

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



**“PROPUESTA METODOLÓGICA DE MICROZONIFICACIÓN
ECOLÓGICA Y ECONÓMICA - CASO MICROCUENCA DEL RÍO
ZAPATILLA - PUNO”**

TESIS

PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÍCOLA

PRESENTADO POR:

Bach. AMÉRICO HUARANCCA CONDORI

**PUNO - PERÚ
2014**

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

**“PROPUESTA METODOLÓGICA DE MICROZONIFICACIÓN
ECOLÓGICA Y ECONÓMICA - CASO MICROCUENCA DEL RÍO
ZAPATILLA - PUNO”**

TESIS PRESENTADO POR:

AMÉRICO HUARANCCA CONDORI

PARA OPTAR EL TÍTULO DE: INGENIERO AGRÍCOLA

APROBADA POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE

:

.....
M.Sc. Alberto Choquecota Riva

PRIMER MIEMBRO

:

.....
Ing. Ricardo Luis Bardales Vassi

SEGUNDO MIEMBRO

:

.....
Ing. Teófilo Chirinos Ortiz

DIRECTOR DE TESIS

:

.....
Ing. José Antonio Mamani Gómez

ASESOR DE TESIS

:

.....
Ing. Luis Alberto Rojas Vásquez

PUNO - PERÚ

2014

ÁREA : Ingeniería y Tecnología

TEMA: Ordenamiento territorial

LÍNEA: Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente

DEDICATORIA

A mis padres Marcelino y Justa, por su gran apoyo, paciencia y confianza.

Américo H. C.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por permitir que en mi corazón nazca una luz de esperanza y alegría, que me permita luchar y alcanzar las metas propuestas.

A nuestra primera casa superior de estudios la Universidad Nacional del Altiplano, y a la Facultad de Ingeniería Agrícola.

A los docentes de la Facultad, por sus valiosas enseñanzas que han constituido en el pilar de mi formación profesional.

A los miembros de jurados M.Sc. Alberto Choquecota Riva, Ing. Ricardo Luis Bardales Vassi, Ing. Teófilo Chirinos Ortiz, por sus valiosas sugerencias y aportes para la realización de presente proyecto.

Al Proyecto Desarrollo de Capacidades para el Ordenamiento Territorial de la Región Puno, por la oportunidad brindada para el desarrollo de la presente investigación.

Así también, a todas las personas que han colaborado con este proyecto, por su apoyo y aliento.

Américo H. C.

CONTENIDO

RESUMEN.....	viii
ABSTRACT	ix
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN	1
1.1 Planteamiento del problema.....	2
1.2 Antecedentes	4
1.3 Justificación	5
1.4 Objetivos	6
1.4.1 Objetivo general	6
1.4.2 Objetivos específicos.....	6
1.5 Utilidad de los resultados de estudio	7
CAPITULO II MARCO TEORICO	8
2.1 Aspectos físicos	8
2.1.1 Cuenca hidrográfica	8
2.1.2 Geología.....	8
2.1.3 Geomorfología.....	9
2.1.4 Fisiografía	9
2.1.5 Clima	10
2.2 Recursos.....	10
2.2.1 Recursos naturales.....	10
2.2.2 Suelos.....	11
2.2.3 Capacidad de uso mayor de suelos	12
2.2.4 Uso actual de tierras.....	15
2.3 Aspectos biológicos.....	15
2.3.1 Cobertura vegetal	15
2.3.2 Zonas de vida.....	15
2.3.3 La biodiversidad.....	16
2.4 Vulnerabilidad y riesgo	17
2.5 Procedimientos de la zonificación ecológica y económica	18
2.5.1 Zonificación.....	18
2.5.2 Zonificación ecológica y económica.....	18
2.5.3 Modelamiento.....	23
2.6 Instrumentos de planificación.....	23
2.6.1 Ordenamiento territorial	23
2.6.2 Sistemas de información geográfica	24
CAPITULO III MATERIALES Y MÉTODOS.....	25
3.1 Materiales	25

3.2	Metodología.....	28
3.2.1	Ubicación del área de estudio.....	28
3.2.2	Procedimientos metodológicos de la investigación.....	29
3.2.3	Metodología por objetivos específicos.....	31
CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		60
4.1 Desarrollar el proceso metodológico y procedimientos para la MZEE a nivel de microcuencas de la zona circunlacustre del altiplano.....		60
4.1.1	Proceso metodológico y procedimientos para la MZEE a nivel de microcuencas de la zona circunlacustre del altiplano.....	60
4.2 Determinar zonas ecológicas económicas de la microcuenca del río Zapatilla que permita la formulación del plan de ordenamiento territorial.....		62
4.2.1	Caracterización general de la zona de estudio.....	62
4.2.2	Determinación de las unidades ecológicas económicas.....	73
4.2.2.1	Unidades productivas.....	73
4.2.2.2	Unidades de valor bioecológicos.....	76
4.2.2.3	Unidades de valor histórico culturales.....	78
4.2.2.4	Unidades de vulnerabilidad.....	79
4.2.2.5	Unidades de conflictos de uso.....	79
4.2.2.6	Unidades urbano industriales.....	80
4.2.3	Propuesta de zonas ecológicas y económicas de la microcuenca del río Zapatilla.....	81
4.2.3.1	Zonas productivas.....	81
4.2.3.2	Zonas de protección y conservación ecológica.....	84
4.2.3.3	Zonas de tratamiento especial.....	85
4.2.3.4	Zonas de recuperación.....	86
4.2.3.5	Zonas de vocación urbano industrial.....	86
CONCLUSIONES.....		88
RECOMENDACIONES.....		89
BIBLIOGRAFIA.....		90
ANEXOS.....		92

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1. Información satelital disponible para la MZEE.	25
Cuadro N° 2. Información cartográfica disponible para la MZEE.....	26
Cuadro N° 3. Información temática disponible para la MZEE.	27
Cuadro N° 4. Matriz de valoración de atributos.	37
Cuadro N° 5. Matriz de doble entrada para determinar la calidad agrologica.	40
Cuadro N° 6. Clase peligro de erosión.	47
Cuadro N° 7. Intensidad de heladas.	49
Cuadro N° 8. Matriz de peligro y vulnerabilidad.	52
Cuadro N° 9. Clase Mammalia, Orden Ruminantia.	66
Cuadro N° 10. Clase Mammalia, Orden Carnivora.	66
Cuadro N° 11. Densidad poblacional en la microcuenca del río Zapatilla.	67
Cuadro N° 12. Censo de población y vivienda de 1993 y 2007.....	68
Cuadro N° 13. Superficie sembrada en la microcuenca del río Zapatilla.	70
Cuadro N° 14. Población pecuaria área de estudio.	71
Cuadro N° 15. Distribución de la aptitud agropecuaria y forestal.	74
Cuadro N° 16. Distribución de aptitud minera.	76
Cuadro N° 17. Distribución de valor bioecológico.	78
Cuadro N° 18. Distribución de conflictos de uso.	80
Cuadro N° 19. Aptitud urbano e industrial de la microcuenca del río Zapatilla.	80
Cuadro N° 20. Zonas para cultivos en limpio con limitaciones.	81
Cuadro N° 21. Zonas para pasto con limitaciones.	82
Cuadro N° 22. Zonas para pasto con limitaciones y zonas para cultivo en limpio con limitaciones.	82
Cuadro N° 23. Zonas para pastos y producción forestal.....	82
Cuadro N° 24. Zonas para cultivo en limpio asociado a potencial turístico.	83
Cuadro N° 25. Zonas para pastos asociados a potencial turístico.	83
Cuadro N° 26. Zonas para pastos asociados a potencial minero no metálico.	83
Cuadro N° 27. Zonas de protección y conservación ecológica.....	84
Cuadro N° 28. Zonas de tratamiento especial.	85
Cuadro N° 29. Zonas de recuperación.	86
Cuadro N° 30. Zonas de vocación urbano industrial.	87
Cuadro N° 31. Categorías de zonificación de la zona de estudio.....	87

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. Mapa de ubicación de la microcuenca del río Zapatilla.	28
Figura N° 2. Esquema metodológico general de la investigación.	30
Figura N° 3. Estructura del SM valor productivo.	38
Figura N° 4. Estructura del SM potencial productivo agrario.	39
Figura N° 5. Flujo de procesos SIG del SM potencial productivo agrario.	42
Figura N° 6. Estructura del SM de potencial turístico.	43
Figura N° 7. Flujo de procesos SIG del SM potencial turístico.	43
Figura N° 8. Estructura del SM de potencial minero.	44
Figura N° 9. Flujo de procesos SIG del SM de potencial minero.	45
Figura N° 10. Estructura del SM de valor bioecológico.	45
Figura N° 11. Flujo de procesos SIG del SM de valor bioecológico.	46
Figura N° 12. Estructura del SM valor histórico cultural.	46
Figura N° 13. Flujo de procesos SIG del SM de valor histórico cultural.	47
Figura N° 14. Estructura del SM de peligro de erosión.	48
Figura N° 15. Flujo de procesos SIG del SM de peligro de erosión.	48
Figura N° 16. Estructura del SM de peligro de heladas.	49
Figura N° 17. Flujo de procesos SIG del SM de peligro de heladas.	49
Figura N° 18. Estructura del SM de peligro por inundación.	50
Figura N° 19. Estructura del SM de vulnerabilidad.	52
Figura N° 20. Estructura del SM de riesgo.	52
Figura N° 21. Estructura del SM de conflictos de uso.	53
Figura N° 22. Flujo de procesos SIG del SM de conflictos de uso.	53
Figura N° 23. Estructura del SM de aptitud urbano e industrial.	54
Figura N° 24. Flujo de procesos SIG del SM de aptitud urbano e industrial.	54
Figura N° 25. Estructura del modelo de ZEE.	56
Figura N° 26. Flujo de procesos SIG del modelo de ZEE.	56
Figura N° 27. Flujograma de criterio de exclusión selectiva para determinar las unidades de ZEE. (SIG MINAM, 2010).	58
Figura N° 28. Proceso metodológico y procedimientos para la MZEE a nivel de microcuencas del circunlacustre del altiplano.	61
Figura N° 29. Distribución porcentual de las grandes zonas ecológicas y económicas.	87

LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS

CONAM:	Consejo Nacional del Ambiente.
CUMT:	Capacidad de Uso Mayor de Tierras.
DCOT:	Desarrollo de Capacidades para el Ordenamiento Territorial.
EMC:	Evaluación Multicriterio.
GPS:	Sistema de Posicionamiento Global.
GRP:	Gobierno Regional Puno.
IGN:	Instituto Geográfico Nacional.
IIAP:	Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana.
INADE:	Instituto Nacional de Desarrollo.
INEI:	Instituto Nacional de Estadística e Informática.
INGEMMET:	Instituto Geológico Minero y Metalúrgico.
INRENA:	Instituto Nacional de Recursos Naturales.
MDE:	Modelo Digital de Elevación.
MDT:	Modelo Digital de Terreno.
MINAM:	Ministerio de Ambiente.
MRE:	Ministerio de Relaciones Exteriores.
MZEE:	Microzonificación Ecológica y Económica.
ODT:	Oficina de Demarcación Territorial.
ONER:	Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales.
ONG:	Organización no Gubernamental.
OT:	Ordenamiento Territorial.
PEA:	Población Económicamente Activa.
PELT:	Proyecto Especial Binacional Lago Titicaca.
POT:	Plan de Ordenamiento Territorial.
SENAMHI:	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología.
SIG:	Sistemas de Información Geográfica.
TIN:	Red Irregular de Triángulos.
UAT:	Uso Actual de Tierras.
UEE:	Unidades Ecológicas Económicas.
WGS:	Sistema Geográfico Mundial.
ZEE:	Zonificación Ecológica y Económica.

RESUMEN

El presente estudio denominado “Propuesta Metodológica de Microzonificación Ecológica y Económica - Caso Microcuenca del Río Zapatilla – Puno”, fue realizado en la microcuenca del río Zapatilla, localizada entre los distritos de Ilave, Juli y Pilcuyo. Cuyo objetivo es desarrollar la propuesta metodológica de microzonificación ecológica y económica, con aplicación a la microcuenca del río Zapatilla - Puno. Para ello se tuvo como referencia el reglamento de la zonificación ecológica y económica DS N° 087-2004-PCM, la directiva DCD N° 010-2006-CONAM/C.D., entre otras, considerando las características biofísicas y socioeconómicas del ámbito de estudio. Como resultados se tienen: el proceso metodológico para la microzonificación ecológica y económica adaptada a la realidad del ámbito de las microcuencas de la zona circunlacustre del altiplano; la propuesta de microzonificación ecológica y económica de la microcuenca del río Zapatilla, donde se determinaron 55 zonas ecológicas económicas agrupadas en cinco categorías las cuales son: zonas productivas con el 88%, esta incluye agropecuario, turístico y minero; zonas para la protección y conservación ecológica con el 5%; zonas para el tratamiento especial con 1%; zonas de recuperación 5%; zonas de vocación urbano industrial con el 0.2% de la superficie total de la microcuenca respectivamente. En el proceso metodológico para la microzonificación ecológica y económicas, se consideran siete fases: preliminar; recopilación de información; campo; generación y procesamiento de información cartográfica y temática; caracterización y análisis del territorio; evaluación y resultados, lo que permitirá aplicar de manera óptima en el ámbito de las microcuencas del circunlacustre del altiplano. La microcuenca del río Zapatilla presenta las cinco categorías de zonificación, principalmente presenta un enorme potencial para las actividades productivas tales como la agrícola y pecuaria con 86% de la superficie total. Presenta también zonas de recuperación, por conflictos de uso (5%). Zonas para la protección y conservación ecológica de especies endémicas como, Queñua, tola (5%). Entre otras zonas en menores porcentajes. La presente propuesta permitirá formular el plan de ordenamiento territorial en dicha microcuenca.

Palabras claves: criterios de evaluación, desarrollo sostenible, multidisciplinario, ordenamiento del territorio, zonificación.

ABSTRACT

The present study entitled "Methodological Proposal of Ecological and Economic Micro zoning - Case Zapatilla River Micro watershed - Puno", was conducted in the watershed of Zapatilla river, located between the districts of Ilave, Juli and Pilcuyo. This aims to develop the methodology of ecological and economic micro zoning, with application to the micro watershed of the river Zapatilla - Puno. This was taken as reference the rules of the ecological and economic zoning DS N° 087-2004-PCM, the DCD N° 010-2006-CONAM/CD directive, among others, considering the biophysical and socioeconomic characteristics of the study area. As results are: the methodological process for micro ecological and economic adapted to the reality of the field of micro watersheds in the Lakeside area of highland zoning; the proposed ecological and economic micro zoning Zapatilla of the watershed of the river, where 55 ecological economic zones grouped into five categories which are determined: productive areas with 88%, this includes agriculture, tourism and mining; areas for protection and ecological conservation with 5%; areas for special treatment with 1%; 5% recovery areas; vocation urban industrial areas to 0.2% of the total area of the watershed respectively. In the methodological process for ecological and economic micro zoning seven phases are considered: preliminary; collection of information; field; generation and processing of cartographic and thematic information; characterization and analysis of the territory; evaluation and results, which will be applied optimally in the field of micro watersheds lakeside cir highland. The watershed of the river Zapatilla has five zoning categories, mainly presents an enormous potential for productive activities such as agriculture and livestock with 86% of the total area. It also presents recovery areas, conflicts of use (5%). Areas for protection and ecological conservation of endemic species, Queñua, tola (5%). Other areas in smaller percentages. This proposal will formulate the land use plan in that watershed.

Key word: desarrollo sostenible, zonificación, ocupación ordenada, criterios de evaluación, planificación, recursos naturales, multidisciplinario.

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

El crecimiento y desarrollo de las poblaciones rurales y urbanas (asentamientos, agricultura, servicios, protección, entre otros) han creado retos y desafíos a los tomadores de decisiones en la necesidad de planificar y ordenar el uso de los espacios, optimizando el uso de los recursos naturales, reduciendo la vulnerabilidad, identificando las mejores alternativas a través de proyectos que contribuyan con el desarrollo social, económico y ambiental.

La zonificación ecológica y económica es un instrumento técnico que está orientado a identificar y sugerir los usos más adecuados de los diversos espacios del territorio y de sus recursos naturales, áreas con vocación: agrícola, pecuaria, forestal, pesquera, minero-energético, protección, conservación de la biodiversidad, ecoturismo y urbanismo-industrial (IIAP, 1998).

En ese sentido la presente investigación tuvo el propósito de desarrollar la propuesta metodológica para microzonificación ecológica y económica a nivel de microcuencas, con aplicación a la microcuenca del río Zapatilla, cuyos objetivos son: desarrollar el proceso metodológico y procedimientos para la MZEE a nivel de microcuencas de la zona circunlacustre del altiplano; determinar zonas ecológicas económicas de la microcuenca del río Zapatilla que permita la formulación del plan de ordenamiento territorial.

Como resultado se ha desarrollado una propuesta metodológica de MZEE con lo cual permitirá formular los procesos de microzonificación ecológica y económica en el ámbito de las microcuencas del circunlacustre. La propuesta metodológica se desarrolló en base a los lineamientos en materia de ZEE planteada por el Ministerio del Ambiente, entre otros estudios desarrollados.

Así mismo, teniendo como base los procesos metodológicos planteados, además haciendo uso de herramientas SIG y teledetección, contando con apoyo de un equipo multidisciplinario e información cartográfica del proyecto DCOT, se desarrolló la propuesta de microzonificación ecológica y económica en la microcuenca del río Zapatilla, la cual servirá como un instrumento de gestión, tanto para elaborar POT, como para facilitar la formulación de políticas, planes y programas orientados al desarrollo sostenible de la microcuenca del río Zapatilla.

1.1 Planteamiento del problema

En el Perú las cuencas hidrográficas son espacios geográficos con un significativo potencial de recursos naturales, y a su vez constituyen una unidad territorial natural y básica para la planificación apropiada. Sin embargo, la ocupación desordenada y el uso no sostenible, conjuntamente con los problemas sociales, y la aplicación de políticas inadecuadas alejadas de la realidad, no permiten aplicar con eficiencia una planificación deseada a favor del desarrollo.

Las cuencas hidrográficas en la región de Puno, también se viene generando problemas ambientales, como la contaminación de los ríos, desertificación de suelos, destrucción de espacios paisajísticos, por parte las actividades mineras. Así mismo, erosión de suelos, pérdida de la fertilidad de las mismas, sobrepastoreo, entre otros, ocasionando conflictos de uso de suelo esto producto de las inadecuadas prácticas de manejo de las actividades agropecuarias, ha esto se suma problemas de origen natural, que causan inundación, heladas, nevadas, entre otras.

El área objeto de la presente investigación, no escapa de esa percepción, ya que las comunidades de la microcuenca están realizando actividades agrícolas en zonas de riesgo y vulnerables a los peligros de inundación y están asentadas en las mismas, poniendo en riesgo sus viviendas y sus vidas. También se aprecia el sobre uso de suelos por parte de las actividades agrícolas en zonas donde la aptitud es para pastos naturales, lo que genera la pérdida de la fertilidad de los suelos, erosión acelerada y desertificación. Existe también la pérdida de la biodiversidad, especies como la tola y la Queñua, que están siendo deforestadas de su habitat natural. Igualmente se aprecia el abandono de los restos arqueológicos como las chulpas y andenes, lo que conduce al deterioro de estos.

Todo esta problemática que incluye limitaciones en la identificación apropiada de proyectos, es resultados de la falta de instrumentos de planificación y gestión tales como ZEE, POT que puedan ordenar las actividades teniendo en cuenta criterios ambientales, sociales, económicos y culturales.

Entre otras cosas la falta de metodologías así como procedimientos para desarrollar la microzonificación ecológica y económica a nivel de microcuencas.

1.1.1 Preguntas del problema de investigación

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, responderemos a las siguientes preguntas:

A. Pregunta central

¿Existe una propuesta metodológica de microzonificación ecológica y económica, que sea aplicable en el ámbito de la microcuenca del río Zapatilla?

B. Preguntas específicas

¿Existe metodologías y procedimientos para la microzonificación ecológica y económica a nivel de microcuencas de la zona circunlacustre del altiplano?

¿Qué potencialidades así como limitaciones presenta la microcuenca del río Zapatilla?

1.2 Antecedentes

En el Perú los estudios en el marco de zonificación ecológica y monitoreo geográfico en la cuenca del amazonas, se realizó una reunión del grupo nacional de zonificación ecológica y económica en la ciudad de Moyobamba (1996), donde se preparó una estrategia para la zonificación ecológica y económica y monitoreo geográfico de la Amazonía peruana. Por encargo del ministerio de relaciones exteriores, el IIAP elaboró el Manual de ZEE para la Amazonía peruana, con este documento se reglamenta la ZEE con el DS N° 087-2004-PCM, iniciando así los estudios de ZEE a nivel macro en las regiones como San Martín (2005), Cajamarca (2011), entre otras.

En la región Puno también realizaron estudios de ZEE a nivel Macro (2008), es decir, a nivel regional. Así mismo estudios a nivel meso (2009) en el ámbito de las cuencas del sur de la región, esta última sigue en proceso. Dichos estudios ejecutados por el gobierno regional de Puno mediante el proyecto desarrollo de capacidades para el ordenamiento territorial. En ellas se cuenta con información temática como las metodologías y experiencias que servirán como referencia para abordar el tema de investigación. Sin embargo, no se cuenta con estudios de ZEE a nivel de microcuencas los cuales requieren de información más detallada y metodologías más específicas, lo que corresponde a un nivel de microzonificación.

En la zona de estudio, existe estudios realizados por el INRENA que es: Inventario y Evaluación de los Recursos Naturales del Sector Alintuyo – Coraraca en la cuenca del río Zapatilla (Ilave), orientada a la elaboración de una propuesta de Plan de Desarrollo Integral, en base a un estudio integrado de recursos naturales para un adecuado ordenamiento de las actividades, dicho estudio a nivel detallado. Este estudio cuenta con información temática de los aspectos biofísicos, socioeconómicos a nivel detallado, por lo que está relacionado con la ZEE, esto ayudara en la actualización de la información temática recopilada de la microcuenca del río Zapatilla.

Los estudios mencionados formaran como base para desarrollar el tema de investigación.

1.3 Justificación

La presente investigación permitirá mejorar las carencias de la metodología general de la ZEE, principalmente en la fase de evaluación, con la formulación de modelos de evaluación considerando criterios físicos, biológicos y socioeconómicos que reflejan el ámbito de estudio. Por lo que permitirá su aplicación en las microcuencas de la zona circunlacustre del altiplano.

La propuesta de la microzonificación ecológica y económica de la microcuenca del río Zapatilla, permitirá formular propuestas específicas para su desarrollo en una visión de mediano y largo plazo, con la participación de los agentes de las instituciones regional y local, teniendo como base las potencialidades y limitaciones que posee.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Desarrollar la propuesta metodológica de microzonificación ecológica y económica, con aplicación a la microcuenca del río Zapatilla - Puno.

1.4.2 Objetivos específicos

- Desarrollar el proceso metodológico y procedimientos para la microzonificación ecológica y económica a nivel de microcuencas de la zona circunlacustre del altiplano.
- Determinar zonas ecológicas económicas de la microcuenca del río Zapatilla que permita la formulación del plan de ordenamiento territorial.

1.5 Utilidad de los resultados de estudio

El resultado de la presente investigación servirá como marco para el desarrollo de microzonificación ecológicas y económica en el ámbito de las microcuencas de la zona circunlacustre del altiplano, así mismo servirán como referencia para la aplicación en otras cuencas de características y condiciones similares.

El resultado de la presente investigación también contribuirá a la planificación y gestión, para la conservación del ambiente y el uso sostenible de los recursos naturales, evitando la ocupación en zonas de riesgo, previniendo conflictos sociales y daños a calidad del sistema natural, así mismo ayudara a mejorar la productividad, mejora de la inversión pública y privada, y orientar el proceso de desarrollo sostenible en el ámbito de la microcuenca del río Zapatilla.

También los resultados servirán para identificar proyectos, planes de manejo, programas, entre otros, los mismos que podrían ser ejecutados a través de los organismos gubernamentales y los ONGs. Igualmente, servirá como base la formulación del plan de ordenamiento territorial, así como al plan de desarrollo urbano rural en el ámbito de la microcuenca del río Zapatilla.

CAPITULO II MARCO TEORICO

2.1 Aspectos físicos

2.1.1 Cuenca hidrográfica

Una cuenca es el área de terreno que drena hacia una corriente en un lugar dado, o dicho de otra forma, es el área de captación de agua (Chow, 1994). Cuenca hidrográfica es el área o ámbito, delimitada por el divortium acuarium, donde ocurre el ciclo hidrológico e interactúan los factores naturales, sociales, económicos, políticos e institucionales y que son variables en el tiempo (Vásquez, 1997).

Delimitación de una cuenca

La delimitación de una cuenca, se hace sobre un plano o mapa a curvas de nivel (Escala 1/10000), siguiendo las líneas del divortium acuarium (parte aguas), la cual es una línea imaginaria, que divide a las cuencas adyacentes y distribuye el escurrimiento originado por las precipitaciones, que en cada sistema de corriente, fluye hacia el punto de salida de las cuencas. (Villón, 2002).

2.1.2 Geología

Define como la ciencia que estudia la Tierra, su composición, su estructura, los fenómenos que han ocurrido y ocurren en la actualidad, su evolución como planeta (Rivera, 2005).

Estratigrafía.

Estudia los estratos o capas sedimentarias determinando la secuencia. Composición y correlación de las rocas, así como la época en que se produjeron y, por tanto, la edad relativa de las mismas. Así como las condiciones reinantes, tanto climatológicas como geográfica, en aquellos momentos. Los estratos son como documentos históricos en los que aparecen impresos todos los acontecimientos ocurridos a través de la historia de la Tierra (Rivera, 2005).

Clasificación geológica de las rocas por su origen

Clasifican en:

Roca ígnea

- Plutónica: granito, gabro, diorita.

- Volcánicas: basalto, andesita, riolita.

Roca sedimentaria

- Detríticas: arenisca, lutita, conglomerado.
- Químicas: caliza biogénica, carbón, rocas coralíferas

Roca metamórfica

- Masivas: cuarcita, mármol.
- Foliadas: pizarra, filita, esquisto, gneiss.

2.1.3 Geomorfología

La geomorfología estudia el relieve terrestre, presente y pasado (Paleogeomorfología) desde el punto de vista descriptivo, genético y evolutivo. (Rivera, 2005).

La Geomorfología se puede definir como el estudio del modelado del relieve terrestre. Esta ciencia tiene mucha importancia por sí misma en muchos estudios de impacto ambiental, pero además está absolutamente relacionada con las características de otros elementos ambientales. Estas descripciones van a basarse en el conocimiento de la zona en función de (Garmendia, 2006):

- La topografía.
- La pendiente.
- La exposición.
- La altitud.

2.1.4 Fisiografía

Etimológicamente la palabra fisiografía (Physios = naturaleza; Graphos = descripción) se refiere a la descripción de las producciones de naturaleza, entendiéndose por naturaleza el conjunto, orden y disposición de todas las entidades que componen el universo (C.C.E., 2009).

Clasificación fisiográfica del terreno

Con los criterios anteriores se estableció un sistema de clasificación fisiográfica del terreno, mediante el que es posible jerarquizar cualquier zona rural, de lo general a lo particular, en diferentes categorías.

- Provincia fisiográfica
- Unidad climática
- Gran Paisaje
- Paisaje
- Subpaisaje

2.1.5 Clima

El clima se define como el conjunto de condiciones atmosféricas que se registran de media a lo largo de un estándar de 30 años en una zona dada. Este término no hay que confundirlo con el de tiempo atmosférico, que corresponde a las condiciones atmosféricas que se dan en un momento concreto en un área determinada. Las variables que caracterizan a este elemento ambiental con: temperatura, humedad, viento, precipitaciones, insolación, período de heladas, etc. (Garmendia, 2006).

2.2 Recursos

2.2.1 Recursos naturales

De acuerdo con la Ley orgánica para el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales (Ley N° 26821), “Se consideran recursos naturales a todo componente de la naturaleza, susceptible de ser aprovechado por el ser humano para la satisfacción de sus necesidades, y que tengan un valor actual o potencial en el mercado”; tales como (Castro, 2006):

- Las aguas: superficiales y subterráneas
- El suelo, subsuelo y las tierras por su capacidad de uso mayor: agrícolas, pecuarias, forestales y de protección

- La diversidad biológica: como las especies de flora, fauna y microorganismos; los recursos genéticos, y los ecosistemas que dan soporte a la vida
- Los recursos hidrocarburíferos, hidroenergético, eólicos, solares, geotérmicos y similares
- La atmósfera y el espectro radioeléctrico
- Los minerales
- El paisaje natural, en tanto sea objeto de aprovechamiento económico, es considerado recurso natural para efectos de dicha Ley.

2.2.2 Suelos

La definición más generalizada es la de una capa de roca madre meteorizada que cubre la mayor parte de la superficie terrestre. Esta capa cuyo espesor varía entre unos pocos centímetros y dos o tres metros. Permite que los reinos vegetal y animal se encuentren con el mundo mineral y establezcan una relación dinámica. Los vegetales obtienen del agua y los nutrientes esenciales y de aquellos dependen la vida de los animales (Lorente, 2007).

Muestreo del suelo

Si nuestra labor reside en la caracterización de la superficie del suelo, estaremos dentro de la disciplina de la fisiografía. La caracterización de un suelo agrícola reside en la práctica de toma de muestras que consiste en la extracción de una porción de suelo en superficie. A esa extracción la llamamos muestreo. (Lorente, 2007).

Perfil del suelo.

Los suelos desarrollan capas distintas a diversas profundidades. Una sección vertical de suelo con la finalidad de descubrir su parte oculta nos permite sus diferentes capas. Esta sección suele denominarse perfil.

Las diferentes capas de un perfil se denominan horizontes y a estos se le asignan las primeras letras del alfabeto. Así el horizonte "A" representa una capa

más superficial y suele ser la más rica en materia orgánica. La parte media del perfil suele ser más rica en arcilla y de color más claro que la superior: es el horizonte "B" o suelo profundo. A menudo los horizontes "A" y "B" presentan subhorizontes (A₀₀, A₀, B₁, B₂, etc.) (Lorente, 2007).

Los horizontes se delimitan atendiendo a los siguientes aspectos (Porta, 1999):

- Diferencia de color
- Propiedades morfológicas (textura, estructura)
- Propiedades asociadas (consistencia: compacidad, plasticidad, adhesividad, friabilidad y dureza)

2.2.3 Capacidad de uso mayor de suelos

Capacidad de uso mayor de una superficie geográfica es definida como su aptitud natural para producir en forma constante bajo tratamientos y usos específicos. Es un sistema eminentemente técnico interpretativo cuyo único objetivo es asignar a cada unidad de suelo su uso y manejo más apropiado.

Las características edáficas consideradas en la clasificación de tierras según su capacidad de uso mayor, son las siguientes: Pendiente, profundidad efectiva, textura, fragmentos gruesos, pedregosidad superficial, drenaje interno, pH, erosión, salinidad, peligro de anegamiento y fertilidad natural superficial.

Las características climáticas consideradas en la clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor son las siguientes: Precipitación, temperatura, evapotranspiración, todas influenciadas por la altitud y latitud. Todas ellas son consideradas en las zonas de vida. (D.S. N° 017-2009-AG., Cap. III Art. 8°).

2.2.3.1 Categorías del sistema de clasificación de tierras según su capacidad de uso mayor

a) Grupo de capacidad de uso mayor de las tierras

Agrupar a las tierras de acuerdo a su máxima vocación de uso, es decir a tierras que presentan características y cualidades similares en cuanto a su aptitud natural para la producción sostenible, de cultivos.

Los grupos de capacidad de uso mayor de suelos son:

1) Tierras aptas para cultivo en limpio (símbolo A)

Reúne a las tierras que presenta características climáticas, de relieve y edáficas para la producción de cultivos en limpio.

2) Tierras aptas para cultivos permanentes (símbolo C)

Reúne a las tierras cuyas características climáticas y edáficas no son favorables para cultivo en limpio, pero permiten la producción de cultivos permanentes, ya sea arbustivo o arbóreo.

3) Tierras aptas para pastos (símbolo P)

Reúne a las tierras cuyas características climáticas y edáficas no son favorables para cultivo en limpio ni permanentes, pero si para la producción pastos naturales o cultivados.

4) Tierras aptas para producción forestal (Símbolo F)

Reúne a las tierras cuyas características climáticas y edáficas no son favorables para cultivo en limpio ni permanentes, ni pastos, pero si para la producción de especies forestales maderables y no maderables.

5) Tierras de protección (Símbolo X)

Están constituidas por tierras que no reúnen las condiciones edáficas, climáticas ni de relieve mínimas para la producción sostenible de cultivos en limpio, permanentes, pastos o producción forestal.

En este grupo se incluyen, los escenarios glaciarcitos, formaciones líticas, tierras con cárcavas, zonas urbanas, zonas mineras, playas de litoral, centros arqueológicos, ruinas, causes de los ríos y quebradas, cuerpos de agua y otros nos diferenciados que por su importancia económica pueden ser destinados para la producción minera energética, turística, científico, etc. que contribuyen al beneficio del Estado.

b) Clase de capacidad de uso mayor de las tierras

Reúne a unidades de suelo según su calidad agroecológica dentro de cada grupo. La calidad agroecológica viene a ser la síntesis de las propiedades de fertilidad, condiciones físicas, relaciones suelo-agua, las características de relieve y climáticas dominantes y presenta el resumen de las potencialidad del suelo para producir plantas específicas, bajo un conjunto de prácticas de manejo.

Se han establecido tres clases de calidad agroecológica: alta media y baja:

- La clase de calidad alta (1). Comprende tierras de mayor potencialidad y que requieren de prácticas de manejo y conservación de suelos de menor intensidad.
- La clase de calidad media (2). Corresponde a tierras con algunas limitaciones y que exigen prácticas moderadas de manejo y conservación de suelos.
- La clase de calidad baja (3). Reúne a las tierras de menor potencialidad dentro de cada grupo de uso, exigiendo mayores y más intensas prácticas de manejo y conservación de suelos

c) Subclase de capacidad de uso mayor de las tierras

Establecida en función a factores limitantes, riesgos y condiciones especiales que restringen o definen el uso de las tierras. Las limitaciones fundamentales que caracterizan a la subclase son:

- 1) Limitación por suelo (Símbolo “s”)
- 2) Limitación por sales (Símbolo “l”)
- 3) Limitación por topografía-riesgo de erosión (Símbolo “e”)
- 4) Limitación por drenaje (Símbolo “w”)
- 5) Limitación por riesgos de inundación (Símbolo “i”)
- 6) Limitación por clima (Símbolo “c”)

También se reconocen tres condiciones especiales:

- Uso temporal (Símbolo “t”)
- Tarraceo o andenería (Símbolo “a”)

- Riego permanente o suplementario (Símbolo “r”)

2.2.4 Uso actual de tierras

Son las categorías de manejo que los productores implementan en función de sus necesidades actuales sin tomar en cuenta la capacidad de uso del suelo (Morales, 2003).

2.3 Aspectos biológicos

2.3.1 Cobertura vegetal

Es “el manto vegetal de un territorio dado”, la importancia de considerar la cobertura vegetal en el ordenamiento de usos del terreno radica, entre otros aspectos, en su capacidad de asimilación de energía solar, en ser protector primario de casi todos los ecosistemas. Los cambios en la estructura, la fisiología, la composición y patrón espacial de las comunidades vegetales a menudo son utilizados como indicadores de los efectos del manejo. Se incluyen los matorrales, los pastizales y los manglares. Dentro del concepto de cobertura vegetal, por consiguiente, entran los bosques (García, 2006).

2.3.2 Zonas de vida

Holdridge (1967), definió el concepto zona de vida del siguiente modo: Una zona de vida es un grupo de asociaciones vegetales dentro de una división natural del clima, que se hacen teniendo en cuenta las condiciones edáficas y las etapas de sucesión, y que tienen una fisonomía similar en cualquier parte del mundo.

Holdridge define como un área biogeográfica donde las condiciones ambientales son semejantes considerando factores como temperatura, precipitación o evapotranspiración (Wikipedia).

Sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge

El sistema de clasificación de Holdridge es un proyecto para la clasificación de las diferentes áreas terrestres según su comportamiento global bioclimático. Fue desarrollado por el botánico y climatólogo estadounidense Leslie Holdridge y fue publicado por vez primera en 1947 (con el título de Determination of World Plant

Formations from Simple Climatic Data) y posteriormente actualizado en 1967 (Life Zone Ecology). Utiliza el concepto de zona de vida y se basa en los siguientes factores:

- La biotemperatura media anual (en escala logarítmica). En general, se estima que el crecimiento vegetativo de las plantas sucede en un rango de temperaturas entre los 0 C y los 30 C, de modo que la biotemperatura es una temperatura corregida que depende de la propia temperatura y de la duración de la estación de crecimiento, y en el que las temperaturas por debajo de la de congelación se toman como 0 C, ya que las plantas se aletargan a esas temperaturas.
- La precipitación anual en mm (en escala logarítmica);
- La relación de la evapotranspiración potencial (EPT) que es la relación entre la evapotranspiración y la precipitación media anual es un índice de humedad que determina las provincias de humedad.

2.3.3 La biodiversidad

La biodiversidad o diversidad biológica es un componente de los ecosistemas terrestres, generada por procesos de hibridación con otras especies relacionadas fitogenéticamente y por procesos coevolutivos con otros organismos, principalmente animales y por la interacción con los elementos del ambiente (luz, temperatura, humedad, suelo).

