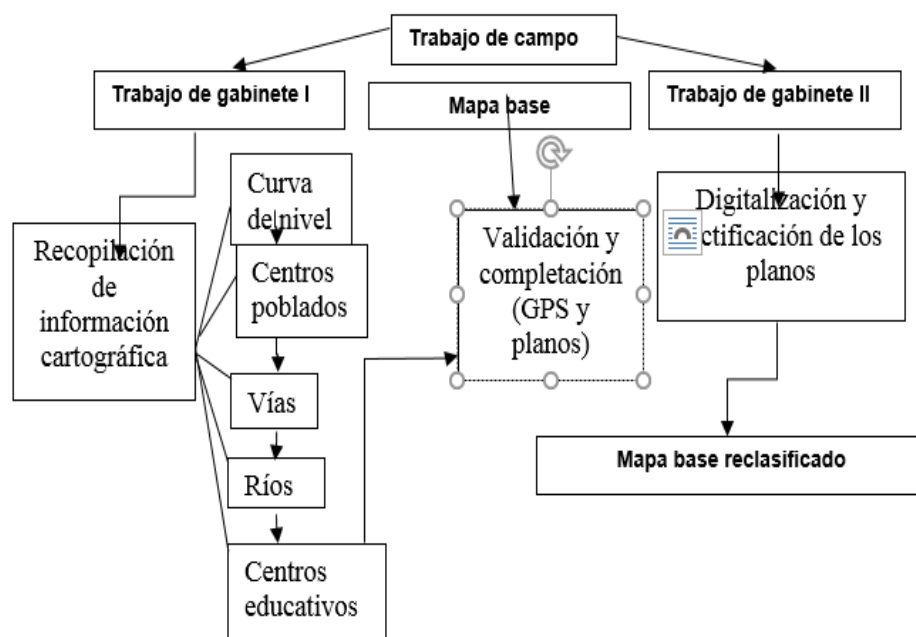


Figura 2. Flujograma para reclasificación del mapa base

Para la obtención del mapa base se recopiló información disponible de la Autoridad Nacional del Agua (ANA), la información utilizada fueron obtenidas de la carta nacional, a través de la página web del IGN, siendo las siguientes: curvas de nivel, ríos, centros educativos (en formato “shapefile”).

- **Determinación de unidades de Microrelieve**

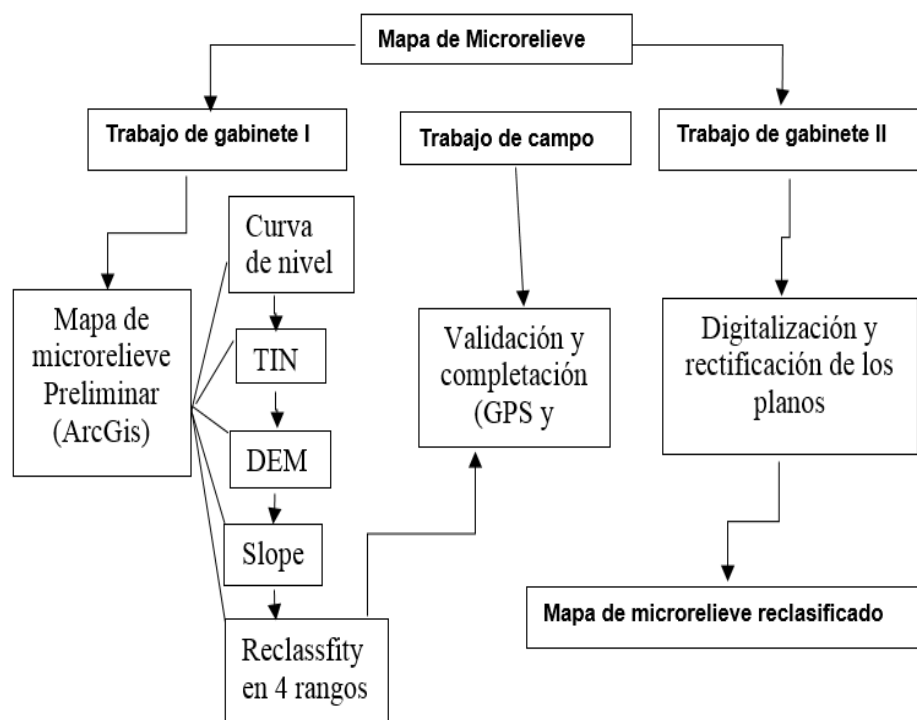


Figura 3. Flujo grama para reclasificación del mapa de microrrelieve

Se utilizó la metodología recomendada por el DS. N° 017-2009-AG; obteniéndose el mapa de micro relieve utilizando un modelo digital de elevación (DEM) generada a partir de las curvas de nivel proyectada en el datum WGS 84 Zona 18 L; con la ayuda del Software ArcGis y el DEM se determinaron las unidades de microrelieve existentes de la cuenca

Huascayacu, para posteriormente validarlo en campo y luego digitalizarlo en gabinete, logrando como resultado final el mapa de microrelieve reclasificado.

- Elaboración de mapa de pendiente

Para la elaboración del mapa de pendientes se utilizó la carta nacional (curvas a nivel), apoyado en el Software ArcGis específicamente con la herramienta reclassify.

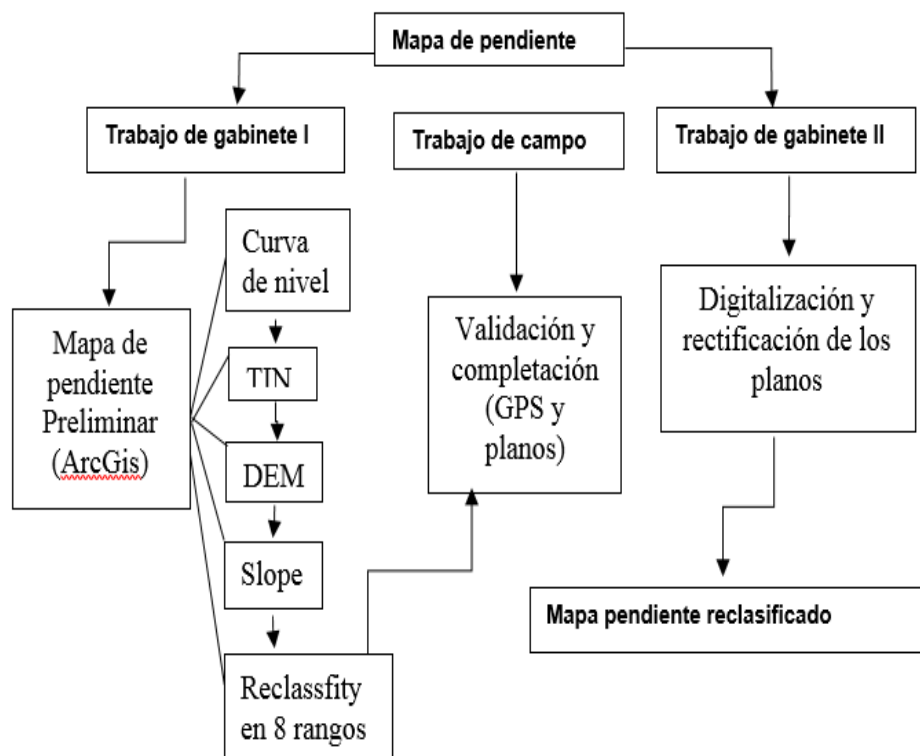


Figura 4. Flujo grama para reclasificación del mapa de microrelieve.

- Elaboración de mapa fisiográfico

Se elaboró de acuerdo a los tipos de relieve, clasificando las formas de los paisajes y la relación con aspectos de la geología, clima e

hidrología, según metodología propuesta por WALSH (2006), para ello se utilizó un DEM de altitud y un DEM de pendiente, apoyado en el Software ArcGis específicamente con la herramienta raster calculator, se calculó las unidades fisiográficas.

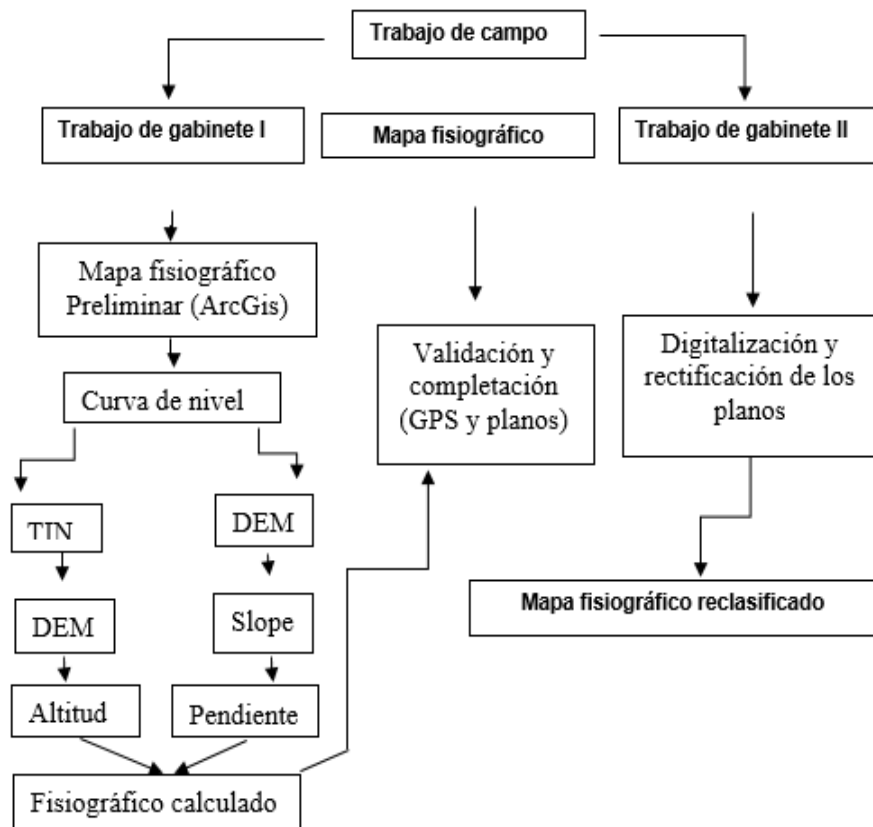


Figura 5. Flujograma metodológico para elaborar el mapa de fisiográfico

- Elaboración de mapa de erosión

Concerniente a esta actividad se realizó la elaboración del mapa de erosión previa metodología sugerida por el modelo de pérdida de suelo cuyas variables fueron diversos factores como: R, K, LS, y C.

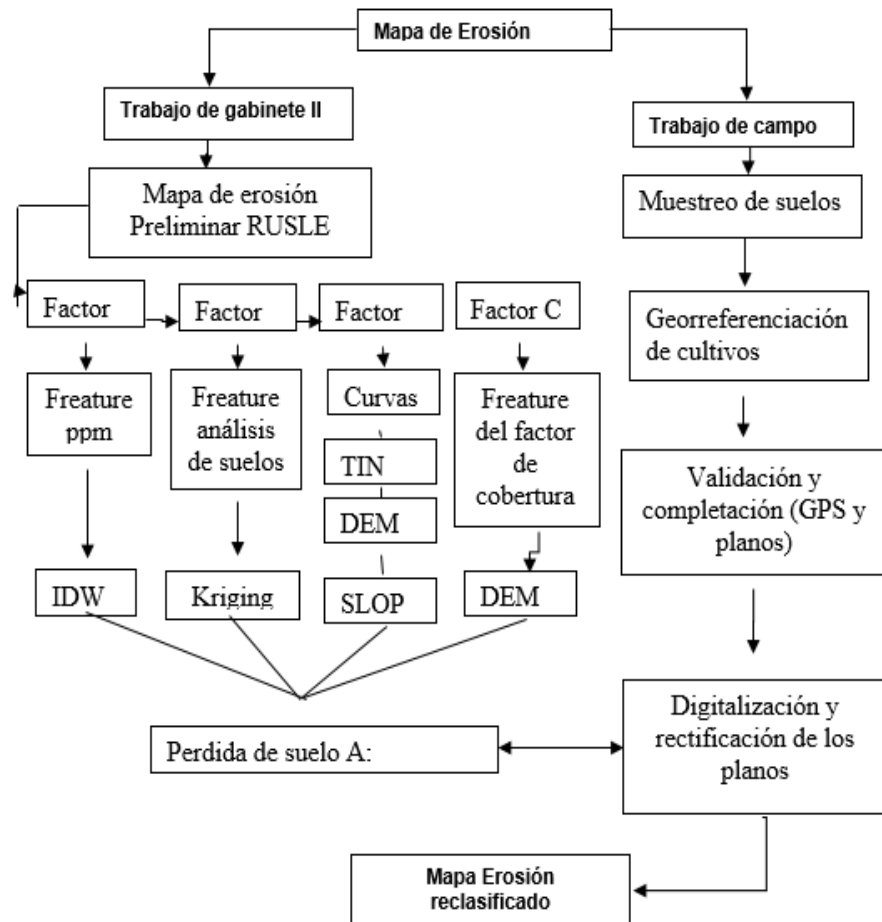


Figura 6. Fugograma metodológico para elaborar el mapa de suelo por erosión

El factor R fue calculado previa tabulación de datos de precipitación acumulada mensual de la estación meteorológica Moyobamba del año 2015.

$$R = \sum_{i=1}^{i=12} p_i^2 / P$$

Donde,

i representa el número del mes

p representa la precipitación mensual en centímetros

P representa precipitación promedio anual en centímetros

Cuadro 5. Valores de precipitación mensual acumulado del año 2015

Mes	i	i ²	p	pi ²	pi ² /P
Enero	1	1	13.70	13.70	0.10
Febrero	2	4	12.10	48.40	0.36
Marzo	3	9	17.30	155.70	1.15
Abril	4	16	13.60	217.60	1.61
Mayo	5	25	8.90	222.50	1.64
Junio	6	36	7.70	277.20	2.05
Julio	7	49	6.20	303.80	2.24
Agosto	8	64	6.80	435.20	3.21
Septiembre	9	81	10.80	874.80	6.46
Octubre	10	100	14.20	1420.00	10.49
Noviembre	11	121	12.60	1524.60	11.26
Diciembre	12	144	11.50	1556.00	12.23
P =			135.40	R =	52.80

El factor K fue calculado en base a parámetros edáficos obtenidos de las calicata en estudio (Estructura, M. O., permeabilidad).

Cálculo del factor K	
■ $K = (2.713 \times 10^{-6}) (12 - Om) M^{1.14} + 0.0325 (s - 2) + 0.025 (p - 3)$	
Textura	: Arcillosa
■ % Ar	: Porcentaje de Arcilla :
■ % Ao	: Porcentaje de Arena :
■ % Lo	: Porcentaje de Limo :
■ Om	: Porcentaje de materia orgánica
■ M	: parámetro de fracciones finas [(% Limo + % arena muy fina) × (100 % - % arcilla)]
■ s	: Índice de estructura
■ p	: Clase de permeabilidad

Cuadro 6. Factor k por calicata

Este	Norte	N° Cal	Arena	Arcilla	Limo	M.O %	S	P	M	K
278322	9346866	1	83.8	5.72	10.48	1.478	2	2	8888.7	0.88
287933	9348235	2	39.68	21.04	39.26	4.07	3	3	6233.1	0.49
289468	9360460	3	45.68	17.04	37.28	4.89	3	4	6882.4	0.51
269666	9347596	4	53.68	9.04	37.28	5.29	2	2	8273.7	0.51
266661	9367341	5	64.68	7.04	27.28	6.31	2	3	8548.6	0.47
272957	9360659	6	39.68	27.04	33.28	4.07	3	2	5323.2	0.39
277881	9352151	7	43.68	29.04	27.28	4.12	3	3	5035.3	0.39
282518	9356503	8	43.68	33.04	23.28	1.63	2	3	4483.6	0.41
278186	9366982	9	47.68	11.04	41.28	2.44	3	2	7913.9	0.73
269464	9356343	10	55.68	9.04	35.28	4.27	2	3	8273.7	0.61
273277	9347043	11	39.68	33.04	27.28	3.66	4	2	4483.6	0.37
282891	9344232	12	45.68	21.04	33.28	2.02	4	2	6234.7	0.61
264103	9352379	16	33.4	39.4	27.2	3.81	3	3	3672.4	0.29

El factor LS fue calculado a través del mapa de pendiente.

Cuadro 7. Clasificación por pendiente.

Grupo de pendiente en %	Factor LS
0 a 3	0.3
3 a 12	1.5
12 a 18	3.4
18 a 24	5.6
24 a 30	8.7
30 a 60	14.6
60 a 70	20.2
70 a 100	25.2
> 100	28.5

El factor C se estableció en relación a particularidades hidrológicas, geomorfológicas, y cobertura vegetal

Cuadro 8. Valores de C reportados por Roose (1977) en África Occidental

Uso de la Tierra	Valor promedio anual de C
Suelo desnudo	1
Bosque denso o cultivos con mucho espesor	0.001
Sabana o pastizales sin pastoreo	0.01
Cultivos de cobertura. Siembra tardía desarrollo lento	-
Primer año	0.3 - 0.9
Segundo año	0.1
Cultivo de cobertura de desarrollo rápido	0.1
Maíz sorgo	0.4 - 0.9
Arroz (cultivo intensivo, segundo ciclo)	0.1 - 0.2
Algodón, tabaco (segundo ciclo)	0.5
Maní, soya	0.4 - 0.8
Yuca (primer año)	0.2 - 0.8
Palma, café, coco con cultivos	-

- Elaboración de mapa ecológico

Para la elaboración se tomó en cuenta la categorización de zonas de vida del mundo y el diagrama bioclimático recomendado por HOLDRIGE (1987).

3.3.3. Clasificación de tierras según la Capacidad de Uso Mayor

- Determinación del grupo de Capacidad de Uso Mayor

Se tomó en consideración la clave 14 del DS N° 017- 2009 – AG en ocupación a la zona de vida correspondiente. Se ejecutó comparaciones de datos del suelo con aquellas exigencias respecto a su uso potencial del mismo, para calificar los valores correspondientes a cada parámetro; si cumple con los valores de todas las columnas, nos indica que grupo pertenece.

- Determinación de la clase de Capacidad de Uso Mayor

Se determinó en función a su calidad agrológica alta, media y baja, con números arábigos (1, 2 y 3) estuvo determinada teniendo en cuenta el tipo y grado de limitaciones de suelo que definen esta categoría.

- Determinación de subclase de Capacidad de Uso Mayor

La determinación de las subclase estuvo determinada por factores como limitaciones edáficas, topográficas o climáticas que determinaron la clase, por suelo, erosión pendiente, inundación, drenaje, clima, etc., Gráficamente, esta simbología será esquematiza de la forma siguiente:

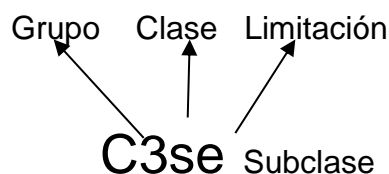


Figura 7. Simbología para la nomenclatura de la CUM (D.S. N° 017–2009–AG)

IV. RESULTADOS

4.1. Determinar las unidades fisiográficas como mapa base para el muestreo de suelos cuenca

El gran paisaje de planicie muestra un relieve llano a ligeramente ondulado, de principio agradacional de material aluvial, fluvial y acción del río Mayo y diversas quebradas que discurren en dirección sur este y noroeste, con materiales transportados continuamente depositados en sus orillas, su ubicación dentro del gran paisaje aluvial y por el tipo de materiales que la conforman. Dentro de este paisaje aluvial se distinguen tres sub paisajes; terraza baja con el elemento de paisaje inundable y no inundable que ocupan una extensión de 24,524.61 ha, equivalente al 27.47% de la superficie evaluada, terraza media y alta con los elementos de paisaje plana y ondulada que ocupan una extensión aproximada para colina baja 15,747.36 ha, equivalente al 17.64%, para terraza alta domina una extensión allegada a 3,179.61 ha, similar al 3.56% de la superficie evaluada de la cuenca.

Gran paisaje colinoso presenta un relieve de lomada a colinoso, de origen coluvio aluvial, con materiales transportados continuamente por acción de la fisiografía del terreno y por el tipo de materiales que la conforman. Dentro de este paisaje denudacional se distinguen tres sub paisajes; lomada con elemento de paisaje lomada que se refiera a la superficie de 11,870.87 ha,

uniforme al 13.30% de la cuenca Huascayacu, colina baja y alta con los elementos de paisaje de ligeramente a moderadamente disectada para colina baja abarca 2,437.67 ha, semejante al 2.73% y para colina alta abarca la superficie similar a 11,769.81 ha, semejante al 13.18% del área evaluada en la cuenca.

Gran paisaje montañoso presenta un relieve de montaña (cerros), con materiales producto de la meteorización del material madre y por el tipo de materiales que la conforman de naturaleza residual por procesos erosionales constantes. Con relación al paisaje residual distinguimos los sub paisajes; montaña baja y alta con el elemento de paisaje del mismo nombre que ocupan una extensión aproximada de 19,741.52 ha, equivalente al 22.12% del área evaluada en la cuenca (Cuadro 19, Figura 8 y Mapa fisiográfico, Anexo 4).

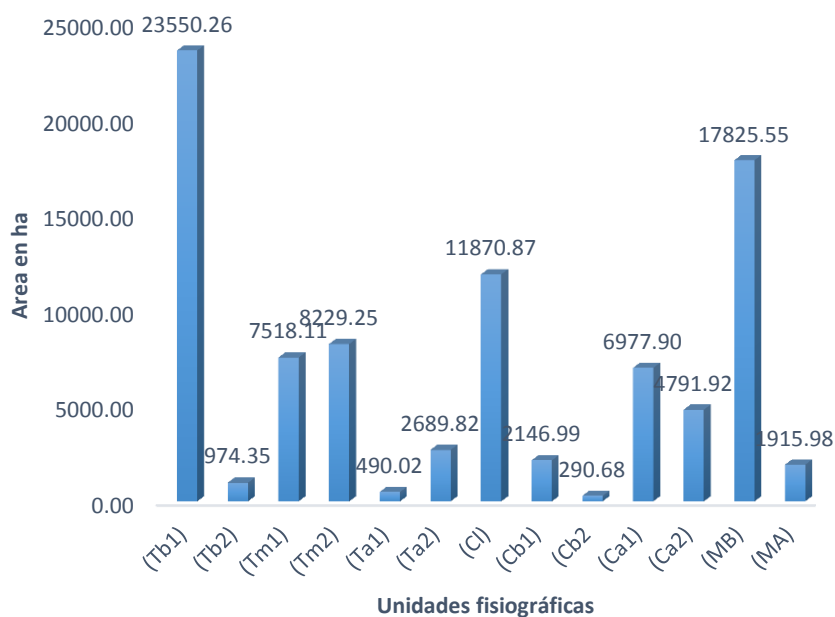


Figura 8. Unidad fisiográfica de la cuenca

Cuadro 9. Unidades fisiográficas de la cuenca

Gran Paisaje	Paisaje	Sub Paisaje	Elemento de Paisaje	Símbolo	Área total (ha)	%	Áreas (ha)	%		
Planicie	Aluvial	Terraza baja	Inundable	(Tb1)	24,524.61	27.47	23,550.26	26.38		
			No inundable	(Tb2)			974.35	1.09		
		Terraza media	Plana	(Tm1)	15,747.36	17.64	7,518.11	8.42		
			Ondulada	(Tm2)			8,229.25	9.22		
		Terraza alta	Plana	(Ta1)	3,179.84	3.56	490.02	0.55		
			Ondulada	(Ta2)			2,689.82	3.01		
		Colinoso	Denudacional	Lomada	Lomada	(Cl)	11,870.87	13.30	11,870.87	13.30
				Colina baja	Ligeramente disectada	(Cb1)	2,437.67	2.73	2,146.99	2.41
Moderadamente disectada	(Cb2)				290.68	0.32				
Colina alta	Ligeramente disectada			(Ca1)	11,769.81	13.18	6,977.90	7.83		
	Moderadamente disectada			(Ca2)			4,791.92	5.36		
Montañoso	Residual			Montaña baja	Montaña baja	(MB)	19,741.52	22.12	17825.55	19.96
		Montaña alta	Montaña alta	(MA)	1915.98	2.15				
Superficie Total					89,271.68	100.00	89,271.68	100.00		

4.2. Cuantificar las áreas de los mapas temáticos para la integración de la clasificación de tierras por su CUM en la cuenca

La elaboración de los mapas temáticos nos permitió integrar los resultados para llegar a la sistematización de los suelos por su capacidad de uso mayor de la cuenca, para ello se realizó:

4.2.1. Mapa base de la cuenca

El mapa base (Anexo 4) sirvió como referencia de la zona donde se realizó la investigación, siendo el inicio para la elaboración de los demás mapas temáticos, muestra el área de trabajo y en ella se representa los puntos de muestreos, curvas de nivel, superficie del terreno y los centros poblados que se encuentran en la zona (Nueva Huancabamba, La Verdad, El Inca, Morroyacu, Nueva Vida, Nuevo Progreso, Shimpiyacu, Los Olivos, Manantial, La Libertad de Huascayacu, Ciro Alegría, Alto San José, Alan García, Bajo Miraflores, Cañabrava, Las Malvinas, Bella Selva, Yarau, Cóndor y Álamo), así como áreas misceláneas representadas por las playas, ríos Huascayacu y la red vial.

4.2.2. Mapa de microrrelieve de la cuenca

La mayor parte de la cuenca presenta un microrrelieve ondulado suave con el 60.14% de una superficie de 53,686.79 ha, seguido por un microrrelieve ondulado con en 29.50% d una superficie de 26,337.84 ha, mientras que el 10.36% de su superficie presentan microrrelieves micro accidentados ocupando 9,247.04 ha (Cuadro 10, Figura 9 y Mapa de microrrelieve, Anexo 3).

Cuadro 10. Clase de microrrelieve de la cuenca

Descripción de microrrelieve	Símbolo	Superficie	
		Área (ha)	%
Ondulado Suave	OS	53,686.79	60.14
Ondulado	O	26,337.84	29.50
Microquebrado o microaccidentado	MM	9,247.04	10.36
Superficie total		89,271.68	100

La Figura 9, muestra las clases de microrrelieve que presenta la cuenca Huascayacu con su respectiva clasificación y sus áreas representadas por estas.

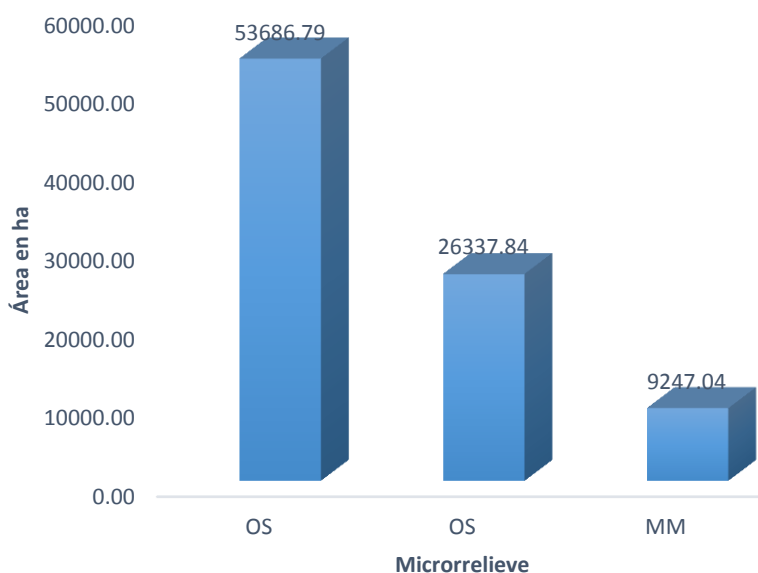


Figura 9. Niveles de microrrelieve de la cuenca

4.2.3. Mapa de pendiente de la cuenca

El Cuadro 21, Figura 10 y Mapa de pendiente (Anexo 4) muestran como están distribuida los rangos de pendiente en toda el área evaluada mayor área con 38,688.56 ha está representado la pendiente fuertemente inclinada con rangos de 8 a 15%, seguido de una pendiente empinada con un área de 21,461.57 ha con rangos de pendientes de 25 a 50% y en menor proporción se encuentra la pendiente muy empinada con un área de 369.28 ha, con rangos de pendiente de 50 a 75%..

Cuadro 11. Descripción de la pendiente de la cuenca

Descripción	Rango (%)	Símbolo	Área (ha)	%
Plano o casi a nivel	0 - 2	PI	495.76	0.56
Ligeramente inclinada	2 - 4	Li	379.42	0.43
Moderadamente inclinada	4 - 8	Mi	10,260.79	11.49
Fuertemente inclinada	8 - 15	Fi	38,688.56	43.34
Moderadamente empinada	15 - 25	Me	16,564.07	18.55
Empinada	25 - 50	E	21,461.57	24.04
Muy empinada	50 - 75	Mye	369.28	0.41
Extremadamente empinada	>75	Ee	1,052.23	1.18
Superficie Total			89,271.68	100

La Figura 10, muestra los niveles de pendiente que presenta la cuenca donde mayor área lo presenta la pendiente fuertemente inclinada, seguido de la empinada y la menor área lo presenta la pendiente ligeramente inclinada con la muy empinada.

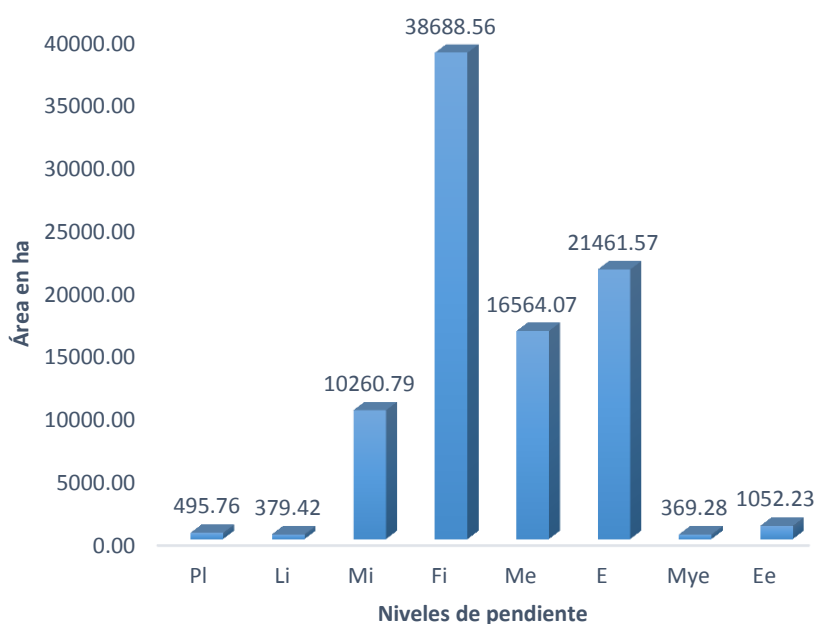


Figura 10. Niveles de pendiente de la cuenca

4.2.4. Mapa de erosión de la cuenca

Respecto con la pérdida de la superficie del suelo por erosión los factores para la restricción están únicamente relacionados por condiciones orográficas, singularidades físicas del suelo, circulación del agua superficial, clima y el manejo inadecuado del suelo en la cuenca, de esta manera se tiene que el 71.45% representa 63,784.21 ha, de las áreas evaluadas presentan un nivel de erosión ligera, el 19.46% representa 17,374.13 ha y presenta una

erosión ligera, el 8.29% representa 7,399.84 ha y presentan una erosión muy ligera y el 0.80% representa 713.50 ha y presentan una erosión severa en sus suelos, del área total de la cuenca como muestra el (Cuadro 12, Figura 11 y Mapa de erosión, Anexo 2).

Cuadro 12. Niveles de erosión de la cuenca

Nivel de erosión	Rango (tn/ha/año)	Superficie	
		Área (ha)	%
Muy ligera	0 - 5	7,399.84	8.29
Ligera	5 - 10	17,374.13	19.46
Moderada	10 - 50	63,784.21	71.45
Severa	50 - 100	713.50	0.80
Superficie Total		89,271.68	100.0

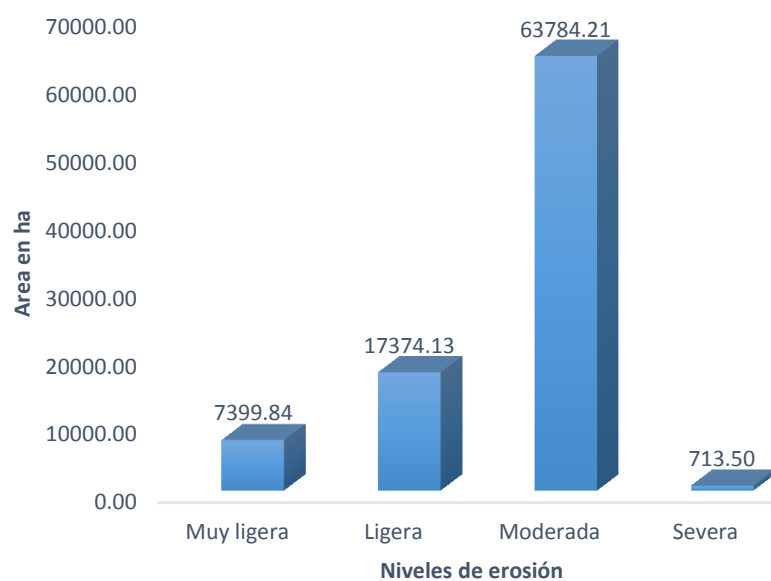


Figura 11. Niveles de erosión de la cuenca

La Figura 11, muestra los niveles de erosión que presenta la cuenca donde la mayor área lo presenta la erosión moderada con un rango de 10 a 50 tn/ha/año, seguido de una erosión ligera con un rango de 5 a 10 tn/ha/año y la menor área lo presenta la erosión severa encontrándose en un rango de 50 a 100 tn/ha/año.