Precisamente el término “biodiversidad” es un concepto que sintetiza las diferentes clases de organismos existentes en la biosfera, tanto de plantas como de animales, así como en los genes que poseen los organismos y de su hábitat. (Sánchez, 1995).

Conservación de la diversidad

La extinción de una especie, incluso a escala local, se considera como algo indeseable, debido a que se pierde una de las posibles vías de flujo de materia, energía e información en el ecosistema. Además, desde un punto de vista más utilitario, cualquier especie, aunque en la actualidad parezca que no tiene función útil para el ser humano, tiene la potencialidad de serlo en el futuro y por tanto debe

de ser considerada como un recurso natural para las generaciones futuras (Garmendia, 2006).

2.4 Vulnerabilidad y riesgo

Peligros

El peligro, es la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural o inducido por la actividad del hombre, potencialmente dañino, de una magnitud dada, en una zona o localidad conocida, que puede afectar un área poblada, infraestructura física y/o el medio ambiente (INDECI, 2006).

Vulnerabilidad

La vulnerabilidad se define como el grado de pérdida que un determinado elemento o conjunto de elementos que una sociedad experimenta como consecuencia de un fenómeno natural de cierta magnitud. La vulnerabilidad social está definida en términos de la fragilidad o debilidad para perder, total o parcialmente la vida, los bienes y los servicios de una parte de la población o varios sectores de una sociedad.

Bajo este concepto, la vulnerabilidad es directamente proporcional a la calidad de vida; los servicios como agua potable, electricidad, drenaje, ingresos económicos, educación, vivienda y alimentación (Rosales – Rosas, 2004).

La vulnerabilidad, es el grado de debilidad o exposición de un elemento o conjunto de elementos frente a la ocurrencia de un peligro natural o antrópico de una magnitud dada. Es la facilidad como un elemento (infraestructura, vivienda, actividades productivas, grado de organización, sistemas de alerta y desarrollo político institucional, entre otros), pueda sufrir daños humanos y materiales (INDECI, 2006).

Riesgo

Se entiende a la posibilidad de ocurrencia de daños o efectos indeseables sobre sistemas constituidos por personas, comunidades o sus bienes, como consecuencia de eventos o fenómenos perturbadores, los que pueden ser de origen natural o pueden resultar de acciones humanas. Los sistemas que pueden sufrir

daños ante la acción de los agentes perturbadores se designan como sistemas expuestos (Rosales - Rosas, 2004).

Una vez identificado los peligros (P) a la que está expuesta el centro poblado y realizado el análisis de vulnerabilidad (V), se procede a una evaluación conjunta, para calcular el riesgo (R), es decir estimar la probabilidad de pérdidas y daños esperados (personas, bienes materiales, recursos económicos) ante la ocurrencia de un fenómeno de origen natural o tecnológico (INDECI, 2006).

El criterio analítico, llamado también matemático, se basa fundamentalmente en la aplicación o el uso de la ecuación siguiente: $R = P \times V$.

Dicha ecuación es la referencia básica para la estimación del riesgo, donde cada una de las variables: Peligro (P), vulnerabilidad (V) y, consecuentemente, Riesgo (R), se expresan en términos de probabilidad.

2.5 Procedimientos de la zonificación ecológica y económica

2.5.1 Zonificación

Se puede entender la zonificación como el proceso de división o parcelamiento, ya sea regular o irregular en un área determinada, conducente a la definición de zonas individuales que poseen características propias y un grado relativamente alto de uniformidad interna en todos o en ciertos atributos esenciales para propósitos específicos (Ponce, 1998).

2.5.2 Zonificación ecológica y económica

En la reunión de los países del tratado de cooperación amazónica, realizado en Manaus en abril de 1994, se ha llegado a definir a la zonificación ecológica-económica como un instrumento de ordenación territorial, de carácter dinámico, que permite en una región un arreglo espacial de unidades relativamente uniformes, caracterizadas en base a factores físicos, bióticos y socioeconómicos y evaluadas en relación a su uso potencial sostenido o su tolerancia a las intervenciones del hombre, realizada a través del trabajo de equipos multidisciplinarios (MRE, 1998).

La ZEE, como una forma de planificación del uso de la tierra, se constituye en un instrumento técnico para la gestión del desarrollo sostenible, pues, además de

otros aspectos, proporciona información sobre la capacidad y fragilidad del territorio y sus recursos naturales en forma sistematizada y localizada geográficamente, que ayuda a la toma de decisiones sobre políticas de desarrollo, manejo y conservación de los ecosistemas (MRE, 1998).

La ZEE es un instrumento para el ordenamiento territorial que permite la definición de planes alternativos de uso de los recursos ecológica, económica y socialmente aceptables, y la asignación de recursos, incentivos y políticas para promoverlos. Permite la generación de escenarios potenciales para la planificación del uso de los recursos en áreas demarcadas o zonas y sus usos potenciales (Ponce, 1998).

Es un proceso dinámico y flexible para la identificación de diferentes alternativas de uso sostenible de un territorio determinado, basado en la evaluación de sus potencialidades y limitaciones con criterios físicos, biológicos, sociales, económicos y culturales. Una vez aprobada la ZEE se convierte en un instrumento técnico y orientador del uso sostenible de un territorio y de sus recursos naturales (D.S. N° 087-2004-PCM).

Finalidad de la zonificación ecológica y económica

Orientar la toma de decisiones sobre los mejores usos del territorio, considerando las necesidades de la población que la habita y en armonía con el ambiente (D.S. N° 087-2004-PCM).

Objetivos de la zonificación ecológica y económica

Son objetivos de la zonificación ecológica y económica:

- a) Conciliar los intereses nacionales de la conservación del patrimonio natural con el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales.
- b) Orientar la formulación, aprobación y aplicación de políticas nacionales, sectoriales, regionales y locales sobre el uso sostenible de los recursos naturales y del territorio, así como la gestión ambiental en concordancia con las características y potencialidades de los ecosistemas, la conservación del ambiente, y el bienestar de la población.

- c) Proveer el sustento técnico para la formulación de los planes de desarrollo y de ordenamiento territorial, en el ámbito nacional, regional y local.
- d) Apoyar el fortalecimiento de capacidades de las autoridades correspondientes para conducir la gestión de los espacios y los recursos naturales de su jurisdicción.
- e) Proveer información técnica y el marco referencial para promover y orientar la inversión pública y privada.
- f) Contribuir a los procesos de concertación entre los diferentes actores sociales sobre la ocupación y uso adecuado del territorio.

Niveles de la zonificación ecológica económica

En concordancia con los usuarios de la ZEE y con los objetivos que se persiguen, este proceso se puede desarrollar en tres niveles de escala espacial (MRE, 1998):

1. Macrozonificación

Tiene como objetivo la identificación de grandes ecosistemas o unidades ambientales, con el fin de caracterizarlos y determinar su potencial y posibilidades de uso, en grandes áreas, a nivel de país o de región. Esto permitirá la identificación y priorización de uso de las áreas.

La macrozonificación utiliza datos muy generales de los aspectos temáticos, productos de levantamientos exploratorios y de Reconocimiento. Se utiliza en áreas relativamente grandes, ubicadas dentro de la jurisdicción de una región, cuando se trata de tener una visión macro de ella y seleccionar áreas que requieren de mayor detalle.

La escala de la información cartográfica y temática a usar puede ser de 1:250 000 y la escala de publicación puede variar de 1: 5 00 000 y 1: 1 000 000.

2. Mesozonificación

A este nivel, la zonificación actúa fundamentalmente como un instrumento de los gobiernos regionales y locales, que les ayuda a optimizar y diversificar la producción, recuperación de áreas degradadas, manejo de ecosistemas especiales, conservación de áreas únicas, solución de conflictos de uso, mejoramiento de servicios básicos y de infraestructura vial y de comunicaciones.

Generalmente, se aplica en provincias, departamentos y regiones políticas, utilizando datos de recursos naturales y de las condiciones sociales y económicas, de nivel de reconocimiento o semidetalle.

Las escalas de la información cartográfica y temática a usar pueden ser de 1: 50 000 a 1: 100 000 y la escala de publicación puede variar de 1: 100 000 a 1:2 50 000.

3. Microzonificación

En este nivel la zonificación se constituye en un instrumento para los gobiernos regionales, gobiernos locales y otras instituciones, como el instituto nacional de desarrollo (INADE) u ONG's, que facilita el diseño e implementación de proyectos de desarrollo en áreas específicas. Este nivel permite realizar aplicaciones para zonificación agroecológica de cultivos, manejo de cuencas, aplicación de políticas de desarrollo agropecuario y forestal, entre otras.

Se realiza en pequeñas áreas identificadas en los niveles de zonificación descritos anteriormente y especialmente se aplica en cuencas y distritos, utilizando datos de recursos naturales y aspectos socioeconómicos de nivel detallado

Las escalas de la información cartográfica y temática a usar pueden ser de 1: 10 000 y, la escala de publicación puede variar de 1: 25 000 ó 1:50 000.

Criterios para la evaluación de las unidades ecológicas económicas

Para evaluar las UEE, se utilizarán los siguientes criterios básicos (D.S. N° 087-2004-PCM):

- a)** Valor productivo, orientado a determinar las UEE que poseen mayor aptitud para desarrollar actividad productiva con fines agropecuarios, forestales, industriales, pesqueros, mineros, turísticos, etc.
- b)** Valor bio-ecológico, orientado a determinar las UEE que por sus características ameritan una estrategia especial para la conservación de la biodiversidad y/o de los procesos ecológicos esenciales.
- c)** Valor histórico-cultural; orientado a determinar las UEE que presentan una fuerte incidencia de usos ancestrales, históricos y culturales, que ameritan una estrategia especial.
- d)** Vulnerabilidad, orientado a determinar las UEE que presentan alto riesgo por estar expuestas a la erosión, inundación, deslizamientos, huaycos y otros procesos que afectan o hacen vulnerables al territorio y a sus poblaciones, así como los derivados de la existencia de las fallas geológicas.
- e)** Conflictos de uso, orientado a identificar las UEE donde existan incompatibilidades ambientales (sitios en uso y no concordantes con su vocación natural, así como sitios en uso en concordancia natural pero con problemas ambientales por el mal uso), así como conflictos entre actividades existentes.
- f)** Aptitud urbana e industrial, orientada a identificar las UEE que poseen condiciones tanto para el desarrollo urbano como para la localización de la infraestructura industrial.

2.5.3 Modelamiento

Se refiere a la manipulación interactiva de los mapas, a través de los diferentes submodelos preparados y organizados de acuerdo con la hipótesis planteada.

Luego, se asigna las correspondientes calificaciones a cada atributo de cada submodelo y mediante el programa del sistema de información geográfica utilizado, se obtienen mapas resultados (Rodríguez, 2007).

2.6 Instrumentos de planificación

2.6.1 Ordenamiento territorial

Se entiende por OT aquel proceso de compatibilización de las actividades de uso de los recursos naturales y ocupación del espacio territorial con las características y cualidades del ambiente natural y antropogénico, que permita la derivación de bienestar social para todos los grupos humanos involucrados y que sea sostenible a través de la conservación de los recursos para futuras generaciones (Ponce, 1998).

Por tanto, el ordenamiento territorial es clave en el desarrollo del Hombre en todas sus dimensiones pues es el espacio donde se da y mueve toda iniciativa que procure la realización efectiva, deseable e ideal de sus anhelos (Rionda, 2006). El ordenamiento territorial, comprende tres componentes fundamentales (MRE, 1998):

1. La zonificación ecológica económica, que orienta el uso del territorio y de sus recursos naturales, en base a sus potencialidades y limitaciones.
2. El plan de ocupación del territorio, que orienta el establecimiento de un sistema jerarquizado de asentamientos poblacionales, incluyendo el respectivo equipamiento, los sistemas de vinculación física y de comunicaciones, y los sistemas productivos que sustentan dicha ocupación.
3. Los instrumentos de política que permitan la implementación de la propuesta de OT. Esta propuesta se plasma en los planes de OT, que son elaborados fundamentalmente en base a la ZEE.

2.6.2 Sistemas de información geográfica

Un sistema de información geográfica (SIG) puede definirse como un conjunto de hardware, software, datos geográficos, personal y procedimientos, diseñados para capturar, almacenar, actualizar, manejar, analizar y desplegar eficientemente todo tipo de información referenciada geográficamente. Se trata de sofisticadas herramientas multipropósito con aplicaciones en campos como la planificación urbana, la gestión catastral, la ordenación del territorio, el medio ambiente, la planificación del transporte, el mantenimiento y la gestión de redes públicas, el análisis de mercados, etc. (Feijó – Valdiviezo, 2006).

Es un sistema de hardware, software y procedimientos que facilitan la administración, manipulación, análisis, modelado, representación y despliegue de datos de georeferenciados para resolver los problemas complejos con respecto a la planificación y la administración de recursos (Mori, 2008)

CAPITULO III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Materiales

3.1.1 Materiales y equipos de campo, gabinete y programas de computo

Dentro de los materiales e instrumentos que se utilizaron en campo son: GPS, cámara fotográfica digital, binoculares, cuadernos calculadora, y aforadores.

Dentro de los materiales e instrumentos que se utilizaron en gabinete son equipo de cómputo e informática, memoria USB, materiales de escritorio.

Dentro de programas de cómputo se utilizaron Microsoft Word, Microsoft Excel, Microsoft Power Point, Auto CAD, Auto CAD Land, Arc GIS 10, ERDAS 9.3.2, entre otros.

3.1.2 Material Satelital

Cuadro N° 1. Información satelital disponible para la MZEE.

IMAGEN DE SATÉLITE	TIPO DE INFORMACIÓN	FUENTE PRIMARIA	PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA	RESOLUCIÓN ESPACIAL	TIPO DE FORMATO
LANDSAT 7 ETM+	Mosaico	Proyecto DCOT-Puno	- Proyección: UTM – Zona 19 S - Datum Horizontal: WGS 84	30 m.	Imagen (.img)
SPOT	Mosaico	Proyecto DCOT-Puno	- Proyección: UTM – Zona 19 S - Datum Horizontal: WGS 84	5m.	Imagen TIFF (.tif)

3.1.3 Información estadística y otros

Información meteorológica, Información estadística de aspectos socioeconómicos (SENAMHI, INEI, PDCOT- Puno, entre otras).

3.1.4 Materiales cartográfico y temático disponible para la MZEE

Se cuenta con información cartográfica como temática según las variables identificadas para presente estudio, dicha información tanto en formato digital o analógico se clasifican en el cuadro N° 2 y N° 3 respectivamente.

Cuadro N° 2. Información cartográfica disponible para la MZEE.

TEMA	TIPO DE INF.	FUENTE PRIMARIA	PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA	DESCRIPCIÓN	TIPO DE FORMATO
Curvas de Nivel	Carta Nacional	IGN	- Proyección: UTM – Zona 19 S - Datum Horizontal: PSAD 1956	Curvas de nivel maestras y secundarias con equidistancias de 25 m.	(.dwg)
Red vial	Carta Nacional	IGN	- Proyección: UTM – Zona 19 S - Datum Horizontal: PSAD 1956	Red vial, estado vía: asfaltado, afirmado, trocha carrozable y caminos de herradura.	(.dwg)
Red Hidrográfica	Carta Nacional	IGN	- Proyección: UTM – Zona 19 S - Datum Horizontal: PSAD 1956	Red hidrográfica.	(.dwg)
Lagos y lagunas	Carta Nacional	IGN	- Proyección: UTM – Zona 19 S - Datum Horizontal: PSAD 1956	Lagos y lagunas.	(.dwg)
Nombres	Carta Nacional	IGN	- Proyección: UTM – Zona 19 S - Datum Horizontal: PSAD 1956	Muestran nombres, categorías y otros de los temas anteriores.	(.dwg)
Centros Poblados	Mapa	INEI	- Proyección: UTM – Zona 19 S - Datum Horizontal: WGS 84	Ubicación de los centros poblados, nombres de los mismos, población censada.	Shapefile
Límite Dep.	Mapa	ODT-Puno	- Proyección: UTM – Zona 19 S - Datum Horizontal: WGS 84	Límite departamental, nombre del mismo, área, código (ubigeo)	Shapefile
Límite Prov.	Mapa	ODT-Puno	- Proyección: UTM – Zona 19 S - Datum Horizontal: WGS 84	División de límite Provincial, nombre de los mismos, área, código (ubigeo)	Shapefile
Límite Dist.	Mapa	ODT-Puno	- Proyección: UTM – Zona 19 S - Datum Horizontal: WGS 84	División de límite Distrital, nombre de los mismos, área, código (ubigeo)	Shapefile
Áreas urbana	No se cuenta	-	-	-	-

Cuadro N° 3. Información temática disponible para la MZEE.

TEMA	ARCHIVO	TIPO DE INFOR.	FUENTE PRIMARIA	PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA	TIPO DE FORMATO
Geología	Geología	Carta	INGEMMET	- Proyección: UTM – Zona 19 S - Datum Horizontal: WGS 84	Análogo
Geomorfología	Geomorfología	Mapa	Proyecto DCOT-Puno	- Proyección: UTM – Zona 19 S - Datum Horizontal: WGS 84	Shapefile
Unidades Hidrográficas	Cuencas Hidrográficas	Mapa	MINAM	-Proyección: UTM – Zona 19 S - Datum Horizontal: WGS 84	Shapefile
	Microcuenca del Río Zapatilla	Mapa	Elaboración Propia	-Proyección: UTM – Zona 19 S - Datum Horizontal: WGS 84	Shapefile
Suelos	Suelos	Mapa	Proyecto DCOT-Puno	-Proyección: UTM – Zona 19 S - Datum Horizontal: WGS 84	Shapefile
Fisiografía	Fisiografía	Mapa	Proyecto DCOT-Puno	-Proyección: UTM – Zona 19 S - Datum Horizontal: WGS 84	Shapefile
CUMS	CUMS	Mapa	Proyecto DCOT-Puno	-Proyección: UTM – Zona 19 S - Datum Horizontal: WGS 84	Shapefile
Precipitación	PP media anual	Dato		-	.xlsx
	PP media mensual	Dato		-	.xlsx
	PP Campaña Agrícola	Dato		-	xlsx
Temperatura	T° media anual	Dato		-	xlsx
	T° media Mensual	Dato		-	xlsx
	T° mínima mensual	Dato		-	xlsx
Climático	Climático	Mapa	Proyecto DCOT-Puno	-Proyección: UTM – Zona 19 S - Datum Horizontal: WGS 84	Shapefile
Zonas de vida	Zonas de vida	Mapa	Proyecto DCOT-Puno	-Proyección: UTM – Zona 19 S - Datum Horizontal: WGS 84	Shapefile
Cobertura vegetal	Cobertura vegetal	Mapa	Proyecto DCOT-Puno	-Proyección: UTM – Zona 19 S - Datum Horizontal: WGS 84	Shapefile
Biodiversidad Fauna silvestre	Biodiversidad de Fauna	Mapa	Proyecto DCOT-Puno	-Proyección: UTM – Zona 19 S - Datum Horizontal: WGS 84	Shapefile
Aspectos Culturales	Recursos Turísticos	Mapa	Proyecto DCOT-Puno	-Proyección: UTM – Zona 19 S - Datum Horizontal: WGS 84	Shapefile
Salud	Ubicación y categorización	Mapa	Proyecto DCOT-Puno	-Proyección: UTM – Zona 19 S - Datum Horizontal: WGS 84	Shapefile
Instituciones Educativas	Ubicación y categorización	Mapa	Proyecto DCOT-Puno	-Proyección: UTM – Zona 19 S - Datum Horizontal: WGS 84	Shapefile
Minería	Concesiones mineras	Mapa	Proyecto DCOT-Puno	-Proyección: UTM – Zona 19 S - Datum Horizontal: WGS 84	Shapefile
Hidrocarburos	Lotes de Hidrocarburos	Mapa	Proyecto DCOT-Puno	-Proyección: UTM – Zona 19 S - Datum Horizontal: WGS 84	Shapefile
Poblados	Centros Poblados	Mapa	Proyecto DCOT-Puno	-Proyección: UTM – Zona 19 S - Datum Horizontal: WGS 84	Shapefile
Economía	Demografía	Dato		-	xlsx
	PEA CCPP	Dato		-	xlsx
	Población pecuaria	Mapa	Proyecto DCOT-Puno	-Proyección: UTM – Zona 19 S - Datum Horizontal: WGS 84	Shapefile
	Uso actual de la tierra	Mapa	Proyecto DCOT-Puno	-Proyección: UTM – Zona 19 S - Datum Horizontal: WGS 84	Shapefile

3.2 Metodología

3.2.1 Ubicación del área de estudio

La zona de estudio se localiza al sur del departamento de Puno, entre las provincias de El Collao y Chucuito, entre los distritos de Ilave, Juli y Pilcuayo, cubre toda la microcuenca del río Zapatilla, colindando por el Norte con la cuenca del río Ilave, por el Este con la microcuenca del río Salado, por el Sur con la cuenca del río Callacame e Ilave y por el Oeste con la cuenca del río Ilave.

Geográficamente se ubica entre las coordenadas 8°18'5,000.00 a 8°22'2,500.00 Norte y 427,000.00 a 444,000.00 Este, su extensión territorial es de 44,525 hectáreas, con un perímetro de 118 Km, el principal río que drena esta microcuenca es el río Zapatilla, la longitud que desarrolla es de 84 Km.



Figura N° 1. Mapa de ubicación de la microcuenca del río Zapatilla.

3.2.2 Procedimientos metodológicos de la investigación

La presente investigación se desarrolló en tres etapas interdependientes (Figura2): la primera consistió en la planificación y diseño metodológico; la segunda fue el desarrollo de la metodología por objetivos y en la última etapa se elaboró el documento final de la tesis.

Para el desarrollo de la presente investigación se contó con apoyo del GRP mediante el proyecto DCOT-Puno, durante todo el proceso recopilación de información y la fase de campo.

Se utilizó fuentes de información que se describe a continuación por cada etapa, con el propósito de concretizar la presente investigación:

Etapa I:

- Se realizó la inducción a la investigación y la recopilación de información.
- Revisión de fuentes secundarias de información: revistas, libros, tesis, artículos, folletos, estudios, base de datos, internet, documentos, mapas, fotos, hojas cartográficas, entre otros.
- Reconocimiento de la microcuenca en estudio.

Etapa II:

- Análisis de documentos relacionados al tema de investigación.
- Desarrollo de proceso metodológico por objetivo planteado
- Recorridos de campo: consultas abiertas, zonas críticas, verificación, validación, georeferenciación, toma de datos, entre otros.

Etapa III:

Redacción final: procesamiento y análisis de la información recopilada, realización de consultas a expertos en temas de ZEE.

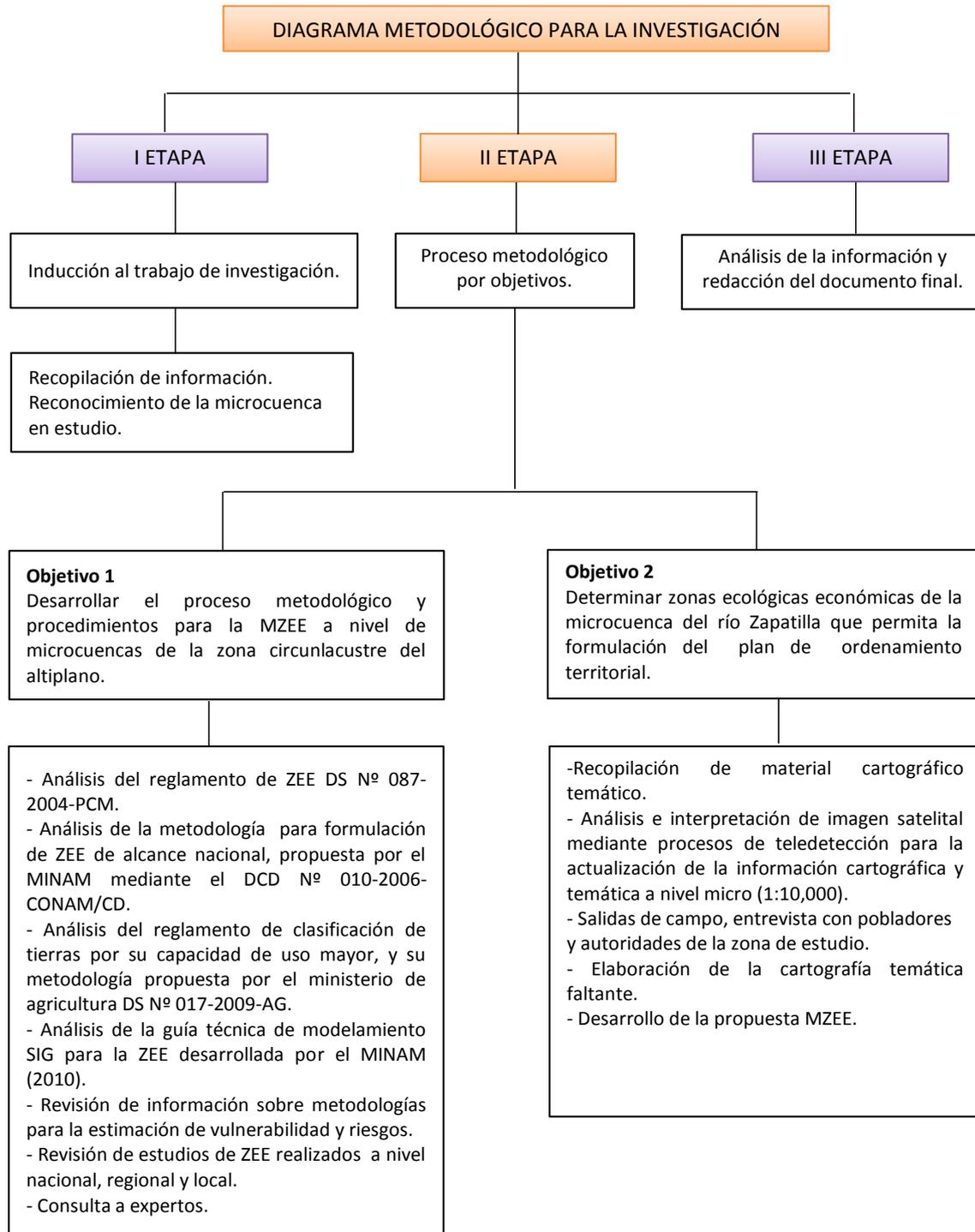


Figura N° 2. Esquema metodológico general de la investigación.

3.2.3 Metodología por objetivos específicos

3.2.3.1 Desarrollar el proceso metodológico y procedimientos para la MZEE a nivel de microcuencas de la zona circunlacustre del altiplano.

Para el cumplir este objetivo se utilizaron como referencia la metodología planteada por el ministerio del ambiente en el DCD N° 010-2006-CONAM así como otras metodologías de estudios de ZEE desarrollados en el país y la región, bajo la base de estos se plantea los procedimientos para la formulación de propuestas de MZEE a nivel de microcuencas de la zona circunlacustre en el ámbito del altiplano, los que se dividen en siete fases, que a continuación se desarrolla en forma detallada.

3.2.3.1.1 Fase preliminar

Definición de variables para la MZEE

La caracterización mediante áreas ambientales homogéneas, considera variables y atributos biofísicos y socioeconómicos, de delimitación e interpretación o caracterización. En tal sentido, la zonificación incluye las siguientes variables:

Variables de medio físico

- Geología
- Geomorfología
- Hidrografía e Hidrología
- Suelos
- Clima

Variables de medio biológico

- Zonas de vida.
- Vegetación natural
- Fauna

Variables de medio socio económico

- **Aspectos demográficos:** Estructura demográfica y tendencias de crecimiento, densidad poblacional, principales centros poblados, migración (evolución histórica y tendencias).
- **Aspectos de organización del territorio:**

Red de asentamientos humanos e infraestructura territorial (sistema urbano-rural). Circuitos comerciales, mercados actuales

- **Aspectos socioculturales:**

Equipamientos para servicios básicos

Capital social-humano: PEA, empleo.

Institucionalidad y capacidad de gestión

Espacios socioculturales.

- **Aspectos económicos:**

Actividades económicas dominantes: sector formal e informal.

Capital natural: disponibilidad de recursos naturales (potencialidades).

Capital físico financiero:

- Infraestructura la producción, infraestructura productiva (centros de procesamiento y transformación, número de establecimientos económicos).
- Sistema de transporte, nivel de vinculación física (transporte carretero, ferroviario, aéreo, fluvial y multimodal), flujo vehicular, comunicaciones, presencia de comunicación masiva, sistemas de telecomunicaciones, correo y otros.

- **Uso actual de la tierra.**

- **Aspectos relevantes del paisaje:**

Patrimonio natural (geológicos, geomorfológicos, vegetación, flora y cuerpos de agua).

Patrimonio inmueble (arqueológico, colonial y republicano) y patrimonio inmaterial. (Rodríguez, 2007).

3.2.3.1.2 Fase de recopilación de información

Comprende tareas preliminares relacionadas con la recopilación de información secundaria, inherente a estudios de ZEE a nivel local, regional, nacional, e internacional.

Recopilación de información cartográfica, temática, según las variables identificadas inicialmente, dicha información tanto en formato digital o analógico, así como la información satelital.

Recopilación de información estadística, meteorológica y socioeconómica.

El análisis es realizado con base de información secundaria, en esta etapa se tomara en cuenta:

- Confiabilidad de la información.
- Datos de carácter oficial.
- Información secundaria susceptible de georreferenciación

3.2.3.1.3 Fase de campo

Trabajos de campo

Los trabajos a realizar a lo largo del proceso de estudio y de acuerdo a las programaciones requeridas, comprende salidas de campo, efectuado en varios itinerarios a lo largo del área de estudio, en base la cartografía básica y el apoyo de la imagen satelital, lo cual comprende:

Reconocimiento del área de estudio con fines de delimitación de la misma.

Observación de la variabilidad temática como el fin contrastar y validar en situ la información recopilada y generada, efectuándose una caracterización de las mismas apoyado con registros fotográficos y georeferenciación de los puntos más representativos apoyados en el uso de navegadores GPS.

Entrevistas con autoridades y pobladores de la zona de estudio.

3.2.3.1.4 Fase de generación y procesamiento de información cartográfica y temática

Fase que se refiere procesamiento de la información recopilada según las variables identificadas en el ámbito del estudio, así mismo la generación de sus respectivas cartográficas temáticas a nivel detallado, teniendo como base sistemas de información geográfica (SIG) lo cual comprende los siguientes aspectos:

Generación de información cartográfica básica

Un aspecto fundamental para la realización del análisis territorial es la graficación en mapas de todos los temas considerados. Los mapas son un instrumento y una forma de comunicación, tanto para el análisis territorial como para la expresión de sus resultados y de las propuestas.

Para el análisis territorial se debe preparar un mapa base sobre el cual se trabajan los restantes mapas temáticos. El mapa base, que será siempre el fondo sobre la cual se representan todas las temáticas territoriales.

La elaboración del mapa-base es a escala 1:25 000, utilizando las hojas cartográficos del IGN, así mismo se realiza la actualización sobre la base imagen de satélite.

Generación y actualización de información temática

Comprende la actualización de la información recopilada y generación de información temática faltante de acuerdo a las variables organizadas en la etapa preliminar, es decir variables del medio físico, biológico y socioeconómico, el proceso consta de dos etapas:

- **Procesamiento de información temática existente**

Debido a que la información proviene de distintas instituciones, es necesario uniformizar a las condiciones requeridas para el estudio tales como escala de trabajo, sistema de coordenadas, nivel de detalle de zonificación, entre otros.

Esta etapa comprende:

- ✓ Revisión de la información temática (sistemas de coordenadas, y otros).
- ✓ Transformación de coordenadas.
- ✓ Actualización sobre la base de imagen de satélite y datos de campo y/o verificación en campo con puntos de control GPS.
- ✓ Edición de la información tabular.

- **Generación de información temática faltante**

Comprende la generación de información temática, generalmente a partir de la información estadística entre otros, lo cual comprende los siguientes pasos:

- ✓ Acondicionamiento de la información estadística y cartográfica.
- ✓ Importación de archivos formato Excel a formatos Acr GIS.
- ✓ Georeferenciación cartográfica.
- ✓ Digitalización de información cartográfica (vectorización) sobre la base de imagen de satélite y datos de campo y/o verificación en campo con puntos de control GPS.
- ✓ Edición de atributos.

Sistematización de información

Toda la información, tanto generada, como recopilada y actualizada, debe ser homogeneizada, sistematizada y presentada en mapas, teniendo como base sistemas de información geográfica.

Así mismo, toda esta información se analizara y sistematizara para la correspondiente introducción en la base de datos estandarizada (GEODATABASE – SIG) para una mejor aplicación de los modelos y submodelos de evaluación.

3.2.3.1.5 Fase de caracterización y análisis del territorio

Esta fase comprende la descripción y análisis de las variables biofísicos y socio económico a partir de resultados de los diferentes aspectos temáticos desarrollados en las fases anteriores, dicho análisis será insumo para identificación y evaluación de UEE.

Descripción y análisis del medio físico

- Geología
- Geomorfología
- Pendientes
- Hidrografía e hidrología
- Suelos
- Fisiografía
- Clima

Descripción y análisis del medio biológico

- Zonas de vida
- Vegetación natural
- Fauna silvestre

Descripción y análisis del medio socio-económico

- Aspectos demográficos
- Aspectos de organización del territorio
- Aspectos socioculturales
- Aspectos económicos
- Uso actual de territorio
- Aspectos relevantes del paisaje

3.2.3.1.6 Fase de evaluación

Fase de evaluación que comprende el modelamiento espacial de la ZEE. El DCD N° 010-2006-CONAM, asume que el modelamiento es la manipulación interactiva de los mapas a través de diferentes submodelos preparados y organizados de acuerdo a una hipótesis planteada. De acuerdo con estos submodelos se preparan matrices las cuales se indica el modo en que participan las variables y atributos de cada submodelo. Luego, mediante la superposición de mapas con programas SIG se obtendrán mapas resultados.

Para ello se asignara las correspondientes calificaciones o valoraciones a cada atributo de cada submodelo y mediante el programa del sistema de información geográfica (SIG) utilizado. La valoración de los atributos de las variables, se realizara tomando como referencia la matriz de valoración de atributos (Cuadro N° 4); que consiste en asignar valores numéricos a cada uno de ellos, en función al grado de importancia que reflejan los diferentes elementos de cada cada variable.

Cuadro N° 4. Matriz de valoración de atributos.

Grado o Nivel De Valor	Valor De Cada Valor	Unidad Cartográfica Del Mapa Correspondiente
VALOR MUY ALTO	3.0	
	2.9	
	2.8	
	2.7	
	2.6	
VALOR ALTO	2.5	
	2.4	
	2.3	
	2.2	
VALOR MEDIO	2.1	
	2.0	
	1.9	
	1.8	
VALOR BAJO	1.7	
	1.6	
	1.5	
	1.4	
	1.3	
	1.2	
	1.1	
	1.0	

Fuente: Rodríguez, 2007.

En ese contexto esta fase requiere de la elaboración de modelos, submodelos basado en el análisis de diseño conceptual, lógico y físico, teniendo como referencia los criterios establecidos para la zonificación ecológica y económica según DCD N° 010-2006-CONAM, teniendo en cuenta la realidad de la zona de estudio, además, con participación de equipo interdisciplinario, actores sociales e instituciones involucradas.

La evaluación de las potencialidades y limitaciones del territorio, es analizada con un enfoque holístico (método de aptitud y evaluación multicriterio), en el que no solo se consideran criterios técnicos, sino además ambientales, sociales y económicos.

A. Generación de submodelos para la MZEE

Esta etapa consiste en la evaluación de las potencialidades y limitaciones para el aprovechamiento de los recursos, con base en las unidades ecológicas y económicas, tomando en consideración la sensibilidad ambiental y la vocación natural de los ecosistemas, utilizando los criterios básicos como, valor productivo, valor bioecológico, valor histórico cultural, vulnerabilidad y riesgos, conflictos de uso y aptitud urbano e industrial.

1) Submodelo de valor productivo

Orientado a determinar las áreas que poseen mayor aptitud para desarrollar actividad productiva, con recursos naturales renovables y no renovables.

La zonificación del valor productivo está determinada por parámetros físicos como los climáticos, topográficos y edáficos; que permiten mayores ventajas para la producción agrícola, pecuaria, forestal, turística y minero, fundamentalmente y de manera sostenida y eficiente, en el marco de las limitaciones que impone el medio.

En el submodelo de valor productivo se desarrollan los siguientes submodelos intermedio:

- Submodelo de Potencial Productivo Agrario
- Submodelo de Potencial Turístico
- Submodelo de Potencial Minero

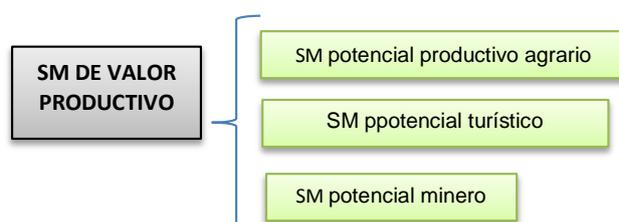


Figura N° 3. Estructura del SM valor productivo.

- Submodelo de potencial productivo agrario

El submodelo se desarrolla tomando como base la metodología del sistema de clasificación de tierras según su capacidad de uso mayor (DS N° 017-2009-AG).

La capacidad de uso mayor correspondiente a cada unidad de tierra, que es determinada mediante la interpretación cuantitativa de las características edáficas, climáticas (zonas de vida) y de relieve, los que intervienen en forma conjugada, para lo cual se plantea la siguiente estructura en base a las variables temáticas de la zona de estudio.