4.2.5. Mapa ecológico de la cuenca

El bosque muy húmedo premontano tropical abarca en mayor proporción un área de 51,466.84 ha con 57.65%, seguido de los bosques húmedo premontano tropical con 12,781.97 ha con 14.32%, bosque pluvial montano bajo tropical con 11,599.20 ha con 12.99% y en menor proporción el bosque pluvial premontano tropical con 6,167.30 ha con 6.91%, de toda el área evaluada (Cuadro 13, Figura 12 y Mapa de zonas de vida, Anexo 2).

Cuadro 13. Zonas de vida de la cuenca

Zonas de vida	Símbolo	Área (ha)	%
Bosque muy húmedo Premontano Tropical	bmh-PT	51,466.84	57.65
Bosque muy húmedo Montano Bajo Tropical	bmh-MBPT	7,256.37	8.13
Bosque pluvial Montano Bajo Tropical	bp-MBPT	11,599.20	12.99
Bosque húmedo Premontano Tropical	bh-PT	12,781.97	14.32
Bosque pluvial Premontano Tropical	bp-PT	6,167.30	6.91
Superficie Total		89,271.68	100

La Figura 12, muestra zonas de vida que presenta la cuenca donde mayor área lo presenta la zona de vida de un bosque muy húmedo premontano tropical (bmh – PT), seguido de bosque húmedo premontano tropical (bh – PT) y el bosque pluvial montano bajo tropical (bp – MBPT) y la menor área lo presenta el bosque pluvial premontano tropical (bp – PT).

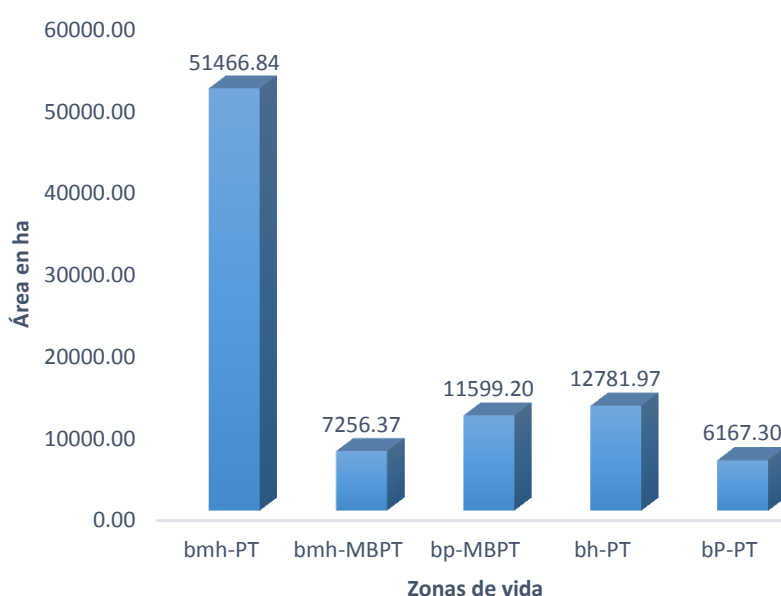


Figura 12. Zonas de vida de la cuenca

4.3. Clasificación de tierras según su CUM

Referente al Cuadro 14, Figura 13 y Mapa de capacidad de uso mayor, Anexo 4) se ven los Grupos, Clase y Subclase de CUM de las tierras, con las superficies y proporciones representada en la Figura 17 y 18. Especificado que las superficie aptas para cultivo en limpio (A) con calidad agrológica media pero sufren inundaciones, comprenden un espacio de 1,650.58

ha que representa el 1.85%; tierras aptas para cultivo permanentes (C) de calidad agrológica media y con características limitantes de suelos, comprenden la superficie de 14,223.44 ha que comprende al 15.93%; tierras aptas para pastos (P) de calidad agrológica media si bien tiene limitaciones por suelos, comprenden un terreno de 610.08 ha, haciendo una similitud al 0.68%; tierras de producción forestal (F) de calidad agrológica media y con limitantes por suelos y erosión, comprenden una superficie de 30,969.13 ha que representa el 34.69% y tierras de protección (X) si bien tiene calidad agrológica media y con limitantes por disminución de la capa superior del suelo, la cual implica una superficie de 21,649.49 ha que hace una similitud al 24.25% de la totalidad de la superficie evaluada en la cuenca.

Cuadro 14. Extensión y equivalencia de tierras por su Capacidad de Uso Mayor en la cuenca

GRUPO	Superficie		Clase	Sub Clase	Superficie	
	ha	%			ha	%
A	1,650.58	1.85	A2	A2si	1,650.58	1.85
C	14,223.44	15.93	C2	C2s	14,223.44	15.93
P	610.08	0.68	P2	P2s	610.08	0.68
F	30,969.13	34.69	F2	F2se	30,969.13	34.69
X	21,649.49	24.49	X2	Xe	21,649.49	24.25
Superficie Total					89,271.68	100

*Problemas por topografía

La Figura 13, muestra grupos, clases y sub clases de capacidad de uso mayor para la cuenca, donde todos los grupos presentan una calidad agrológica media, donde mayor área lo presenta las tierras de producción forestal con calidad agrológica media y limitaciones por suelo y erosión, seguido de las tierras de protección y el bosque pluvial montano bajo tropical (bp – MBPT) y la menor área lo presenta las superficies aptas en pastos con calidad agrológica media y limitantes por suelos.

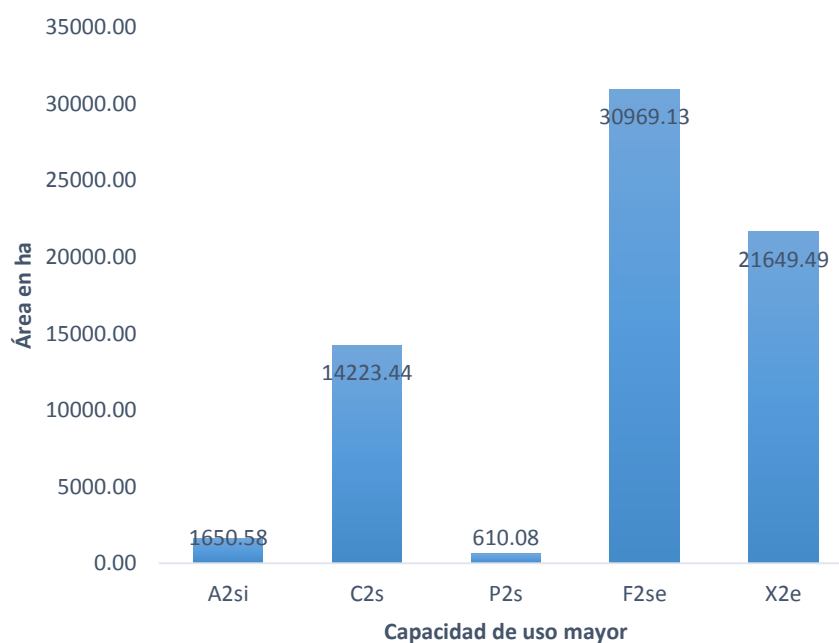


Figura 13. Capacidad de uso mayor de la cuenca

V. DISCUSIÓN

5.1. De las unidades fisiográficas como mapa base para el muestreo de suelos de la cuenca

El mapa fisiográfico de la cuenca constituye como punto inicial para la realización de toda la información generada en las distintas unidades fisiográficas a través de los rangos de pendientes e identificados mediante una leyenda fisiográfica en forma sistematizada y delimitadas a nivel de gran paisaje, paisaje, sub paisaje, elemento de paisaje y símbolo de la unidad fisiográfica, ya que nos permitió seleccionar áreas de muestreo de los suelos a través de calicatas con su respectiva lectura del perfil estratigráfico, para ello se utilizó la metodología propuesta por WALSH (2006), así como el DEM de altitud y el DEM de pendiente.

GARCIA (1987) señala que la fisiografía es la explicación de los fenómenos de tierra nombrados "paisajes" y adscribe en relación a su forma, es llamado también paisajes, clasificándose en relación al origen, edad, morfología, morfometría, factores climáticos, hidrológicos, etc. todos estos son considerados como factores que muestran un efecto directo sobre la edafogénesis del suelo etc. Estos factores pueden influenciar en la evolución del suelo o capacidad de uso y administración de suelos y los clasifican en gran

paisaje, paisaje, sub paisaje y elementos de paisaje, de acuerdo al criterio a utilizarse para el estudio de suelo, tomando en consideración la pendiente del terreno, drenaje, disección, inundabilidad, etc.

5.2. De la cuantificación de las áreas de los mapas temáticos para la clasificación de tierras por su Capacidad de Uso Mayor de la cuenca

5.2.1. Mapa base

En la obtención del mapa inicial (base), se tomó en consideración la información obtenida mediante las curvas de nivel, con sus respectivos ríos, centros poblados, vías de acceso toda esta información en un formato vectorial. Joly, 1988; citado por FELICISIMO (1984) menciona que un modelo de mapa no es más que la representación resumida de la realidad en la que aparecen algunas de sus propiedades. En tanto, se ejecuta mediante un modelo que intenta representar propiedades seleccionadas unitarias del objeto u organización, por lo cual, representa por un objeto diferente de minimizada complejidad.

5.2.2. Mapa de microrrelieve

El mapa de microrrelieve se elaboró con la finalidad de determinar las geoformas del terreno mediante una clasificación que presenta la cuenca clasificándolo en ondulado suave, ondulado, microquebrado o microaccidentado con el río principal, como se muestra (Cuadro 2 y 19, Figura 3, 9 y Mapa de microrrelieve en Anexo 4), asimismo se utilizó un modelo de

elevación digital (DEM) o modelo digital del terreno (MDT) generada a partir de las isohipsas proyectada al sistema datum WGS 84 de la Zona 18 L, mediante el Software ArcGis. FELICISIMO (1984) menciona que el modelo digital del terreno un arreglo numérico de informaciones que simboliza la división espacial de una variable cuantitativa y constante.

5.2.3. Mapa de pendiente

El mapa de pendiente fue trabajado en relación a las formas del relieve que existen dentro de la cuenca, clasificando la figura de paisajes y relacionándolo por cada aspecto geológico, de hidrología y clima, tomando en consideración la metodología del DS. N° 017 -2009 – AG, todo ello apoyado en el Software ArcGis, reclasificándolos en relación a la categoría mencionados (Cuadro 1 y 20 así como la Figura 4, 10 y Mapa de pendiente en Anexo 4).

5.2.4. Mapa de erosión

El dibujo del mapa de erosión se trabajó tomando en considerando el patrón de la merma del suelo modificado RUSLE, evaluando variables como: factor riego (R), factor K, factor longitud y pendiente (LS) y el factor cobertura (C); los factores limitantes fueron relacionados con las condiciones topográfica, las particularidades físicas del suelo, el escurrimiento superficial del agua, clima y el poco o nulo manejo del suelo, encontrando los niveles de erosión en la cuenca, presentándose una erosión muy ligera, ligera, moderada y severa, para ello se tomó en consideración la metodología del DS. N° 017 -2009 – AG, todo ello apoyado en el Software ArcGis.

5.3. De la clasificación de tierras por su Capacidad de Uso Mayor de la cuenca

Al realizar la clasificación según la CUM, del Reglamento de Clasificación de Tierras según (D.S. N° 017-2009-AG), determinamos tierras disponibles para cultivos en limpio de 1,650.58 ha (1.85%) del total del área evaluada, muestran singularidades climáticas, de relieves y otros sustratos para cultivos en limpio que exigen el trabajo del suelo reiteradamente, debido a las singularidades ecológicas pueden distribuirse para cultivos permanentes, pastos, producción forestal y protección. Cultivos permanentes ocupa un área de 14,223.44 ha. incorpora aquellas tierras por sus limitaciones edáficas y/o relieve, escatima su capacidad para cultivos en limpio, en cuanto si la agricultura en cimientos a especies perennes, logrando plantar cultivos de período vegetativo, de acuerdo a las restricciones ecológicas de la zona, de calidad agrológica media y con condiciones limitantes por suelos. Tierras aptas para pastos con una extensión similar a 610.08 ha que corresponde al 0.68% de la totalidad del área evaluada en esto también abarca las tierras con características climatológicas, relieve y de estratos no son buenas para la siembra de cultivos en limpio, ni perennes, en este caso sí para la producción de pastos naturales. Las tierras aptas para producción forestal (F) alcanzan 30,969.13 ha, de cualidad agrológica media y limitaciones por suelos y la perdida de la capa superficial por agua. Las tierras de protección (X) presenta un área de 21,649.49 ha, de calidad agrológica media y con limitaciones por suelos y erosión Cuadro 23 y Figura 13. IIAP (2010) en un estudio de clasificación practica de suelos de acuerdo a su capacidad de uso en el sector comprendido entre el río Tamshiyacu y la

localidad de Indiana. Determino que, el 18.50% de tierras son aptas para cultivo en limpio (1,2969.11 ha), el 24.90% son tierras válidas con el fin de cultivo permanente (1,7442.56 ha), el 3.83% son tierras aptas para pastos con (2,619.92 ha), el 2.13% son tierras de producción forestal (1,492.07 ha), el 19.77% son tierra de protección (13,851.11 ha).

OTÁROLA (2011) en su estudio sobre identificación de suelos en la microcuenca Picuroyacu, provincia de Leoncio Prado (Huánuco), determinó que el 2.33% son tierras aptas para cultivo limpio (52.28 ha); el 6.92% son tierras aptas para cultivo permanente (155.11 ha); el 16.47% son tierras aptas para pastos (369.36 ha); el 42.34% son tierras aptas producción forestal (949.54 ha) y 563.43 (25.12%) tierras para protección (X). Por otra parte, respecto al uso actual de tierras, se determinó que el 27.82% son tierras de uso adecuado (623.91 ha); 24.61% son tierras subutilizadas (551.87 ha); 36.66% son tierras sobre explotadas (822.19 ha) y 244.59 ha (10.91%) están en zona urbana (centros poblados).

RIVERA (2013) al comparar la CUM con el UAT en la parte superior de la microcuenca Río Azul, distrito Hermilio Valdizán, encontró 3,735.09 ha de suelos con aptitud para cultivos perennes, 1,466.13 ha de protección y 758.05 ha de producción forestal. De la evaluación de conflicto de uso de tierras, determino que 3,265.62 ha tienen un buen uso, 2,039.81 ha con superposición por sub-uso y 613.03 ha de conflicto por exceso de uso. Concluyendo que las tierras de la parte superior de la microcuenca rieron Azul, si están siendo utilizadas en el entorno de su capacidad de uso mayor.

VI. CONCLUSIONES

1. La cuenca Huascayacu tiene una área aproximada a los 89,271.68 ha, equivalente al 100% del área evaluada sobre una fisiografía de Gran paisaje planicie, paisaje aluvial con tres sub paisajes; terraza baja con el elemento de paisaje inundable y no inundable, terraza media y alta con los elementos de paisaje plana y ondulada; Gran paisaje colinoso, paisaje denudacional con tres sub paisajes; lomada, colina baja y alta con los elementos de paisaje de ligeramente a moderadamente disectada y Gran paisaje montañoso, paisaje residual con dos sub paisajes; montaña baja y alta.
2. Los mapas temáticos elaborados fueron: Mapa de ubicación, base, fisiográfico, microrrelieve, pendientes, erosión y ecológico, todos con sus respectivas áreas y leyendas.
3. La cuenca muestra las categorías de capacidad de uso mayor: tierras disponibles para cultivos despejados de calidad agrológica media, restricción por suelo y anegación de agua; tierras disponibles para los cultivos perennes, con calidad agrológica media y restricciones por la cualidad del suelo, tierras disponibles para pastizales de bondad agrológica media con restricción, tierras idóneas para producción forestal, de calidad agrológica media, restricciones por las bondades del suelo y la pérdida de la capa superior del suelo y tierras de protección.

VII. RECOMENDACIONES

1. La información obtenida en el mapa fisiográfico, utilizada en la clasificación de tierras según su Capacidad de Uso Mayor, pueda ser utilizada de acuerdo a la necesidad y de fuente de datos temáticos básicos para el levantamiento cartográfico de otras temáticas tales como: forestales, cobertura vegetal y uso de la tierra, agrometeorología, geomorfología, paisaje, ecosistemas y otros mapas.
2. En las áreas de pendientes moderadamente empinadas a muy empinadas es necesario la construcción de terrazas, acompañado del componente forestal con especies de valor comercial, que beneficiará al propietario posesionario o concesionario del lugar y de esta forma ayude a disminuir la pérdida de a capa superior o capa arable del suelo.
3. Se deberá reforestar las cabeceras de cuencas con especies de la misma zona, con la finalidad de conservar los mismos recursos, el recurso hídrico y los ecosistemas del paisaje.
4. La información debe de ser actualizado a un nivel detallado por el gobierno local y regional, como una guía básica de apoyo a los planes de desarrollo encaminados a determinar acciones decisivas referentes al uso racional de las tierras y por consiguiente incrementar la productividad de los cultivos.

CLASSIFICATION OF SOILS FOR THEIR LARGEST CAPACITY IN THE HUASCAYACU BASIN - MOYOBAMBA PROVINCE - SAN MARTIN

VIII. ABSTRACT

The Huascayacu basin is located in the district of Moyobamba (San Martín region), the present investigation by means of the geographic information system aimed to classify lands by their greater use capacity (CUM). For this, data from the office and field were received in order to prepare thematic maps. Part of the field activities consisted of the opening of pits in various types of physiographic units of the basin and the description of these through the edaphogenic profile. As laboratory activities, the chemical analysis of soils and their subsequent interpretation regarding their quality were carried out. The results show an approximate area of 89,271.52 ha, with a Great Landscape physiography; plain, hilly and mountainous, landscapes; alluvial, denudational and residual, subscapes; low, middle and high terraces, hillock, low and high hills and low and high mountains, landscape elements; floodable and non-floodable, medium and high terraces, hillocks, low and high hills, low and high mountains, distributed in the maps: physiographic, micro-relief, slopes, erosion and ecological, The basin under study with respect to its CUM presents suitable lands for crops clean; for permanent crops; for pastures; for forest production and protection lands, all of these show a medium agrolological quality with limitations due to soil, erosion and flooding.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIRRE, J. 1963. Suelos, Abonos y Enmiendas. 1^{ra} Edición. Editorial Dossat S.A. Madrid – España. 45 pp.

AZABACHE L.A. 1991. Fertilidad de suelos. Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo. 11 – 06 p.

BARRERO, M. *et al.* 2002. Uso Adecuado y Conflictos de Uso de las Tierras de Colombia. Instituto geográfico Agustín Codazzi, Corporación Colombiana de investigación agropecuaria, Bogotá, Colombia. 106 p.

CEPEDA, D. 1991. Química de Suelos. 2 ed. Trillas S.A., México. 167 p.

CONTANTINESCO, L. 1976. Conservación de suelos para países de desarrollo. Boletín N^o 10 FAO. Roma.

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.

CHEREQUE, W. 1989. Hidrología para estudiantes de ingeniería civil. CONCYTEC. Lima, Perú. 272 p.

- DAUBENMIRE, R. 1993. Tratado de auto ecológico de plantas. 5o. Ed. Omega, Madrid, España.
- EL PERUANO. 2009. Decreto supremo N° 017-2009-AG. Reglamento de clasificación de tierras por capacidad de uso mayor. Lima, Perú. 18 p.
- ESCOBEDO, T. 2005. Suelos y Capacidad de Uso Mayor de las Tierras. Gobierno regional de San Martín, Instituto de Investigación de la Amazonía. 212 p.
- ESTRADA, J. 1976. Fertilidad de suelos. Ed. Agronomía. La Molina. Lima Perú.
- ETCHEVEHERE, P. 1998. Normas de Reconocimiento de Suelos. INTA, IDIA. Buenos, Aires. 326 p.
- FAO. 1988. Esquema para la clasificación de tierras. Boletín de suelos FAO N° 32. Roma, Italia.
- FAO. 1982. Manual de campo para ordenación de cuencas hidrográficas. Estudio y planificación de cuencas hidrográficas. Roma, Italia. 173 p.
- FAUSTINO, J. 2006. Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba–Costa Rica. 400 p.
- FELICÍSIMO, A. 1994. Modelos digitales del terreno; Introducción y aplicaciones en las ciencias ambientales. [En línea]: (<http://www.etsimo.uniovi.es/~feli>, documentos, feb. 2013).

- FORSYTHE, W. 1975. Física de suelos. Manual de laboratorio. IICA. México.
- FUENTES, J.J. 2004. Análisis morfométricos de cuenca: caso de estudio en el parque Nacional de Pico Tancitaro. INECOL, México. 47 p.
- GARCIA, B. 1987. Consideraciones edáficas; selección de áreas de cacao. Tingo María. ONUDI. Perú. 233 p.
- GUARACHI, C. 2001. Clasificación de tierras según su capacidad de uso mayor en el distrito de Machaca, provincia de Ayopaya. Centro de levantamientos aeroespaciales y aplicaciones SIG, para el desarrollo sostenible de los recursos naturales. UMMS, Bolivia. 56p. [En línea]:
CLAS (http://www.clas.umss.edu.bo/biblioteca/buscar_tesis.asp. 19 de abril 2017)
- GUERRERO, A. 1996. El suelo, los abonos y la fertilización de los cultivos. Ediciones Mundi –Prensa. Editorial Grafo S.A. Bilbao - España. 46-55-59 pp.
- GUERRERO, 2000. El suelo, los abonos y la fertilización de los cultivos. 2° Reimpresión. Edit. Aedos. S.A. España.
- GRILLO, F. 1975. La producción y consumo de alimentos en el Perú. Publicación Cultivos Andinos. Ayacucho, Perú. 300 p.
- HOLDRIDGE, 1987 clasificación de zonas de vida o formaciones vegetales del mundo, Mundi Prensa. 155 p.

JOOMLA, 2013. El agua y cuencas hidrográficas, Universidad Autónoma del Estado de México [En línea]: <http://idrisi.uaemex.mx/index.php/esta-semana/nocion/lista-de-nociones/46-que-es-una-cuenca-hidrografica>, 10 de diciembre del 2017.

LEANDRO, M., 2009. Caracterización de las cuencas [En línea]: http://irrigacion.chapingo.mx/planest/documentos/apuntes/hidrologia_sup/CUENCAS.pdf, 10 de junio del 2015.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, Reglamento de Clasificación de Tierras según su Capacidad de Uso Mayor. D.S.N° 014-2001-AG D: S: N° 0062-75-AG, del 01 de Setiembre del 2009.

MINAG, 2011. Cadena agropecuaria de papa. Manejo y fertilidad de suelos. Guía técnica de orientación al productor. 50 p.

MINAM. 2010. Manual instructivo para el levantamiento de suelos en base al enfoque territorial para los procesos de macro, meso y micro zonificación ecológica económica. Dirección general de ordenamiento territorial.

ONERN. 1982. Estudio de clasificación de suelos Vol. I. Lima, Perú. 67 – 72p.

ONERN. 1983. Estudio de clasificación de suelos Vol. I. Lima, Perú. 123 – 127 y 270 p.

ONERN. 1984. Estudio de clasificación de suelos Vol. I. Lima, Perú. 58 – 63 p.

ONERN. 1988. Estudio de clasificación de suelos Vol. I. Lima, Perú. 64 – 67 p.

OTAROLA, E. 2011. Caracterización de suelos de la micro cuenca Picuroyacu Tingo María – Perú, tesis para optar el título de Ingeniero en Recursos Naturales Renovables mención Conservación de Suelos y Agua de la Universidad Nacional Agraria de La Selva. 115 p.

PACCO P. E. 2010. Capacidad de uso mayor para determinar los conflictos de uso de tierra en la micro cuenca Picuroyacu Tingo María – Perú, tesis para optar el título de Ingeniero en Recursos Naturales Renovables mención Forestales de la Universidad Nacional Agraria de La Selva. 121 p.

PICCINI, D 1983. “Manual de Prácticas de fertilidad de suelos”. Universidad Nacional Agraria De La Selva.

QUEZADA, H. 2002. Palma aceitera [en línea]: http://www.ecuarural.gov.ec/cuadro/páginas/tecno/tec_palma.htm, 10 de junio.2004.

RIVERA, E. 2013. Comparación del uso actual con la capacidad de uso mayor de tierras en la parte alta de la micro cuenca Río Azul, distrito Hermilio Vadizán, tesis para optar el título de Ingeniero en Recursos Naturales Renovables

mención Conservación de Suelos y Agua de la Universidad Nacional Agraria de La Selva. 110 p.

SHENG, T. 1981. A treatment-oriented land capability Classification Scheme: In report on the Latin American Watershed Management Seminar. FAO. No TA 3112. 40 p.

SIMPSON, K. 1991. Abonos y Estiércoles. 1^{ra} Edición. Editorial Acribia. S.A. Zaragoza – España.

VARGAS, J.R.1999. Sistema de gestión y territorial a través de la teledetección y sistemas de información geográfica para el municipio de Cercado – Cochabamba .Tesis de grado ing. Agr. FCA y P.UMSS 5 -15p.

ZAVALETA, A. 1992. Edafología. El suelo en relación con la producción Editado por A y B S.A. Lima, Perú. Concejo Nacional de Ciencia y Tecnología – Concytec. 223 p.

ANEXO

Anexo 1. Factores para determinar la Capacidad de Uso Mayor

Cuadro 15. Profundidad efectiva (cm)

N° de calicata	Prof (cm)	Nombre
1	120	profundo
2	110	profundo
3	100	profundo
4	70	moderadamente profundo
5	90	moderadamente profundo
6	50	moderadamente profundo
7	125	profundo
8	110	profundo
9	100	profundo
10	120	profundo
11	110	profundo
12	130	profundo
13	70	moderadamente profundo

Cuadro 16. Textura del suelo por calicata

N°	Símbolo	Nombre	Grupo Textural
1	MG	Moderadamente gruesa	Franco Arenoso
2	M	Media	Franco
3	M	Media	Franco
4	MG	Moderadamente gruesa	Franco Arenoso
5	MG	Moderadamente gruesa	Franco Arenoso
6	MF	Moderadamente fina	Franco Arcilloso
7	MF	Moderadamente fina	Franco Arcilloso
8	MF	Moderadamente fina	Franco Arcilloso
9	M	Media	Franco
10	MG	Moderadamente gruesa	Franco Arenoso
11	MF	Moderadamente fina	Franco Arcilloso
12	M	Media	Franco
13	MF	Moderadamente fina	Franco Arcilloso

Cuadro 17. Pedregosidad superficial

N° de calicata	Símbolo	Nombre
1	0	Ligeramente pedregoso
2	1	Moderadamente pedregoso
3	1	Moderadamente pedregoso
4	0	Ligeramente pedregoso
5	1	Moderadamente pedregoso
6	1	Moderadamente pedregoso
7	0	Ligeramente pedregoso
8	1	Moderadamente pedregoso
9	0	Ligeramente pedregoso
10	1	Moderadamente pedregoso
11	0	Ligeramente pedregoso
12	0	Ligeramente pedregoso
13	0	Ligeramente pedregoso

Cuadro 18. Drenaje del suelo

N° de calicata	Símbolo	Nombre
1	C	bueno
2	C	bueno
3	C	bueno
4	C	bueno
5	C	bueno
6	C	bueno
7	C	bueno
8	C	bueno
9	C	bueno
10	C	bueno
11	C	bueno
12	C	bueno
13	C	bueno

Cuadro 19. Reacción del suelo de la calicata (pH)

N° de calicata	Nombre	Ph
1	Neutra	7.1
2	Extremadamente	4.41
3	Extremadamente	3.89
4	Extremadamente	4.08
5	Extremadamente	3.76
6	Extremadamente	4.54
7	Fuertemente acida	4.69
8	Extremadamente	4.50
9	Extremadamente	4.35
10	Fuertemente acida	4.84
11	Extremadamente	4.32
12	Moderadamente acida	5.96
13	Fuertemente acida	4.65

Claves para determinar la clase (calidad agrológica) y subclase (Limitaciones) de Capacidad de Uso Mayor

La clase o calidad agrológica está designada por números arábigos 1,2 o 3 y la Subclase por limitaciones que se encuentran:

- limitación por suelo(s): profundidad efectiva, pedregosidad, gravosidad, textura y fertilidad
- limitación de sales (l): salinidad
- limitación por topografía - riesgo de erosión (e): erosión, microrelieve, pendiente larga y corta.
- limitación por drenaje (w): drenaje
- limitación por riesgo de inundación (i) : inundación
- limitación por clima (c):clima

Cuadro 20. Pendiente Larga (e)

Clase de Pendiente (%)	GRUPOS DE CAPACIDAD DE USO MAYOR				
	A	C	P	F	X
Símbolo	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	1	-
50 – 75	-	-	-	2	-
> 75	-	-	-	3	X

Cuadro 21. Pendiente corta (e)

Clase de Pendiente (%)	GRUPOS DE CAPACIDAD DE USO MAYOR				
	A	C	P	F	X
Símbolo	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	-	-	-	-	X
> 75	1	1	1	1	-

Cuadro 22. Microrrelieve (e)

Clase de Microrrelieve	GRUPOS DE CAPACIDAD DE USO MAYOR				
	A	C	P	F	X
Símbolo	Calidad Agrológica				
o	Nombre				
1	1	1	1	1	-
2	2	2	2	2	-
3	3	3	3	3	-
4	-	-	-	4	-

Cuadro 23. Profundidad efectiva (s)

Clase de salinidad		GRUPOS DE CAPACIDAD DE USO MAYOR				
		A	C	P	F	X
Profundidad(c m)	Nombre	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 24. Textura (s)

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

Cuadro 25. Pedregosidad (s)

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

Cuadro 26. 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	Modera. Gruesa	1	1	1	1	-
D	Bueno	2	2	1	1	-
E	Imperfecto	3	3	2	2	-
F	Pobre	-	-	3	3	-
G	Muy Pobre	-	-	3*	3	X

* solo si hay bofedales

Cuadro 27. 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	Extremadamente	-	-	3	-	X

Cuadro 28. 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	2	-
1	Ligera	3	2	2	1	-
2	Moderada	-	3	3	1	-
3	Fuerte	-	-	-	1	X

Cuadro 29. Inundación (i)

Clase de salinidad		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 30. Fertilidad natural (s)

Clases 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	-	-

Cuadro 31. Fragmento rocoso (Gravosidad o guijarrosidad) (s)

Clase de Gravosidad o guijarrosidad	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	-

Anexo 2 Clasificación de los parámetros edáficos

Cuadro 32. Rangos de pendiente cortas y largas (%)

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

Cuadro 33. Clases de microrrelieve

Símbolo	Clase	Descripción
1	Plano	Ausencia de micro ondulaciones o micro depresiones.
2	Ondulado suave	Con micro ondulaciones muy espaciadas.
3	Ondulado	Con microondulaciones de igual anchura y profundidad.
4	Microquebrado o microaccidentado	Presentan micro ondulaciones más profundas que anchas.

Cuadro 34. Rangos de profundidad efectiva del suelo

Profundidad Raíces (cm)	Clase
< 25	Muy superficiales
25 – 50	Superficiales
50 – 100	Moderadamente profundo
100 – 150	Profundo
> 150	Muy Profundo

Cuadro 35. Clases de fragmentos rocosos

Símbolo	Clase
0	Libre o ligeramente gravoso. Contiene menos del 15% de fragmentos rocosos por volumen de suelo.
1	Moderadamente gravoso. Contiene 15 a 35% de fragmento rocoso por volumen de suelo.
2	Gravoso. Contiene 35 a 60% de fragmento rocoso por volumen de suelo.
3	Muy gravoso. Contiene más del 60% de fragmento rocoso por volumen de suelo.

Cuadro 36. Clases de pedregosidad superficial

Símbolo	Clase
0	Libre a ligeramente pedregoso. No interfiere con la labranza. Las piedras o pedrejones cubren entre 0.01 a 0.1% de la superficie. Las piedras ocasionales se encuentran a distanciamiento mayores a 20 m.
1	Moderadamente pedregoso. Presencia de piedras que dificultan la labranza. Requieren de labores de desempiedro para cultivos transitorios. Las piedras o pedregones se distancian entre 3 y 20 m.
2	Pedregoso. 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.
3	Muy pedregoso. 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 entre 15 y 50% de la superficie. Las piedras se distancian entre 0.5 y 1m

-
- | | |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | Extremadamente pedregoso. Presencia de piedras en cantidad suficiente para impedir todo uso económico inclusive ganadero y producción forestal. Las piedras o pedrejones se distancian menos de 0.5 m. |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
-

Cuadro 37. Clases de drenaje

Símbolo	Clases
A	Excesivo. 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; pueden incluir sub grupos líticos.
B	Algo excesivo. El agua es removida con facilidad pero no rápidamente. Esta clase de drenaje incluye suelos porosos, de permeabilidad moderadamente rápida y/o escurrimiento rápido, área empinada o ambos. El solum está normalmente libre de moteaduras y gley.
C	Bueno. El agua es removida con facilidad pero no rápidamente. Incluye generalmente suelos de textura media. Puede haber moteaduras de gley en la parte del inferior C o a profundidades mayores.
D	Moderado. El agua es removida del suelo algo lentamente, de tal manera que el perfil este mojado por un periodo 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.
E	Imperfecto. El agua es removida lo suficientemente lenta como para mantenerlo mojado por periodos 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.
F	Pobre. El agua es removida del suelo lentamente que el suelo permanece mojado por un largo periodo de tiempo. Por ejemplo, suelos de napa alta, capa poco permeable superficial, filtraciones, áreas ligeramente depresionadas.
G	Muy pobre. 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.

Cuadro 38. 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 canáliculos. 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 “bladands”.

Cuadro 39. Clases de inundación

Símbolo	Descripción
0	Sin riesgo o peligro de inundación. Incluye años de inundación muy excepcionales y por breve duración.
1	Inundación ligera. El anegamiento es de poca profundidad y por periodos cortos en ciertos meses de todos o algunos años. Permite cultivos tanto perennes como estacionales.
2	Inundación moderada. El anegamiento es de gran profundidad y por periodos 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.
3	Inundación severa. El anegamiento es profundo y frecuente, por periodos muy prolongados que no permiten la instalación de ningún cultivo o el cultivo de pastos continuado.
4	Inundación extrema. De duración casi permanente.