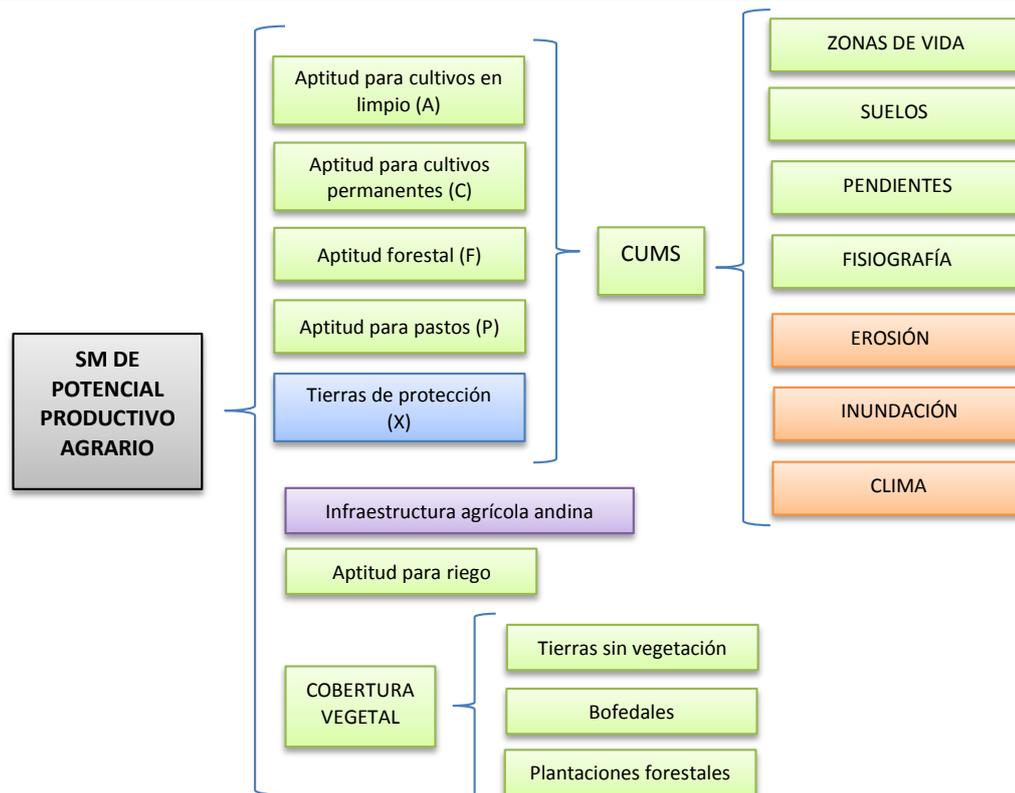


Figura N° 4. Estructura del SM potencial productivo agrario.

El procedimiento a seguir es en base a la interpretación de la información de suelos, pendiente, zonas de vida, peligros y riesgos como se indica a continuación:

Determinación del grupo de capacidad de uso mayor

- a. Se determina la zona de vida a la que corresponde la unidad de suelos evaluada en el mapa de zonas de vida. Establecida ésta se identifica una de las quince (15) claves del *Anexo N° II* (DS N° 017-2009-AG) que será aplicada. Identificada dicha clave se recurre al *Anexo N° III – A* (DS N° 017-2009-AG).
- b. En la clave seleccionada, se realiza la confrontación de los datos del suelo con los requerimientos de cada uso potencial. Este procedimiento empieza por la primera columna (pendiente) y por la primera línea.
- c. En cada línea se califica los valores correspondientes a cada parámetro y se continúa de columna en columna mientras se encuentren dentro de los valores correspondientes. Si cumple con los valores de todas las columnas, indica que corresponde al grupo donde se encuentra la línea.

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

Determinación de la clase de capacidad de uso mayor

Habiéndose obtenido el grupo de capacidad de uso mayor, con el empleo de las claves; la clase o calidad agrológica, es definida por el tipo y grado de limitaciones del suelo que definen esta categoría. Para su determinación se hace uso de las claves presentadas en el *Anexo III ítem B* (DS N° 017-2009-AG).

Procedimiento:

Haciendo uso de la matriz de doble entrada (horizontal): características del suelo y (vertical): tipos de suelo con su pendiente se procede a calificar cada una de las características que presenta el suelo evaluado, comparándolas con la clave mencionada (*Anexo III ítem “B”*, DS N° 017-2009-AG). La clase estará dada por las características del suelo que presenten el mayor valor numérico.

Cuadro N° 5. Matriz de doble entrada para determinar la calidad agrologica.

Suelo/Pendiente	Pendiente	Micro relieve	Profundidad	Textura	Drenaje	Salinidad	Erosión

Fuente: DS N° 017-2009-AG.

Determinación de la subclase de capacidad de uso mayor

La subclase está definida por las limitaciones edáficas, topográficas o climáticas que definieron la clase.

Algoritmo de análisis SIG

Previamente se codifican las características de cada unidad temática del SM utilizando las claves de la clasificación de tierras según su capacidad de uso mayor.

Se procede a integrar el submodelo mediante la función unión, luego se generan campos con nombres de las categorías de la CUMT, luego se procede a establecer funciones de selección de atributos (Select by Attributes) utilizando una expresión SQL (álgebra booleana AND, OR, XOR, y NOT) para seleccionar elementos de las variables, este tipo de selección se define mediante expresiones lógicas, basada en los valores de los campos de la tabla de atributos del archivo, para luego introducir o asignar la categoría correspondiente, siguiendo la metodología planteada en el reglamento de CUMT.

Ejemplo de expresiones lógicas utilizando la clave 6 y la clave 10 (anexo 6) del reglamento de clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor según es el caso de la microcuenca del río Zapatilla.

Grupo A: zona de vida bh-MS, pendiente 0 a 2, profundidad efectiva 26 cm, con ph menores a 7.27.

```
("SIMBOLO_1" = 'bh-MS') AND ("RAN_PEN" = '0 - 2') AND ("PROF__CM_" >= 26)  
AND ("PH" <= 7.27)
```

Sub Clase A2; grupo A con calidad agrologica baja por ser suelos superficiales.

```
"GRUPO_CUM" = 'A' AND "Pend" = 1 AND "Mrelieve" = 1 AND "Prof" = 2 AND  
"Textura" = 1
```

Flujo de procesos SIG del submodelo del potencial productivo agrario

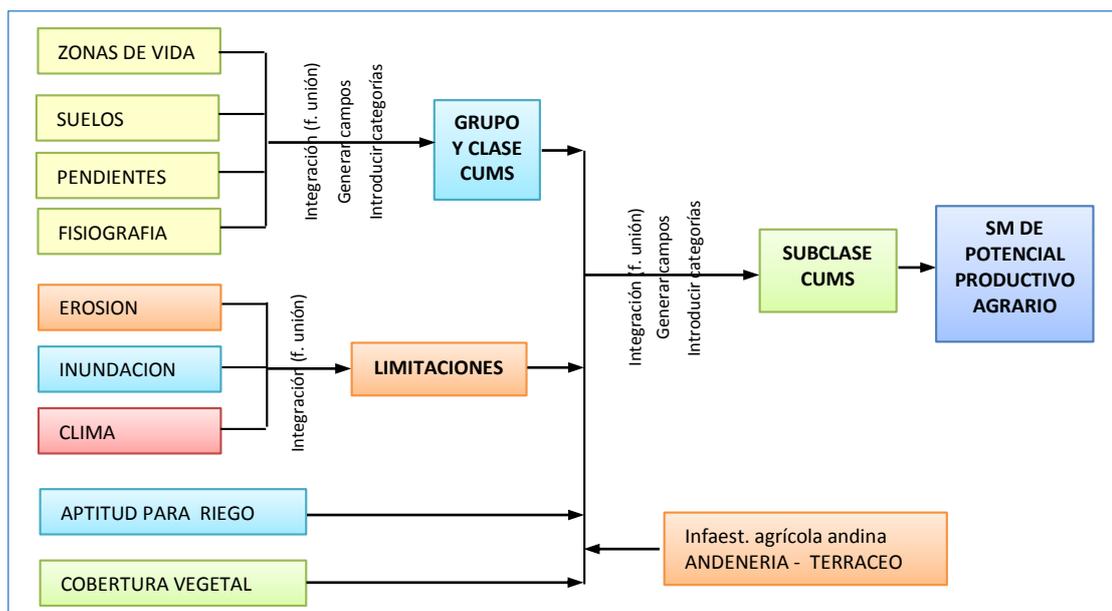


Figura N° 5. Flujo de procesos SIG del SM potencial productivo agrario.

- Submodelo de potencial turístico

Esta dado por determinados criterios que permiten mayores ventajas para desarrollo turístico tales como turismo tradicional (circuitos y corredores turísticos, recursos turísticos), turismo rural (agroturismo, ecoturismo, turismo vivencial), trismo de aventura (trekking, canotaje), entre otros, Para el análisis de potencial turístico se tiene en cuenta una serie de factores, entre los principales tenemos:

- Factores naturales: condiciones climáticas, paisajes, fauna y flora.
- Factores socioeconómicos: Equipamientos (agua, gas, electricidad, tratamiento de residuos, entre otros), transportes, servicios (comercios, servicios de salud, entre otros)
- Factores culturales: Historia, costumbres/productos artesanales locales monumentos, lugares para visitar, visitas guiadas, manifestaciones culturales, entre otros.
- Deporte y ocio: equitación, senderismo y cicloturismo, deportes de invierno, descanso, entre otras.

- Alojamiento: capacidad global, distribución de la oferta de camas y de los establecimientos de alojamiento, posibilidades de vacaciones en granjas, en casas rurales.

Para lo cual se plantea la siguiente estructura en base a las variables temáticas del ámbito de estudio.

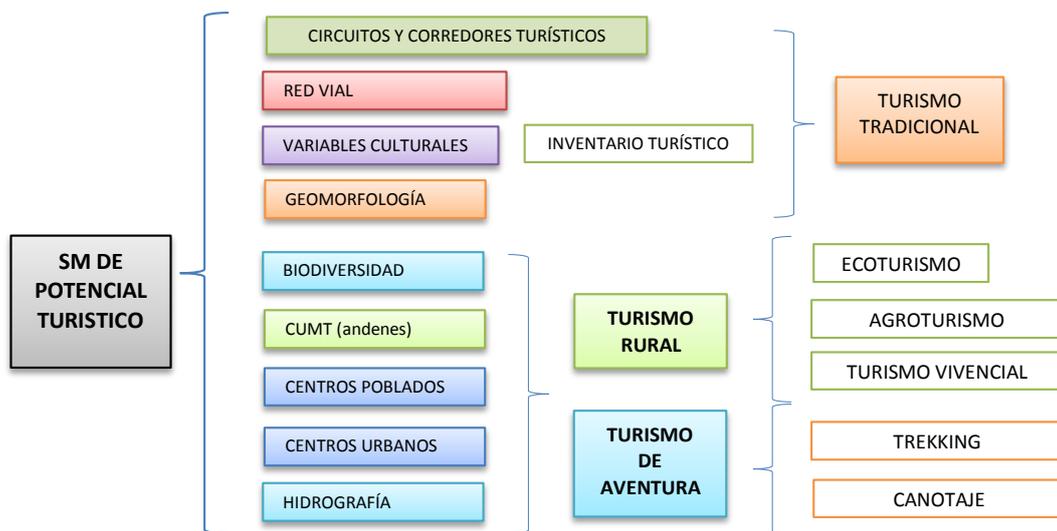


Figura N° 6. Estructura del SM de potencial turístico.

Flujo de procesos SIG del submodelo de potencial turístico

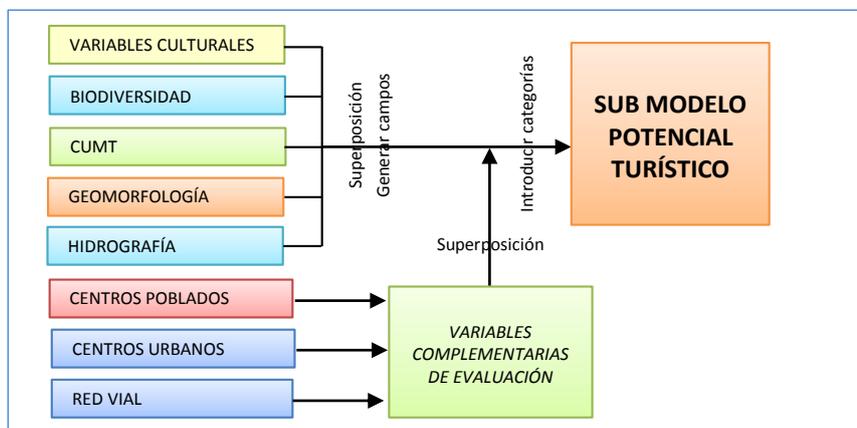


Figura N° 7. Flujo de procesos SIG del SM potencial turístico.

- Submodelo de potencial minero

Para este modelo, se seleccionan criterios con base en la incidencia que éstos tienen en la aptitud de la zona para la minería y en el impacto de esta actividad sobre el territorio.

Entre los principales factores de aptitud están:

- El potencial del recurso mineral, el cual depende de la calidad y cantidad de reservas, y de las condiciones de explotabilidad.
- La accesibilidad a la infraestructura del transporte vial, fluvial o férreo, y a los puertos.
- Las características geomorfológicas.
- La disponibilidad hídrica; entre otros.

Por otro lado, los elementos que podrían verse impactados por la minería son la población, la fauna y flora, el suelo, los cuerpos de agua, el paisaje, el aire, los usos actuales del suelo, entre otras.

Para lo cual se plantea la siguiente estructura en base a las variables temáticas del ámbito de estudio.



Figura N° 8. Estructura del SM de potencial minero.

Flujo de procesos SIG del submodelo de potencial minero

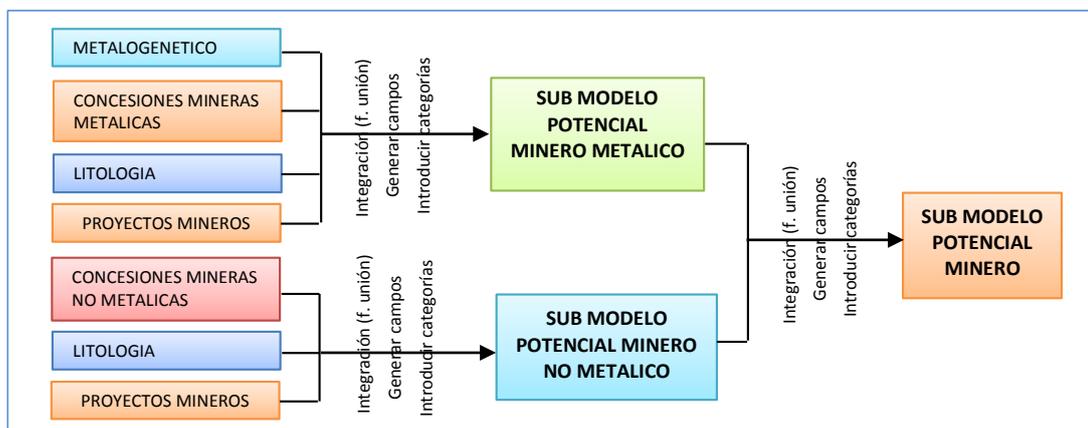


Figura N° 9. Flujo de procesos SIG del SM de potencial minero.

2) Submodelo de valor bioecológico

La evaluación, con criterio biológico y ecológico, identifica las áreas actuales que, en condiciones naturales, son adecuadas o tienen vocación para la conservación y protección de la diversidad biológica, así como para asegurar la continuación de los principales procesos ecológicos que la sustentan.

Esta evaluación se realiza sobre la base de la información de variables de biodiversidad, capacidad de uso mayor de tierras y un submodelo intermedio de valor de ecosistemas. Este último, su análisis se basa en el papel de los ecosistemas para la regulación ambiental y la conservación de la diversidad biológica. Para lo cual se plantea la siguiente estructura en base a las variables temáticas del ámbito de estudio.

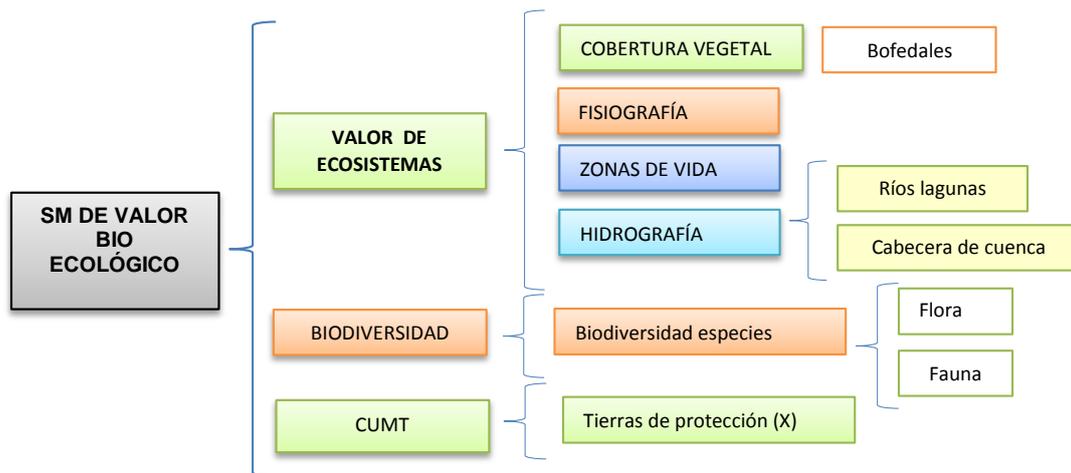


Figura N° 10. Estructura del SM de valor bioecológico.

Flujo de procesos SIG del submodelo de valor bioecológico.

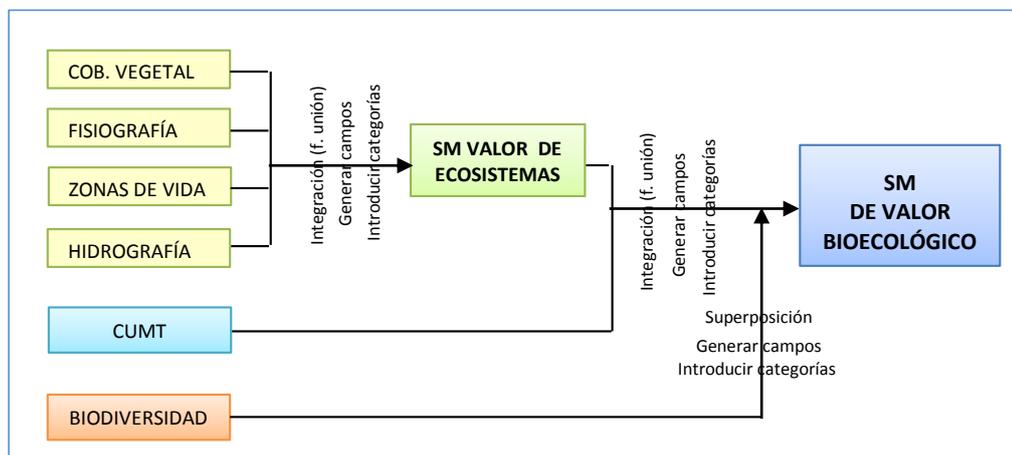


Figura N° 11. Flujo de procesos SIG del SM de valor bioecológico.

3) Submodelo de valor histórico cultural

La evaluación con este criterio tiene como propósito determinar las UEE que presentan una fuerte incidencia de usos ancestrales, históricos y culturales, que ameritan un tratamiento especial para asignar su uso.

El submodelo de valor histórico-cultural define ámbitos que cuentan con valores históricos, arqueológicos importantes o tradicionales y cuyo manejo debe orientarse a su mantenimiento integrándolos al entorno natural.

La evaluación se realiza sobre la base de la información de las zonas que resaltan sobre algunos patrones singulares de uso del territorio y de sus recursos naturales, así como por algunos sitios donde se han producido algunos hechos históricos-culturales resaltantes y reconocidos generalmente en nuestra historia, sitios donde se registra restos arqueológicos. Así mismo, patrimonio vivo (manifestaciones de la cultura popular, las comunidades tradicionales, las artesanías, la indumentaria, los conocimientos, valores, costumbres y tradiciones).

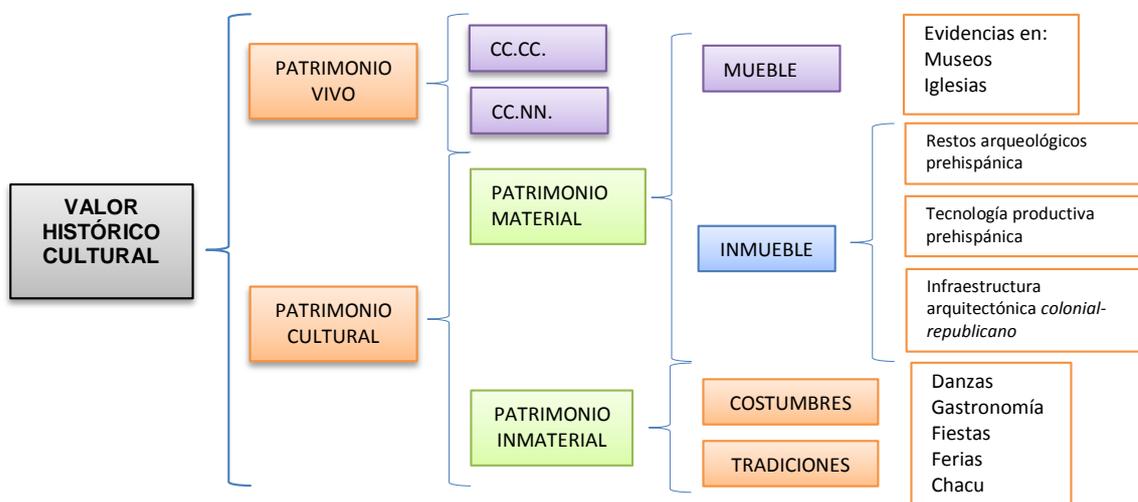


Figura N° 12. Estructura del SM valor histórico cultural.

Flujo de procesos SIG del submodelo de valor histórico cultural

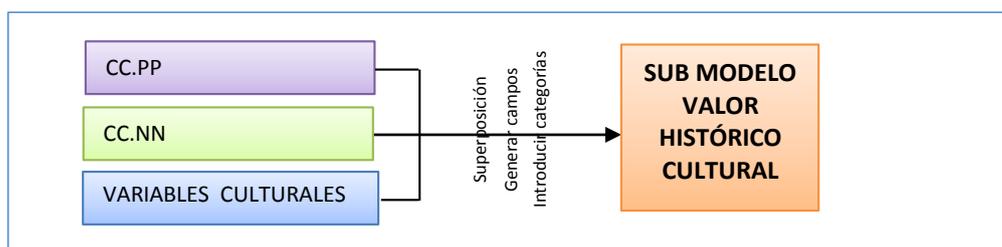


Figura N° 13. Flujo de procesos SIG del SM de valor histórico cultural.

4) Vulnerabilidad y riesgos

Orientado a determinar las áreas que presentan alto riesgo por estar expuestas a la erosión, inundación, deslizamientos, huaycos, heladas, sequías y otros procesos que afectan o hacen vulnerables al territorio y a sus poblaciones, así como las consecuencias de otros procesos geodinámicos.

Para determinar la vulnerabilidad y riesgo es necesaria la evaluación de los peligros que afectan el área de estudio.

En este contexto los peligros analizados en el área de estudio son: la erosión, la inundación y heladas.

- Submodelo de peligro de erosión

Para poder llevar a cabo la integración de los mapas, éstos son reclasificados según las clases establecidas en el cuadro siguiente:

Cuadro N° 6. Clase peligro de erosión.

CLASE	PELIGRO DE EROSIÓN
1	Muy bajo
2	bajo
3	Medio
4	Alto
5	Muy alto

Fuente: Jiménez, 2008.

La erosión, por su distribución espacial y porque está condicionada por muchos factores interrelacionados, es un proceso que no puede ser medido de forma exacta y de manera sencilla al mismo tiempo.

El método más utilizado para predecir el fenómeno es el de factores o elementos del medio, basado en un análisis multicriterio cualitativo. En este método se debe tener en cuenta los principales factores que afectan a la erosión las cuales son:

- Naturales: clima (PP), relieve (pendientes), vegetación (cob. vegetal) suelos.
- Antrópicos: uso y manejo, educación, falta de consulta técnica

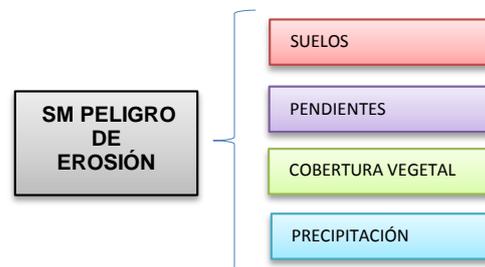


Figura N° 14. Estructura del SM de peligro de erosión.

Flujo de procesos SIG del submodelo de peligro de erosión

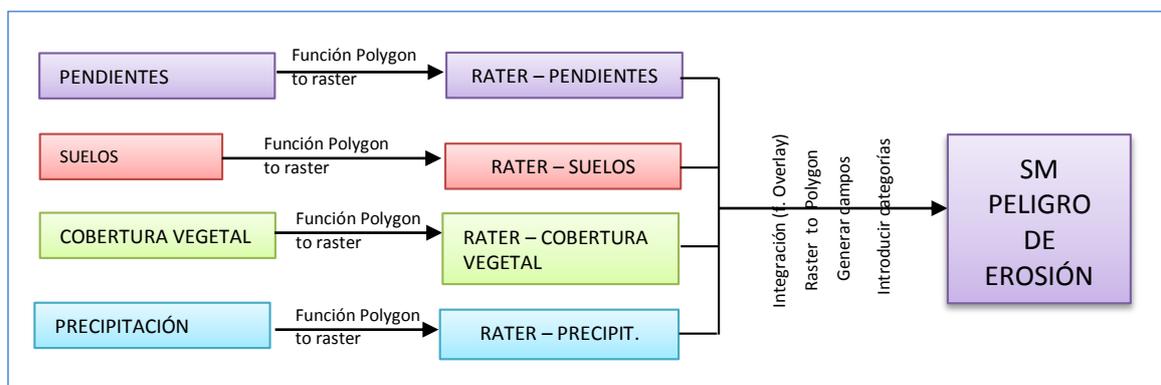


Figura N° 15. Flujo de procesos SIG del SM de peligro de erosión.

- Submodelo de peligro de heladas

La helada es un evento de origen meteorológico, que ocurre cuando la temperatura del aire cercano a la superficie del terreno, disminuye a 0 °C o menos, durante un tiempo mayor a cuatro horas. El peligro de la helada depende de la disminución de la temperatura del aire y de la resistencia de los seres vivos a ella (Rosales – Rosas, 2004).

En este contexto, se define como heladas, aquellos eventos de temperaturas mínimas, con valores menores o iguales a 5°C. Así mismo, se tienen que tener en cuenta otros factores por ejemplo, la helada será más intensa en pendientes cercanas a 0 a 8%, de la misma manera en la cima de una colina la temperatura puede ser de sólo 1°C, mientras que, a medida que desciende, disminuye la hasta -5°C en el fondo del valle, donde se

acumula el aire frío. Las orientaciones respecto al norte también incidirán en el peligro.

Cuadro N° 7. Intensidad de heladas.

INTENSIDAD	INTERVALO DE TEMPERATURAS
Alta	- 6 °C a -3 °C
Moderada	-3 °C a 0 °C
Baja (heladas agronómicas)	0 °C a 3 °C
Muy baja (heladas agronómicas)	3 °C a 6 °C

Fuente: SENAMHI (2001), Rosales - Rosas (2004).

Para la elaboración del submodelo de peligros de heladas se plantean las siguientes variables definidas en la siguiente estructura:

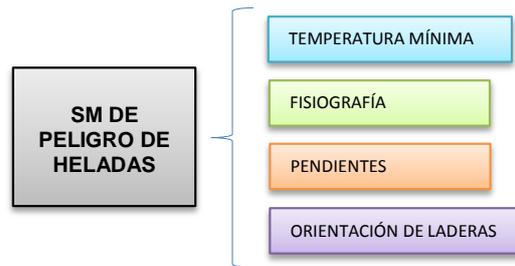


Figura N° 16. Estructura del SM de peligro de heladas.

Flujo de procesos SIG del submodelo de peligro de heladas

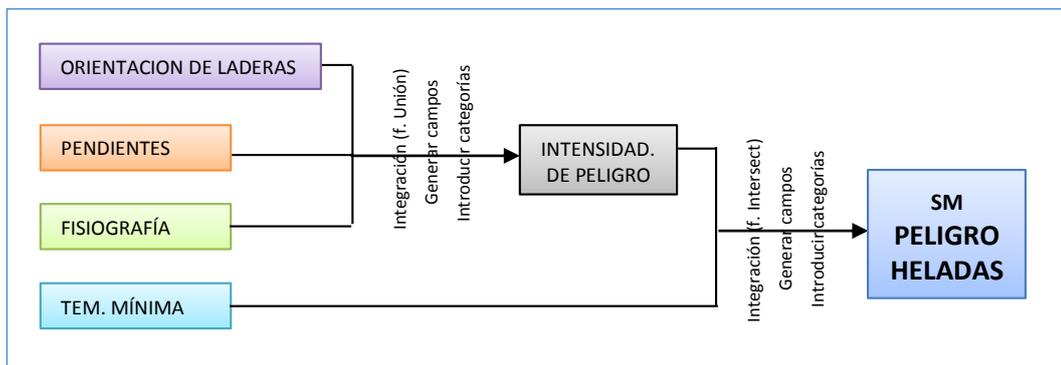


Figura N° 17. Flujo de procesos SIG del SM de peligro de heladas.

- **Submodelo de peligro de inundación**

La evaluación de peligros de inundación se basa en datos de percepción remota (aplicación de datos de satélite), observación de daños a nivel de campo, para compilar y analizar la información necesaria, con lo cual se define las áreas inundables que probablemente serán afectadas por una inundación.

El tema representa aquellas zonas en donde han ocurrido inundaciones de planicies, relacionadas a ríos, lagos, lagunas, ya sea por efecto de lluvias estacionales, por precipitación extraordinaria fuera de época de lluvias, que conforman un peligro en el área de estudio.

Para la elaboración del submodelo de peligros de inundación, se han tomado en cuenta las siguientes características:

- Topografía o pendiente del terreno, especialmente su horizontalidad.
- Geomorfología, análisis geomorfológico de formas del terreno y sistema fluvial, el cual es reforzado con información sobre registros históricos de antiguas inundaciones y detallada información topográfica.
- Hidrología, la extensión de las inundaciones recurrentes.

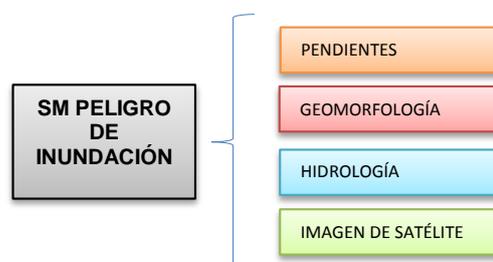


Figura N° 18. Estructura del SM de peligro por inundación.

- **Submodelo de vulnerabilidad**

Vulnerabilidad es el grado de debilidad o exposición de un elemento o conjunto de elementos frente a la ocurrencia de un peligro natural o antrópico de una magnitud dada (INDECI, 2006).

Esto implica conocer las características de los peligros potenciales de la zona de estudio.

Criterio de la vulnerabilidad “orientado a determinar las áreas que presentan alto riesgo por estar expuestas a la erosión, inundación, deslizamientos, huaycos, heladas, sequías y otros procesos que afectan o hacen vulnerables al territorio y a sus poblaciones, así como las consecuencias de otros procesos geodinámicos” (MINAM, 2010).

Tres factores, ante la ocurrencia o posible ocurrencia de un desastre, explican la vulnerabilidad:

- **Grado de exposición:** Tiene que ver con decisiones y prácticas que ubican a una unidad social cerca a zonas de influencia de un fenómeno natural peligroso (localizaciones peligrosas). La vulnerabilidad surge por las condiciones inseguras que representa la exposición (alto grado de exposición), respecto a un peligro que actúa como elemento activador del desastre.
- **Fragilidad:** Referida al nivel de resistencia y protección frente al impacto de un peligro amenaza, es decir las condiciones de desventaja o debilidad relativa de una unidad social por las condiciones socioeconómicas.
- **Resiliencia:** Este término se refiere al nivel de asimilación o la capacidad de recuperación que pueda tener la unidad social frente al impacto de un peligro-amenaza.

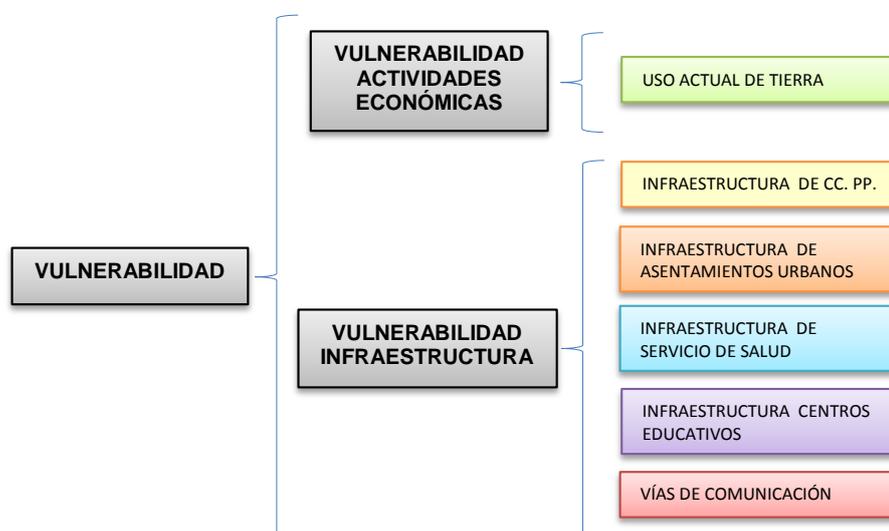


Figura N° 19. Estructura del SM de vulnerabilidad.

- Submodelo de riesgos

Una vez identificado los peligros (P) y realizado el análisis de vulnerabilidad (V), se procede a una evaluación conjunta, para calcular el riesgo (R), es decir estimar la probabilidad de pérdidas y daños esperados (personas, bienes materiales, recursos económicos) ante la ocurrencia de un fenómeno de origen natural o tecnológico (INDECI, 2006). El criterio analítico, llamado también matemático, se basa fundamentalmente en la aplicación o el uso de la ecuación siguiente: $R = P \times V$.

Dicha ecuación es la referencia básica para la estimación del riesgo, donde cada una de las variables: peligro (P), vulnerabilidad (V) y, consecuentemente riesgo (R), se expresan en términos de probabilidad.

Cuadro N° 8. Matriz de peligro y vulnerabilidad.

Peligro Muy Alto	Riesgo Alto	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Alto	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Medio	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto
Peligro Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto
	Vulnerabilidad Baja	Vulnerabilidad Media	Vulnerabilidad Alta	Vulnerabilidad Muy Alta

Fuente: INDECI, 2006.

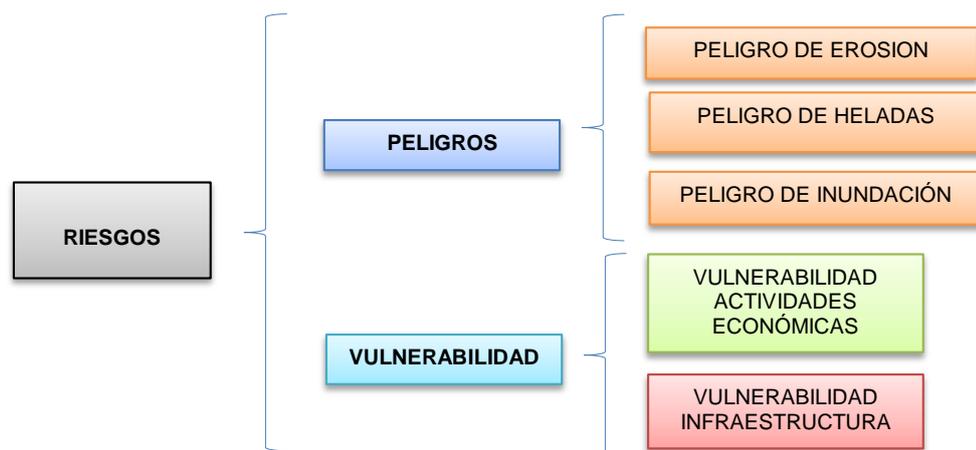


Figura N° 20. Estructura del SM de riesgo.

5) Submodelo de conflictos de uso

Para la determinación de las zonas con conflictos de uso, se toma la información espacial y de atributos correspondiente al uso actual y a la capacidad de uso mayor (potencial productivo agrario), cuyos mapas y textos servirán de base para la generación de modelos a través de matrices.

Para el efecto, se debe cruzar las variables capacidad de uso mayor de la tierra con uso actual de la tierra. Cuando existe discrepancia entre la CUMT y los usos actuales de las tierras, se evidencian los conflictos de uso. El resultado de este proceso permite luego de una confrontación de usos, generar un mapa de conflictos donde se ubican: uso conforme, sub uso y sobre uso.



Figura N° 21. Estructura del SM de conflictos de uso.