Cuadro 40. Clases de salinidad y/o sodicidad

Símbolo	Descripción
0	Libres ha muy ligeramente afectado de exceso de sales y sodio. Prácticamente ningún cultivo se encuentra inhibido en su crecimiento o muestra daños provocados por excesos de sales o sodio. Los suelos muestran conductividad eléctrica inferior a 4 dS/m. El porcentaje de sodio es menor del 4%.
1	Ligeramente afectados por sales y sodio. El crecimiento 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%
2	Moderadamente afectados por sales y sodio. 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 entre el 8 a 15%.
3	Fuertemente afectados por sales y sodio. No se puede cultivar económicamente. La conductividad eléctrica es de mayor de 16 dS/m. El porcentaje de sodio sobrepasa el 15%.

Cuadro 41. Clases de fertilidad natural

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

Anexo 3. Panel fotográfico



Figura 14. CC. NN. Shimpiyacu



Figura 15. Caserío la Libertad del Huascayacu



Figura 16. Unión del río Huascayacu con el río Mayo



Figura 17. Caserío el Manantial



Figura 18. Puerto Huascayacu caserío Pueblo Libre



Figura 19. Producción de café cuenca Huascayacu

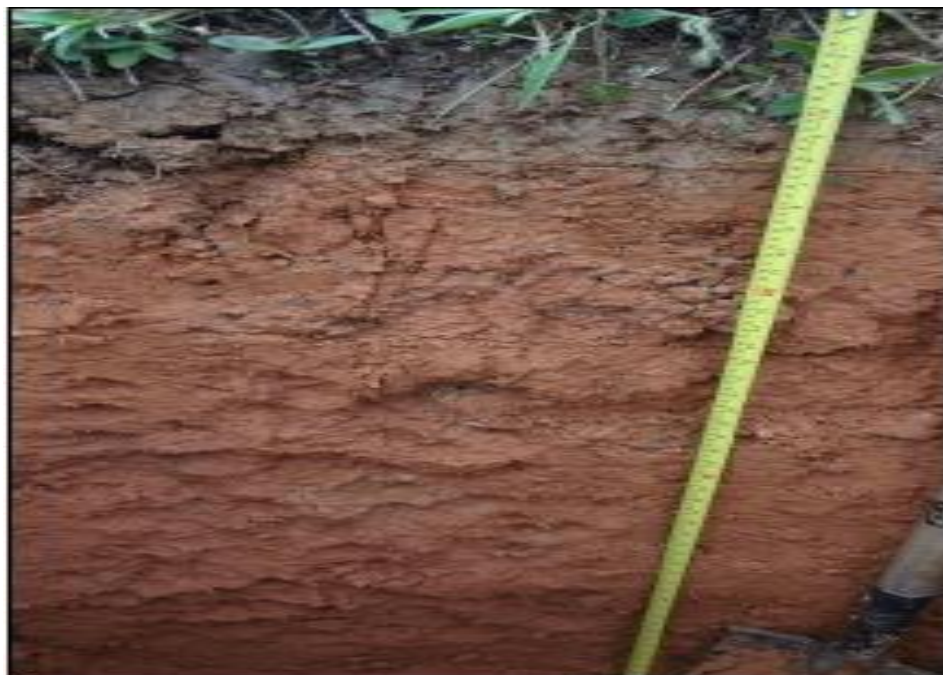


Figura 20. Perfil de un suelo con pasto caserío El Manantial



Figura 21. Caserío los Olivos de Huascayacu

Anexo 4. Análisis de suelos

Cuadro 42. Análisis de suelos cuenca Huascayacu

N°	Coord. x	Coord. y	Procedencia	Análisis Físico				pH 1:1	M.O. %	ELEMENTOS DISPONIBLES			Cl C	ELEMENTOS CAMBIABLES						CICe	%	%	%			
				Textura			Clase Textural			N %	P %	K2O kg/ha		Ca+ +	Mg ++	N a	K +	Al++ +	H					Bas. Camb.	Ac. Camb.	Sat. Al
				Arena %	Arc. %	Limo %																				
1	27832 2	934686 6	La Libertad	83.8	5.72	10.48	Franco Arenoso	7.1	1.478	0.06 7	4.8	376.56		4.78	0.32			0.52	0.6 2	5.13						
2	28793 3	934823 5	San Rafael	39.68	21.04	39.26	Franco	4.4 1	4.07	0.18	4.52	241.16		4.09	0.34			0.54	0.1 5	5.12	86.54	13.46	10.62			
3	28946 8	936046 0	Los Olivos	45.68	17.04	37.28	Franco	3.8 9	4.89	0.22	5.17	209.36		2.46	0.13			1.84	1.1 1	5.64	46.67	53.33	33.25			
4	26966 6	934759 6	El Manantial	53.68	9.04	37.28	Franco Arenoso	4.0 8	5.29	0.24	6.66	109.98		2.32	0.13			3.01	1.4 2	6.88	35.63	64.37	43.77			
5	26666 1	936734 1	Nuevo Huancabamba	64.68	7.04	27.28	Franco Arenoso	3.7 6	6.31	0.28	11.7 9	288.86		2.6	0.18			5.78	1.9 1	10.4 6	26.54	73.46	55.24			
6	27288 1	935215 1	La Verdad	39.68	27.04	33.28	Franco Arcilloso	4.5 4	4.07	0.18	3.78	347.17		2.92	0.14			0.42	1.0 6	4.54	67.45	32.55	9.22			
7	27788 1	935215 1	Shimpiyacu	43.68	29.04	27.28	Franco Arcilloso	4.6 9	4.12	0.21	2.92	14.58		3.58	0.25			0.32	0.0 8	4.22	90.67	9.33	7.53			
8	28251 8	935650 3	Nueva Vida	43.68	33.04	23.28	Franco Arcilloso	4.5	1.63	0.00 7	4.63	168.28		3.34	0.28			0.45	0.1 4	4.21	85.95	14.05	10.75			
9	27818 6	936698 2	Nuevo Colombia	47.68	11.04	41.28	Franco	4.3 5	2.44	0.11	4.95	343.19		5.99	1.23			1.17	1.0 9	9.49	76.13	23.87	12.35			
10	26946 4	935634 3	Kungkuk Entsa	55.68	9.04	35.28	Franco arenoso	4.8 4	4.27	0.19	7.52	113.96		7.64	0.58			0.57	0.1 2	8.9	92.25	7.75	6.4			
11	27327 7	934704 3	Alan García	39.68	33.04	27.28	Franco arcilloso	4.3 2	3.66	0.16	5.59	60.95		2.87	0.16			1.51	1.0 5	5.59	54.19	45.81	26.96			
12	28289 1	934423 2	El Inca	45.68	21.04	33.28	Franco	5.9 6	2.02	0.09	9.16	163.25		4.57	2.33			5.78	1.9 8	11.0 2	25.65	72.85	56.31			
13	26410 3	935237 9	Pueblo Libre	33.4	39.4	27.2	Franco arcilloso	4.6 5	3.81	0.11	11.6	138.2		6.25	0.36			0.49	1.0 4	4.57	67.45	32.55	9.12			

Anexo 5. Mapas de la zona de estudio

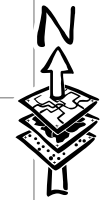
5. Mapa de ubicación cuenca Huascayacu.
6. Mapa base cuenca Huascayacu.
7. Mapa de zonas de vida cuenca Huascayacu.
8. Mapa de microrrelieve cuenca Huascayacu.
9. Mapa de pendiente cuenca Huascayacu.
10. Mapa fisiográfico cuenca Huascayacu.
11. Mapa de erosión cuenca Huascayacu.
12. Mapa de capacidad de uso mayor cuenca Huascayacu.

270000 280000 290000 300000

9380000
9370000
9360000
9350000
9340000

Signos Convencionales

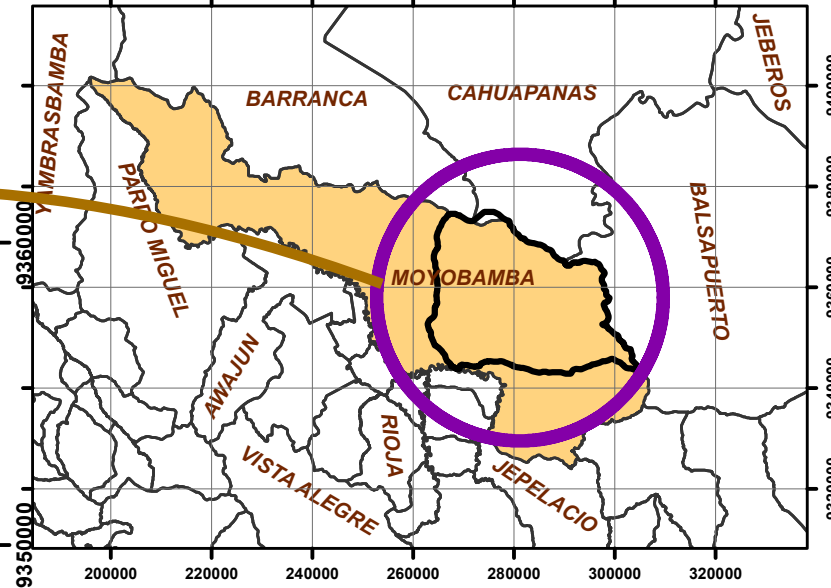
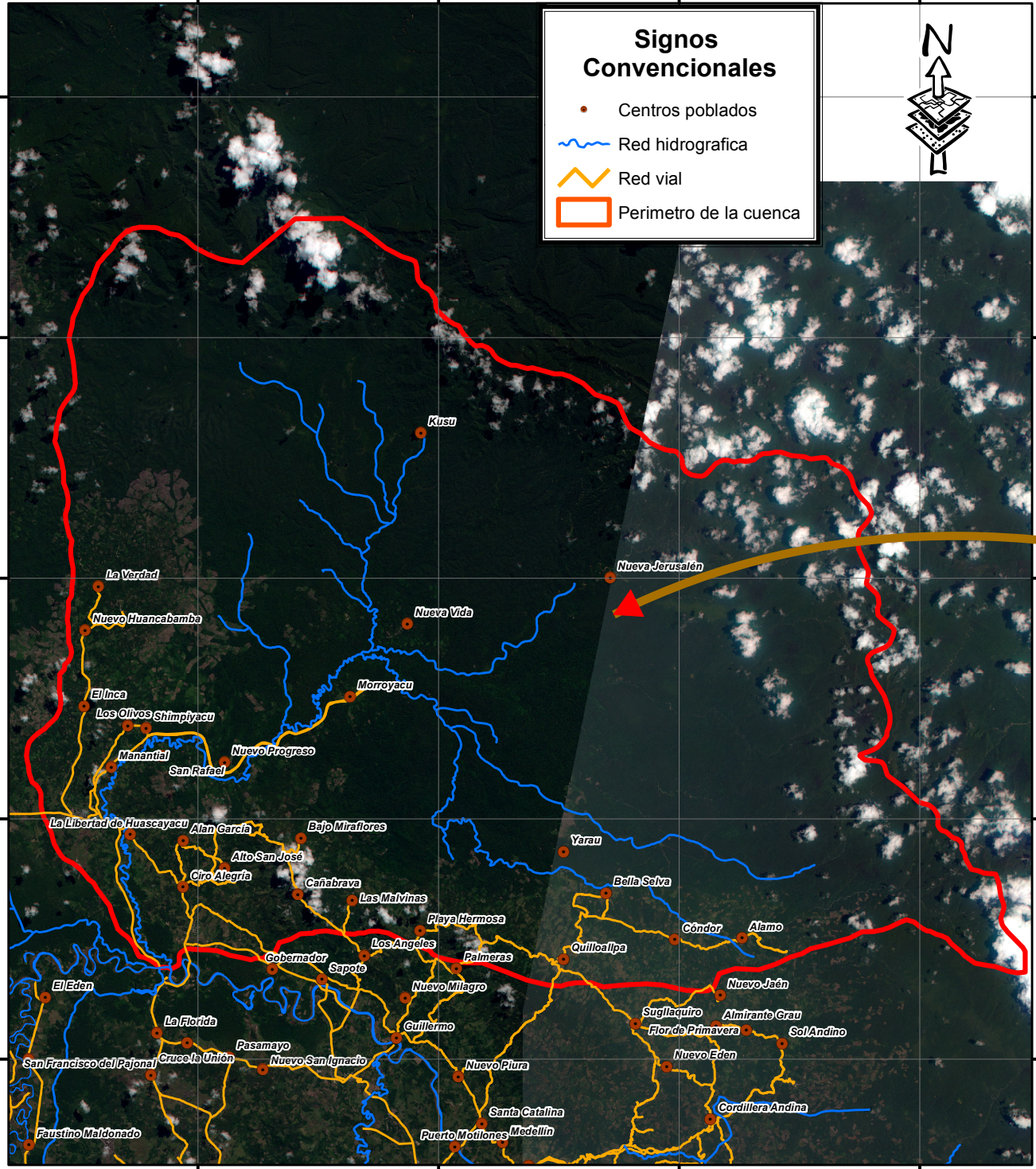
- Centros poblados
- ~ Red hidrografica
- ~ Red vial
- ▭ Perimetro de la cuenca



Dist Moyobamba

Prov. Moyobamba

DEPT SAN MARTIN



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL CONSERVACION DE SUELOS Y AGUA

TESIS : "CLASIFICACIÓN DE SUELOS POR SU CAPACIDAD DE USO MAYOR EN LA CUENCA HUASCAYACU-PROVINCIA MOYOBAMBA – SAN MARTIN"

MAPA DE UBICACIÓN

EJECUTOR : SALAZAR RAMIREZ, Samuel Elmin	UBICACIÓN POLÍTICA DEPARTAMENTO : San Martín PROVINCIA : Moyobamba DISTRITO : Moyobamba LOCALIDAD : Cuenca Huascayacu	FECHA : Marzo, 2017
ASESOR : Ing. RENGIFO TRIGOZO, Juan Pablo		MAPA N° 01

SISTEMA DE PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA : UTM Zona 18 Sur, DATUM Horizontal WGS 1984

Escala : 1:250,000

270000 280000 290000 300000

FUENTE : Instituto Geografico Nacional del Perú (IGN), Mapa político del Perú, Carta Nacional del Perú escala escala 1:100 000, ZEE- San Martín

260000

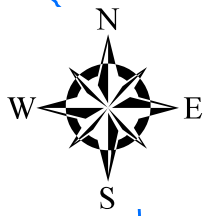
270000

280000

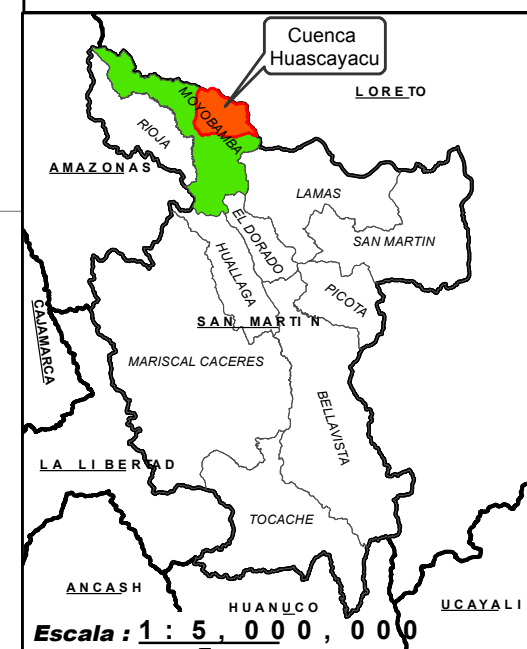
290000

300000

310000



MAPA DE UBICACIÓN



Signos Convencionales

- Centros poblados
- Red hidrográfica
- Red vial
- Curvas de nivel
- Perimetro de la cuenca

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
ESCUELA PROFESIONAL CONSERVACION DE

TESIS : "CLASIFICACIÓN DE SUELOS POR SU CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DE AGUA EN LA CUENCA HUASCAYACU- PROVINCIA MOYOBAMBA"

MAPA BASE

EJECUTOR : SALAZAR RAMIREZ, Samuel Elmin	UBICACIÓN POLÍTICA	FECHA : Marzo, 2017
ASESOR : Ing. RENGIFO TRIGOZO, Juan Pablo	DEPARTAMENTO : San Martín	MAPA N° 02
SISTEMA DE PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA : UTM Zona 18 Sur, DATUM Horizontal WGS 1984	PROVINCIA : Moyobamba	
	DISTRITO : Moyobamba LOCALIDAD : Cuenca Huascayacu	

Escala : 1 : 50,000

FUENTE Instituto Geográfico Nacional del Perú (IGN), Mapa político del Perú, Carta Nacional del Perú escala 1:100 000, ZEE- San Martín

260000

270000

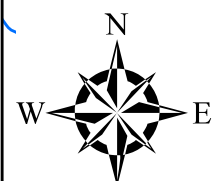
280000

290000

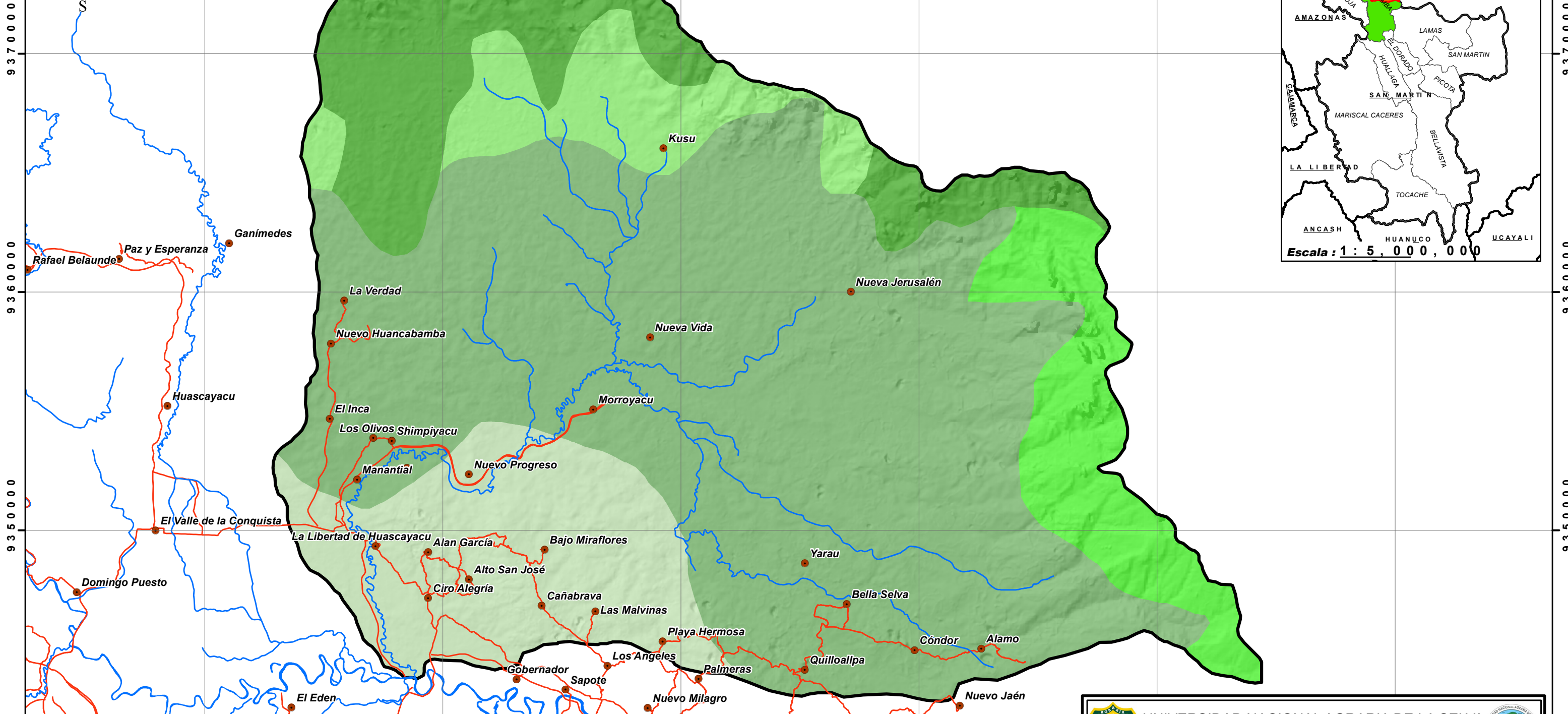
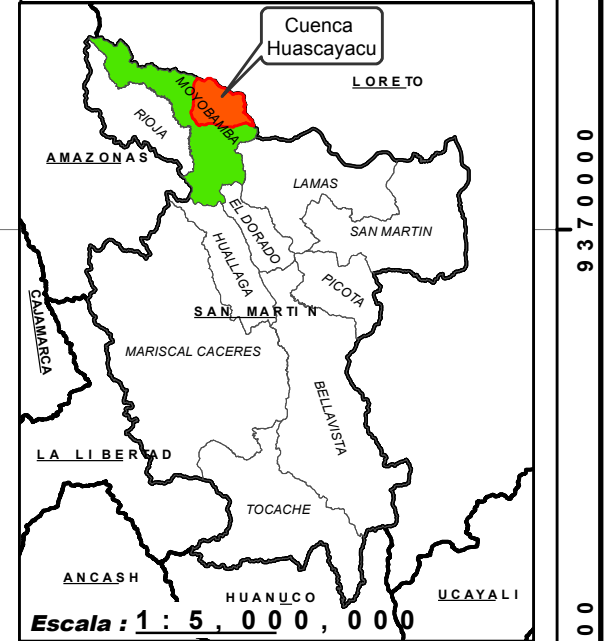
300000

310000

260000 270000 280000 290000 300000 310000



MAPA DE UBICACIÓN



Signos Convencionales

- Centros poblados
- ~ Red hidrografica
- Red vial
- Perimetro de la cuenca

LEYENDA MAPA ECOLOGICO			
Zonas de vida	COLOR	SUPERFICIE	
		ÁREA (ha)	%
Bosque muy humedo Premontano Tropical		51466.84	57.65
Bosque muy humedo Montano Bajo Tropical		7256.37	8.13
Bosque pluvial Montano Bajo Tropical		11599.20	12.99
Bosque humedo Premontano Tropical		12781.97	14.32
Bosque pluvial Premontano Tropical		6167.30	6.91
Superficie Total		89271.68	100

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
 ESCUELA PROFESIONAL CONSERVACION DE...

TESIS: "CLASIFICACIÓN DE SUELOS POR SU CAPACIDAD EN LA CUENCA HUASCAYACU- PROVINCIA MOYOBAMBA"

MAPA ECOLOGICO

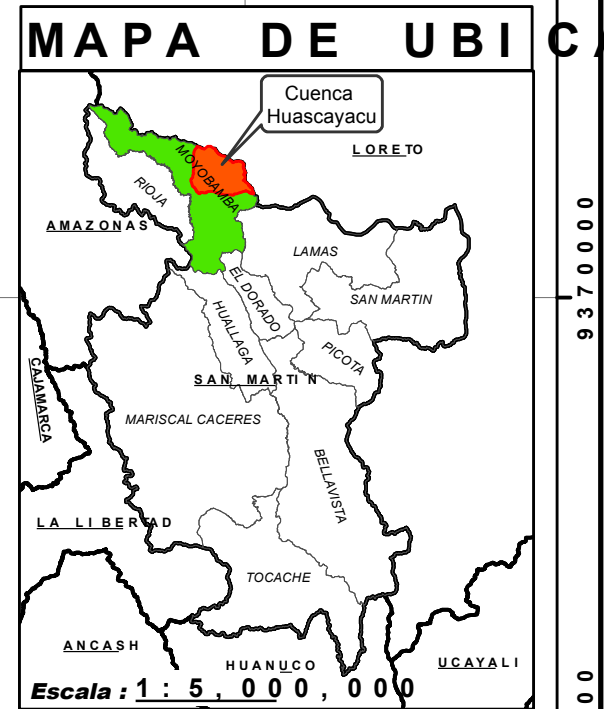
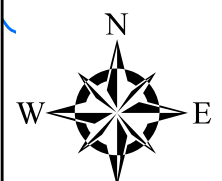
EJECUTOR: SALAZAR RAMIREZ, Samuel Elmin	UBICACIÓN POLÍTICA	FECHA: Marzo, 2017
ASESOR: Ing. RENGIFO TRIGOZO, Juan Pablo	DEPARTAMENTO : San Martín	MAPA N° 03
SISTEMA DE PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA: UTM Zona 18 Sur, DATUM Horizontal WGS 1984	PROVINCIA : Moyobamba	
	DISTRITO : Moyobamba LOCALIDAD : Cuenca Huascayacu	

Escala 1:150,000

FUENTE Instituto Geografico Nacional del Perú (IGN), Mapa político del Perú, Carta Nacional del Perú escala escala 1:100 000, ZEE- San Martín

260000 270000 280000 290000 300000 310000

260000 270000 280000 290000 300000 310000



Signos Convencionales

- Centros poblados
- ~ Red hidrográfica
- Red vial
- Perimetro de la cuenca

LEYENDA DEL MAPA DE MICRORELIEVE			
Descripcion	Color	Superficie	
		Área (ha)	%
Ondulado Suave		53686.79	60.14
Ondulado		26337.84	29.50
Microquebrado o microaccidentado		9247.04	10.36
Superficie Total		89271.68	100

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
 ESCUELA PROFESIONAL CONSERVACION DE...

TESIS: "CLASIFICACIÓN DE SUELOS POR SU CAPACIDAD EN LA CUENCA HUASCAYACU- PROVINCIA MOYOBAMBA"

MAPA DE MICRORELIEVE

EJECUTOR: SALAZAR RAMIREZ, Samuel Elmin	UBICACIÓN POLÍTICA	FECHA: Marzo, 2017
ASESOR: Ing. RENGIFO TRIGOZO, Juan Pablo	DEPARTAMENTO : San Martín	MAPA N° 04
SISTEMA DE PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA: UTM Zona 18 Sur, DATUM Horizontal WGS 1984	PROVINCIA : Moyobamba	
	DISTRITO : Moyobamba LOCALIDAD : Cuenca Huascayacu	

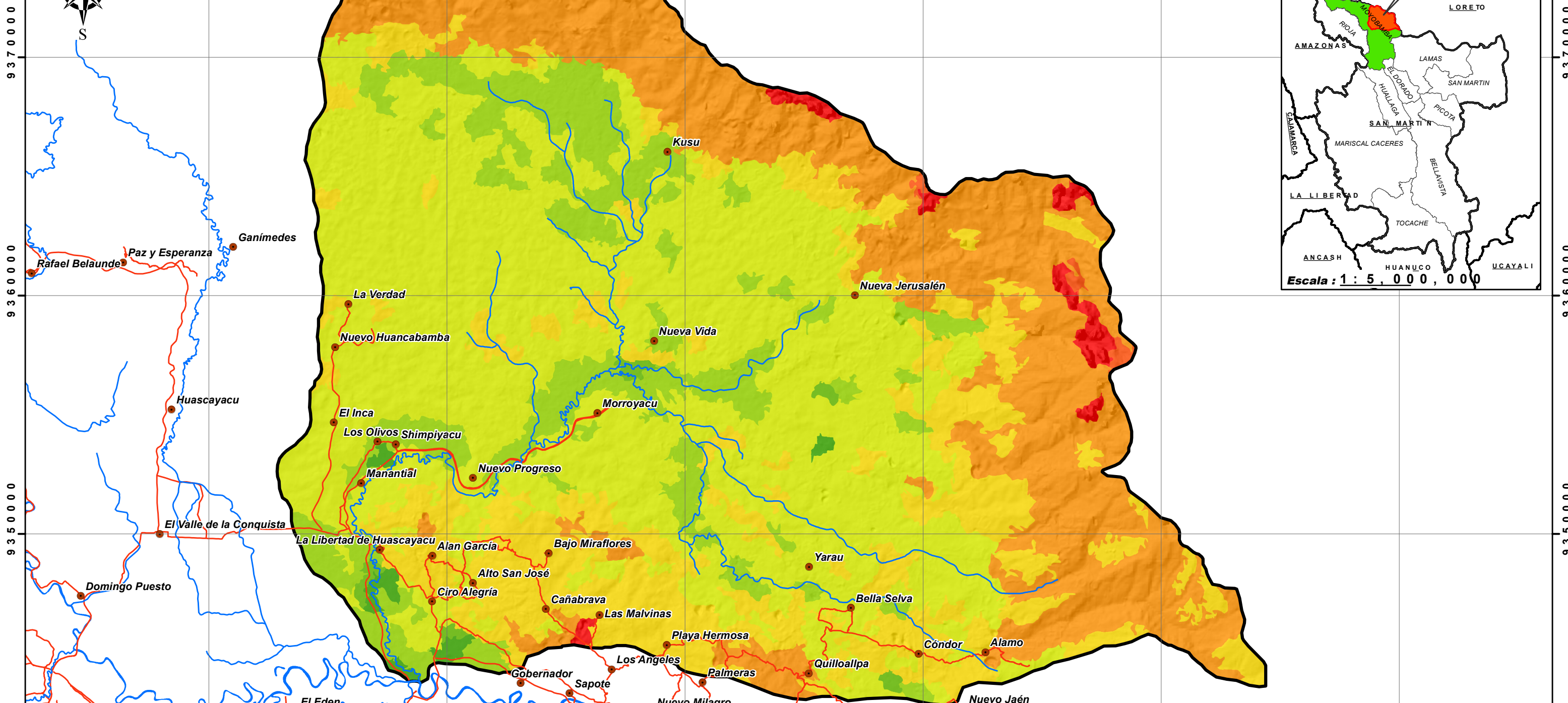
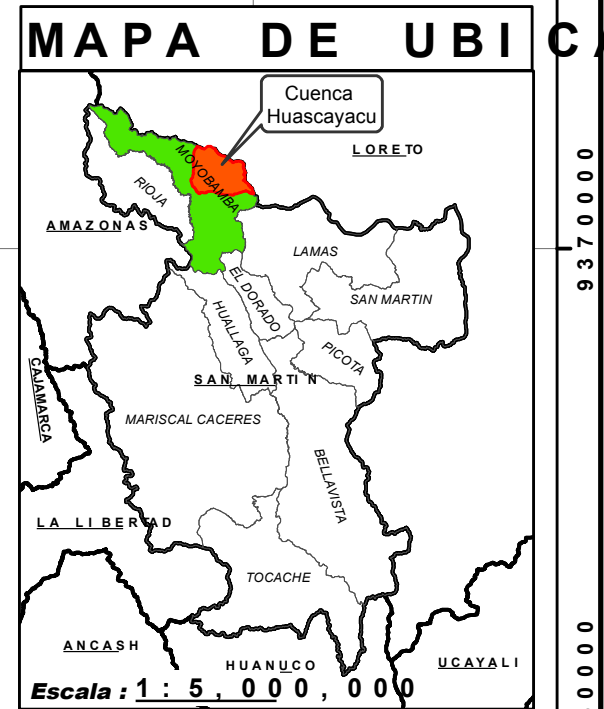
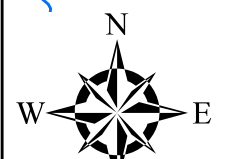
Escala: 1:50,000

FUENTE Instituto Geográfico Nacional del Perú (IGN), Mapa político del Perú, Carta Nacional del Perú escala 1:100 000, ZEE- San Martín

260000 270000 280000 290000 300000 310000

9370000
9360000
9350000
9340000

260000 270000 280000 290000 300000 310000



Signos Convencional

- Centros poblados
- ~ Red hidrografica
- Red vial
- Perimetro de la cuenca

LEYENDA DEL MAPA PENDIENTE				
Descripción	Rango(%)	Color	Superficie	
			Área(Ha)	%
Plano o casi a nivel	0-2		495.76	0.56
Ligeramente inclinado	2-4		379.42	0.43
Modestamente inclinado	4-8		10260.79	11.49
Fuertemente inclinado	8-15		38688.56	43.34
Modestamente empinado	15-25		16564.07	18.55
Empinado	25-50		21461.57	24.04
Muy empinado	50-75		369.28	0.41
Extremadamente empinado	>75		1052.23	1.18
Superficie Total			89271.68	100

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
 ESCUELA PROFESIONAL CONSERVACION DE...