Flujo de procesos SIG del submodelo de conflictos de uso

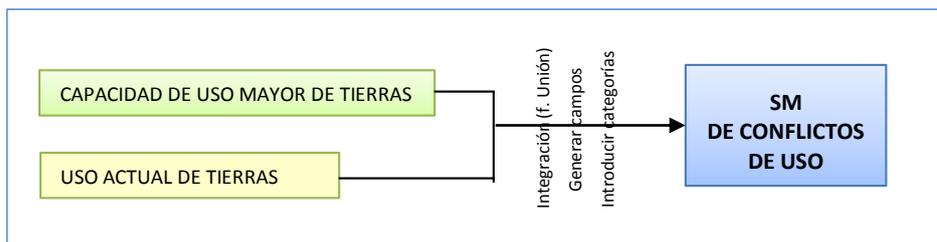


Figura N° 22. Flujo de procesos SIG del SM de conflictos de uso.

6) Submodelo de aptitud urbano e industrial

La aptitud urbana industrial de un territorio, está determinada por la interacción de variables que permitan establecer espacios, en donde se desarrolle la dinámica urbana e industrial en toda su amplitud.

En este contexto el submodelo de aptitud urbano e industrial, está orientada a identificar aquellas áreas (sectores) que tengan las mejores condiciones (aptitudes o vocación) para el desarrollo urbano (ciudades) e instalación o implementación de infraestructura industrial, por lo que las áreas con mayor aptitud son aquellas menos vulnerables, pero también condicionan este potencial la disponibilidad de servicios

básicos como agua, desagüe y electrificación e infraestructura vial que las hace más accesibles al mercado y permite su integración a la región y país.

Considerando variables que tienen una fuerte influencia en la localización de estas actividades, se plantea la siguiente estructura:

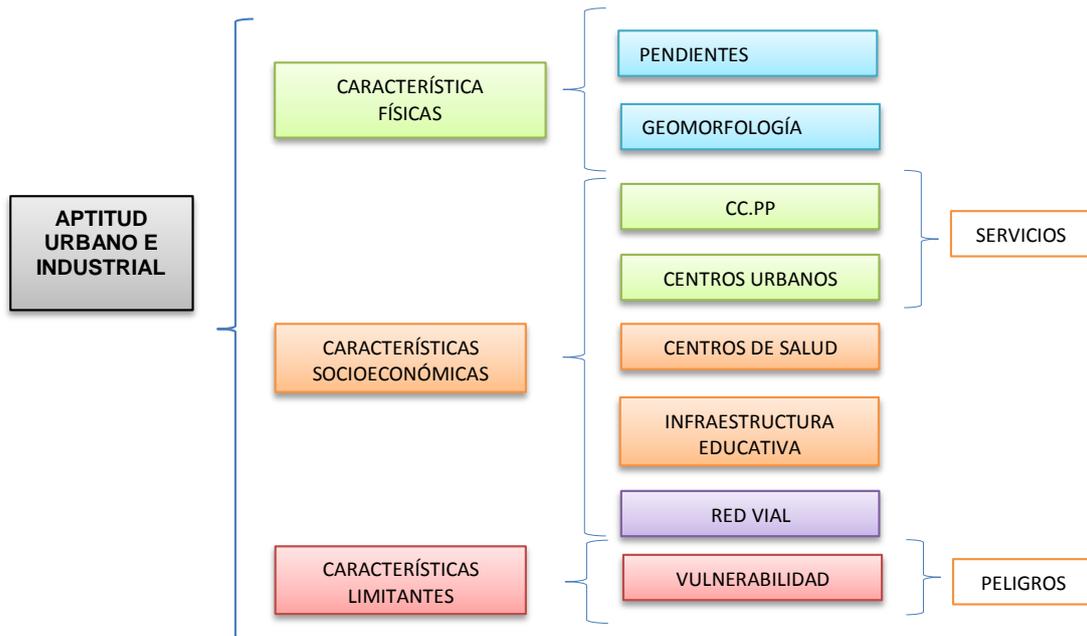


Figura N° 23. Estructura del SM de aptitud urbano e industrial.

Flujo de procesos SIG del submodelo de aptitud urbano e industrial

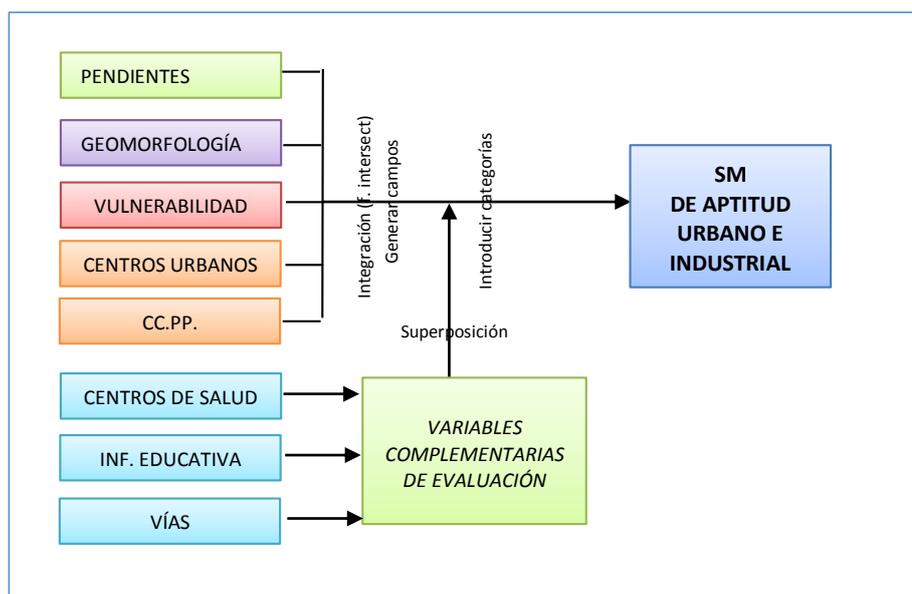


Figura N° 24. Flujo de procesos SIG del SM de aptitud urbano e industrial.

B. Determinación de las unidades ecológicas económicas

Con los resultados preliminares de los submodelos se determinan las siguientes unidades ecológicas y económicas:

- Unidades productivas
- Unidades de valor bioecológicos
- Unidades de valor histórico culturales
- Unidades de conflictos de uso
- Unidades urbanas e industriales.

C. Generación del modelo de MZEE

La superposición de los resultados de los submodelos, permite definir las zonas ecológicas económicas. Cada zona debe expresar las diversas alternativas de uso sostenible que posee un territorio. El tipo de la categoría corresponderá a la aptitud de uso predominante de dicha UEE. Las categorías de uso a utilizar en el proceso de ZEE son las siguientes:

- Zonas productivas
- Zonas de protección y conservación ecológica
- Zonas de tratamiento especial
- Zonas de recuperación
- Zonas urbanas e industriales.

Así mismo, para cada zona se deberá especificar tres niveles de calificación para las diferentes categorías de usos: recomendables, recomendables con restricciones, no recomendables.

Estos niveles de calificación se basarán en los aspectos técnicos de las características físicas, biológicas, sociales, económicas, culturales y legales que el equipo de profesionales determine en el proceso de la zonificación ecológica y económica.

- Uso recomendable: cuando la zona presenta aptitud para la categoría de uso en referencia y cuyo manejo apropiado produce un mínimo impacto.
- Uso recomendable con restricciones: cuando la zona presenta aptitud para la categoría de uso en referencia y cuyo manejo presenta limitaciones que podría generar impactos ambientales.
- No recomendable: cuando la zona no presenta aptitud para la categoría de uso

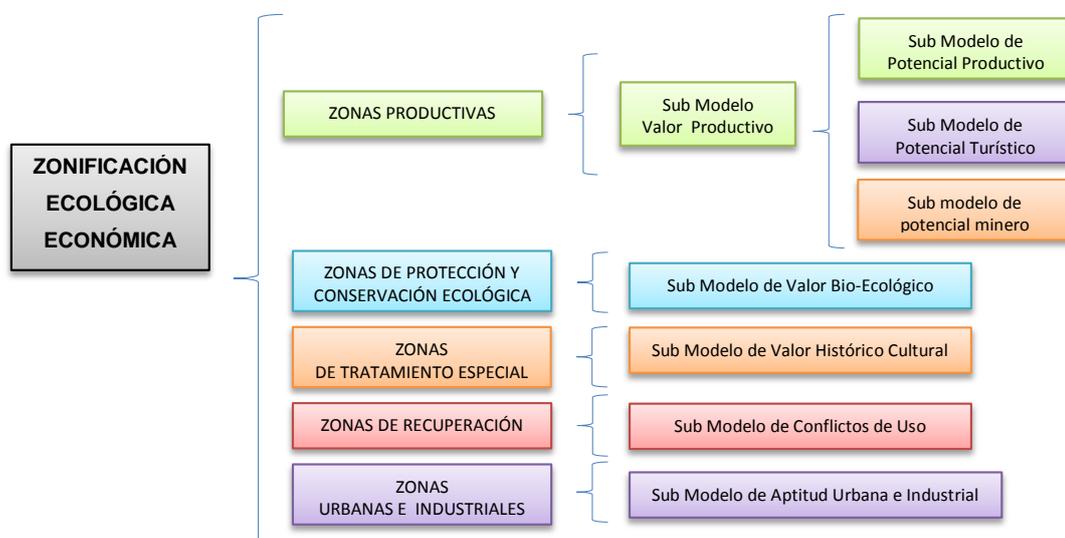


Figura N° 25. Estructura del modelo de ZEE.

Flujo de procesos SIG del modelo de ZEE

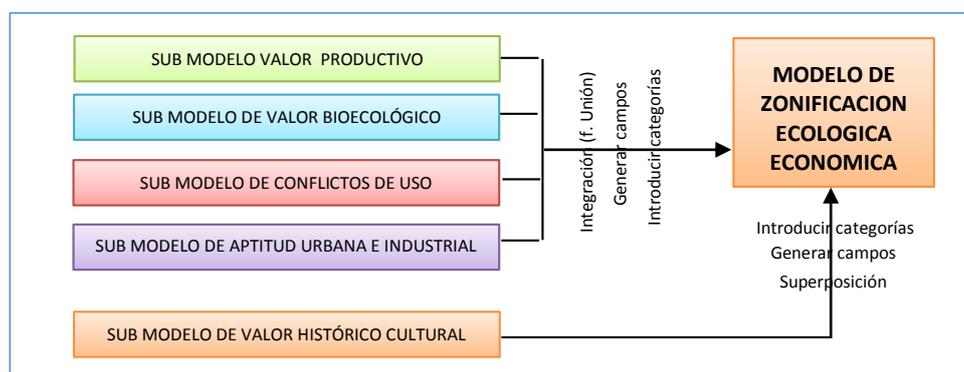


Figura N° 26. Flujo de procesos SIG del modelo de ZEE.

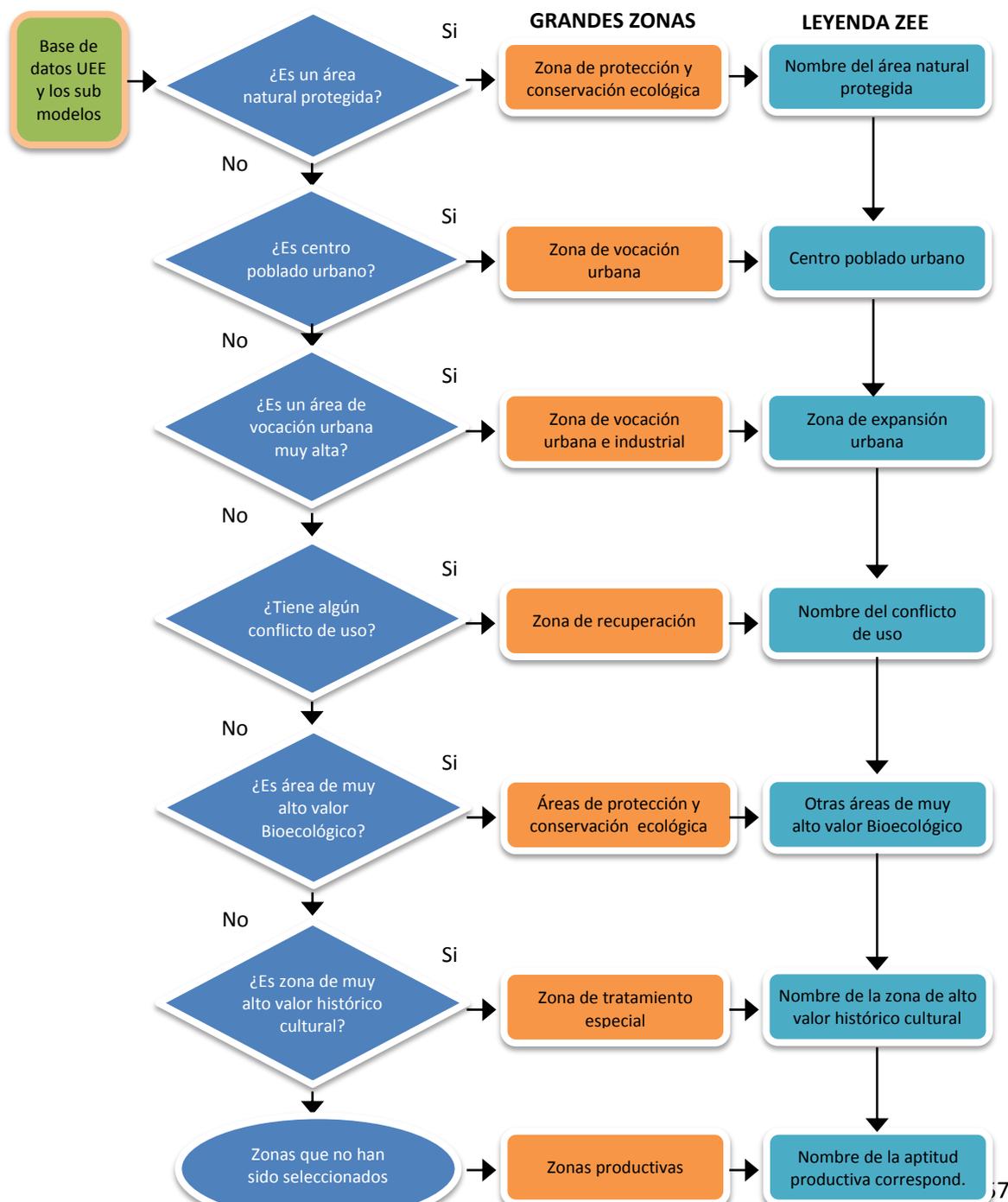
Definición de la propuesta de MZEE

EL objetivo es identificar las unidades ecológicas y económicas para determinar zonas o áreas que cuenten con las potencialidades y limitaciones del

territorio, considerando las recomendaciones de uso en relación a las zonas ecológicas y económicas.

Metodológicamente el modelo de ZEE es un modelo de decisión, ya que a partir de los submodelos debe elegirse cuales son las opciones de uso más favorables para el aprovechamiento sostenible de los recursos y la ocupación ordenada del territorio.

Para ello se utilizara como referencia los criterios de exclusión planteada por el MINAM (Figura N° 27. Flujograma de criterio).



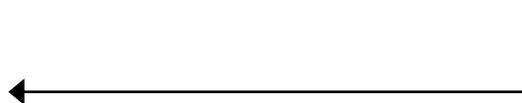


Figura N° 27. Flujograma de criterio de exclusión selectiva para determinar las unidades de ZEE. (SIG MINAM, 2010).

El criterio de exclusión selectiva, es un proceso mediante el cual se precisa la manera secuencial en que se irán excluyendo las UEE en función a sus características más predominantes, tomando en cuenta la sensibilidad ambiental.

D. Definición de actividades de uso

Culminado la etapa anterior de la ZEE se procede a elaborar la matriz de compatibilidad de usos para la propuesta de ZEE que será incluida en el mapa, considerando en primera instancia como uso compatible a los submodelos de alto valor y además otros posibles usos e función a la realidad de cada ámbito y opinión de expertos.

Se proponen las principales actividades siguientes:

- Agricultura anual
- Turismo
- Minería
- Agroindustria
- Pecuario
- Forestal
- Explotación de energía no convencional
- Fomento de servicios ambientales
- Investigación
- Forestación y reforestación
- Camélidos sudamericanos
- Conservación y/o restauración
- Infraestructura vial

Una vez que se identificaron las actividades, se procede a construir la matriz de la ZEE categorías de usos versus los tipos de uso, en lo cual se le asigna una calificación según la compatibilidad que exista, con los siguientes calificativos:

- Uso Recomendable
- Uso Recomendable con restricciones
- Uso No recomendable
- No aplica

3.2.3.1.7 Fase de resultados

Propuesta de microzonificación ecológica y económica.

3.2.3.2 Determinar zonas ecológicas económicas de la microcuenca del río Zapatilla que permita la formulación del plan de ordenamiento territorial

Para el cumplimiento de este objetivo se aplicó los procedimientos planteados en el primer objetivo, así mismo, para el análisis y procesamiento digital de la información cartográfica multitemática recopilada, se utilizó las herramientas de sistemas de información geográfica y teledetección, así mismo se contó con participación de un equipo multidisciplinario en todo el proceso de generación, actualización y evaluación de las distintas temáticas, en ese sentido se desarrollaron los siguiente:

a) Caracterización general del territorio.

Para la caracterización de la zona de estudio se tomó en cuenta la información recopilada, luego esta es analizada, generada, regenerada como actualizada al nivel de detalle requerido (nivel micro), tanto en imagen satelital como la contrastación en trabajos de campo.

b) Determinación de las UEE.

Para la determinación de las UEE se evaluaron los submodelos planteados en la propuesta metodológica de MZEE. Teniendo como insumo la cartografía temática generada como actualizada (físico, biológico y socioeconómico cultural).

c) Determinación de las zonas ecológicas y económicas de la microcuenca del río Zapatilla.

Para la determinación de las zonas ecológicas y económicas se evaluaron el modelo de ZEE de acuerdo a lo planteado en la propuesta metodológica.

d) Elaboración del mapa de propuesta de MZEE de la microcuenca del río Zapatilla

Como resultado final se generó el mapa de la propuesta de MZEE de la microcuenca del río Zapatilla.

CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Desarrollar el proceso metodológico y procedimientos para la MZEE a nivel de microcuencas de la zona circunlacustre del altiplano

4.1.1 Proceso metodológico y procedimientos para la MZEE a nivel de microcuencas de la zona circunlacustre del altiplano

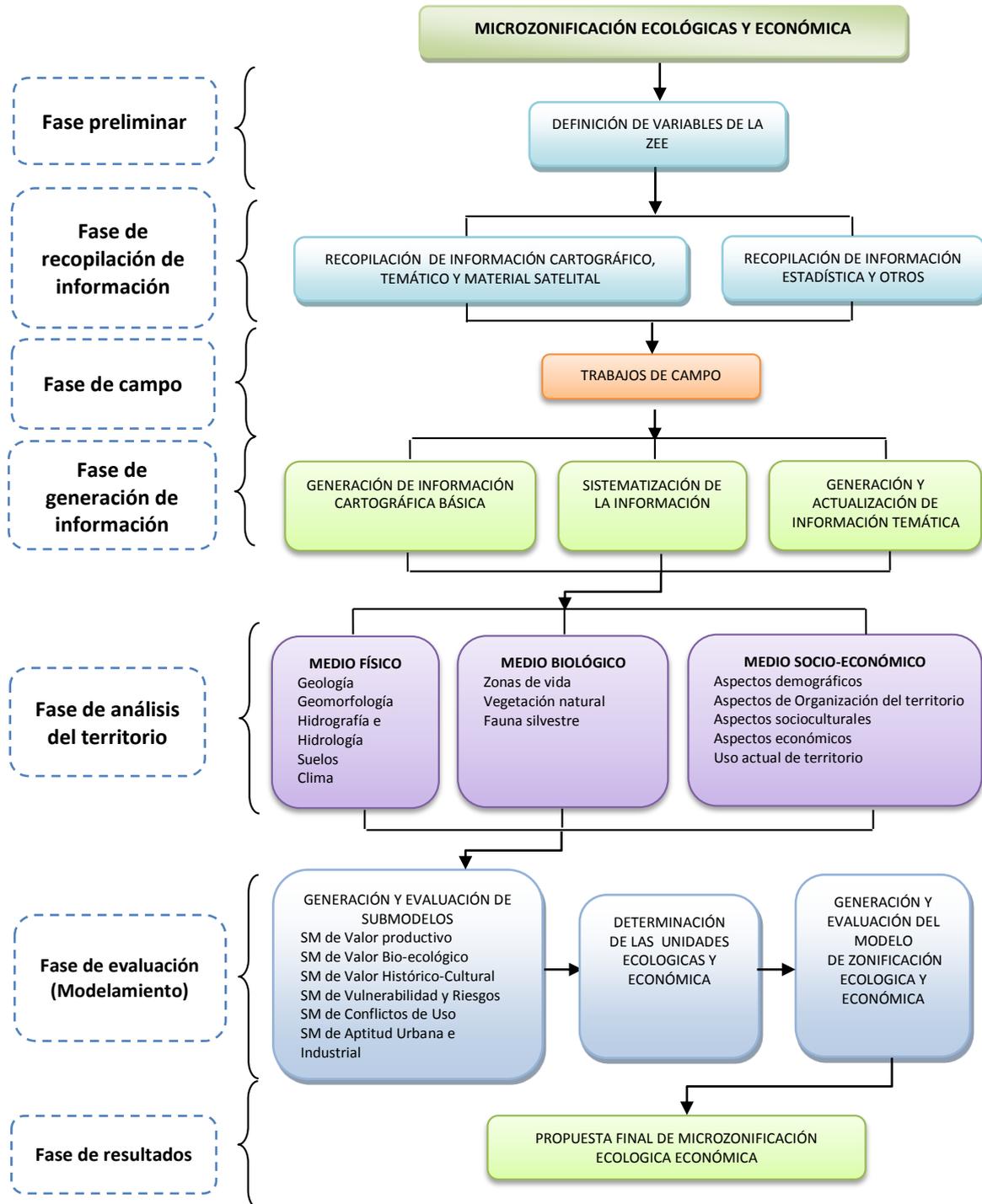


Figura N° 28. Proceso metodológico y procedimientos para la MZEE a nivel de microcuencas del circunlacustre del altiplano.

Los resultados muestra que la metodología planteada por el MINAM mediante el DCD N°-010-2006-CONAM, es aplicable en todos los niveles de zonificación, tal como se aprecia en la figura N° 28, al quedar establecidas de forma similar las principales fases y etapas que se propone para la microzonificación ecológica y económica. Sin embargo, la metodología de la ZEE propuesto por el MINAM, tiene

una limitación en lo que respecta principalmente la fase de evaluación, ya que los criterios de evaluación son muy generales, por lo que existe un gran problema en la formulación de procesos de ZEE a nivel micro.

Un elemento esencial de la ZEE es su carácter dinámico y flexible, pudiendo ser adecuada, ajustada, a distintos cambios o características de la zona a estudiar, por lo que se han definido los criterios de evaluación, plasmados en modelos y submodelos en el marco de los ejes evaluativos (valor productivo, valor bioecológico, valor histórico cultural, vulnerabilidad y riesgos, conflictos de uso y aptitud urbano e industrial), con variables del ámbito de estudio, de forma estructurada y detallada, esto se logró con participación interdisciplinario, como también consulta a expertos y análisis de otros estudios realizados. Con lo cual la fase de evaluación queda mejorada, y su aplicación permitirá un óptimo desarrollo de los procesos de micro ZEE en las microcuencas de la zona circunlacustre del altiplano.

4.2 Determinar zonas ecológicas económicas de la microcuenca del río Zapatilla que permita la formulación del plan de ordenamiento territorial

4.2.1 Caracterización general de la zona de estudio

4.2.1.1 Características del medio biofísico

Clima

En el área de estudio se tiene una temperatura promedio que va de 7.5 a 8.5 °C las temperaturas más altas se registran entre los meses de octubre a marzo registrando un promedio de 14 °C y las mínimas de junio a agosto alcanzando temperaturas de hasta -1 °C en la zona del lago y -4 °C en las partes más altas de la microcuenca.

La precipitación en la microcuenca en términos generales recibe una cantidad apreciable de lluvia, se estima una precipitación total anual entre 636.00 y 867.6 mm/año, de acuerdo a los criterios del sistema de clasificación de climas la microcuenca presenta cuatro unidades climáticas: clima lluvioso frío, con otoño, invierno primavera semiseco B(oip)C; clima semilluvioso y frío con otoño, invierno, primavera seco C(oip)C; clima semilluvioso y frígido, con otoño e invierno seco

C(oip)D; clima semilluvioso y frígido, con otoño, invierno y primavera muy secos C(oip)E, como se puede apreciar en el mapa climático (anexo 1).

Hidrología

La microcuenca del río Zapatilla cuenta con un caudal medio de 1.71MM³, hidrográficamente aporta sus aguas directamente al lago Titicaca, ocupa una superficie de drenaje de 445.25 Km². La longitud mayor de recorrido que realiza el río, desde la cabecera de la cuenca, siguiendo todos los cambios de dirección o sinuosidades, hasta la desembocadura, es de 83.79 Km.

Microcuenca es de forma alargada (0.06) y una densidad de drenaje de 1.13 Km/Km² lo que indica que la microcuenca del río Zapatilla tendría drenaje regular y moderadamente propenso a las crecientes.

La calidad de las aguas del río Zapatilla están calificadas como aptas para el consumo humano previo tratamiento y por ende para otros usos (ver anexo 5, certificado de análisis de laboratorio de la UNA Puno), el río presenta un pH básico de 8.9 y un una concentración de sólidos disueltos totales de 1,780 estos valores superan el estándar de calidad de agua (ECA) para todas las categorías, por consiguiente la mayoría de los usos considerados son seguros, pero algunos pueden estar deteriorados o amenazados de deterioro.

Geomorfología

Geomorfológicamente la microcuenca del río Zapatilla presenta paisajes colinoso cadena de elevaciones bajas menores a 700 m de altitud local, alineamientos colinosos que siguen un patrón estructural paralela a las montañas, también presenta el paisaje, lomadas cumbres y laderas presentan superficies redondeadas a suaves con pendiente muy suave, luego se tienen el paisaje pie de monte, conos o abanicos mostrando ligera pendiente hacia el valle, depósitos de laderas acumulados en el pie en forma de conos, también el paisaje de llanuras, con relieve ondulado plano casi a nivel y finalmente tenemos planicies terrazas adyacentes, encima de la llanura de inundación fluvial, fondos planos con causes angostos limitado por terrazas fluviales, como se puede apreciar en el mapa geomorfológico (anexo 1).

La microcuenca presenta pendientes muy suaves (entre 0 y 4%) en las partes más bajas de la cuenca donde se localizan las terrazas. Las pendientes más fuertes (entre 50 a mas) se localizan en las parte altas de la cuenca formado por las colinas estructurales, como se aprecia en el mapa de pendiente (anexo 1).

Geología

La microcuenca del río Zapatilla se caracteriza por presentar en la mayor parte por deposito aluvial (Q-al), depósitos del cuaternario reciente, formados por clastos tufáceos y andesíticos heterométricos de gravas, arenas y arcillas, en las partes bajas y al pié de las montañas, producidos por los agentes hidrogravitacionales en forma de acumulaciones pié de montañas, conos y abanicos aluviales y terrazas fluviales.

También predominan la formación Azángaro (Qt-az) Litológicamente de superficie a profundidad donde está formada arenas estratificadas en capas continuas por lentes de cascajos. La parte media presenta cascajos arenosos de diferente granulometría, y en profundidad argilitas que dominan este basamento rocoso.

El grupo Maure conformado por volcánicos inter estratificado (ignimbritas, tobas, lavas, andecíticas basálticas) y sedimentos lacustres (predominan tobas retrabajadas, limolitas, fanjolitas, calizas con algunas areniscas, conglomerados y lutitas negras).

El Grupo Tacaza (T-ta) conformados por andesitas estratificadas, lavas de andesitas basálticas y tufos de bloque. Se caracteriza por la presencia de minerales de cobre diseminado, principalmente malaquita. Entre otras formaciones en menor proporción, como se puede apreciar en el mapa geológico (anexo 1).

Suelos

Los suelos de las microcuenca del río Zapatilla se clasifican en siete unidades (anexo 1), de acuerdo a la ejecución del levantamiento de suelo realizado, así mismo de acuerdo a las determinaciones analíticas de laboratorio (anexo 5). Las características de los suelos se pueden resumir en las siguientes características:

Dentro de su rasgo físico morfológicos son suelos moderadamente profundos y superficiales, la textura es mayormente franco arenoso.

Dentro de las propiedades químicas el horizonte "A" tiene reacción variada de ligeramente alcalino a fuertemente ácido, la materia orgánica se encuentra expresado en nivel medio. En nitrógeno (N) se encuentra en nivel medio, el fósforo (P) se encuentra en dotaciones alto, el contenido de potasio (K) se encuentra disponible en nivel bajo. La fertilidad estos suelos va de un nivel bajo a medio.

Zonas de vida

De acuerdo con el sistema de clasificación de Holdridge. La zona de vida en la cual se halla ubicada el área estudiada está clasificada bosque húmedo-montano subtropical (bh-MS) y páramo muy húmedo-subandino subtropical (pmh-SaS); Las observaciones de campo, como los registros de temperatura y precipitación corroboran dicha clasificación. La distribución espacial se puede apreciar en el mapa de zonas de vida (anexo 1).

Cobertura vegetal

Las asociaciones vegetales en orden de prioridad están las de Festuchetum y Festuchetum III, lo cual conformaría el primer grupo de vegetación que suman 28% correspondiente a vegetación de pajonales.

Luego un segundo grupo de asociaciones vegetales que se encuentran en menor cuantía, asociaciones vegetales que son relevantes para el desarrollo de la ganadería como son: Calamagrosticum I, festuchetum Muhlenbergetum con 12% de la cobertura vegetal el cual está distribuido en la microcuenca Zapatilla, con predominancia en la zona media y baja.

Mención aparte para el cuarto de asociación vegetal que tiene relevancia para el desarrollo de la ganadería alto andina corresponde a la asociación vegetal Distichetum que está estrechamente relacionada con Festuchetum III. Sin embargo, la cobertura que más predomina está conformada por los cultivos anuales, los pastizales en pequeñas extensiones. La distribución espacial se puede apreciar en el mapa de cobertura vegetal (anexo 1).

Biodiversidad de fauna silvestre

A continuación se detalla las principales clases de especies registradas en la microcuenca del río Zapatilla, de acuerdo a la taxonomía, características de la especie, hábitat, alimentación, distribución, usos y estado de conservación de la especie.

a) Clase Mammalia (mamíferos)

Cuadro N° 9. Clase Mammalia, Orden Ruminantia.

CLASIFICACION	Orden : Ruminantia Familia : Cervidae Género : hipocamelus NC. : Hipocamelus antisensis NV. : <i>Venado gris de cola blanca. o taruca</i>
HABITAT	Viven en praderas, acantilados y laderas montañosas con vegetación herbácea.
ALIMENTACIÓN	Herbívoro: herbáceas y gramíneas en general
DISTRIBUCION	Se distribuye en las partes más altas de la microcuenca
USOS	Es capturada por su carne y cuero.
ESTADO DE CONSERVACIÓN	Situación vulnerable.

Fuente: Proyecto DCOT-Puno.

Cuadro N° 10. Clase Mammalia, Orden Carnivora.

CLASIFICACION	Orden : Carnivora Familia : Canidae Género : Pseudolopex NC. : <i>P. culpaeus andinus</i> NV. : Zorro común
HABITAT	Cuevas madrigueras y lechos abandonados.
ALIMENTACIÓN	Carnívoro: pequeños mamíferos, roedores, aves, insectos, se le considera depredador.
DISTRIBUCION	Se distribuye en las partes altas de la microcuenca
USOS	Es capturada por su carne y cuero.
ESTADO DE CONSERVACION	No determinado.

Fuente: DCOT-Puno.

b) Clase Aves

En la microcuenca se registraron las siguientes familias:

Anatidae: Anas Puna, son generalmente de hábitat de riachuelo, lagunas, ríos, sobre los 4,000 msnm.

Rallidae: Fulica Ardesiaca, generalmente de hábitat de lagos y lagunas, sobre los 3,800 msnm.

Laridae: Fulica Ardesiaca, son generalmente de hábitat de riachuelo, lagunas, ríos sobre los 4,000 msnm.

La distribución espacial se puede apreciar en el mapa de biodiversidad de fauna (anexo 1).

4.2.1.2 Características del medio socioeconómico

Demografía

Dentro de la microcuenca del río Zapatilla, según los resultados del censo de población del 2007, asciende a 16,166 habitantes, cuya población con un 65% está en la zona del distrito de Ilave representando el 19% de la población total de dicho distrito, así mismo un 15% está en la zona del distrito de Juli, de la misma forma un 19% está en la zona del distrito de Pilcuyo. Así mismo, la población de la microcuenca del río Zapatilla representa el 1.4% de la población del departamento de Puno.

Cuadro N° 11. Densidad poblacional en la microcuenca del río Zapatilla.

PROVINCIA	DISTRITO	POBLACION EN EL ÁREA DE ESTUDIO	SUPERFICIE (km ²)	DENSIDAD (Hab./km ²)
El Collao	Ilave	10,620	235.59	45.08
Chucuito	Juli	2,461	178.89	13.76
El Collao	Pilcuyo	3,085	30.77	100.26
TOTAL		16,166	445.25	

Fuente: INEI, 2007.

Tendencias de crecimiento de la población

En el cuadro N° 12, registra el volumen de la población de los censos de población y vivienda de los años 1993 y 2007, al comparar las cifras de ambos eventos registrados vemos que en el distrito de Llave la población ha aumentado su volumen en 6,084 habitantes, aspecto que significa un incremento en 12.7 %, crecimiento que se debe a que tiene mayor volumen poblacional a su crecimiento demográfico natural y a la migración que fluye al distrito debido a la atracción que irradia como centro comercial, mejores condiciones de vida entre otros factores, mientras que los distritos de Juli con -1,329 y de Pilcuyo con -2,739, registran cifras negativas de crecimiento, es decir que disminuyeron de población.

Cuadro N° 12. Censo de población y vivienda de 1993 y 2007.

DISTRITOS	POBLACIÓN 1993	POBLACIÓN 2007	INCREMENTO ABSOLUTO	INCREMENTO %
Juli	25,070	23,741	-1,329	-5.3
Llave	48,054	54,138	6,084	12.7
Pilcuyo	16,890	14,151	-2,739	-16.2

Fuente: INEI, 2007.

Infraestructura básica y servicios sociales

a) Servicio de agua y desagüe

Solo el 8% de la población accede a red pública de agua o conexión domiciliaria de la misma a nivel de la microcuenca Zapatilla, el 18% cuenta con pozos artesianos u otro tipo de pozos, el resto se abastece de agua de ríos, manantiales. Una particularidad bastante notoria, es el abastecimiento de agua se hace principalmente mediante pozos domiciliarios. En lo que es el servicio de desagüe la población del ámbito de estudio no se cuenta con una red pública de desagüe, por tanto la mayoría de la población utiliza de alguna forma solo de pozos sépticos.

b) Servicios de electricidad

Aproximadamente el 30% de los hogares de la microcuenca del río Zapatilla tiene acceso al servicio de electricidad mediante conexiones domiciliarias, principalmente cubre toda la parte baja de la misma. El resto de los hogares, principalmente de las zonas altas, no accede a este servicio.

c) infraestructura y servicios de salud

En la microcuenca del río Zapatilla existe un centro de salud ubicado en localidad de Pilcuyo, también existe once (11) puestos de salud ubicados en los centros poblados Casimuyo, Kankora, Queruma, Ancoamaya, Checca, Chilacollo, Chucaraya, Churo Lopez, Coraraca y Jachoco Huaraco. La distribución espacial se puede apreciar en el mapa de establecimientos de salud (anexo 1).

De acuerdo a las estadísticas que manejan los establecimientos de salud, reportan que la causa principal de la mortalidad general está vinculada con las enfermedades de las vías respiratorias, así mismo la causa de la mortalidad infantil. En segundo lugar está vinculada a la desnutrición.

d) Infraestructura y servicios de educación

En toda el área de estudio funcionan seis instituciones educativas de nivel inicial, que en forma conjunta atienden a una población de 188 niños, cuarenta y uno instituciones educativas de nivel primario, los cuales atienden a una población total de 2,050 alumnos, así mismo cuenta con diez centros de educación secundaria que atiende a una población total de 1,648 alumnos, por ultimo cuenta con centro de educación superior CETPRO ubicada en la localidad de Pilcuyo, atiende actualmente a 30 alumnos. La distribución espacial se puede apreciar en el mapa de infraestructura de educación (anexo 1).

Población económicamente activa

La PEA, ocupada de la microcuenca del río Zapatilla calculada al año 2007 por el INEI fue de 3,515 personas que representaría el 22% de la población total. Es posible que la PEA total sea un poco mayor a esta cifra, dado que hay un nivel de desempleo en el área de estudio.

La PEA, en su mayor parte está concentrada en el sector primario que comprende las actividades agropecuarias, representado el 85% del total; un segundo sector que absorbe una parte importante del PEA es el sector terciario, conformada por actividades comerciales y prestación de diversos servicios, que en conjunto absorben el 9% de la PEA Total. El resto de la PEA está en actividades de construcción y otros no especificados.

Dinámica económica general

a). Actividad agrícola

En la microcuenca del río Zapatilla, el cultivo más predominante es la papa con una superficie sembrada de 3,292 Ha, la cual se concentra en la zona del distrito de Pilcuyo. La quinua ocupa el segundo lugar con una superficie sembrada de 2,708 Ha, concentrándose más en la zona de del distrito de Pilcuyo, le sigue la haba y el cebada con una superficie de 2,708 y 2,372 Ha respectivamente, además de estos cultivos también están el maíz, trigo, olluco y arveja con una menor superficie sembrada.