TESIS: "CLASIFICACIÓN DE SUELOS POR SU CAPACIDAD EN LA CUENCA HUASCAYACU- PROVINCIA MOYOBAMBA"

MAPA PENDIENTE

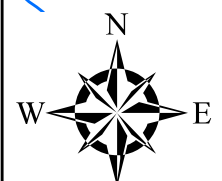
EJECUTOR: SALAZAR RAMIREZ, Samuel Elmin	UBICACIÓN POLÍTICA	FECHA: Marzo, 2017
ASESOR: Ing. RENGIFO TRIGOZO, Juan Pablo	DEPARTAMENTO : San Martín	MAPA N° 05
SISTEMA DE PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA: UTM Zona 18 Sur, DATUM Horizontal WGS 1984	PROVINCIA : Moyobamba	
	DISTRITO : Moyobamba LOCALIDAD : Cuenca Huascayacu	

Escala: 1:50,000

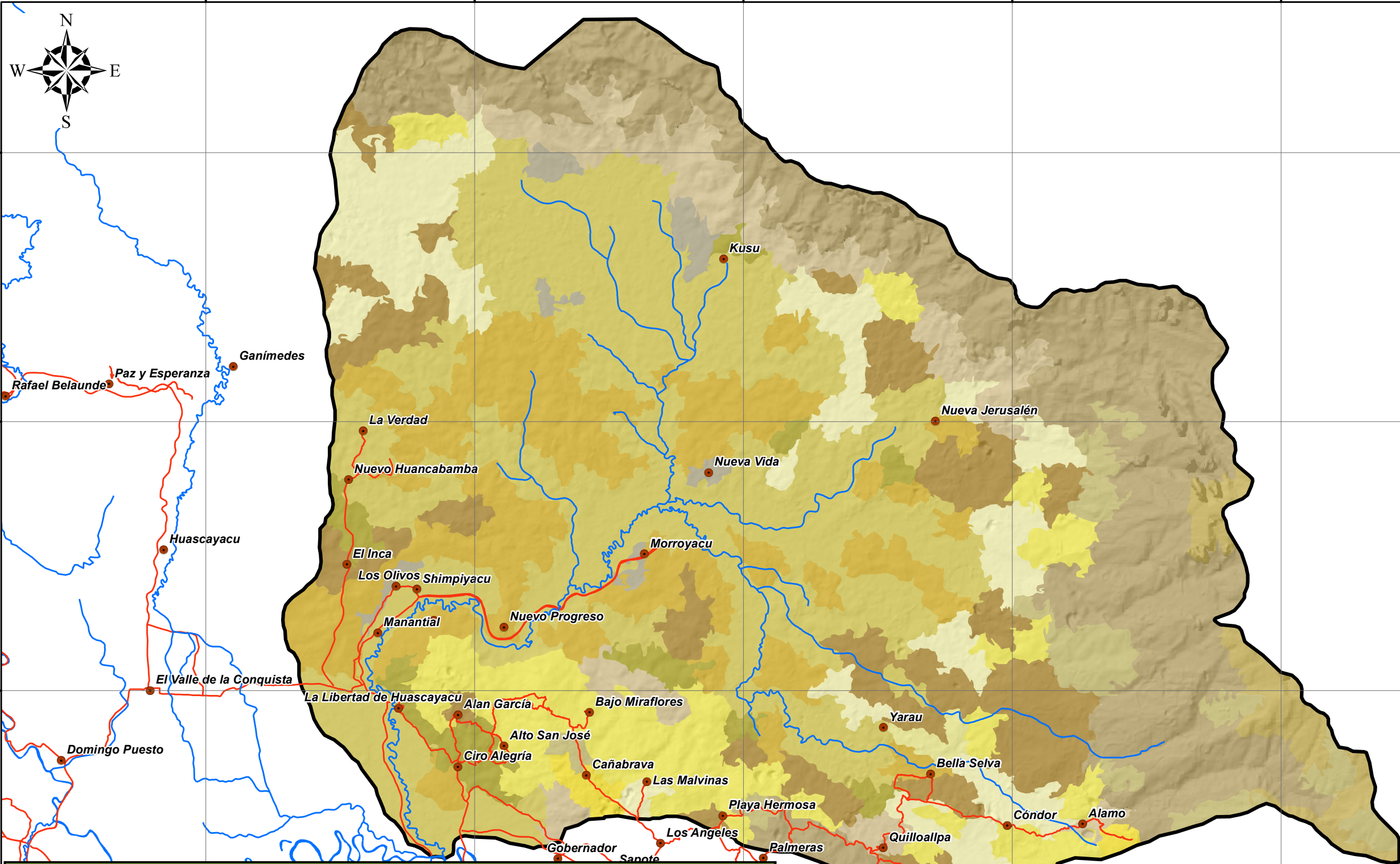
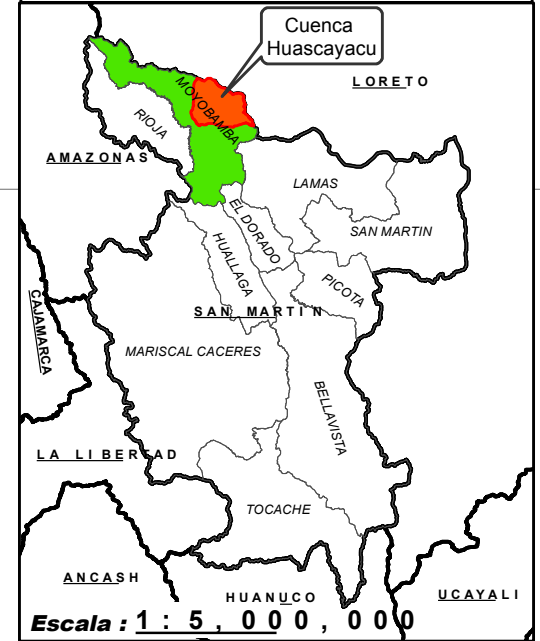
FUENTE Instituto Geografico Nacional del Perú (IGN), Mapa político del Perú, Carta Nacional del Perú escala escala 1:100 000, ZEE- San Martín

260000 270000 280000 290000 300000 310000

260000 270000 280000 290000 300000 310000



MAPA DE UBICACIÓN



Signos Convencionales

- Centros poblados
- ~ Red hidrográfica
- Red vial
- Perimetro de la cuenca

LEYENDA MAPA FISIOGRAFICO						
Gran Paisaje	Paisaje	Sub Paisaje	Elemento de Paisaje	Símbolo	Color	Áreas (ha)
Planicie	Aluvial	Terraza baja	Inundable	(Tb1)	[Color]	23550.26
			No inundable	(Tb2)	[Color]	974.35
		Terraza media	Plana	(Tm1)	[Color]	7518.11
			Ondulada	(Tm2)	[Color]	8229.25
		Terraza alta	Plana	(Ta1)	[Color]	490.02
			Ondulada	(Ta2)	[Color]	2689.82
Colinoso	Denudacional	Lomada	Lomada	(Cl)	[Color]	11870.87
		Colina baja	Ligeramente disectada	(Cb1)	[Color]	2146.99
			Moderadamente disectada	(Cb2)	[Color]	290.68
		Colina alta	Ligeramente disectada	(Ca1)	[Color]	6977.90
			Moderadamente disectada	(Ca2)	[Color]	4791.92
		Montañoso	Residual	Montaña baja	Montaña baja	(MB)
Montaña alta	Montaña alta			(MA)	[Color]	1915.98
Área Total						89271.68

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
ESCUELA PROFESIONAL CONSERVACION DE SUELOS

TESIS: "CLASIFICACIÓN DE SUELOS POR SU CAPACIDAD DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN LA CUENCA HUASCAYACU- PROVINCIA MOYOBAMBA"

MAPA FISIOGRAFICO

EJECUTOR: SALAZAR RAMIREZ, Samuel Elmin
 ASESOR: Ing. RENGIFO TRIGOZO, Juan Pablo

UBICACIÓN POLÍTICA
 DEPARTAMENTO: San Martín
 PROVINCIA: Moyobamba
 DISTRITO: Moyobamba
 LOCALIDAD: Cuenca Huascayacu

FECHA: Marzo, 2017
MAPA N° 06

SISTEMA DE PROYECCIÓN CARTOGRAFICA:
 UTM Zona 18 Sur,
 DATUM Horizontal WGS 1984

Escala 1:50,000

FUENTE: Instituto Geográfico Nacional del Perú (IGN), Mapa político del Perú, Carta Nacional del Perú escala 1:100,000, ZEE- San Martín

260000 270000 280000 290000 300000 310000

260000

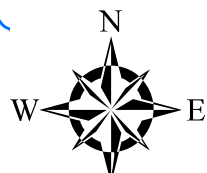
270000

280000

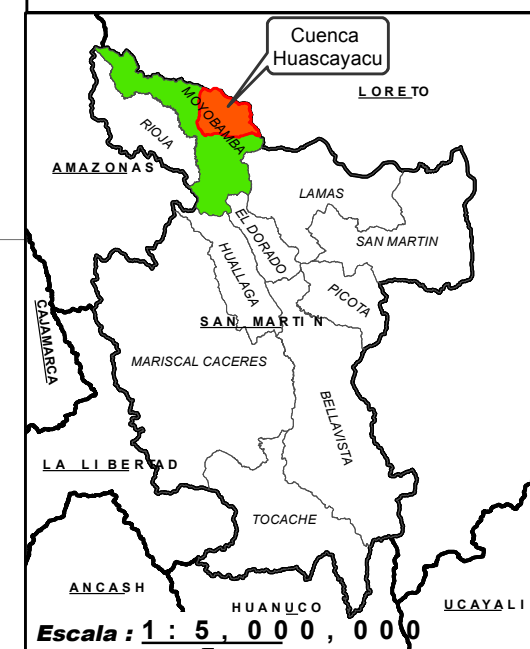
290000

300000

310000



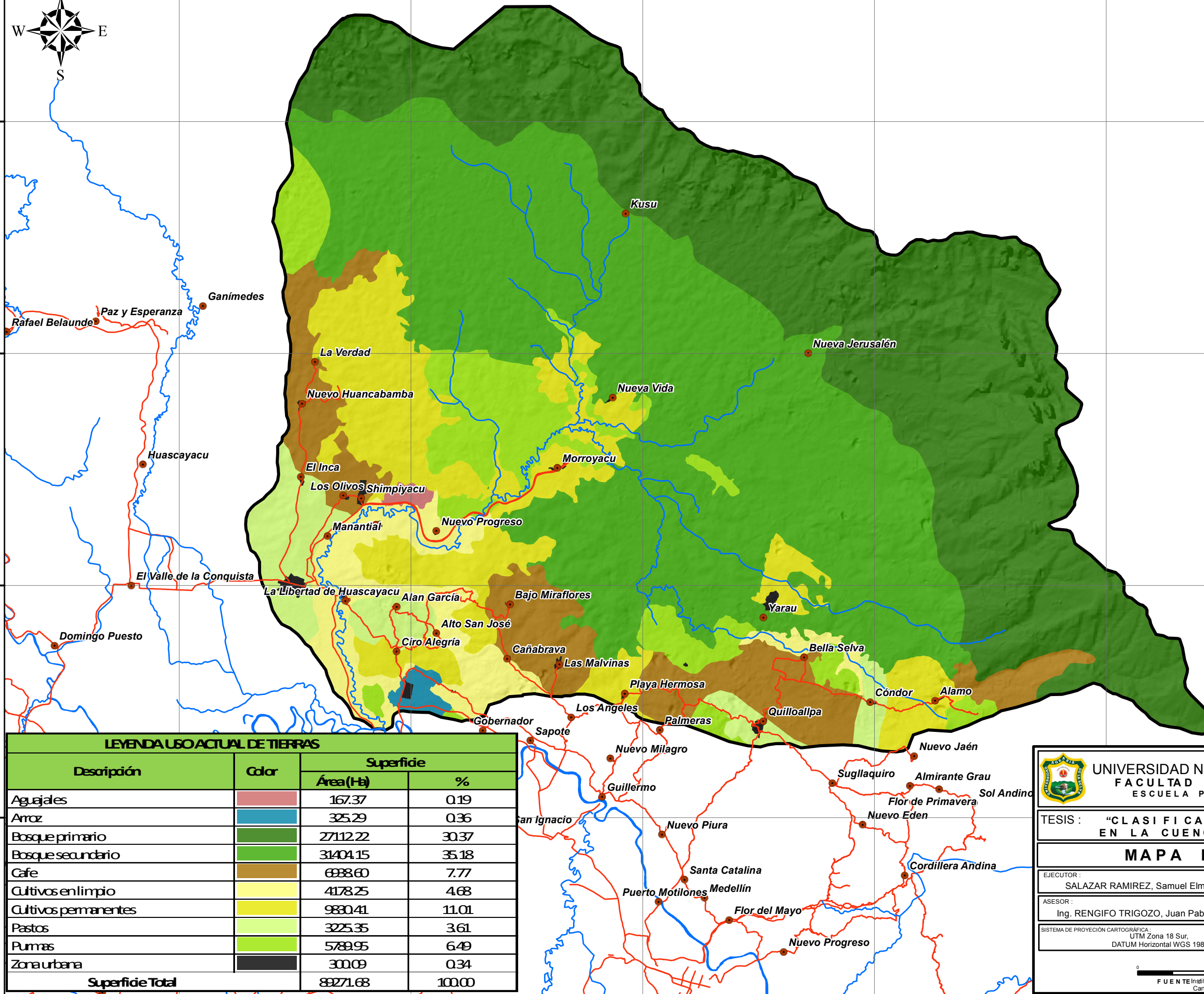
MAPA DE UBICACIÓN



Escala: 1 : 5,000,000

Signos Convencionales

- Centros poblados
- Red hidrografica
- Red vial
- Perimetro de la cuenca



LEYENDA USO ACTUAL DE TIERRAS

Descripción	Color	Superficie	
		Área (Ha)	%
Aguajales		167.37	0.19
Aroz		325.29	0.36
Bosque primario		27112.22	30.37
Bosque secundario		31404.15	35.18
Cafe		688.60	7.77
Cultivos en limpio		4178.25	4.68
Cultivos permanentes		9830.41	11.01
Pastos		3225.35	3.61
Pumas		5789.95	6.49
Zona urbana		300.09	0.34
Superficie Total		89271.68	100.00

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
 ESCUELA PROFESIONAL CONSERVACION DE...

TESIS: "CLASIFICACIÓN DE SUELOS POR SU CAPACIDAD EN LA CUENCA HUASCAYACU- PROVINCIA MOYOBAMBA"

MAPA DE USO ACTUAL DE TIERRAS

EJECUTOR: SALAZAR RAMIREZ, Samuel Elmin	UBICACIÓN POLÍTICA	FECHA: Marzo, 2017
ASESOR: Ing. RENGIFO TRIGOZO, Juan Pablo	DEPARTAMENTO : San Martín	MAPA N°
SISTEMA DE PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA: UTM Zona 18 Sur, DATUM Horizontal WGS 1984	PROVINCIA : Moyobamba	07
	DISTRITO : Moyobamba	
	LOCALIDAD : Cuenca Huascayacu	

Escala: 1 : 50,000

FUENTE: Instituto Geográfico Nacional del Perú (IGN), Mapa político del Perú, Carta Nacional del Perú escala 1:100 000, ZEE- San Martín

260000

270000

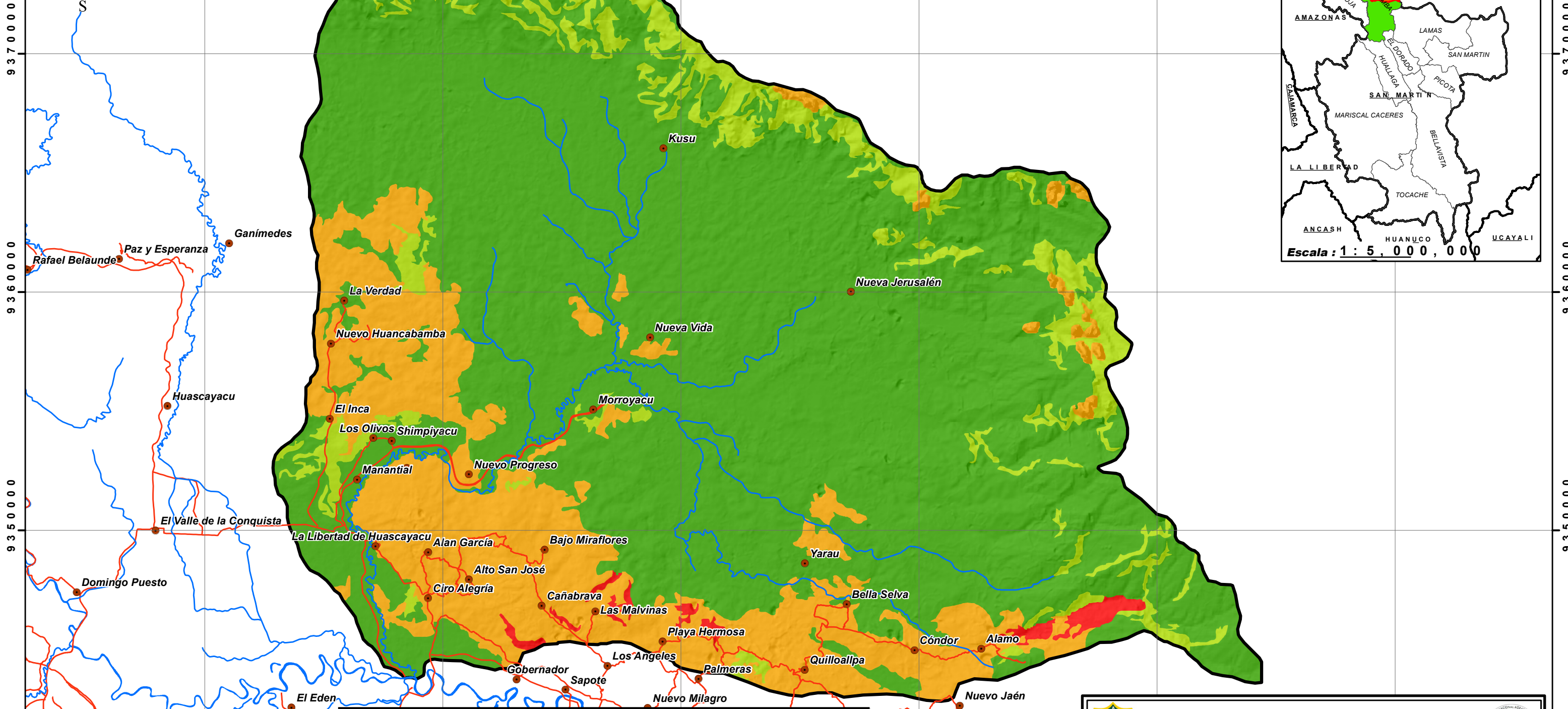
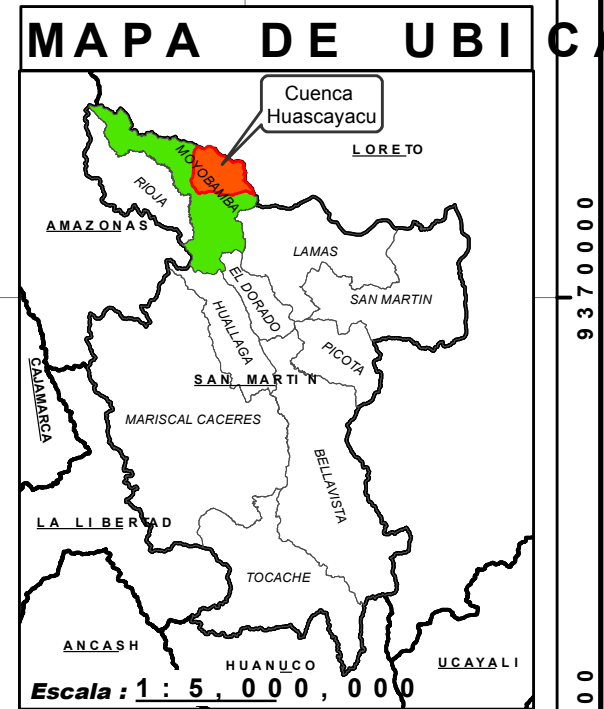
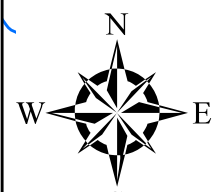
280000