Cuadro N° 13. Superficie sembrada en la microcuenca del río Zapatilla.

CULTIVOS	SUP SEMBRADA (HA)
Papa	3292
Quinua	2708
Haba	2708
Arveja	28
Trigo	94
Cebada	2372
Olluco	23
Maíz	754

Fuente: Dirección Regional de Agricultura.

b). Actividad pecuaria

En el ámbito de estudio la actividad pecuaria predominante es el ganado ovino con una población estimada de 14,559 cabezas, representando el 61% de la población pecuaria de la zona de estudio, el cual se concentra en la zona delimitada por el distrito de llave, queda en segundo lugar la crianza de camélidos sudamericanos y se cuenta con aproximadamente 24,952 cabezas, esto representa el 25% del total de la población pecuaria de la zona y su mayor concentración está en las partes altas de las zonas de los distritos llave y Juli, así mismo la crianza de ganado vacuno está en menor porcentaje con 14% del total de la población pecuaria y se distribuye el lado de llave y Juli.

Cuadro N° 14. Población pecuaria área de estudio.

GANADO	POB. ESTIMADA
Vacuno	14,559
Ovino	62,684
Alpaca	24,952
Total	102,195

Fuente: Dirección Regional de Agricultura

c). Actividad minera

No se registra actividades mineras en la microcuenca. Sin embargo, cuenta con presencia de concentraciones de minerales que han sido identificadas por diversas exploraciones efectuadas por empresas mineras, los cuales brigadas de exploración minera han realizado muestreos sistemáticos, cuyos resultados no se conocen en forma exacta. Según los registros de la dirección regional de energía y minas (mapa de concesiones mineras anexo 1) se tienen los siguientes:

Depósito de yacimientos metálicos

Las reservas metálicas se encuentran localizadas las comunidades de Copa Chulpa, Fundo Calleri, Fundo Huallatiri y San Carlos Humajalso, en la que actualmente existe dos petitorios de concesión minera de yacimientos metálicos (Au y Ag) que fueron demandado por la empresa Minera Quenuales S.A.C., estos yacimientos se encuentran en la etapa inicial de estudio de cateo y prospección.

Depósito de yacimientos no metálicas

Los depósitos de minerales no metálicos, que se encuentran distribuidos en las microcuencas son bastantes. Dentro de los minerales no metálicos, que destacan por su valor económico son; los depósitos de gravas, depósitos de rocas calizas, entre otros, cuya explotación puede representar como una fuente de trabajo y de producción de la materia prima para el desarrollo económico de la región, de las misma forma se tienen cuatro petitorios de concesión que fueron demandados por el empresario Rolando Francisco Malaga Luna, se encuentran localizadas las comunidades de Chila Chambilla.

d). Sistema de transporte

La microcuenca se comunica con sus comunidades por medio de una vía longitudinal afirmada que inicia desde el desvío de la panamericana sur cerca al CP Condurini hasta conectar con la localidad de Juli. Esta es de 45 km, está en regular condición de transitabilidad es una carretera que cuenta con poco tránsito vehicular, además existe un red de vías muy densa de trochas carrozable que se interconectan con la vía longitudinal, como se puede apreciar en el mapa base (anexo 1).

El servicio de transporte público solo existe para los centros poblados más importantes, por lo que el servicio de transporte es muy limitado hacia las comunidades más alejadas, por lo que se complementa con servicios de transporte privados.

e). Uso actual de tierras

Los principales usos de suelo en la microcuenca del río Zapatilla son características en todo el ámbito de las microcuencas de circunlacustre, se pueden mencionar los siguientes:

Los cultivos fraccionados-anales extensivos que ocupan la mayor superficie con más del 50%, la en la mayoría utilizados para cultivos de autoconsumo o de subsistencia familiar como papa, quinua, cebada, avena, cañihua, y tuberosas menores entre otros.

Por otra parte tenemos a praderas naturales con césped de ladera, conformado por terrenos con pasto chillihuar, con pasto natural pajonal stipa, con pasto césped de ladera, pasto kanlli, pasto natural pajonal (festuca), con una superficie menor al 50% del área total de estudio.

Así mismo se tiene terrenos improductivos con afloramientos líticos cubriendo un poco más de 10% de superficie de la microcuenca. La distribución espacial se puede apreciar en el mapa de uso actual de tierras (anexo 1).

4.2.2 Determinación de las unidades ecológicas económicas

Como resultado evaluativo de los submodelos se tienen las unidades productivas, bioecológicas, histórico culturales, vulnerabilidad, conflictos de uso y aptitud urbano industrial como se detallan a continuación.

4.2.2.1 Unidades productivas

El mapa SM valor productivo agrario obtenido (anexo 2), representa el resultado del presente sub modelo, el cual expresa la distribución espacial del valor productivo agrario forestal, producto de la integración de las variables referidas a la temática.

a) Aptitud para producción agropecuaria y forestal

Las tierras con aptitud para cultivo en limpio (A); especialmente se concentran en la parte baja de la microcuenca, laderas de colinas (terrazas y andenes) y áreas próximas a la rivera de los ríos; son suelos, profundos a moderadamente profundos, con pendientes planas o casi a nivel hasta moderadamente empinadas, calidad agroecológica media (A2) a baja (A3). Sin embargo, por la ubicación geográfica,

presentan limitaciones al encontrarse amenazados por peligros de inundación, erosión, y heladas.

Las tierras con aptitud para pastos (P); especialmente abarcan en mayor proporción en el área de estudio. Sin embargo, mayor concentración de área se localiza ocupando las partes altas del área de estudio. Allí los suelos en su mayoría son superficiales, dado que estas tierras ocupan las colinas altas, laderas con pendientes pronunciadas. Sin embargo, también ocupan las partes bajas, áreas que son consideradas inundables o bofedales por lo tanto presentan una calidad agroecológica media (P2) a baja (P3); en cuanto al clima es desde semilluvioso y frío a clima semilluvioso y frígido, con presencia de fuertes heladas, así mismo con riesgo a la erosión.

Tierras con aptitud para producción forestal (F); se distribuye de manera aislada en el ámbito de la microcuenca; ocupando preferentemente laderas, donde los suelos son de moderadamente profundos a superficiales, es decir con profundidad entre 40 a 60 cms; la pendiente es más pronunciada con respecto al caso anterior, cuyo rango va de 25 al 50%, con ciertas excepciones de rango mayor; el clima es variado porque son zonas que ocupan diferentes pisos altitudinales.

Las tierras de protección (X), ocupan menor espacio, constituyen zonas que por sus características edáficas, de relieve y de clima, no es posible realizar actividades agropecuarias ni forestales; conformada por áreas de afloramientos líticos, áreas nivales, áreas con muy escasa vegetación pendientes mayores a 50%, por lo que están destinadas para actividades de recuperación y conservación.

Cuadro N° 15. Distribución de la aptitud agropecuaria y forestal.

SIMBOLO	POTENCIAL PRODUCTIVO AGRARÍO	AREA (Km2)	AREA (Ha)	%
A	Tierras aptas para cultivo en limpio	186.64	18664.37	41.92
P	Tierras aptas para pastos	222.12	22212.33	49.89
P-A	Tierras aptas para pastos - Tierras aptas para cultivo en limpio	20.46	2046.20	4.60
P-F	Tierras aptas para pastos - Tierras aptas para producción forestal	0.77	77.19	0.17
P-X	Tierras aptas para pastos - Tierras de protección	1.88	187.56	0.42
F	Tierras aptas para producción forestal	5.91	590.63	1.33
X	Tierras de protección	7.47	747.16	1.68
TOTAL		445.25	44525.43	100.00

b) Aptitud turística

El mapa SM de aptitud turística obtenido (anexo 2), representa el resultado del presente sub modelo, el cual expresa la distribución espacial la aptitud turística, producto de la integración de las variables referidas a la temática.

Ambientes con mayor vocación para el potencial turístico, están conformadas por restos arqueológicos como chullpa de Alintuyo, chullpa de Cala Amaya, Chullpa Ahuicha Amaya, chullpa de Jentil Huta Auicha, entre otras localizadas en los centros poblados de Chila Collo, Pallallaque, Latcollo Sijuyo, Alintuyo y Checca; otros atractivos son los vestigios ancestrales como los andenes localizadas en los centros poblados de Chila Collo y Checca; arquitectura y espacios urbanos como plazas e iglesia en la localidad de Pilcuyo.

Espacios que albergan biodiversidad de especies de aves en este caso las cochas ubicadas en cercanías del lago Titicaca en el centro poblado de Santiago Mucho. Están localizadas de forma idónea ya que están en a los ccpp y urbanos que de alguna manera cuentan con servicios mínimos, así mismo el acceso es buena existiendo vías asphaltadas y afirmadas que conecta a la panamericana sur. Sobre los cuales es posible el desarrollo de diferentes actividades turísticas, como el agroturismo, ecoturismo, turismo de aventura.

Finalmente tenemos otros ambientes que están localizadas en extremo sureste de cuenca iniciando con un museo de sitio "Chococoniri" ubicado exactamente en la comunidad de Chococoniri, luego seguido de una zona que alberga importantes especies de fauna como venados, zorros y especies arbóreas como la Queñua, especies que están en vías de extinción, estos ubicados en las partes altas del centro poblado de Chila Chambilla, estas últimas están condicionadas por la lejanía y la situación muy dispersa, acceso restringido a servicios. Sin embargo, existe una carretera afirmada en buen estado de conservación. Allí es posible realizar actividades de agroturismo, ecoturismo y de investigación.

c) Aptitud minera

El mapa SM de aptitud minera obtenido (anexo 2), representa el resultado del presente sub modelo, el cual expresa la distribución espacial la aptitud minera, producto de la integración de las variables referidas a la temática.

Los ambientes con mayor potencial minero metálico de la microcuenca se debe por la presencia de la franja metalogenética de oro (Au) y plata (Ag) de depósitos polimetálicos con superposición epitermal del mioceno; Así mismo, la litoestatigrafía presenta capas de caliza color gris claro a oscuro, minerales como malaquita, azurita, covelita, calcopirita, crisocola, pirita, plata nativa y cobre diseminado. Así mismo, se encuentran lentes de yeso. Son áreas que actualmente existen petitorios de concesión minera, se encuentran en etapa de estudio y prospección. Dichas características le califican como un potencial muy alto.

Los ambientes con mayor potencial minero no metálico de microcuenca se debe principalmente por presentar características estratigráficas siguientes; consiste de volcánicos interestratificados (ignimbritas, tobas, lavas, andecíticas basálticas) y sedimentos lacustres (predominan tobas retrabajadas, limolitas, fanjolititas, calizas con algunas areniscas, conglomerados y lutitas negras) y las calizas de grupo maure. Son áreas que actualmente existen petitorios de concesión minera, se encuentran en etapa de estudio y prospección.

Cuadro N° 16. Distribución de aptitud minera.

NIVEL DE POTENCIAL MINERO	AREA (Km2)	AREA (Ha)	%
Valor muy alto del potencial minero	27.53	2752.84	6.18
Valor alto del potencial minero	0.45	45.44	0.10
Valor medio del potencial minero	111.03	11102.78	24.94
Valor bajo del potencial minero	306.24	30624.37	68.78
TOTAL	445.25	44525.43	100.00

4.2.2.2 Unidades de valor bioecológicos

El mapa SM de valor bioecológico obtenido (anexo 2), representa el resultado del presente sub modelo, el cual expresa la distribución espacial el valor bioecológico, producto de la integración de las variables referidas a la temática.

Tierras con muy alto valor bioecológico, comprende una superficie de 2,320.47 Ha, que equivale al 5.21% de área total de estudio. Estas áreas presentan ecosistemas de colina. Las zonas de vida que comprenden los páramos muy húmedo-subalpinos subtropicales. Las tierras con capacidad de uso que corresponden a estas zonas son terrenos aptos para forestales con especies arbustivas nativas. El clima es semilluvioso y frígido, con otoño e invierno seco. La flora predominante es el pajonal con presencia de especies arbustivas, la fauna está representado fundamentalmente por la clase mamalia tales como taruca, zorros entre otros (especies en extinción), las cantidades no son precisadas.

Así mismo, áreas de cabecera de cuencas, que generan servicios ambientales y protegen fuentes de agua. Así mismo, están consideradas las cochas alto andinas y orillas del lago Titicaca por albergar biodiversidad de fauna, especialmente aves.

Tierras con alto valor bioecológico, comprende una superficie de 11,089 Ha, que equivale al 25% de área total de estudio. Estas áreas presentan ecosistemas de pajonales, zonas de vida páramo muy húmedo-subandino subtropical. Estas zonas comprenden terrenos con pasto natural. Los climas de esas zonas son clima semilluvioso y frío con otoño, invierno, primavera seco.

Tierras con mediano valor bioecológico, comprende una superficie de 12,541 Ha, que equivale al 28% de área total de estudio. Esta área presenta ecosistemas pajonales, chilliguales con vegetación antrópica y escasa vegetación. Las zonas de vida corresponden a bosque húmedo-montano subtropical. La capacidad de uso son terrenos para pastos naturales con zonas erosionadas (escasa vegetación), terrenos con rocas (afloramientos líticos) y terrenos con pasto césped de ladera. El clima es semilluvioso y frío con otoño, invierno, primavera seco.

Tierras con bajo valor bioecológico, comprende una superficie de 18,575 Ha, que equivale al 42% de área total de estudio. Corresponde a tierras con vegetación antrópica, zonas de llanura ligeramente ondulada. Con zonas de

vida bosque húmedo-montano subtropical, el clima es lluvioso frío, con otoño, invierno primavera semiseco.

Cuadro N° 17. Distribución de valor bioecológico.

NIVEL DE VALOR BIOECOLÓGICO	AREA (Km2)	AREA (Ha)	%
Tierras con muy alto valor Bioecológico	23.20	2320.47	5.21
Tierras con alto valor Bioecológico	110.89	11089.05	24.90
Tierras con mediano valor Bioecológico	125.41	12541.13	28.17
Tierras con bajo valor Bioecológico	185.75	18574.78	41.72
TOTAL	445.25	44525.4312	100

4.2.2.3 Unidades de valor histórico culturales

El mapa SM de valor histórico cultural obtenido (anexo 2), representa el resultado del presente sub modelo, el cual expresa la distribución espacial el valor histórico cultural, producto de la integración de las variables referidas a la temática.

Valor histórico cultural muy alto, localizadas en los centros poblados de Chila Collo y Checca por la presencia de torres funerarias pre Incas, con rasgos culturales importantes, también se tiene infraestructura colonial (iglesia de Pilcuyo) ubicada en la localidad de Pilcuyo, lo que representa al patrimonio cultural material inmueble de muy alto valor.

Valor histórico cultural alto, conforman restos arqueológicos mal estado y localizadas de forma muy dispersa ubicadas en el centro poblado de Chila Collo, lo que representa al patrimonio cultural material inmueble de alto valor.

Así mismo, se tiene otra zona que están localizadas en extremo sureste de cuenca se encuentra ubicado un museo de sitio denominado "Chococoniri" en la comunidad de Chococoniri, lo que representa al patrimonio cultural material mueble de alto valor.

Valor histórico cultural medio, conforman restos vestigios ancestrales (andenes) localizadas de forma muy dispersa a lo largo de la microcuenca, representa al patrimonio cultural material inmueble de mediano valor.

4.2.2.4 Unidades de vulnerabilidad

Con los resultados de los SM peligros de erosión, heladas e inundación obtenido (anexo 2), se han determinado la vulnerabilidad física y vulnerabilidad a las actividades económicas.

Vulnerabilidad a la infraestructura física

Sectores ubicados en las partes bajas, asentadas en áreas de muy alto peligro y alto grado de exposición a la inundación, predominancia de viviendas de materiales precarios, viviendas en regular a mal estado de construcción, población de escasos recursos económicos, sin cultura de prevención. Así mismo, centros educativos y centros de salud de materiales de construcción mixta en regular estado de conservación, asentadas en áreas de alto grado de exposición al peligro de inundación.

Vulnerabilidad de las actividades económicas

Localizadas en las partes bajas, son tierras con cultivos fraccionados- anuales extensivos, terrenos con cultivo de papa, oca, olluco, cultivos de trigo, terrenos en descanso, terrenos con pasto césped de laderas, todas con muy alta exposición al peligro de inundación. Por otra parte también están localizadas en las partes bajas de la microcuenca, son terrenos con cultivos fraccionados- anuales extensivos, terrenos con cultivo de papa, oca, olluco cultivo de trigo. Todas con alta exposición al peligro de las heladas.

Sectores ubicados en las colinas, principalmente sectores conformados por laderas agrestes y escarpadas, gran parte soporta la actividad agrícola, existe la ocurrencia de procesos erosivos.

4.2.2.5 Unidades de conflictos de uso

El mapa SM de conflictos de uso obtenido (anexo 2), representa el resultado del presente sub modelo, el cual expresa la distribución espacial conflictos de uso, producto de la integración de las variables referidas a la temática.

Los ambientes con incompatibilidad de uso se localizan de forma dispersa en la microcuenca, entre conflictos se tiene, tierras con cultivos fraccionados- anuales extensivos en tierras de vocación para protección (sobre uso) y tierras de uso de

cultivos fraccionados-anales extensivos (tradicionales) en tierras de vocación para pastos (sobre uso).

Cuadro N° 18. Distribución de conflictos de uso.

CONFLICTOS DE USO	AREA (Km2)	AREA (Ha)	%
Conflicto por Sobre Uso	43.40	4340.13	9.75
Conflicto por Sub Uso	19.78	1978.21	4.44
Sin conflicto Uso Conforme	382.07	38207.09	85.81
TOTAL	445.25	44525.43	100.00

4.2.2.6 Unidades urbano industriales

Las ambientes de mayor aptitud urbano industrial, están localizadas en las partes bajas de la en la microcuenca, presentan condiciones favorables para el desarrollo urbano industrial pero con ciertas restricciones, principalmente de orden fisiográfico y acceso, entre otros, se detalla en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 19. Aptitud urbano e industrial de la microcuenca del río Zapatilla.

LOCALIDAD Y/O CC.PP.	LIMITANTANTES	MUY ALTA APTITUD URBANO INDUSTRIAL
		PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS FAVORABLES
Pilcuyo	Zona Estable y zonas vulnerables (llanuras de inundación)	Pendientes planas, litológicamente constituidos por depósitos aluviales y lacustres, pleistocenicicos conglomerados, areniscas con intercalación de limo arcilla, cuenta con servicios básico, acceso a mercados mayores más próximo localidad de llave, cuenta con centro de salud categoría I-3, centros educativos inicial, primario, secundario y superior (CETPRO), cuenta con vías de acceso asfaltadas 11.4 km desde localidad de llave, Interconexión a la panamericana sur. Corredor económico Desaguadero - Puno – Cuzco, Corredor Económico Circunlacustre Desaguadero – Puno – Huancané - Moho.- Tilali, Puerto Acosta (Bol).
LOCALIDAD Y/O CC.PP.	LIMITANTANTES	ALTA APTITUD URBANO INDUSTRIAL
		PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS FAVORABLES
Checca	Zona Estable	Pendientes planas, litológicamente constituidos por depósitos aluviales y lacustres, pleistocenicicos conglomerados, areniscas con intercalación de limo arcilla, cuenta con servicios agua, servicio de electricidad no cuenta con servicio de desagüe, acceso a mercados mayores de la localidad de llave, cuenta con puesto de salud categoría I-2, así mismo cuenta con centros educativos inicial, primario y secundario, cuenta con vías de acceso afirmadas 11.10 km. De localidad de llave. Corredor económico Desaguadero - Puno – Cuzco, Corredor Económico Circunlacustre Desaguadero – Puno – Huancané - Moho.- Tilali, Puerto Acosta (Bol).
LOCALIDAD Y/O CC.PP.	LIMITANTANTES	MEDIANO APTITUD URBANO INDUSTRIAL
		PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS FAVORABLES

Kankora y Yacango	Zona Estable	Pendientes planas Onduladas, litológicamente constituidos por depósitos aluviales y lacustres, pleistocenicos conglomerados, areniscas con intercalación de limo arcilla, no cuenta con servicios agua potable utilizan agua de pozo / manantial, servicio de electricidad, no cuenta con servicio de desagüe, acceso a mercados mayores más próximo cc.pp. Checca y la localidad de llave, cuenta con puesto de salud categoría I-1. Así mismo, cuenta con un centro educativo primario, se cuenta con vías de acceso afirmadas y trocha carrozable.
LOCALIDAD Y/O CC.PP.	LIMITANTANTES	BAJA APTITUD URBANO INDUSTRIAL
		PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS FAVORABLES
Jachoco Huaraco	Vulnerabilidad alta, riesgo a la inundación	Pendientes planas Onduladas, litológicamente constituidos por depósitos aluviales y lacustres, pleistocenicos conglomerados, areniscas con intercalación de limo arcilla, no cuenta con servicios agua potable utilizan agua de pozo, con servicio de electricidad, no cuenta con servicio de desagüe, acceso a mercados mayores más próximo cc.pp. Checca y la localidad de llave, cuenta con puesto de salud categoría I-1, no cuenta con un centros educativos, se cuenta con vías de acceso afirmadas y trocha carrozable.

4.2.3 Propuesta de zonas ecológicas y económicas de la microcuenca del río Zapatilla

Producto de la integración, así como posterior evaluación y análisis de las UEE asignándose las categorías y usos correspondientes, se ha llegado a determinar 55 zonas ecológicas y económicas tal como se puede apreciar el mapa resultante de MZEE (anexo 3), los mismos que se describen a continuación.

4.2.3.1 Zonas productivas

La propuesta para la categoría de zonas productivas, según el análisis integral del territorio, la microcuenca del río Zapatilla cuenta con 39,332 hectáreas representando el 88% de la superficie total del área, con aptitud para este uso. En ellas se incluyen zonas para uso agropecuario (86%), zonas para producción forestal y asociaciones (0.1%) y otros usos productivos, como minería y turismo asociados con zonas de uso agropecuario (2%). Lo que indica un enorme potencial para desarrollar estas actividades (Cuadro N° 20, 21, 23, 24, 25 y 26).

a) Zonas para producción agropecuaria

Cuadro N° 20. Zonas para cultivos en limpio con limitaciones.

COD	A.1.1.- ZONAS PARA CULTIVOS EN LIMPIO CON LIMITACIONES	AREA (Ha)	%
1	Zonas para cultivo en limpio, calidad agrológica baja, con limitaciones de suelo, erosión y clima	3,476	7.81
2	Zonas para cultivo en limpio, calidad agrológica baja, con limitaciones de suelo, inundación y clima	67	0.15
3	Zonas para cultivo en limpio, calidad agrológica baja, con limitaciones de suelo, inundación, clima y sales	61	0.14

4	Zonas para cultivo en limpio, calidad agrológica media, con limitaciones de suelo y clima	9,160	20.57
5	Zonas para cultivo en limpio, calidad agrológica media, con limitaciones de suelo, clima y requiere riego	831	1.87
6	Zonas para cultivo en limpio, calidad agrológica media, con limitaciones de suelo, erosión y clima	839	1.88
7	Zonas para cultivo en limpio, calidad agrológica media, con limitaciones de suelo, inundación y clima	1,007	2.26
8	Zonas para cultivo en limpio (terraceo y andenería), calidad agrológica baja, con limitaciones de suelo, erosión, clima	2925	6.57
9	Zonas para cultivo en limpio (terraceo y andenería), calidad agrológica media, con limitaciones de suelo, erosión y clima	48	0.11
TOTAL		18,415	41.36

Cuadro N° 21. Zonas para pasto con limitaciones.

CODIGO	A.1.2.- ZONAS PARA PASTO CON LIMITACIONES	AREA (Ha)	%
10	Zonas para pastos, calidad agrológica baja, con limitaciones de suelo, erosión y clima	6,120	13.74
11	Zonas para pastos, calidad agrológica baja, con limitaciones de suelo, inundación y clima	458	1.03
12	Zonas para pastos, calidad agrológica baja, con limitaciones de suelo, inundación, drenaje y clima	40	0.09
13	Zonas para pastos, calidad agrológica media, con limitaciones de suelo y clima	1,875	4.21
14	Zonas para pastos, calidad agrológica media, con limitaciones de suelo, erosión y clima	8,007	17.98
15	Zonas para pastos, calidad agrológica media, con limitaciones de suelo, inundación y clima	1,230	2.76
16	Zonas para pastos, calidad agrológica media, con limitaciones de suelo, inundación, drenaje y clima	186	0.42
17	Zonas para pastos, calidad agrológica baja, con limitaciones de suelo, erosión y clima - Tierras de protección, con limitaciones de suelo, erosión y clima	150	0.34
TOTAL		18,066	40.58

Cuadro N° 22. Zonas para pasto con limitaciones y zonas para cultivo en limpio con limitaciones.

CODIGO	A.1.3.- ZONAS PARA PASTO CON LIMITACIONES Y ZONAS PARA CULTIVO EN LIMPIO CON LIMITACIONES	AREA (Ha)	%
18	Zonas para pastos, calidad agrológica media, con limitaciones de suelo, erosión y clima - Zonas para cultivo en limpio, calidad agrológica baja, con limitaciones de suelo, erosión y clima	125	0.28
19	Zonas para pastos, calidad agrológica media, con limitaciones de suelo, inundación y clima - Zonas para cultivo en limpio, calidad agrológica media, con limitaciones de suelo, inundación y clima	1,921	4.31
TOTAL		2,045	4.59

Cuadro N° 23. Zonas para pastos y producción forestal.

CODIGO	A.1.4.- ZONAS PARA PASTOS Y PRODUCCIÓN FORESTAL	AREA (Ha)	%
20	Zonas para pastos, calidad agrológica baja, con limitaciones de suelo, erosión y clima - Tierras para producción forestal, calidad agrológica baja, con limitaciones de suelo, erosión y clima	17	0.04
21	Zonas para pastos, calidad agrológica media, con limitaciones de suelo, erosión y clima - Tierras para producción forestal, calidad agrológica media, con limitaciones de suelo, erosión y clima	42	0.09
TOTAL		58	0.13

b) Otras zonas para producción agraria asociadas a otro potencial

Cuadro N° 24. Zonas para cultivo en limpio asociado a potencial turístico.

CODIGO	A.2.1.- ZONAS PARA CULTIVO EN LIMPIO ASOCIADO A POTENCIAL TURÍSTICO	AREA (Ha)	%
22	Zonas para cultivo en limpio (terraceo y andenería), calidad agrológica baja, con limitaciones de suelo, erosión, clima asociado a Potencial Turístico	149	0.33
23	Zonas para cultivo en limpio, calidad agrológica media, con limitaciones de suelo y clima asociado a Potencial Turístico	7	0.02
24	Zonas para cultivo en limpio, calidad agrológica media, con limitaciones de suelo, erosión y clima asociado a Potencial Turístico	4	0.01
TOTAL		160	0.36

Cuadro N° 25. Zonas para pastos asociados a potencial turístico.

CODIGO	A.2.2.- ZONAS PARA PASTOS ASOCIADO A POTENCIAL TURÍSTICO	AREA (Ha)	%
25	Zonas para pastos, calidad agrológica baja, con limitaciones de suelo, erosión y clima asociado a Potencial Turístico	4	0.01
26	Zonas para pastos, calidad agrológica media, con limitaciones de suelo, erosión y clima asociado a Potencial Turístico	33	0.07
TOTAL		38	0.08

Cuadro N° 26. Zonas para pastos asociados a potencial minero no metálico.

CODIGO	A.2.3.- ZONAS PARA PASTOS ASOCIADO A POTENCIAL MINERO NO METALICO	AREA (Ha)	%
27	Zonas para pastos, calidad agrológica baja, con limitaciones de suelo, erosión y clima asociado a Potencial Minero no metálico	544	1.22
28	Zonas para pastos, calidad agrológica media, con limitaciones de suelo, erosión y clima asociado a Potencial Minero no metálico	6	0.01
TOTAL		550	1.24

La mayor extensión del área presenta potencial para producción agropecuaria la cual contrasta con la realidad de la zona, ya que eminentemente están dedicadas a la actividad agrícola y pecuaria. Sin embargo, estas zonas con vocación agropecuaria presentan fuertes limitaciones, tanto por la baja fertilidad de los suelos como por riesgo a la erosión e inundación, algunas zonas requieren de riego, por lo que estos factores limitan la producción agropecuaria.

El turismo es una de las principales actividades que genera movimiento económico y comercial la cual requiere un conjunto de prestaciones de servicio turísticos que aunada con la artesanía constituyen principal fuente de ingresos y de empleo en la población. Los resultados evidencian el potencial que tiene la microcuenca para desarrollar esta actividad. Sin embargo, no se conoce de esta

actividad en la microcuenca, lo que hace necesario realizar e informar los beneficios que genera esta actividad.

El potencial minero en la microcuenca es importante, principalmente el no metálico, por la existencia de reservas de calizas, existen áreas concesionadas, por lo que se deberá tener en cuenta los posibles conflictos socio ambientales que se pueden suscitar respecto al uso que se le va a otorgar a estos espacios. Cabe mencionar que el potencial minero metálico no está considerado en esta categoría, ya que requiere otro tratamiento más consensuado.

4.2.3.2 Zonas de protección y conservación ecológica

La propuesta para la categoría de zonas de protección y conservación ecológica, según el análisis integral del territorio, la microcuenca del río Zapatilla, cuenta con 2,133 Ha, que corresponden al 5% del área total con aptitud para este uso. Conforman 13 zonas ecológicas y económicas (cuadro 27).

Cuadro N° 27. Zonas de protección y conservación ecológica.

CODIGO	ZONAS DE PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN ECOLÓGICA	AREA (Ha)	%
29	Zonas para conservación de biodiversidad flora y fauna (Aves)	7	0.02
30	Zonas para conservación de cochas alto andinas y biodiversidad de fauna (Aves)	12	0.03
31	Zonas para conservación de flora endémica (Queñuales, tolares y otros)	39	0.09
32	Zonas para conservación de flora (Queñuales, tolares y otros) y fauna (Venado gris, zorro andino y otros) endémica	456	1.02
33	Zonas para conservación de cabeceras de cuenca y fauna endémica (Venado gris, zorro andino y otros)	328	0.74
34	Zonas para conservación de cabeceras de cuencas y conservación de flora (Queñuales, tolares y otros) y fauna (Venado gris, zorro andino y otros) endémica	18	0.04
35	Zonas para conservación de cabeceras de cuencas y Potencial minero no metálico	78	0.18
36	Zonas para conservación de cabeceras de cuencas y Tierras aptas para pastos, calidad agrológica baja, con limitaciones de suelo, erosión y clima	347	0.78
37	Zonas para conservación de cabeceras de cuencas y Tierras aptas para pastos, calidad agrológica media, con limitaciones de suelo y clima	121	0.27
38	Zonas para conservación de cabeceras de cuencas y Tierras aptas para pastos, calidad agrológica media, con limitaciones de suelo, erosión y clima	483	1.09
39	Zonas para conservación de cabeceras de cuencas y Tierras aptas para pastos, calidad agrológica media, con limitaciones de suelo, erosión y clima y Potencial Minero no metálico	19	0.04
40	Zonas para conservación de cabeceras de cuencas y Tierras aptas para pastos, calidad agrológica media, con limitaciones de suelo, inundación, drenaje y clima	55	0.12
41	Zonas para conservación de cabeceras de cuencas y Tierras aptas para pastos, calidad agrológica baja, con limitaciones de suelo, erosión y clima y Potencial Minero no metálico	170	0.38
	TOTAL	2,133	4.79

En esta categoría han sido consideradas como áreas restringidas para la actividad minera, por cuanto, estas áreas son espacios prioritarios para la conservación de biodiversidad expresado en flora y fauna endémica, así como en recurso hídrico (cabeceras de cuenca). Sin embargo, se observa que en estos espacios existen concesiones mineras que también evidencian un conflicto potencial por derecho de uso; al cual las autoridades competentes, los políticos, los planificadores, los tomadores de decisión y la población en su conjunto, deben prestarle especial interés.

4.2.3.3 Zonas de tratamiento especial

La propuesta para la categoría de zonas de tratamiento especial, según el análisis integral del territorio, la microcuenca del río Zapatilla, cuenta con 641 Ha, que corresponden mayor al 1% del área total con aptitud para este uso, constituyen 9 zonas ecológicas y económicas (cuadro 28).

Cuadro N° 28. Zonas de tratamiento especial.

CODIGO	ZONAS DE TRATAMIENTO ESPECIAL	AREA (Ha)	%
42	Zonas de afloramientos líticos y Potencial minero metálico	24	0.05
43	Zonas de potencial minero metálico en zonas para pastos, calidad agrológica baja, con limitaciones de suelo, erosión y clima	446	1.00
44	Zonas de potencial minero metálico en zonas para pastos, calidad agrológica baja, con limitaciones de suelo, erosión y clima - Zonas para conservación de cabeceras de cuencas	56	0.13
45	Zonas de potencial minero metálico en zonas para pastos, calidad agrológica media, con limitaciones de suelo, erosión y clima	76	0.17
46	Zonas de potencial minero metálico en zonas para pastos, calidad agrológica media, con limitaciones de suelo, erosión y clima - Tierras aptas para producción forestal, calidad agrológica media, con limitaciones de suelo, erosión y clima	19	0.04
47	Zonas de potencial minero metálico en zonas para pastos, calidad agrológica media, con limitaciones de suelo, erosión y clima - Zonas para conservación de cabeceras de cuencas	20	0.05
48	Patrimonio cultural material inmueble, Torres funerarias Preincas	-	-
49	Patrimonio cultural material mueble e inmueble, Infraestructura republicano (Iglesia de Pilcuyo)	-	-
50	Patrimonio cultural mueble e inmueble, Museo de sitio "Chococoniri"	-	-
	TOTAL	641	1.44

El resultado para este uso evidencia que son zonas que requieren tratamiento especial, concertado entre el estado y actores sociales, a fin de determinar las condiciones para su explotación, restauración, protección y/o puesta en valor, por lo que deberá tener en cuenta los posibles conflictos socio ambientales que se

pueden suscitar respecto al uso que se le va a otorgar a estos espacios, ya que las zonas de potencial minero metálico coinciden con cabeceras de cuenca.

4.2.3.4 Zonas de recuperación

La propuesta para la categoría de zonas de recuperación, según el análisis integral del territorio, la microcuenca del río Zapatilla, cuenta con 2,323 Ha, que corresponden al 5% del área total para este uso, Conforman dos zonas ecológicas y económicas (cuadro 29).

El resultado para esta categoría evidencia zonas de conflictos por sobre uso de la tierra, son áreas que actualmente vienen siendo utilizadas para cultivos extensivos sin considerar el factor de la pendiente, por lo que no son adecuados de acuerdo a su capacidad de uso, ya que estas corresponden a zonas para pastos; así mismo por la existencia de áreas donde se están generando procesos evidentes de erosión, degradación así como pérdida de diversidad biológica. Por lo que son zonas requieren medidas orientadas a la recuperación para ser recategorizadas según su vocación natural.

Cuadro N° 29. Zonas de recuperación.

CODIGO	ZONAS DE RECUPERACIÓN	AREA (Ha)	%
51	Tierras de uso de cultivo fraccionario - anual extensivos en zonas para pastos	1469	3.30
52	Zonas degradadas, escasa vegetación y afloramientos líticos	853	1.92
	TOTAL	2,323	5.22

4.2.3.5 Zonas de vocación urbano industrial

La propuesta para la categoría de zonas de vocación urbano industrial, según el análisis integral del territorio, la microcuenca del río Zapatilla, cuenta con 97 Ha, que corresponden menor al 1% del área total con aptitud para este uso. Conforman tres zonas ecológicas y económicas (cuadro 30).

Estas zonas se caracterizan por poseer medianamente todos los servicios básicos, salud, educación, transporte, medios de comunicación, entre otras, por tanto presentan condiciones para el desarrollo urbano e industrial. Sin embargo, algunas zonas como el sector Pilcuyo presentan fuerte incidencia de amenaza por

peligros de inundación, por lo que es necesario implementar una adecuada política de crecimiento urbano; lo que resulta necesario mejorar los sistemas de redes y planes de mitigación contra peligros naturales, como respuesta al enfoque de riesgo que amerita estas zonas.

Cuadro N° 30. Zonas de vocación urbano industrial.

CODIGO	ZONAS DE VOCACIÓN URBANO INDUSTRIAL	AREA (Ha)	%
53	Centros urbanos	27	0.06
54	Zonas con aptitud urbano industrial, sector colindante a CP Simillaca	24	0.05
55	Zonas con aptitud urbano industrial, sector colindante a Pilcuyo	46	0.10
	TOTAL	97	0.22

Cuadro N° 31. Categorías de zonificación de la zona de estudio.

CATEGORÍAS DE ZONIFICACIÓN	ÁREA (Ha)	%
Zonas productivas	39,332.60	88.34
Zonas de protección y conservación ecológica	2,132.74	4.79
Zonas de tratamiento especial	6,40.87	1.44
Zonas de recuperación	2,322.71	5.22
Zonas de vocación urbano industrial	96.52	0.22
TOTAL	44,525.43	100.00

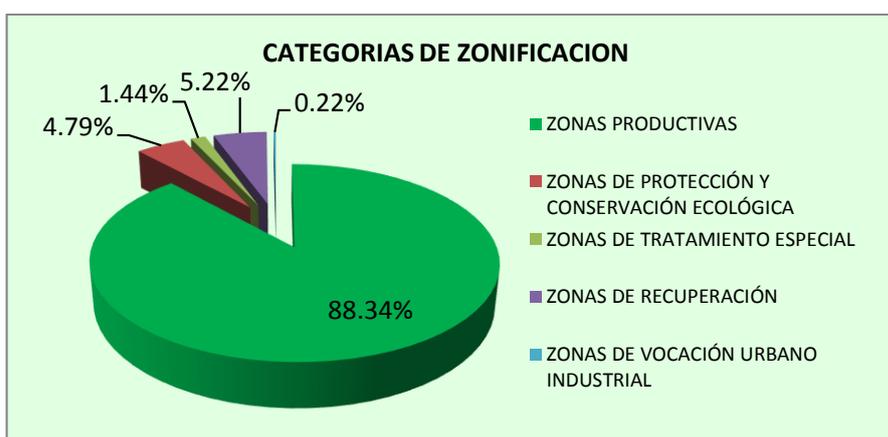


Figura N° 29. Distribución porcentual de las grandes zonas ecológicas y económicas.

CONCLUSIONES

El proceso metodológico para la determinación de la microzonificación ecológica y económica ha seguido los pasos que se muestran en la figura N° 28, las cuales son: fase preliminar; fase de recopilación de información; fase de campo; fase de generación y procesamiento de información cartográfica y temática; fase de caracterización y análisis del territorio; fase de evaluación y la fase de resultados, lo que permitirá aplicar de manera óptima en el ámbito de las microcuencas del circunlacustre del altiplano. En la fase de evaluación, se ha considerado esquemas teniendo en cuenta las variables e indicadores para la respectiva valoración, facilitando el procedimiento de evaluación. En relación al procedimiento de estas etapas, se ha considerado la participación de la población organizada, así como el equipo técnico interdisciplinario en la toma de decisiones.

La microcuenca del río Zapatilla, presenta 55 zonas ecológicas y económicas. En ella se evidencia que el área de estudio muestra un alto potencial productivo, principalmente para uso agrícola y pecuario (86%), en menor porcentaje para la producción minera no metálica y turística (2%). Así mismo, presenta zonas de recuperación (5%), en áreas de conflictos de uso. Así también, presenta zonas para la protección y conservación ecológica (5%), para especies endémicas (Queñua, tola, venado andino, entre otros). También presentan zonas de tratamiento especial (1%), están incluidos el patrimonio cultural existente y zonas de potencial minero metálico. Finalmente presenta zonas de vocación urbana e industrial (0.2%) en el sector colindante a la localidad de Pilcuayo y CP Simillaca.

La zonificación ecológica y económica es importante porque nos permite identificar eficientemente proyectos, planes de manejo y programas de desarrollo, mediante la formulación del plan de ordenamiento territorial donde se ubican adecuadamente la infraestructura social, productiva, áreas de recuperación, conservación y áreas de desarrollo urbano que contribuirá a mejorar la calidad de vida de la población.

RECOMENDACIONES

Se recomienda previamente al plan de ordenamiento territorial, desarrollar la etapa de validación de la propuesta de microzonificación ecológica y económica de la microcuenca del río Zapatilla, mediante talleres de trabajo con los actores sociales, con el fin de poner en consideración de la población e instituciones involucradas y ratificar la toma de decisiones, así como garantizar la sostenibilidad de este proceso.

En la fase de evaluación se recomienda realizar talleres multidisciplinarios y con la participación de actores sociales e institucionales, para formular los modelos y submodelos de microzonificación ecológica y económica, a fin de establecer mejores criterios de evaluación para resultados más óptimos.

Los gobiernos distritales de Pilcuyo, Ilave, Juli y la Autoridad Local del Agua, en forma concertada deben elaborar y poner en ejecución un plan de ordenamiento territorial, en el marco de una visión de desarrollo sostenible en la microcuenca del río Zapatilla, con base a la presente propuesta de microzonificación ecológica y económica.

A partir de la presente propuesta y experiencia, los gobiernos distritales de forma concertada con el gobierno regional como la Autoridad Local del Agua, inicien los procesos de microzonificación ecológica y económica en el ámbito de las microcuencas de la zona circunlacustre del altiplano.

A la Facultad de Ingeniería Agrícola, que en el marco de la política del país sobre la zonificación ecológica y económica, en el ámbito regional, es necesario generar las capacidades a nivel de estudiantes y profesionales, por lo que se recomienda implementar cursos de Zonificación Ecológica y Económica – Ordenamiento Territorial, en pregrado y postgrado.

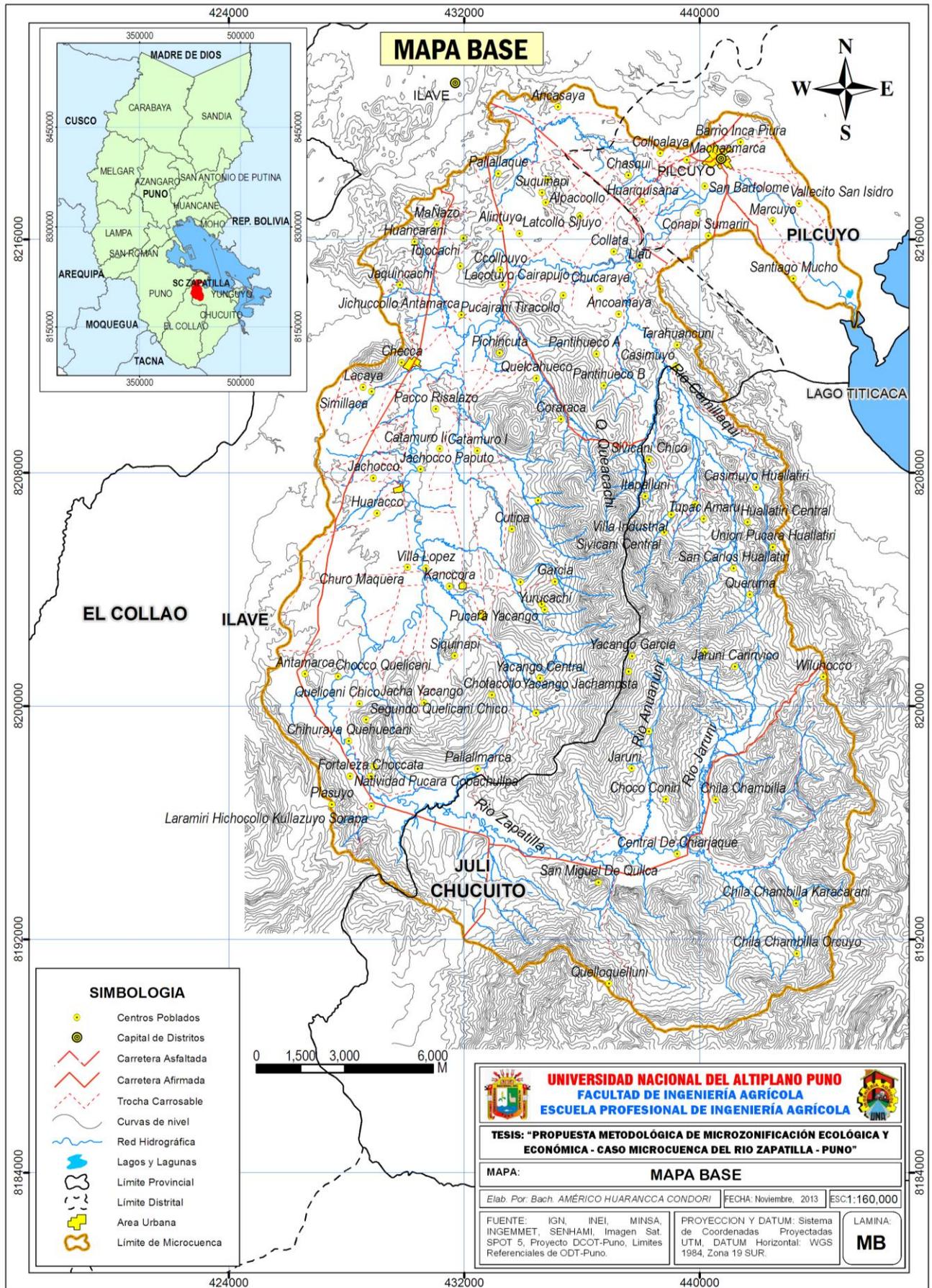
BIBLIOGRAFIA

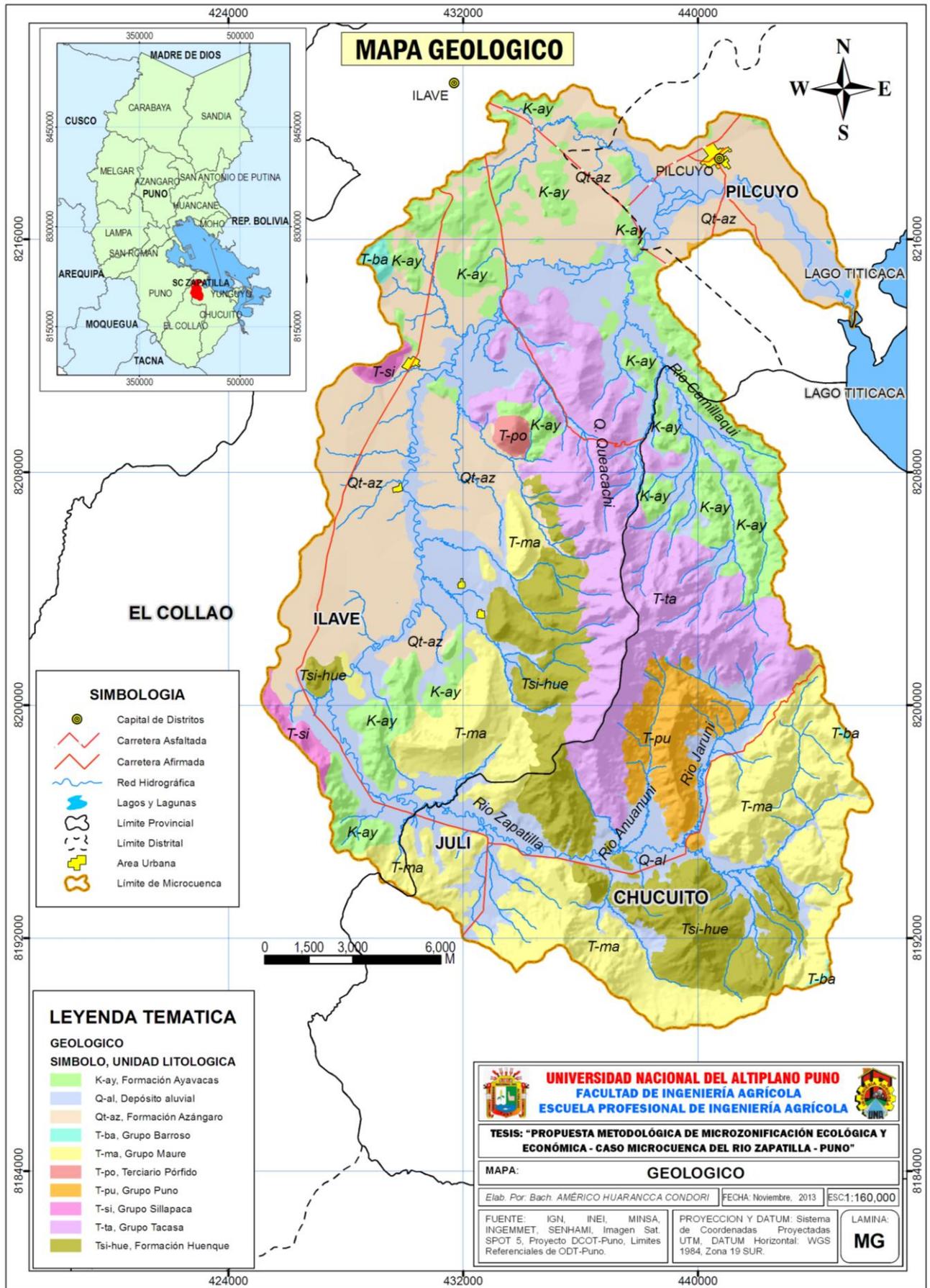
- Alonso S. 2004. SIG aplicados al análisis y cartografía de riesgos climáticos. Universidad de Murcia, ES.70 p.
- Bosque S. 1997. Sistemas de información geográfica. Segunda Edición, Ediciones RIALP S. A. Madrid, ES. 451p.
- Comisión Colombiana del Espacio CCE. 2009. Nuevos Elementos conceptuales para la para la clasificación fisiográfica del terreno. Proyecto satelital colombiano de observación de la Tierra, CO.153 p.
- Cooperación Internacional para el Desarrollo Sostenible (GTZ) – Consejo Nacional del Ambiente (CONAM), 2006. Bases conceptuales y metodológicas para la elaboración de la guía nacional de ordenamiento territorial. Primera edición. Lima, PE.112 p.
- Decreto Supremo N° 017-2009-AG. Reglamento de clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor. Setiembre – 2009.
- Decreto Supremo N° 087-2004-PCM. Reglamento de zonificación ecológica y económica (ZEE). Aprobado por la Presidencia de Consejo de Ministros, Lima, PE. 10 p.
- Dirección General de Ordenamiento Territorial - Sistema de Información Geográfica del Ministerio del Ambiente, 2010. Guía técnica de modelamiento SIG para la zonificación ecológica económica. Lima, PE. 42 p.
- Feijó U. - Valdiviezo Ch. 2006. Manual de operación, mantenimiento y transferencia de los sistemas de información geográfica-SIG. Volumen I Loja – Piura, PE. 78 p.
- García A. 2006. El modelo de la ganadería extensiva y la destrucción de los bosques en la república de panamá: 1950-2000. Edición electrónica, PA.183 p.
www.eumed.net/libros/2007b/
- Garmendia S.; Salvador A.; Crespo S. 2006. Evaluación de impacto ambiental. Pearson Educación, S.A., Madrid, ES. 416 p.
- Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana - IIAP. 2004. Diversidad de vegetación de la amazonia peruana expresada en un mosaico de imágenes de satélite. Iquitos, PE. 74 p.
- Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) Dirección Nacional de Prevención (DINAPRE) 2006. Manual básico para la estimación del riesgo. Lima, PE. 86 p.
- Jiménez C. 2008. Metodología para la zonificación del riesgo de erosión en cuencas andinas. Serie VI, Nueva época. Piura, PE. 32 p.
- Lorente H. 2007. Biblioteca de la agricultura. IDEA BOOKS, S.A. Barcelona, ES. 762 p.
- Ministerio de Relaciones Exteriores (MRE), 1998. Manual de zonificación ecológica económica para la amazonia peruana. Lima, PE. 07 Cap.
<http://www.fao.org/ag/agL/agll/rla128/iiap/IIAP3/iiap3-portada.htm#TopOfPage>

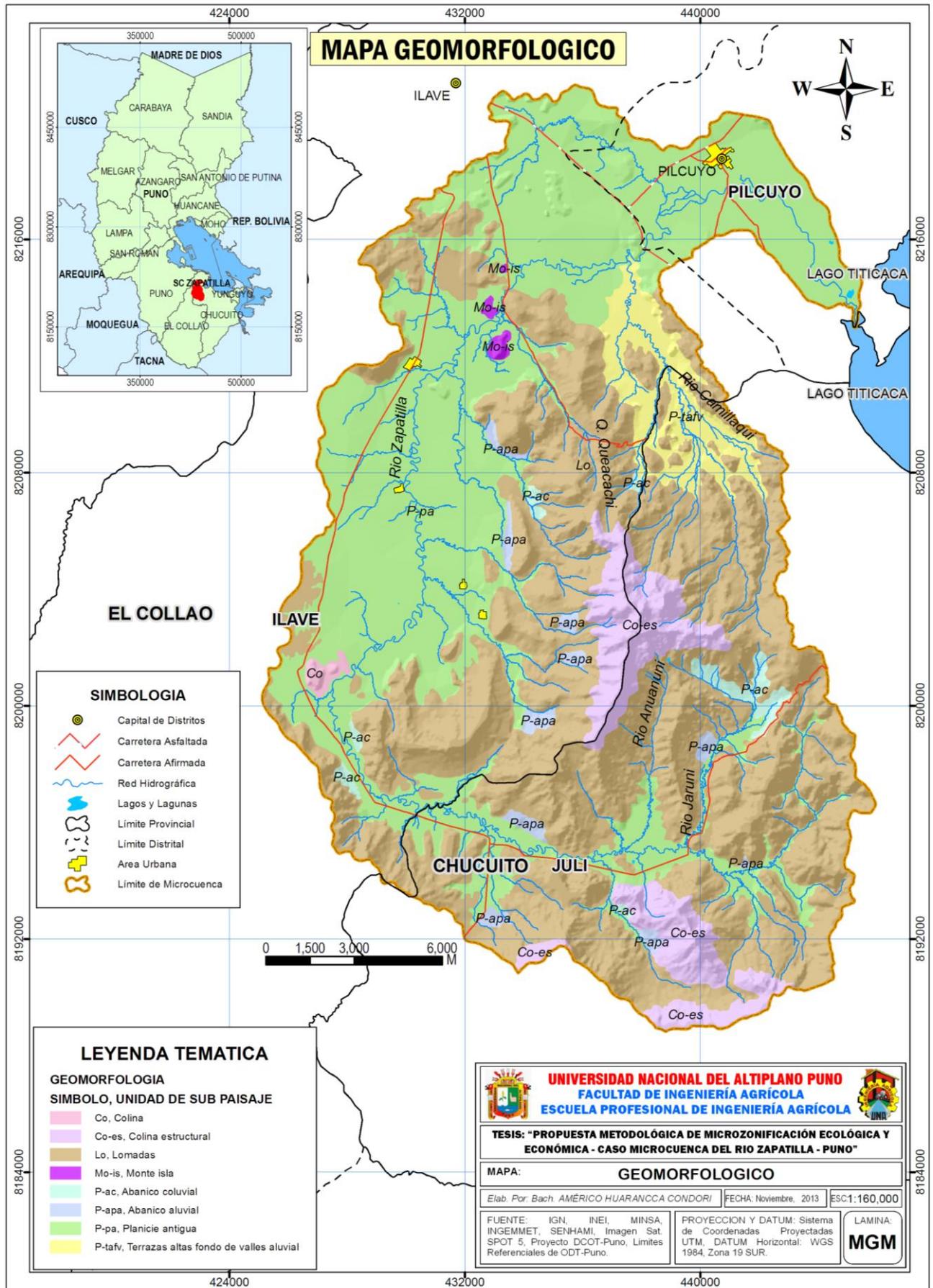
- Morales C., Mariela M. 2003. Uso actual vs uso apropiado de los suelos de 7 comunidades de la microcuenca el Apante, Telica, León. TESIS, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua Facultad de Ciencias Departamento de Agroecología. León, NI. 69 p.
- Mori S. 2008 Introducción a los mapas temáticos. 39 p.
<http://www.preval.info/programa/wp-content/uploads/2008/08/002-presentacion-mapastematicos.pdf>
- Palacios et al. 1993. Estudio geológico del proyecto integrado del sur. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico INGEMMET. PE. 255 p.
- Pinedo M. 2006. Zonificación como base para el ordenamiento territorial del municipio de Valle de Ángeles, Honduras. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) CO RI. 120 p.
- Ponce, R. 1998. Zonificación ecológica - económica: una propuesta metodológica para la amazonia. Caracas. VE. 277 p.
- Porta C. 1999. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Segunda Edición, Madrid. ES. 849 p.
- Ramos T. 2001. Modelamiento ambiental para análisis de susceptibilidad erosiva en la cuenca media y alta del río Cañete y determinación del mapa de erosión. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima. PE.
- Rionda R. 2006. Teorías de la región. Edición electrónica. 42 p.
www.eumed.net/libros/2006/jirr-reg/
- Rivera M. 2005. Geología general. Segunda Edición, Lima. PE. 512 p.
- Rodríguez A. 2007. Manual para la zonificación ecológica económica a nivel macro y meso. IIAP. Iquitos. PE. 93 p.
- Rosales G. - Rosas F. 2004. Guía metodológica para la elaboración de atlas de peligros naturales a nivel de ciudad. Secretaría de Desarrollo Social SEDESOL - Consejo de Recursos Minerales COREMI. ME. 138 p.
- Sánchez I. 2005. Biodiversidad vegetal en los andes. Universidad Nacional de Cajamarca. PE.
- Sánchez S. 2008. Hidrología – Hidrogeología. Dpto. Geología – Universidad Salamanca. ES. <http://hidrologia.usal.es/>
- Vásquez V. 1997. Manejo de cuencas altoandinas. Lima. PE. 292 p.
- Ven T. 2000. Hidrología aplicada, Me. Graw Hill, Editorial Nosmos S.A. Bogotá, CO. 584 p.
- Villón, M. 2002. Hidrología. Segunda Edición - Editorial Villón, Lima. PE. 436 p.
- Wikipedia, La Enciclopedia de Contenido Libre.
http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_clasificaci%C3%B3n_de_zonas_de_vida_de_Holdridge

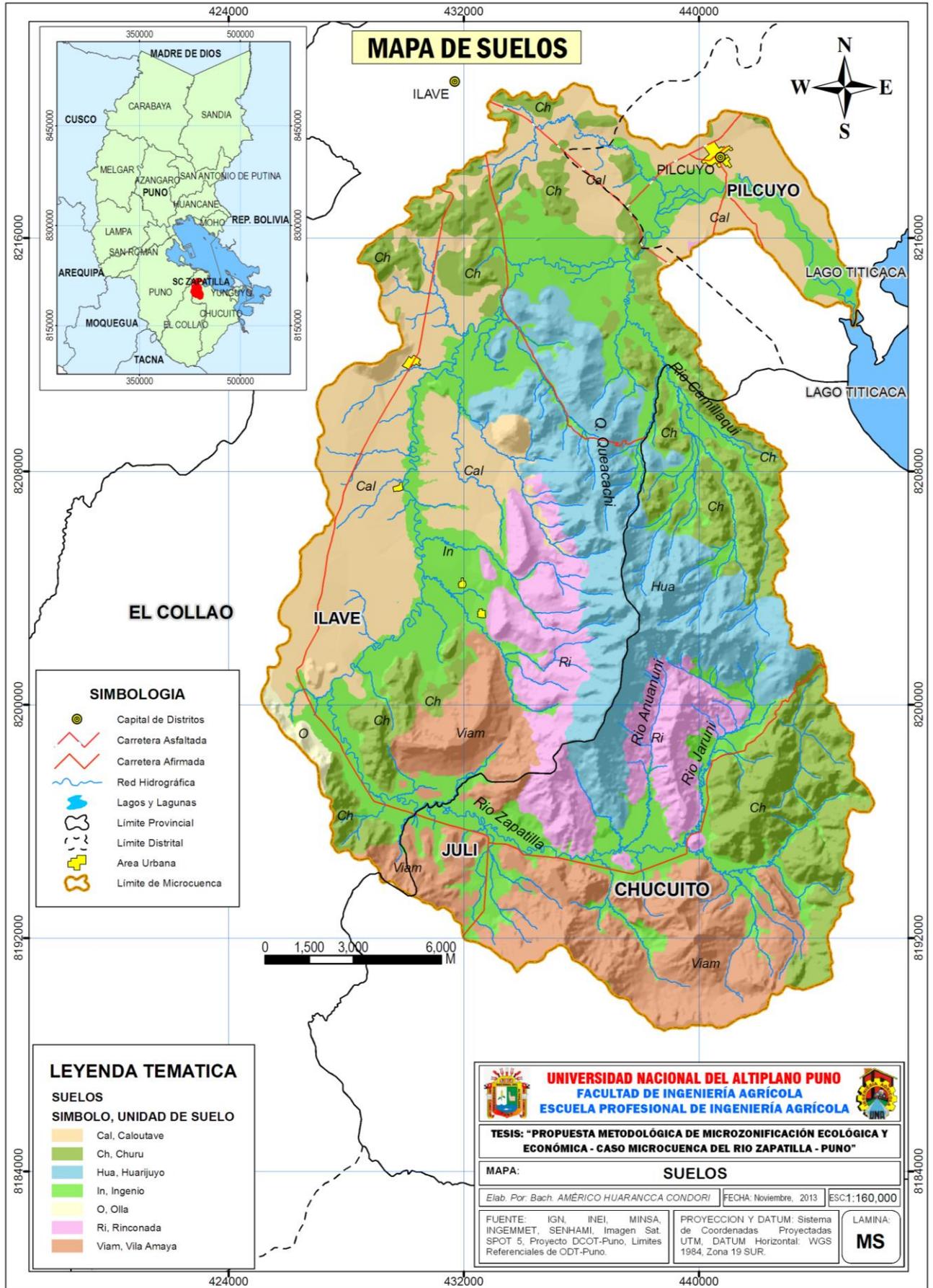
ANEXOS

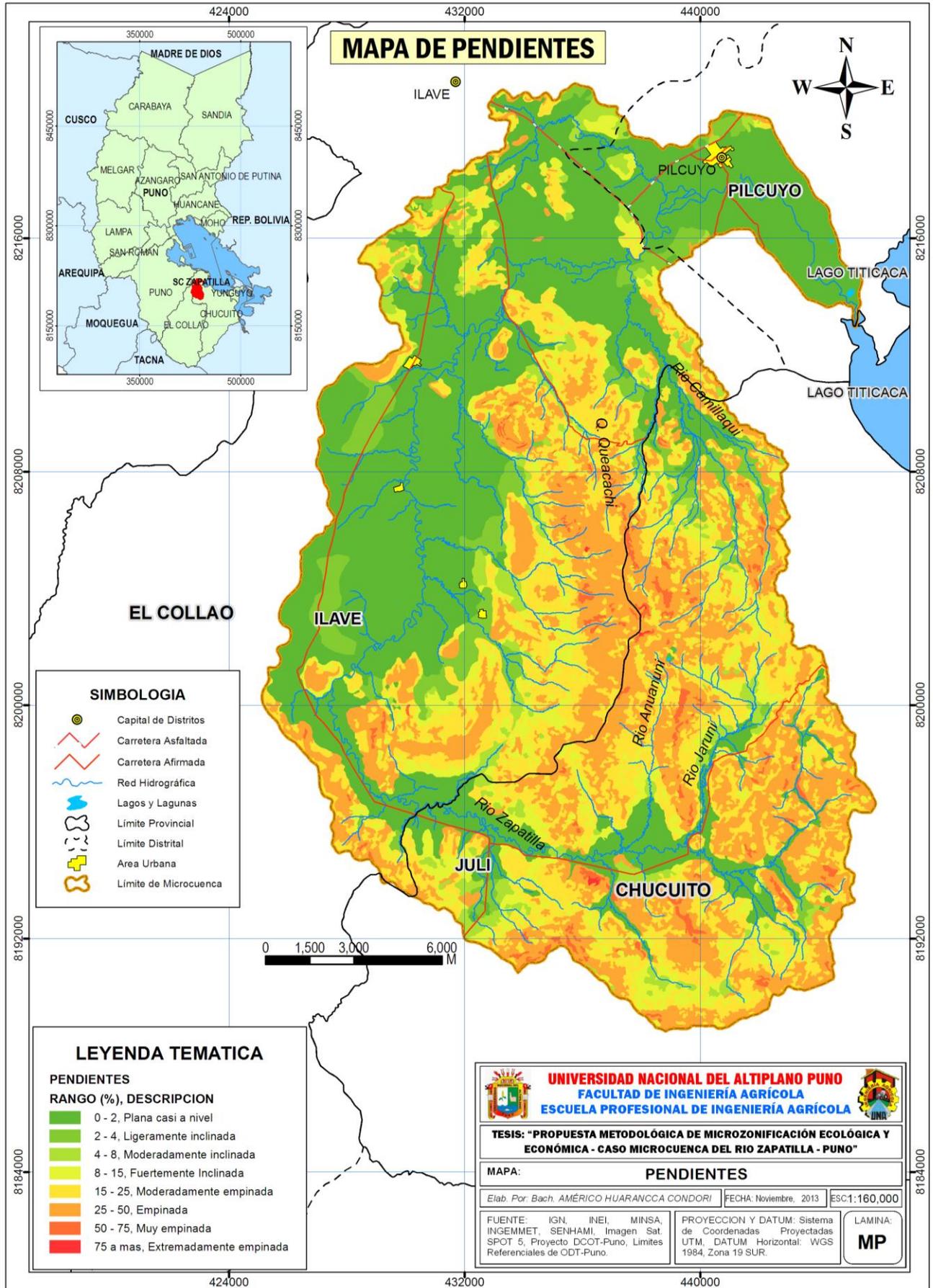
ANEXO 1. CARTOGRAFÍA TEMÁTICA ASPECTOS FÍSICOS BIOLÓGICOS Y SOCIOECONÓMICOS.