290000

300000

310000

260000 270000 280000 290000 300000 310000



Signos Convencionales

- Centros poblados
- ~ Red hidrografica
- Red vial
- Perimetro de la cuenca

LEYENDA MAPA DE EROSION DEL SUELO				
Nivel de Erosion	Rango (tn/ha/año)	Color	Superficie	
			Área (ha)	%
Muy ligera	0 - 5		7399.84	8.29
Ligera	5 - 10		17374.13	19.46
Moderada	10 - 50		63784.21	71.45
Severa	50 - 100		713.50	0.80
Superficie Total			89272	100.0

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
 ESCUELA PROFESIONAL CONSERVACION DE SUELOS

TESIS: "CLASIFICACION DE SUELOS POR SU CAPACIDAD EN LA CUENCA HUASCAYACU- PROVINCIA MOYOBAMBA"

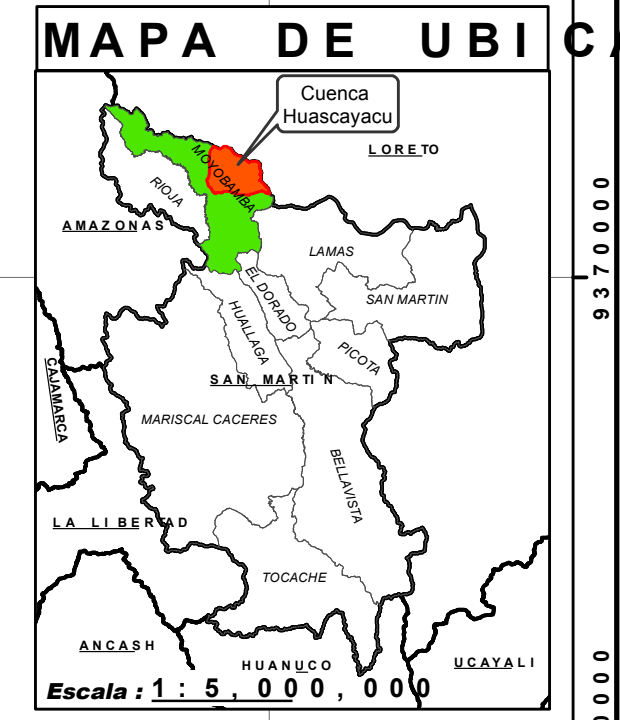
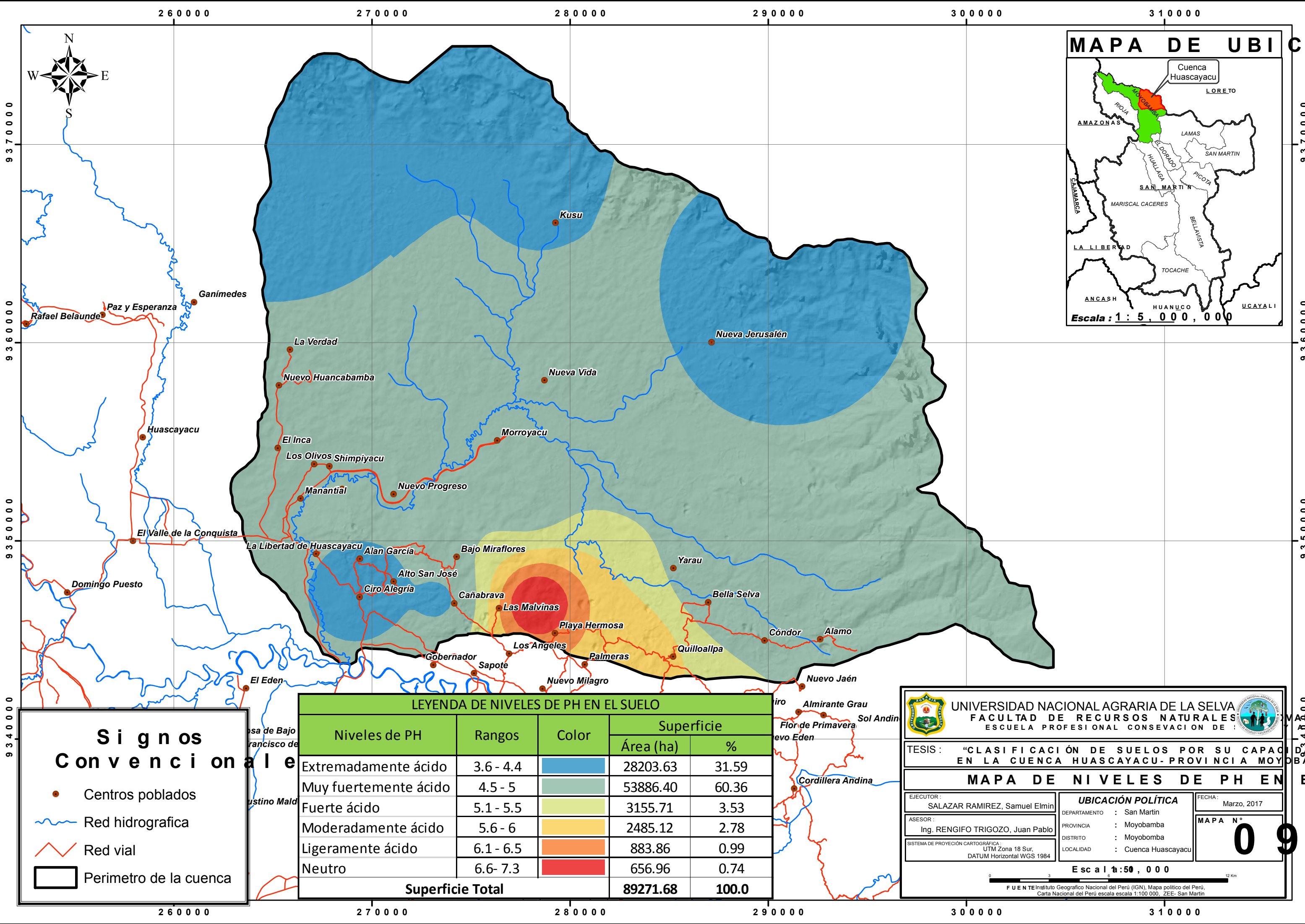
MAPA DE EROSION DEL SUELO

EJECUTOR: SALAZAR RAMIREZ, Samuel Elmin	UBICACION POLITICA	FECHA: Marzo, 2017
ASESOR: Ing. RENGIFO TRIGOZO, Juan Pablo	DEPARTAMENTO : San Martin	MAPA N° 08
SISTEMA DE PROYECCION CARTOGRAFICA: UTM Zona 18 Sur, DATUM Horizontal WGS 1984	PROVINCIA : Moyobamba	
	DISTRITO : Moyobamba LOCALIDAD : Cuenca Huascayacu	

Escala: 1:50,000

FUENTE: Instituto Geografico Nacional del Perú (IGN), Mapa politico del Perú, Carta Nacional del Perú escala 1:100 000, ZEE- San Martín

260000 270000 280000 290000 300000 310000



Signos Convencionales

- Centros poblados
- ~ Red hidrografica
- ~ Red vial
- Perimetro de la cuenca

LEYENDA DE NIVELES DE PH EN EL SUELO				
Niveles de PH	Rangos	Color	Superficie	
			Área (ha)	%
Extremadamente ácido	3.6 - 4.4	[Blue]	28203.63	31.59
Muy fuertemente ácido	4.5 - 5	[Light Blue]	53886.40	60.36
Fuerte ácido	5.1 - 5.5	[Light Green]	3155.71	3.53
Moderadamente ácido	5.6 - 6	[Yellow]	2485.12	2.78
Ligeramente ácido	6.1 - 6.5	[Orange]	883.86	0.99
Neutro	6.6 - 7.3	[Red]	656.96	0.74
Superficie Total			89271.68	100.0

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
 ESCUELA PROFESIONAL CONSERVACION DE...

TESIS: "CLASIFICACIÓN DE SUELOS POR SU CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DE NUTRIENTES EN LA CUENCA HUASCAYACU- PROVINCIA MOYOBAMBA"

MAPA DE NIVELES DE PH EN EL SUELO

EJECUTOR: SALAZAR RAMIREZ, Samuel Elmin
 ASESOR: Ing. RENGIFO TRIGOZO, Juan Pablo

UBICACIÓN POLÍTICA
 DEPARTAMENTO : San Martín
 PROVINCIA : Moyobamba
 DISTRITO : Moyobamba
 LOCALIDAD : Cuenca Huascayacu

FECHA: Marzo, 2017
 MAPA N° 09

Escala: 1:50,000

FUENTE: Instituto Geográfico Nacional del Perú (IGN), Mapa político del Perú, Carta Nacional del Perú escala 1:100 000, ZEE- San Martín

260000

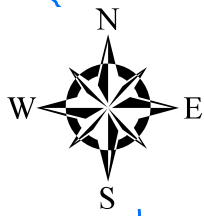
270000

280000

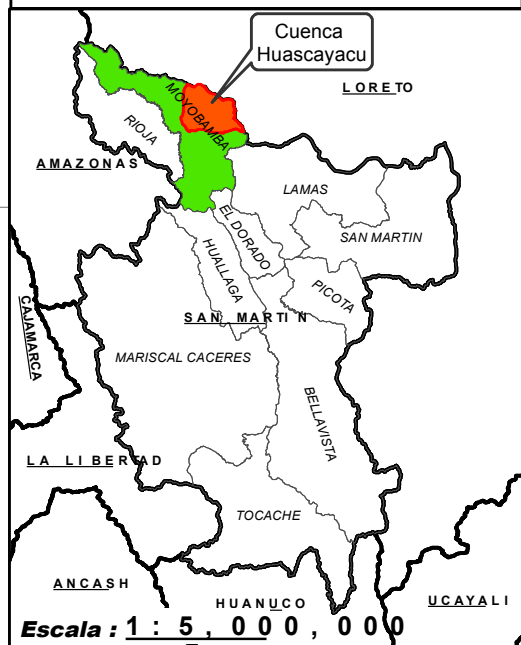
290000

300000

310000



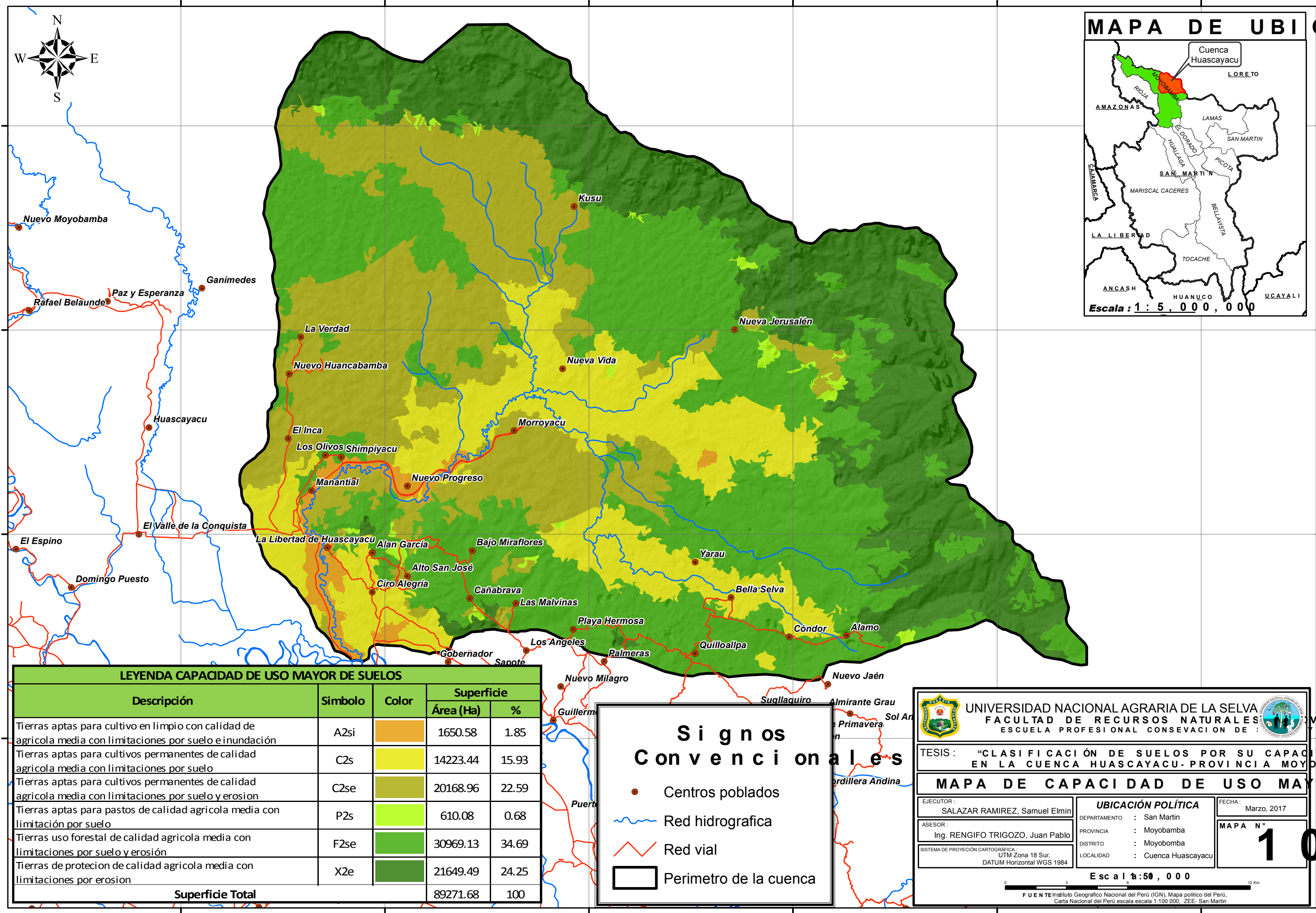
MAPA DE UBICACIÓN



Escala: 1 : 5,000,000

9370000
9360000
9350000
9340000

9370000
9360000
9350000
9340000



LEYENDA CAPACIDAD DE USO MAYOR DE SUELOS

Descripción	Símbolo	Color	Superficie	
			Área (Ha)	%
Tierras aptas para cultivo en limpio con calidad de agrícola media con limitaciones por suelo e inundación	A2si		1650.58	1.85
Tierras aptas para cultivos permanentes de calidad agrícola media con limitaciones por suelo	C2s		14223.44	15.93
Tierras aptas para cultivos permanentes de calidad agrícola media con limitaciones por suelo y erosión	C2se		20168.96	22.59
Tierras aptas para pastos de calidad agrícola media con limitación por suelo	P2s		610.08	0.68
Tierras uso forestal de calidad agrícola media con limitaciones por suelo y erosión	F2se		30969.13	34.69
Tierras de protección de calidad agrícola media con limitaciones por erosión	X2e		21649.49	24.25
Superficie Total			89271.68	100

Signos Convencionales

- Centros poblados
- Red hidrografica
- Red vial
- Perimetro de la cuenca

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
 ESCUELA PROFESIONAL CONSERVACION DE...

TESIS: "CLASIFICACIÓN DE SUELOS POR SU CAPACIDAD DE USO MAYOR EN LA CUENCA HUASCAYACU- PROVINCIA MOYOBAMBA"

MAPA DE CAPACIDAD DE USO MAYOR

EJECUTOR: SALAZAR RAMIREZ, Samuel Elmin
 ASESOR: Ing. RENGIFO TRIGOZO, Juan Pablo

UBICACIÓN POLÍTICA
 DEPARTAMENTO : San Martín
 PROVINCIA : Moyobamba
 DISTRITO : Moyobamba
 LOCALIDAD : Cuenca Huascayacu

FECHA: Marzo, 2017
MAPA N° 10

SISTEMA DE PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA: UTM Zona 18 Sur, DATUM Horizontal WGS 1984

Escala: 1 : 50,000

FUENTE: Instituto Geográfico Nacional del Perú (IGN), Mapa político del Perú, Carta Nacional del Perú escala 1:100 000, ZEE: San Martín

260000

270000

280000

290000

300000

310000