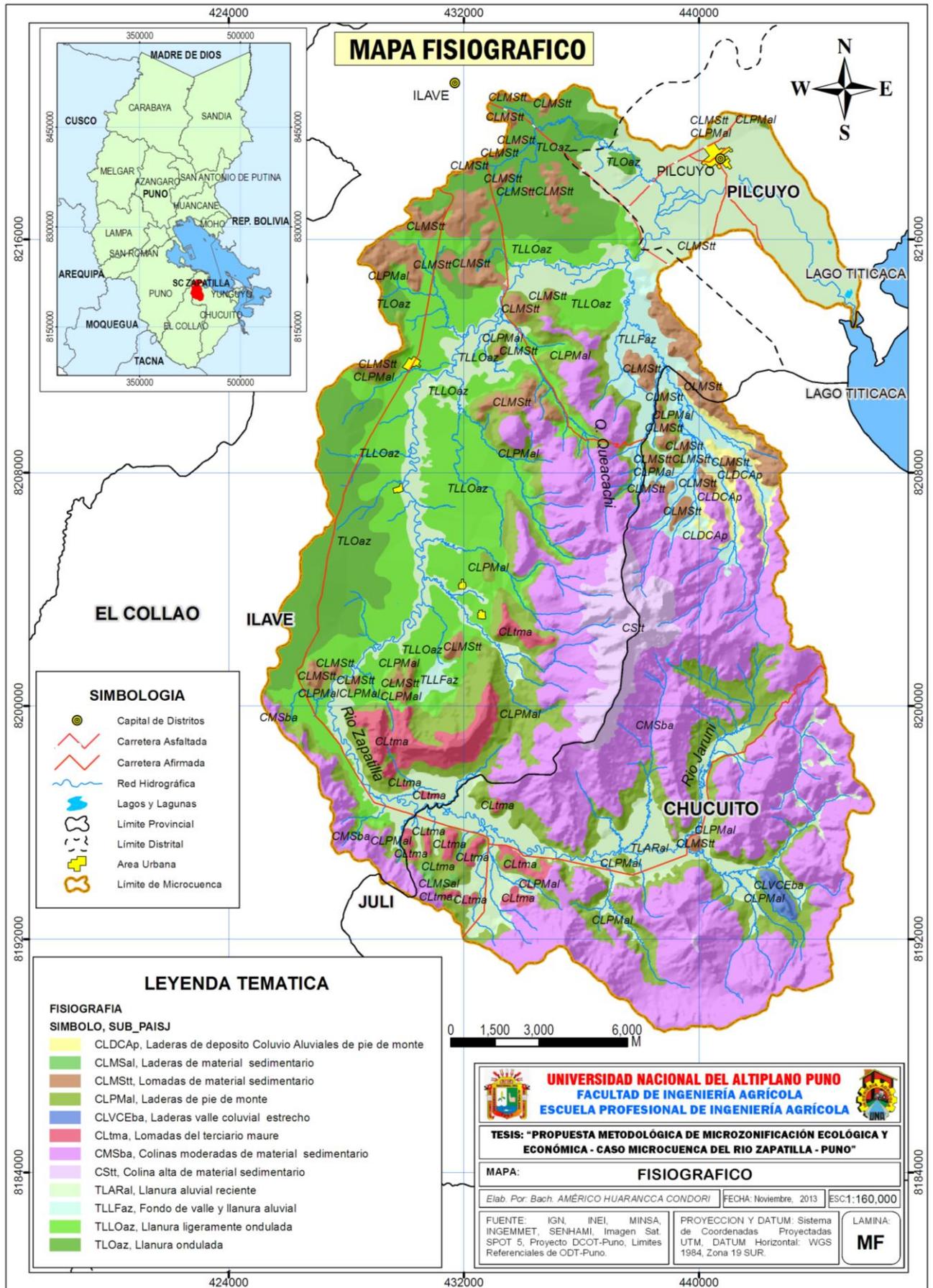


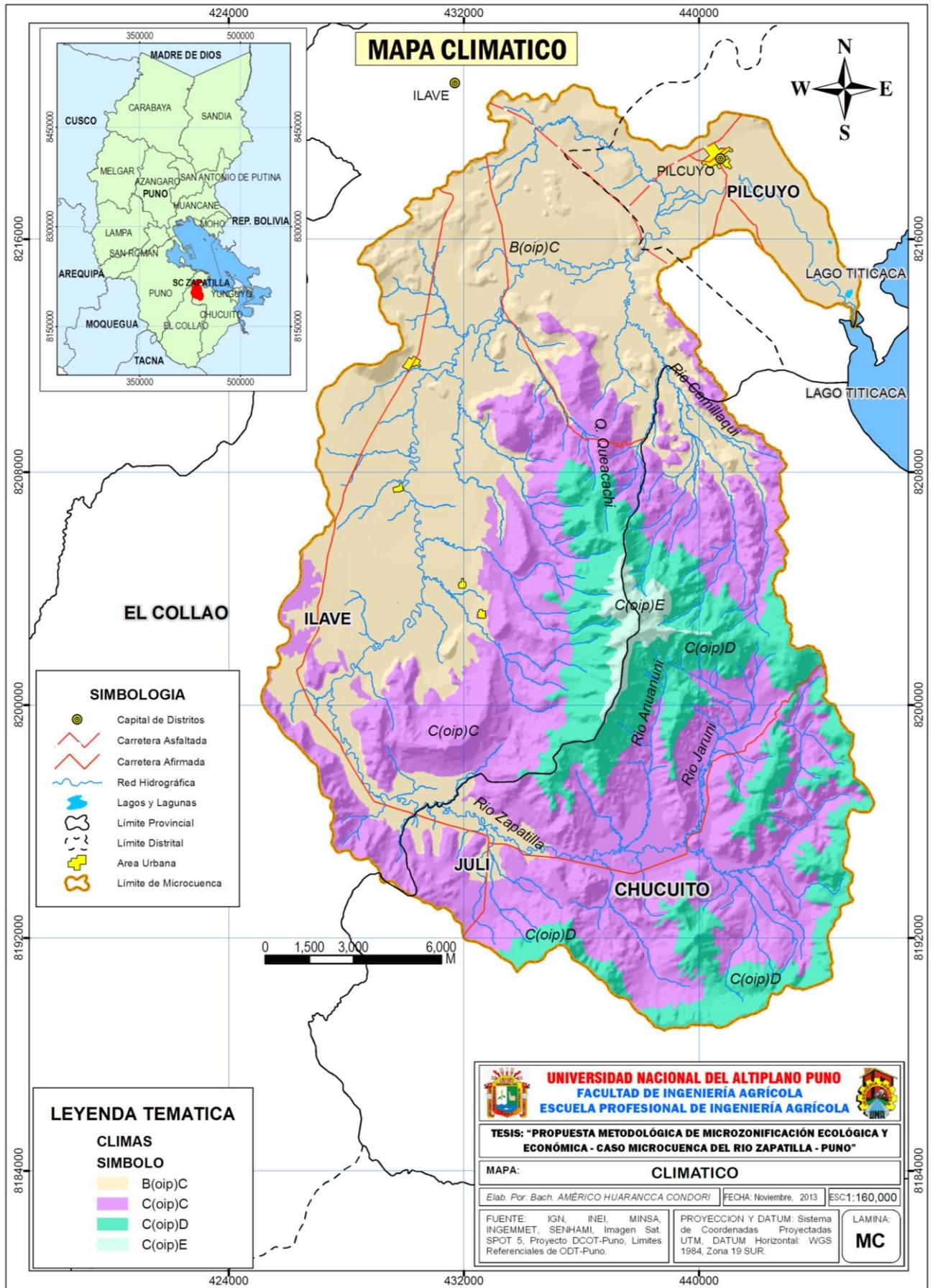


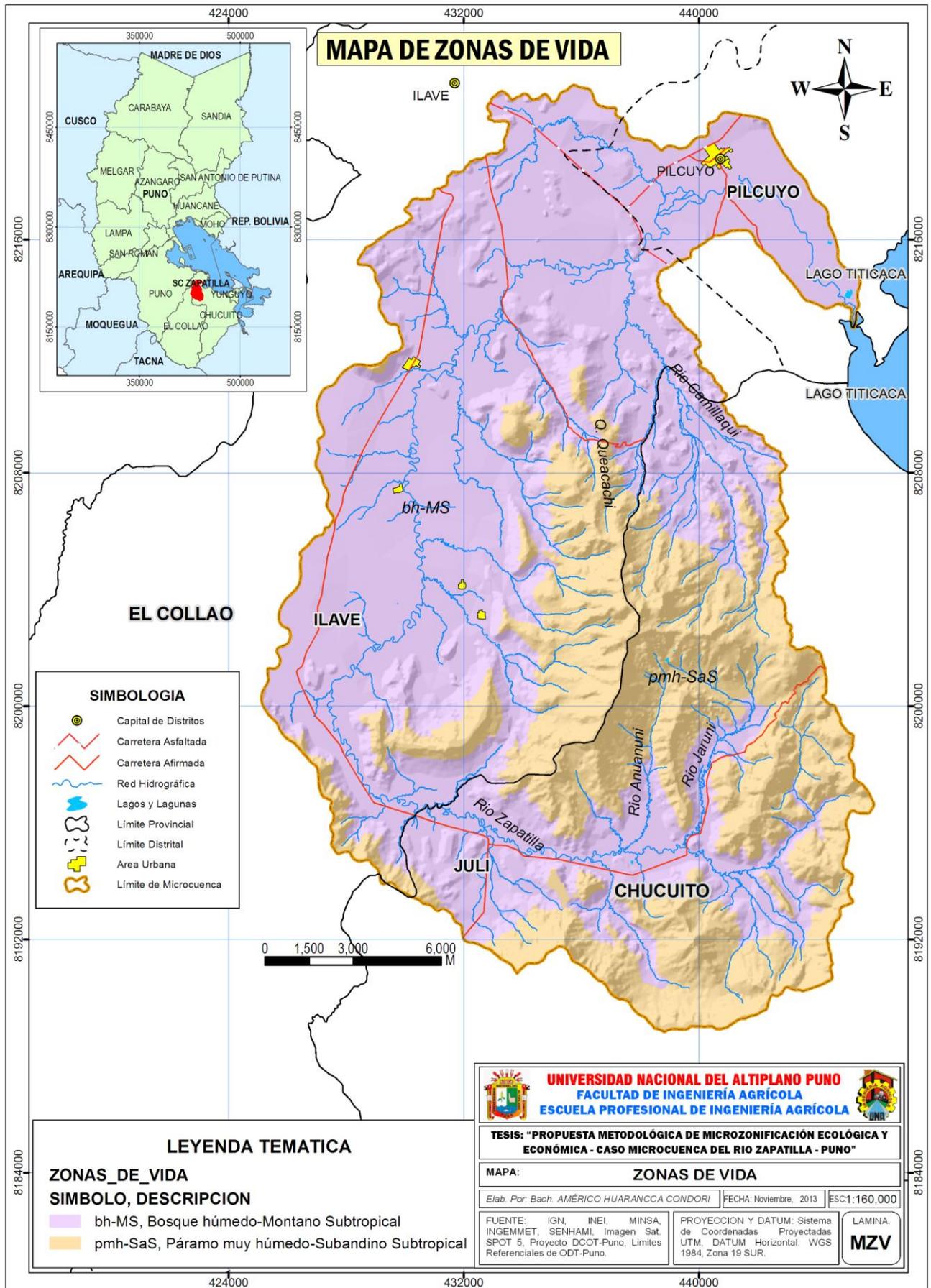


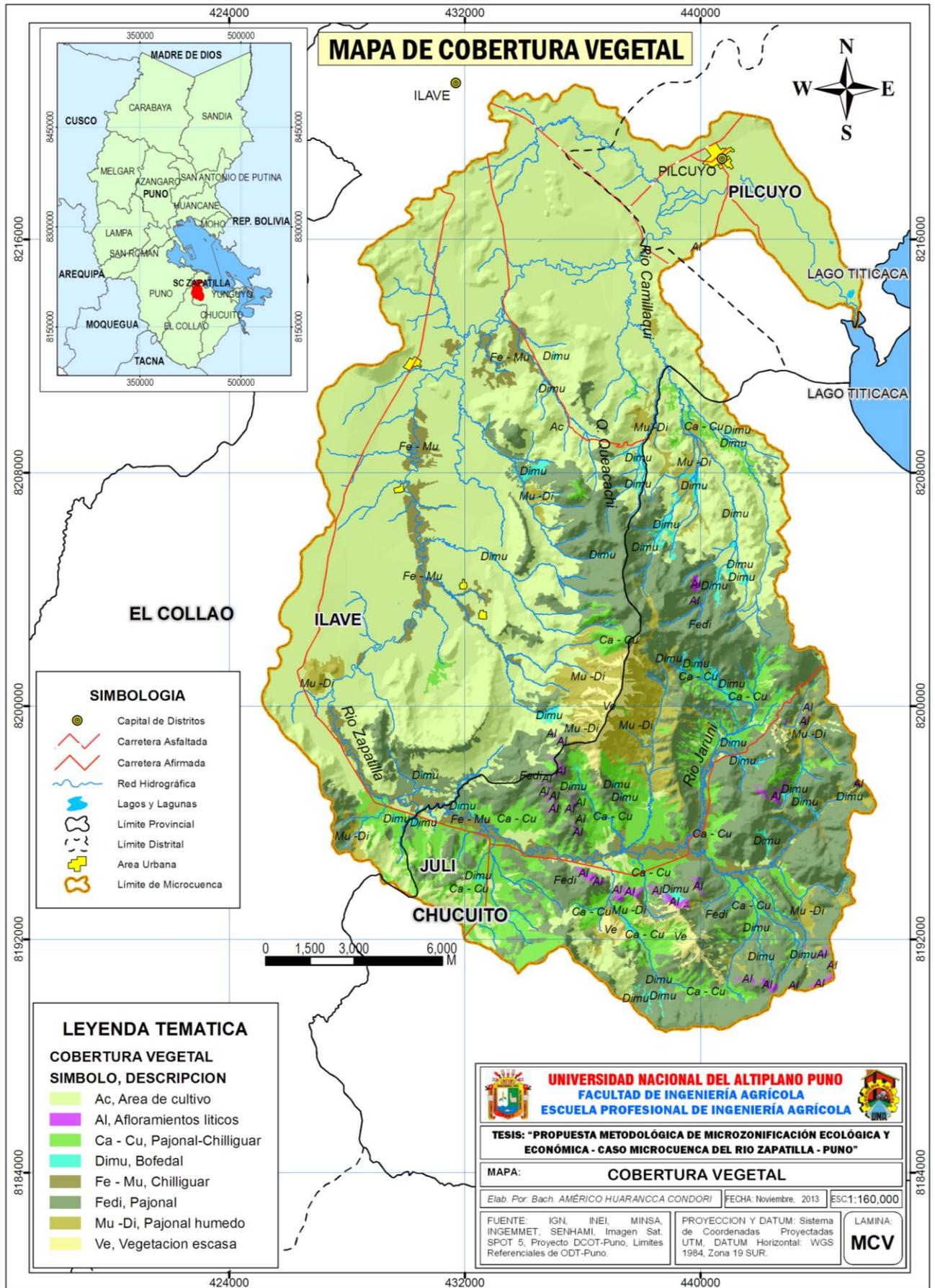


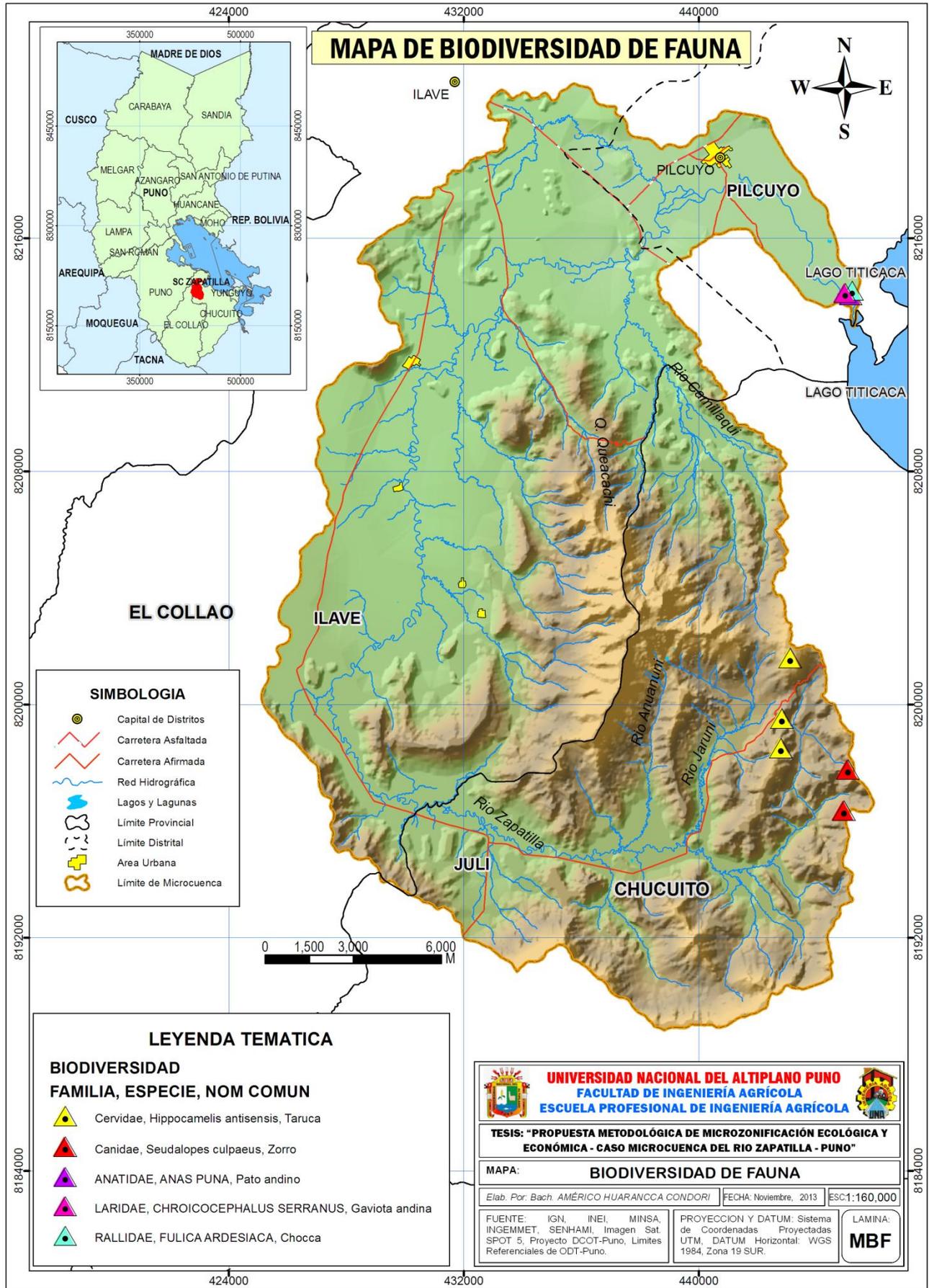


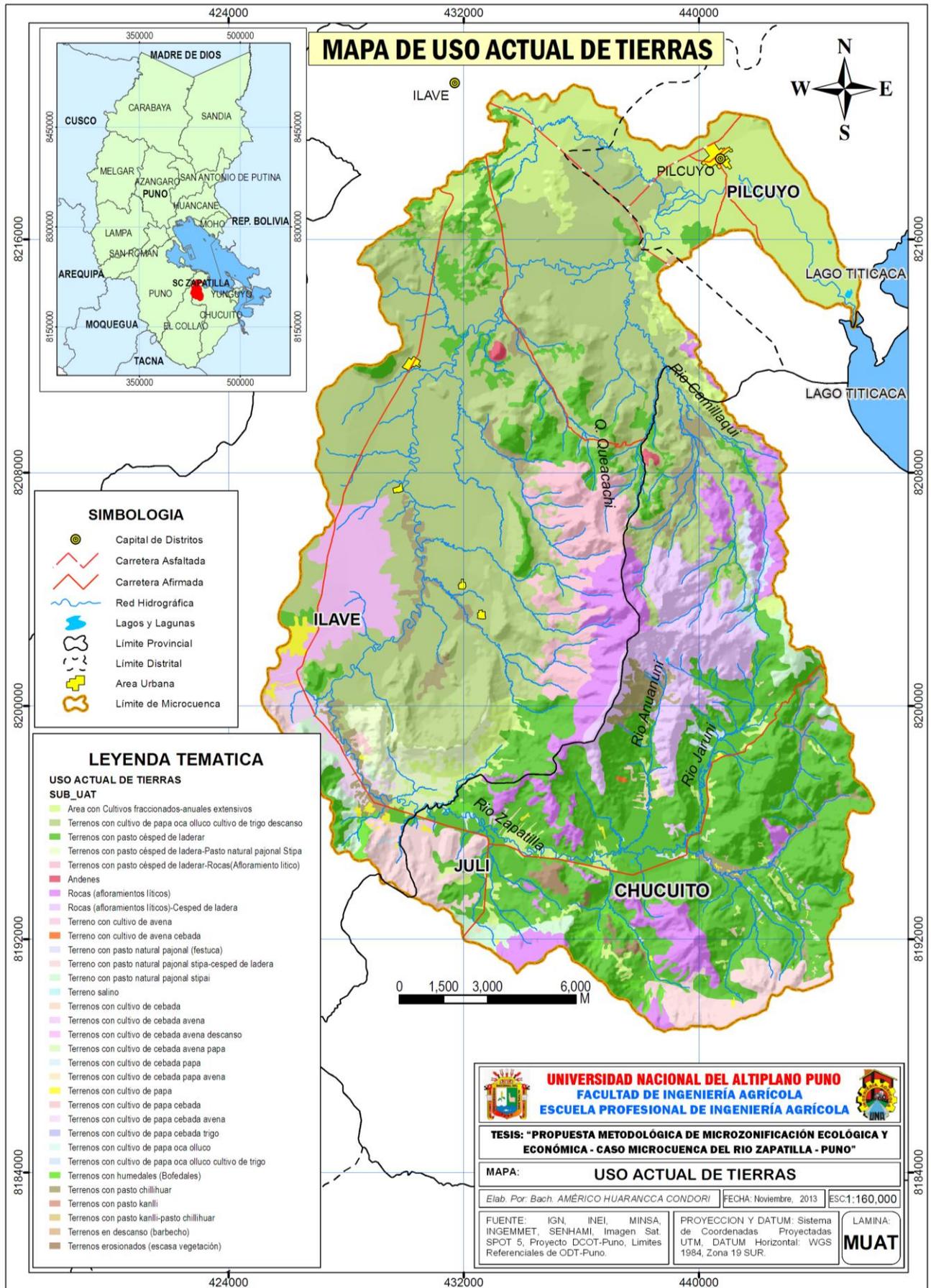


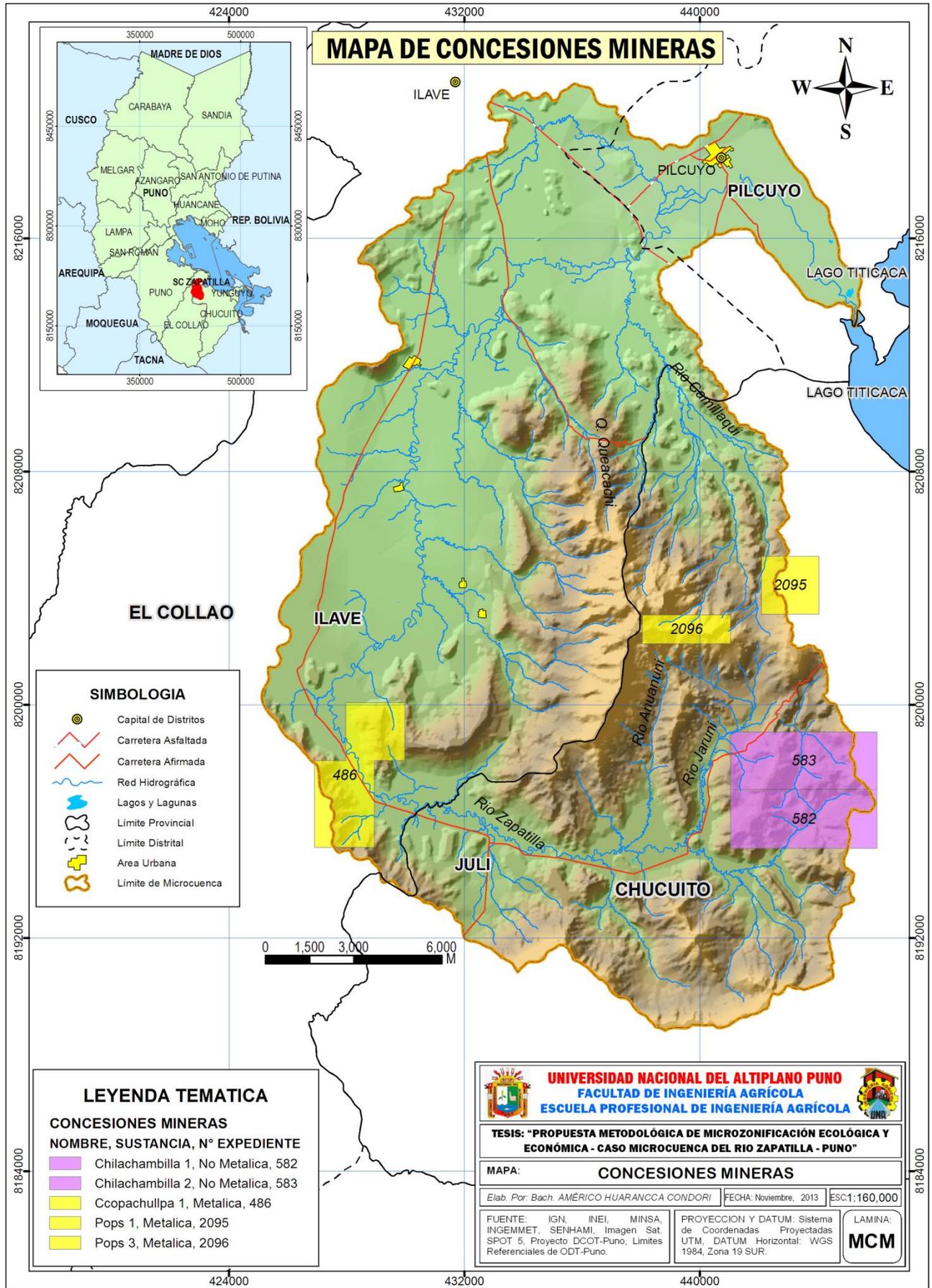


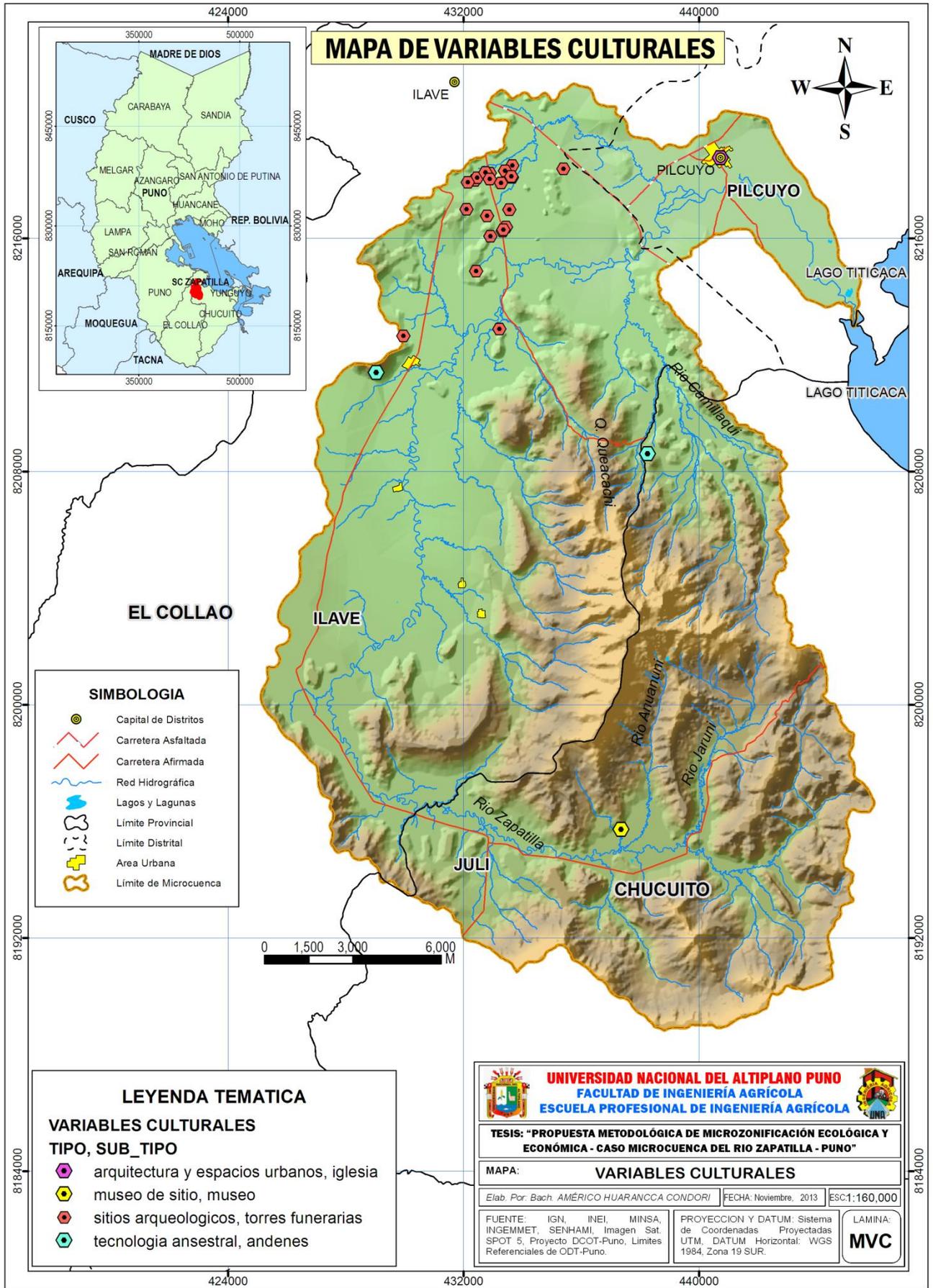


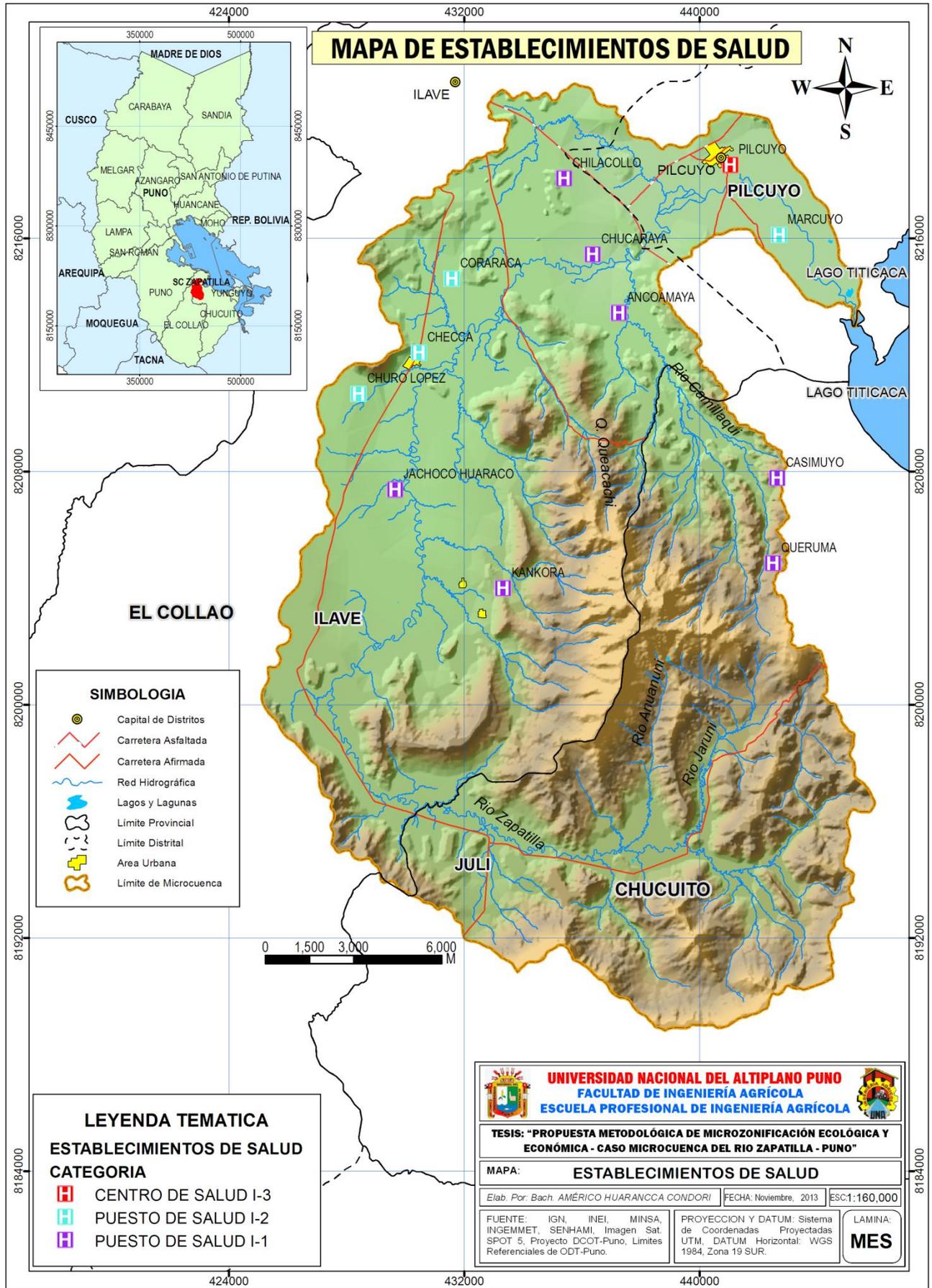


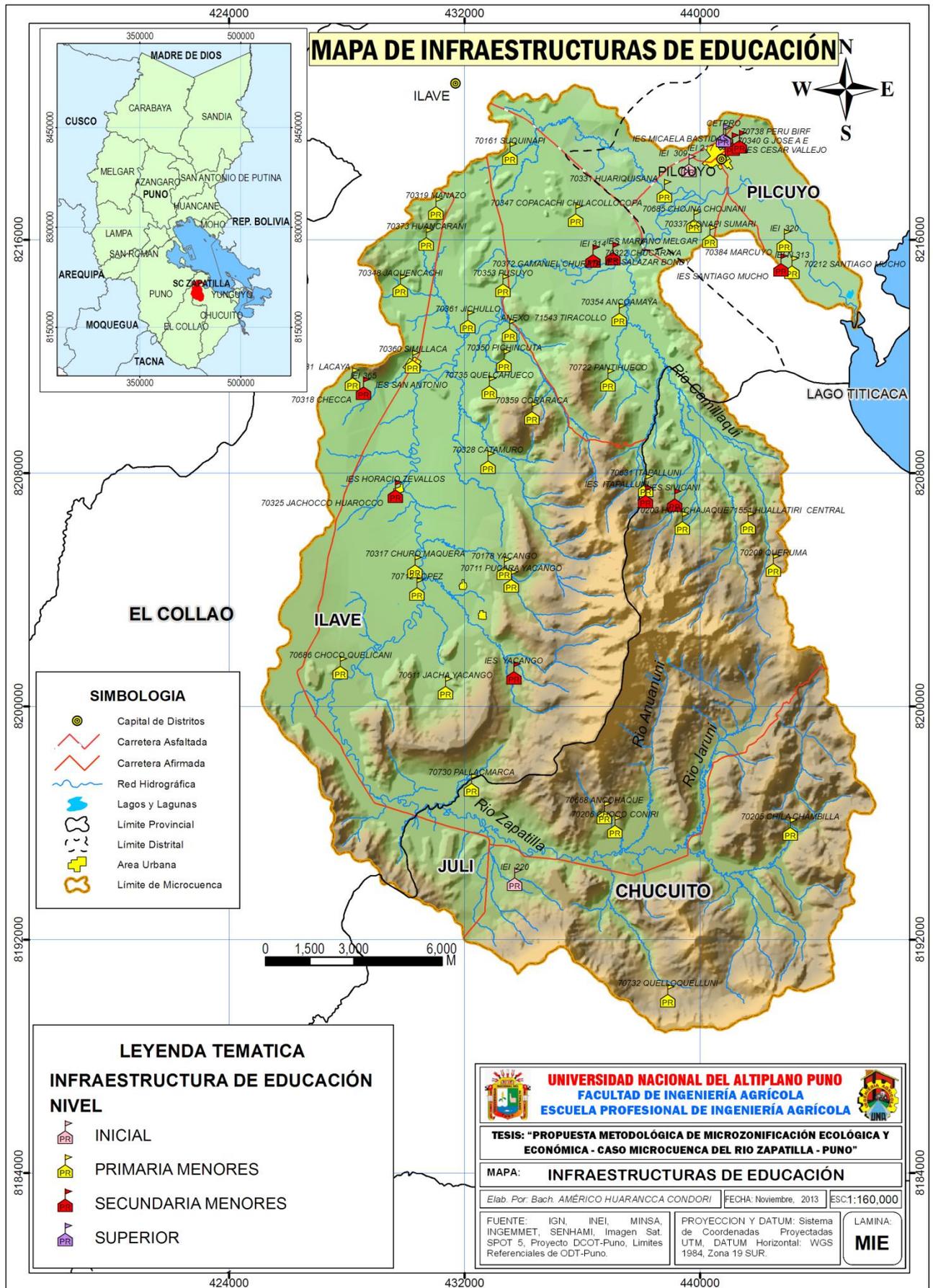




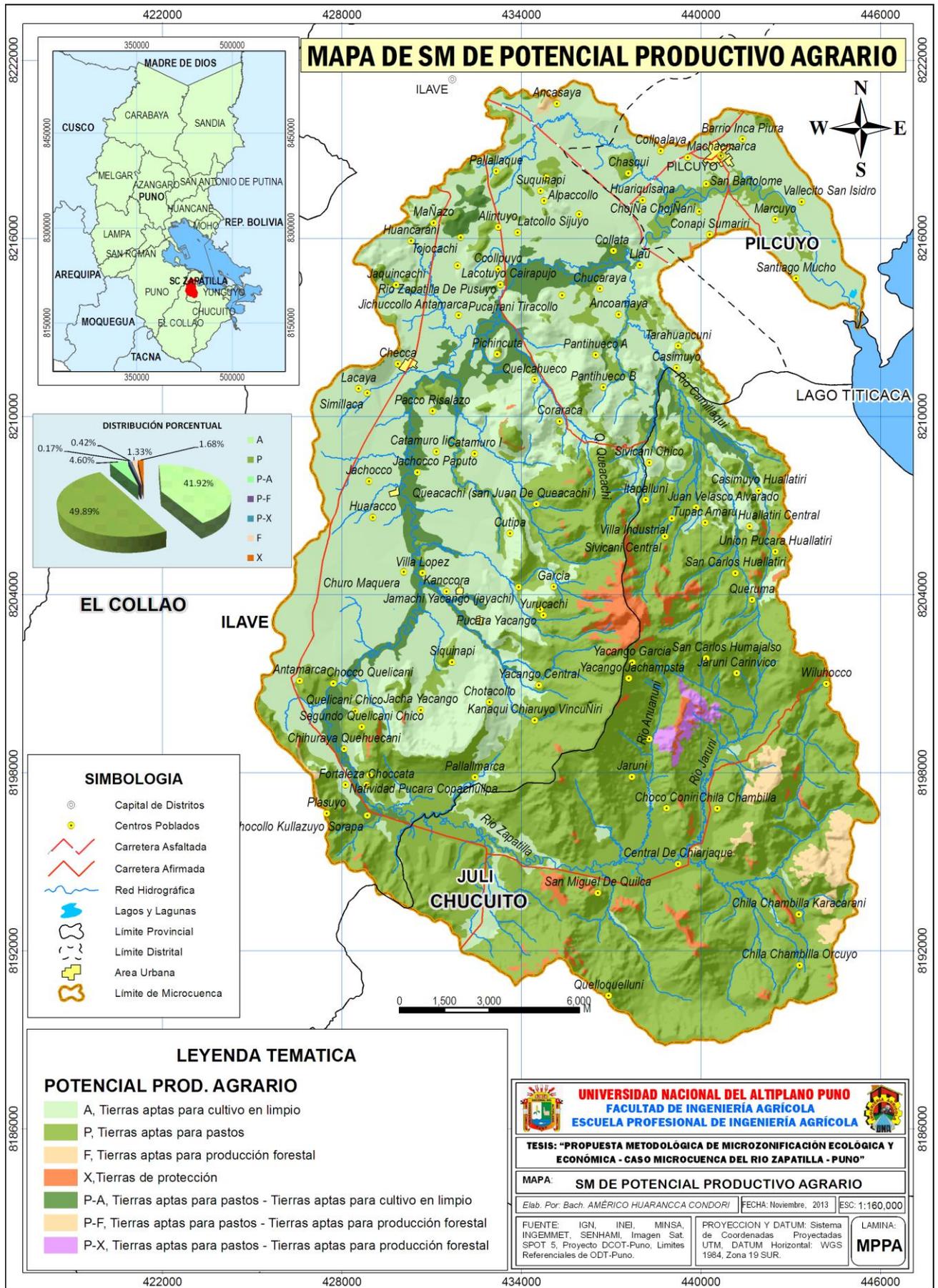


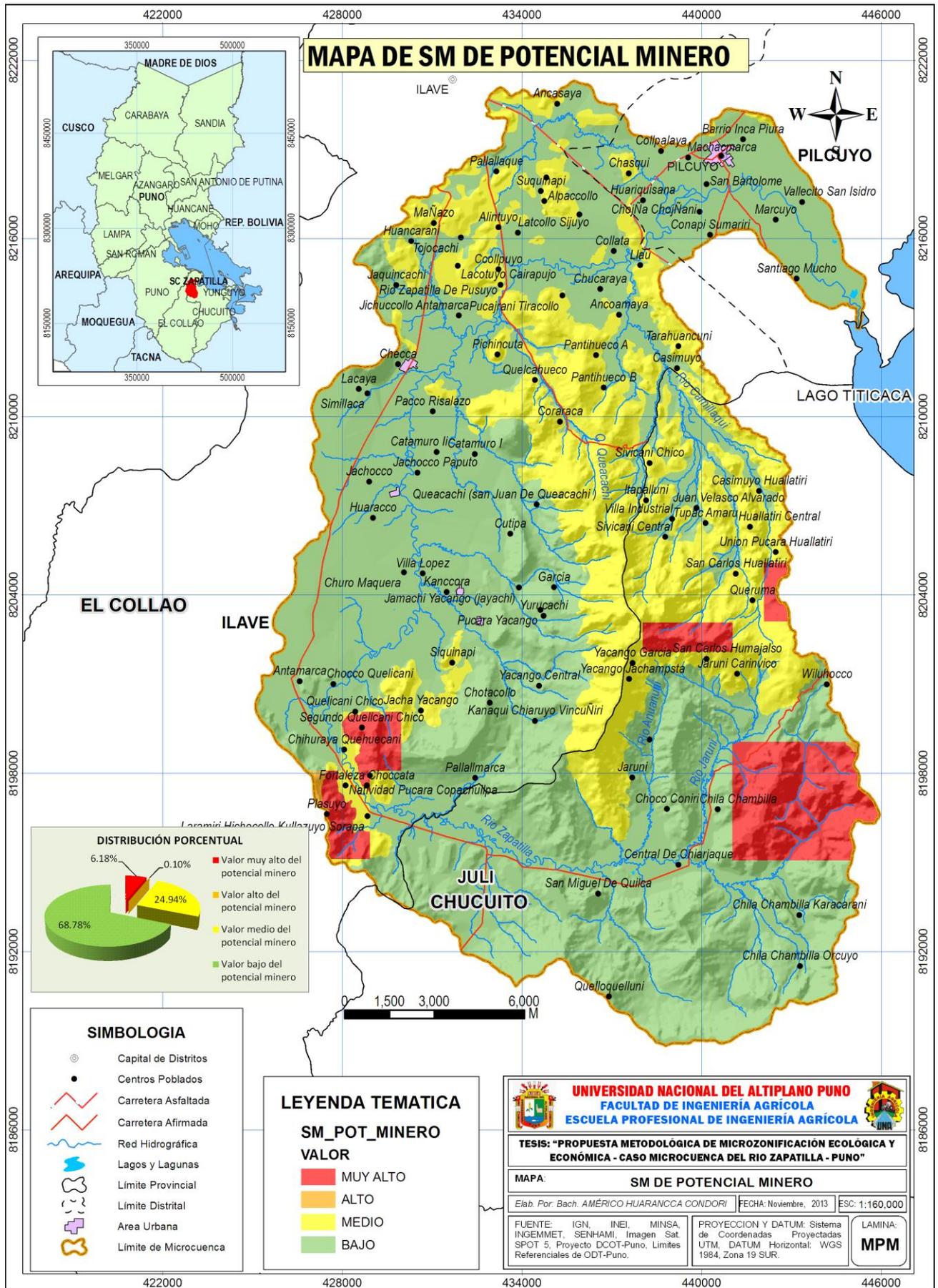


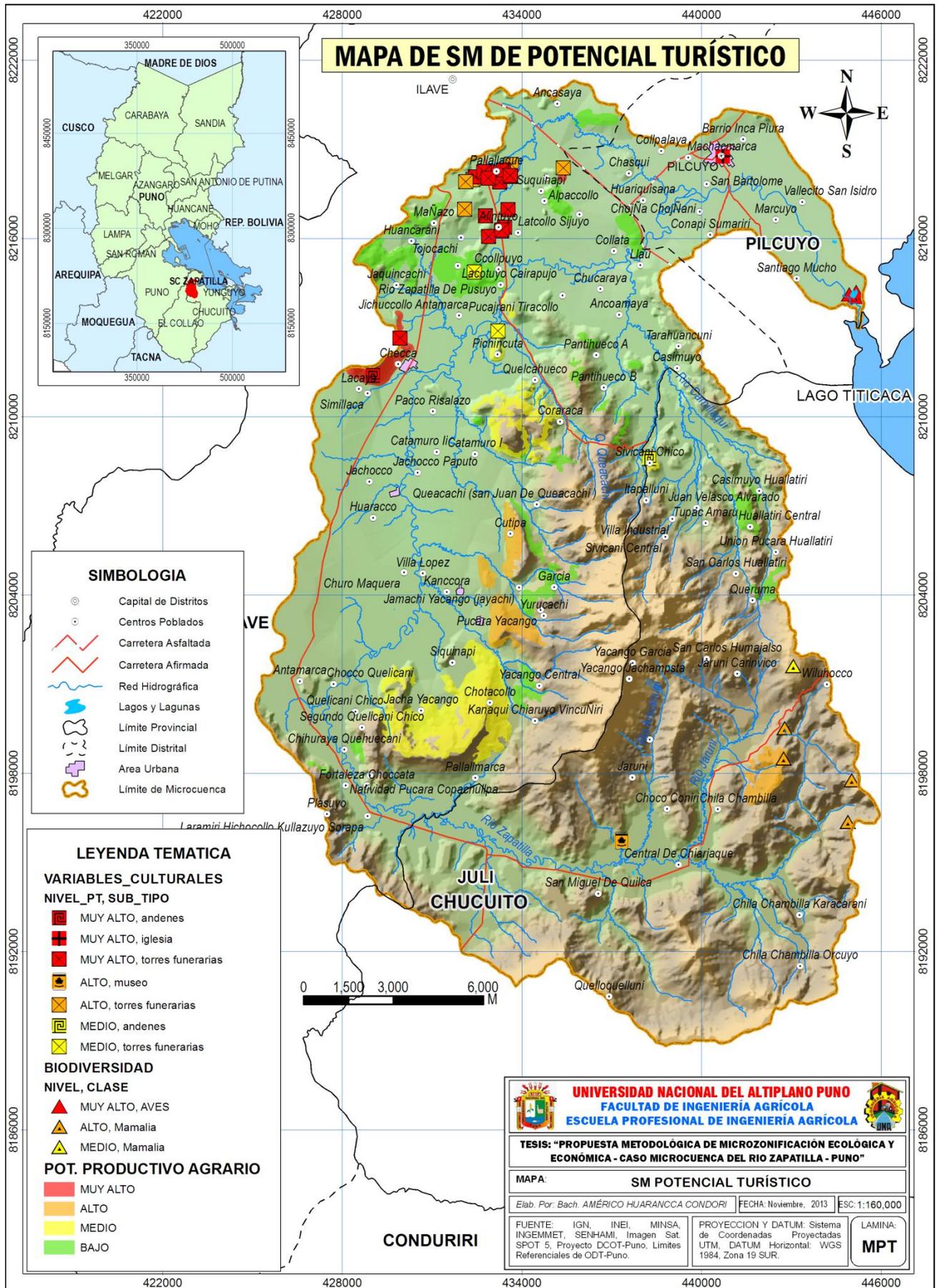




**ANEXO 2. MAPAS DE LAS UNIDADES ECOLÓGICAS Y
ECONÓMICAS.**

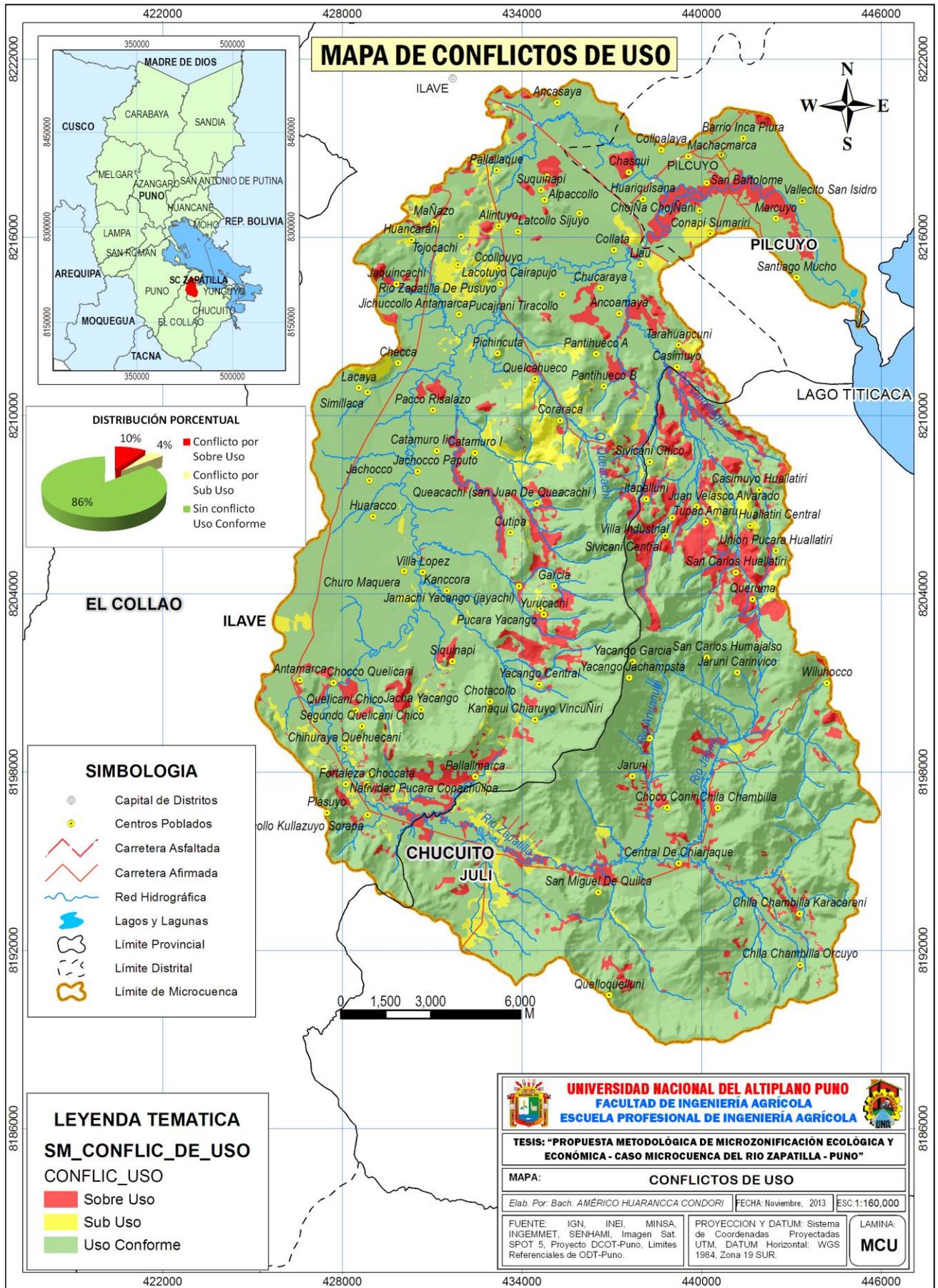




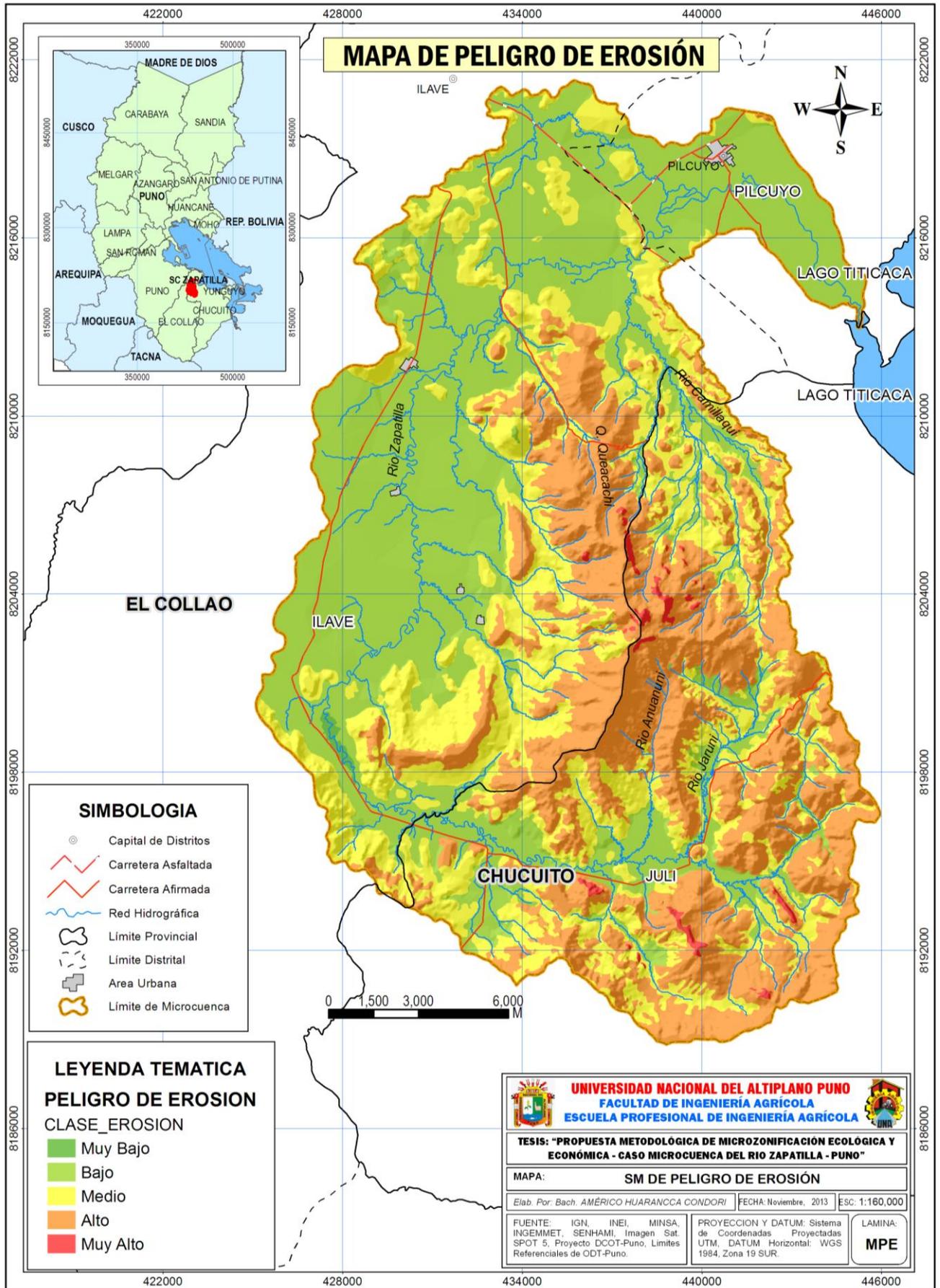


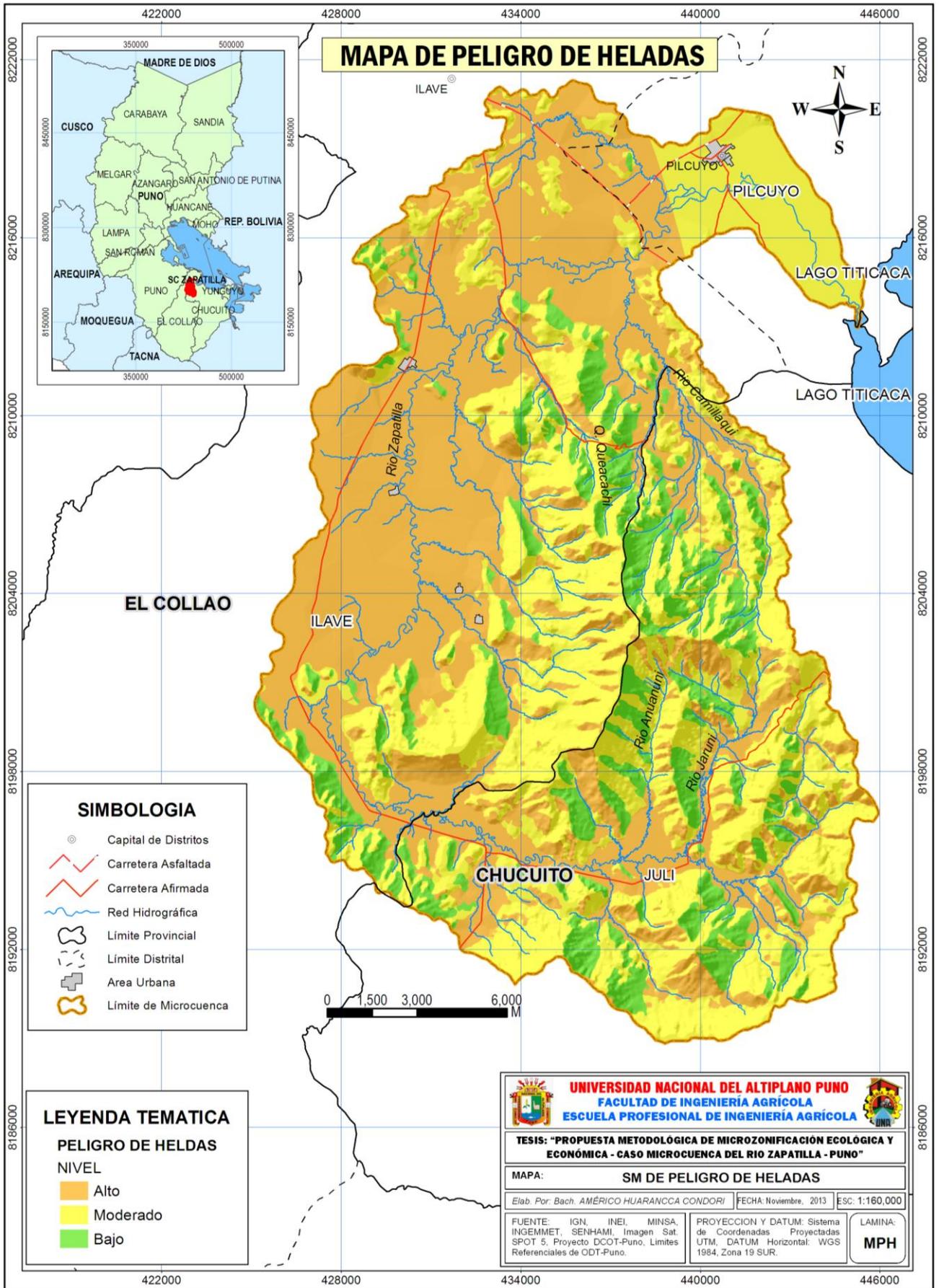














**ANEXO 3. MAPA DE MZEE DE LA MICROCUENCA DEL RÍO
ZAPATILLA.**

ANEXO 4. PANEL FOTOGRÁFICO.



Foto N° 1. En la foto se observa la plaza de armas de la localidad de Pilcuyo.

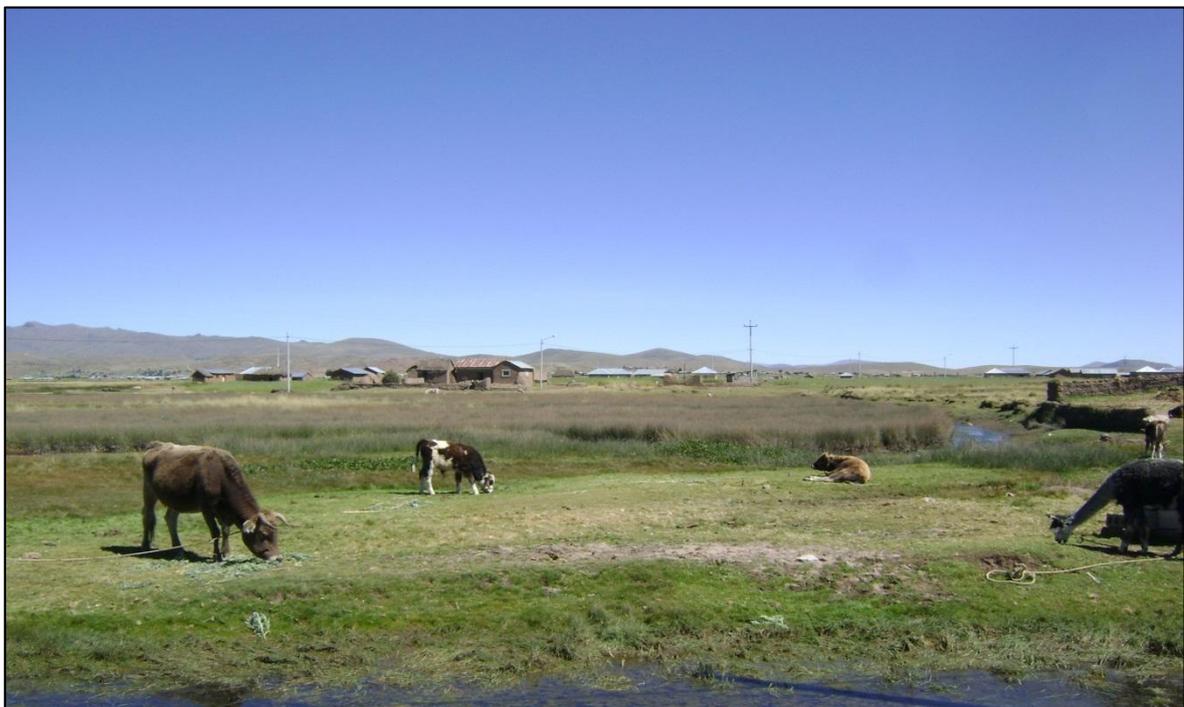


Foto N° 2. En la foto se muestra las zonas vulnerables en la localidad de Pilcuyo.



Foto N° 3. En la foto se muestra áreas vulnerables en la localidad de Pilcuyo.



Foto N° 4. En la foto se muestra áreas de cultivo, en época de cosecha y entrevista con los pobladores de la zona (sector Marcollo).



Foto N° 5. En la foto se muestra toma de datos y entrevistas con pobladores de la zona (sector Caloutave).

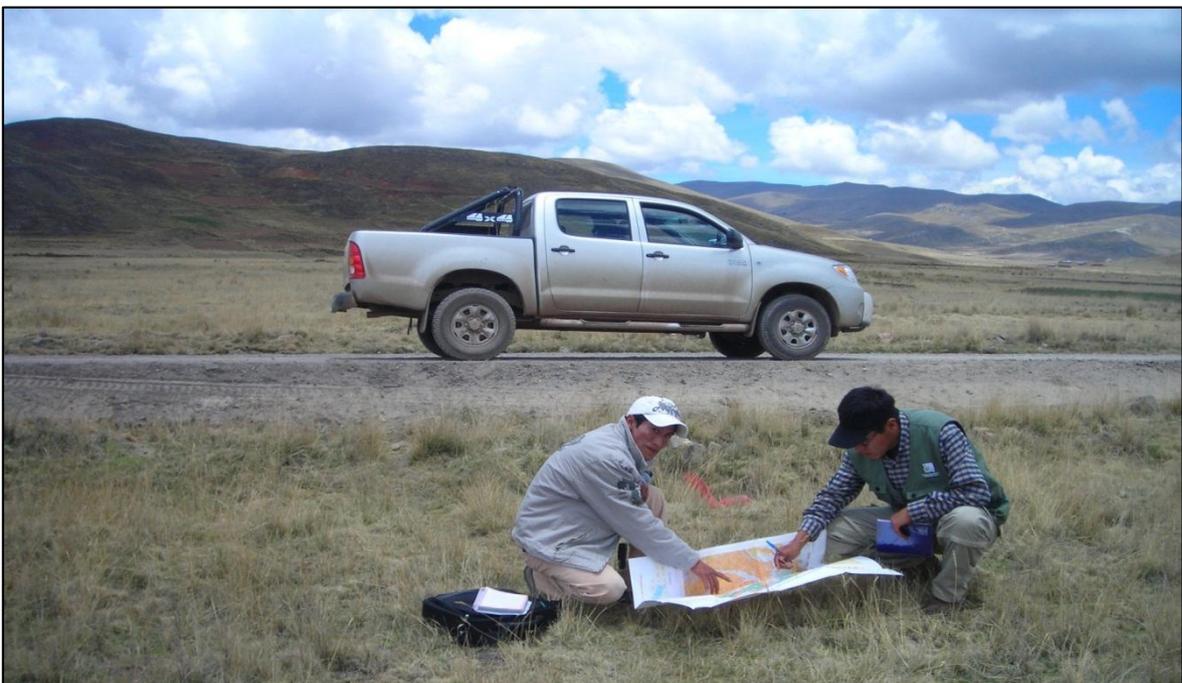


Foto N° 6. En la foto se muestra la cob. vegetal en la parte alta de la microcuenca (sector Charaque) y toma de datos.



Foto N° 7. En la foto se muestra la confrontación de los mapas temáticos, georeferenciación de puntos de control.

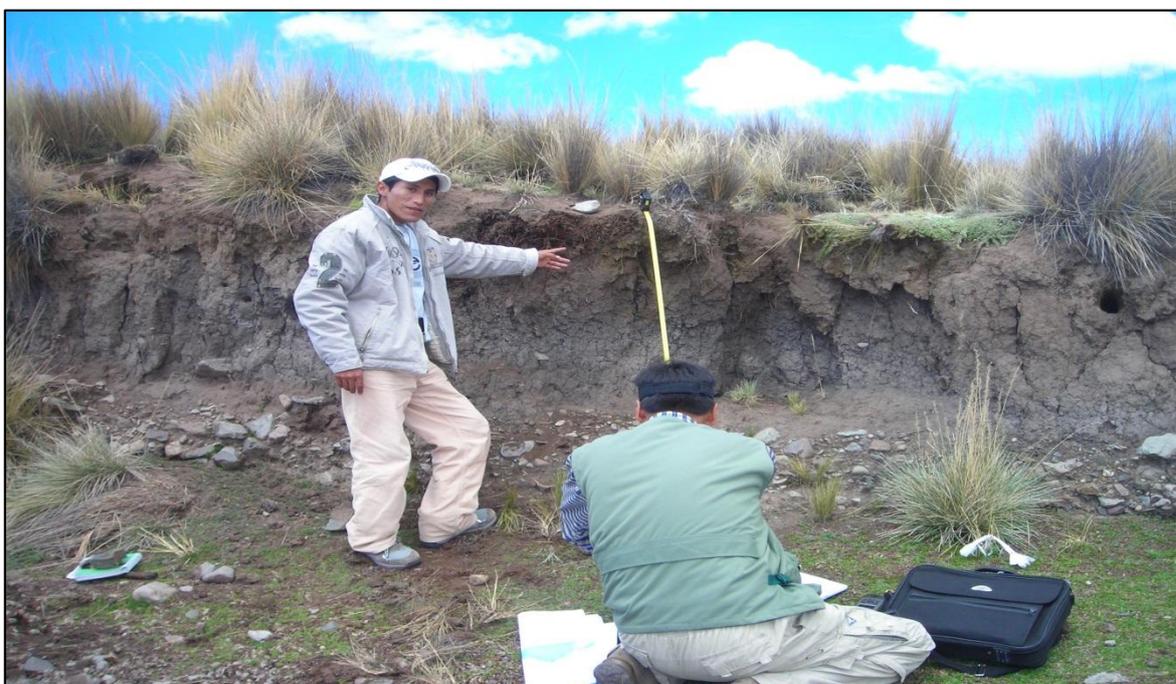


Foto N° 8. La foto muestra horizontes del suelo y características edáficas, georeferenciación y toma de muestras.



Foto N° 9. La foto muestra la entrevista a un poblador de la zona (sector Chilla Chambilla).



Foto N° 10. Vista panorámica de la zona alta de la microcuenca y toma de datos (sector Huaco).

**ANEXO 5. CERTIFICADO DE ANÁLISIS DE SUELOS Y CALIDAD
DEL AGUA.**



Universidad Nacional del Altiplano - Puno

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Ciudad Universitaria s/n - Telefax (051) 366080 - Casilla 291 e-mail: fca-una@eudoramail.com



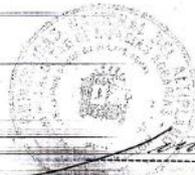
ANALISIS DE CARACTERIZACIÓN DE SUELOS

USUARIO : PROYECTO DCOT - PUNO
 PROCEDENCIA : Caloutave - Ilave
 FECHA : 18 - 01 - 2010

# ORD	CLAVE DE CAMPO	ANALISIS MECANICO			CLASE TEXTURAL	CO ₃ ⁼ %	M.O. %	N TOTAL %	pH
		ARENA %	ARCILLA %	LIMO %					
05	Hz - A	57.99	9.97	32.04	Franco arenoso	0.00	3.80	0.14	7.26

# ORD	C.E. mS/cm	C.E. (e) mS/cm	ELEMENTOS DISPONIBLES		CATIONES CAMBIABLES					CIC me/100 g	COLOR	
			P ppm	K ppm	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺		SECO	HUMEDO
05	0.17	0.85	16.31	275	9.71	3.57	0.53	0.25	0.00	15.8	10YR 4/6	10YR 3/6

- ArA = Arcillo arenoso
- AF = Arena franca
- FArA = Franco arcillo arenoso
- CIC= Capacidad de intercambio cationico
- N = Nitrógeno total
- K⁺ = Potasio cambiante
- A= Arena
- Ca²⁺ = Calcio cambiante
- Na⁺ = Sodio cambiante
- CO₃⁼ = Carbonatos
- me = miliequivalente
- FA = Franco arenoso
- M.O.=Materia orgánica
- P = Fósforo disponible
- K = Potasio disponible
- C.E. = Conductividad eléctrica
- SB = Saturación de bases
- Mg²⁺ = Magnesio cambiante
- mS/cm = milisiemens por centimetro
- C.E.(e) = Conductividad eléctrica del extracto
- Al³⁺ = Aluminio cambiante



M.Sc. Daniel Canaza Mamani

Jefe de Laboratorio de Aguas y suelos

UNA - PUNO



Universidad Nacional del Altiplano - Puno

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Ciudad Universitaria s/n - Telefax (051) 366080 - Casilla 291 e-mail: fea-una@udoramail.com



ANALISIS DE CARACTERIZACIÓN DE SUELOS

USUARIO : PROYECTO DCOT - PUNO
 PROCEDENCIA : Caloutave - llave
 FECHA : 18 - 01 - 2010

# ORD	CLAVE DE CAMPO	ANALISIS MECANICO			CLASE TEXTURAL	CO ₃ ⁼ %	M.O. %	N TOTAL %	pH
		ARENA %	ARCILLA %	LIMO %					
07	HZ - B	59	9.71	31.29	Franco arenoso	0.00	2.90	0.11	7.05

# ORD	C.E. mS/cm	C.E. (e) mS/cm	ELEMENTOS DISPONIBLES		CATIONES CAMBIABLES					CIC me/100 g	COLOR	
			P ppm	K ppm	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺		SECO	HUMEDO
07	0.16	0.80	16.82	300	9.15	1.37	0.51	0.28	0.00	13.8	10YR 5/3	10YR 4/6

- ArA = Arcillo arenoso
- AF = Arena franca
- FArA = Franco arcillo arenoso
- CIC = Capacidad de intercambio catiónico
- N = Nitrógeno total
- K⁺ = Potasio cambiante
- A = Arena
- Ca²⁺ = Calcio cambiante
- Na⁺ = Sodio cambiante
- CO₃⁼ = Carbonatos
- me = miliequivalente
- FA = Franco arenoso
- M.O. = Materia orgánica
- P = Fósforo disponible
- K = Potasio disponible
- C.E. = Conductividad eléctrica
- SB = Saturación de bases
- Mg²⁺ = Magnesio cambiante
- mS/cm = milisiemens por centímetro
- C.E.(e) = Conductividad eléctrica del extracto
- Al³⁺ = Aluminio cambiante



M.Sc. Daniel Canaza Mamani

Director del Laboratorio de Aguas y suelos

UNA - PUNO



Universidad Nacional del Altiplano - Puno

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Ciudad Universitaria s/n - Telefax (051) 366080 - Casilla 291 e-mail: fca-una@eudoramail.com



ANALISIS DE CARACTERIZACIÓN DE SUELOS

USUARIO : PROYECTO DCOT - PUNO
 PROCEDENCIA : Vila Amaya - Ilave
 FECHA : 18 - 01 - 2010

# ORD	CLAVE DE CAMPO	ANALISIS MECANICO			CLASE TEXTURAL	CO ₃ ⁼ %	M.O. %	N TOTAL %	pH
		ARENA %	ARCILLA %	LIMO %					
19	Hz- A	53.14	12.8	34.06	Franco	0.00	4.10	0.22	6.40

# ORD	C.E. mS/cm	C.E. (e) mS/cm	ELEMENTOS DISPONIBLES		CATIONES CAMBIABLES					CIC me/100 g	COLOR	
			P ppm	K ppm	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺		SECO	HUMEDO
19	0.18	0.90	19.25	200	12.43	2.04	0.94	0.61	0.00	19.4	10YR 3/4	10YR 3/4

- ArA = Arcillo arenoso
- AF = Arena franca
- FaA = Franco arcillo arenoso
- CIC= Capacidad de intercambio cationico
- N = Nitrógeno total
- K⁺ = Potasio cambiante
- A= Arena
- Ca²⁺ = Calcio cambiante
- Na⁺ = Sodio cambiante
- CO₃⁼ = Carbonatos
- me = millequivalente
- FA = Franco arenoso
- M.O.=Materia orgánica
- P = Fósforo disponible
- K = Potasio disponible
- C.E. = Conductividad eléctrica
- SB = Saturación de bases
- Mg²⁺ = Magnesio cambiante
- mS/cm = milisemens por centímetro
- C.E.(e) = Conductividad eléctrica del extracto
- Al³⁺ = Aluminio cambiante



M.Sc. Daniel Canaza Mamani

Jefe de Laboratorio de Aguas y Suelos

UNA - PUNO



Universidad Nacional del Altiplano - Puno

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Ciudad Universitaria s/n - Telefax (051) 366080 - Casilla 291 e-mail: fca-una@eudoramail.com



ANALISIS DE CARACTERIZACIÓN DE SUELOS

USUARIO : PROYECTO DCOT - PUNO
 PROCEDENCIA : Vila Amaya - llave
 FECHA : 18 - 01 - 2010

# ORD	CLAVE DE CAMPO	ANALISIS MECANICO			CLASE TEXTURAL	CO ₃ %	M.O. %	N TOTAL %	pH
		ARENA %	ARCILLA %	LIMO %					
20	Hz- B	41.17	39.89	18.94	Franco arcilloso	0.00	5.90	0.25	5.58

# ORD	C.E. mS/cm	C.E. (e) mS/cm	ELEMENTOS DISPONIBLES		CATIONES CAMBIABLES					CIC me/100 g	COLOR	
			P ppm	K ppm	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺		SECO	HUMEDO
20	0.31	1.55	22.93	325	13.77	3.20	0.12	0.09	0.00	21.8	10YR 3/2	10YR 3/2

ArA = Arcillo arenoso

AF = Arena franca

FArA = Franco arcillo arenoso

CIC= Capacidad de intercambio cationico

N = Nitrógeno total

K⁺ = Potasio cambiabile

A= Arena

Ca²⁺= Calcio cambiabile

Na⁺= Sodio cambiabile

CO₃⁼ Carbonatos

me = miliequivalente

FA = Franco arenoso

M.O.=Materia orgánica

P = Fósforo disponible

K = Potasio disponible

C.E. = Conductividad eléctrica

SB = Saturación de bases

Mg²⁺ = Magnesio cambiabile

mS/cm = milisiemens por centimetro

C.E. (e) = Conductividad eléctrica del extracto

Al³⁺ = Aluminio cambiabile



M.Sc. Daniel Canaza Mamani

Jefe de Laboratorio de Aguas y suelos

UNA - PUNO



Universidad Nacional del Altiplano - Puno

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Ciudad Universitaria s/n - Telefax (051) 366080 - Casilla 291. e-mail: fca-una@eudoramail.com



ANALISIS DE CARACTERIZACIÓN DE SUELOS

USUARIO : PROYECTO DCOT - PUNO

PROCEDENCIA : Olla - Juli

FECHA : 18 - 01 - 2010

# ORD	CLAVE DE CAMPO	ANALISIS MECANICO			CLASE TEXTURAL	CO ₃ ²⁻ %	M.O. %	N TOTAL %	pH
		ARENA %	ARCILLA %	LIMO %					
29	Hz - A	56.14	8.99	34.87	Franco arenoso	0.00	2.60	0.11	5.80

# ORD	C.E. mS/cm	C.E. (e) mS/cm	ELEMENTOS DISPONIBLES		CATIONES CAMBIABLES					CIC me/100 g	COLOR	
			P ppm	K ppm	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺		SECO	HUMEDO
29	0.04	0.20	14.72	250	7.56	1.44	0.88	0.52	0.00	13.4	10YR 5/4	10YR 5/4

- ArA = Arcillo arenoso
- AF = Arena franca
- FArA = Franco arcillo arenoso
- CIC= Capacidad de intercambio cationico
- N = Nitrógeno total
- K⁺ = Potasio cambiante
- A= Arena
- Ca²⁺= Calcio cambiante
- Na⁺= Sodio cambiante
- CO₃²⁻= Carbonatos
- me = miliequivalente
- FA = Franco arenoso
- M.O.=Materia orgánica
- P = Fósforo disponible
- K = Potasio disponible
- C.E. = Conductividad eléctrica
- SB = Saturación de bases
- Mg²⁺ = Magnesio cambiante
- mS/cm = milisiemens por centimetro
- C.E.(e) = Conductividad eléctrica del extracto
- Al³⁺ = Aluminio cambiante



M.Sc. Daniel Canaza Mamani
Jefe de Laboratorio de Aguas y Suelos

UNA - PUNO



Universidad Nacional del Altiplano - Puno

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Ciudad Universitaria s/n - Telefax (051) 366080 - Casilla 291. e-mail: fca-una@eudoramail.com



ANALISIS DE CARACTERIZACIÓN DE SUELOS

USUARIO : PROYECTO DCOT - PUNO

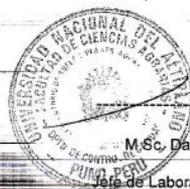
PROCEDENCIA : Olla - Juli

FECHA : 18 - 01 - 2010

# ORD	CLAVE DE CAMPO	ANALISIS MECANICO			CLASE TEXTURAL	CO ₃ ⁼ %	M.O. %	N TOTAL %	pH
		ARENA %	ARCILLA %	LIMO %					
30	Hz - B	57.01	7.9	35.09	Franco arenoso	0.00	1.70	0.08	5.52

# ORD	C.E. mS/cm	C.E. (e) mS/cm	ELEMENTOS DISPONIBLES		CATIONES CAMBIABLES					CIC me/100 g	COLOR	
			P ppm	K ppm	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺		SECO	HUMEDO
30	0.07	0.35	14.32	175	6.94	1.30	0.47	0.24	0.00	12	10YR6/4	10YR 4/4

- ArA = Arcillo arenoso
- AF = Arena franca
- FArA = Franco arcillo arenoso
- CIC= Capacidad de intercambio cationico
- N = Nitrógeno total
- K⁺ = Potasio cambiante
- A= Arena
- Ca²⁺= Calcio cambiante
- Na⁺= Sodio cambiante
- CO₃⁼= Carbonatos
- me = miliequivalente
- FA = Franco arenoso
- M.O.=Materia orgánica
- P = Fósforo disponible
- K = Potasio disponible
- C.E. = Conductividad eléctrica
- SB = Saturación de bases
- Mg²⁺ = Magnesio cambiante
- mS/cm = milisiemens por centímetro
- C.E.(e) = Conductividad eléctrica del extracto
- Al³⁺ = Aluminio cambiante



M.Sc. Daniel Canaza Mamani

Jefe de Laboratorio de Aguas y suelos

UNA - PUNO



Universidad Nacional del Altiplano - Puno

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Ciudad Universitaria s/n - Telefax: (051) 366000 - Casilla 291 e-mail: fca-una@andoraimail.com



ANALISIS DE CARACTERIZACIÓN DE SUELOS

USUARIO : PROYECTO DCOT - PUNO

PROCEDENCIA : Churu - llave

FECHA : 18 - 01 - 2010

# ORD	CLAVE DE CAMPO	ANALISIS MECANICO			CLASE TEXTURAL	CO ₃ ⁼ %	M.O. %	N TOTAL %	pH
		ARENA %	ARCILLA %	LIMO %					
24	HZ- A	41.6	39.17	19.23	Franco arcilloso	0.00	2.90	0.18	6.77

# ORD	C.E. mS/cm	C.E. (e) mS/cm	ELEMENTOS DISPONIBLES		CACIONES CAMBIABLES					CIC me/100 g	COLOR	
			P ppm	K ppm	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺		SECO	HUMEDO
24	0.06	0.30	15.59	275	10.88	2.03	0.84	0.57	0.00	17.4	10YR 4/6	10YR 4/6

- ArA = Arcillo arenoso
- AF = Arena franca
- FArA = Franco arcillo arenoso
- CIC= Capacidad de intercambio cationico
- N = Nitrógeno total
- K⁺ = Potasio cambiante
- A= Arena
- Ca²⁺= Calcio cambiante
- Na⁺= Sodio cambiante
- CO3⁼ = Carbonatos
- me = milliequivalente
- FA = Franco arenoso
- M.O.=Materia orgánica
- P = Fósforo disponible
- K = Potasio disponible
- C.E. = Conductividad eléctrica
- SB = Saturación de bases
- Mg²⁺ = Magnesio cambiante
- mS/cm = milisimens por centímetro
- C.E.(e) = Conductividad eléctrica del extracto
- Al³⁺ = Aluminio cambiante



M.Sc. Daniel Canaza Mamani
Jefe de Laboratorio de Aguas y suelos

UNA - PUNO



Universidad Nacional del Altiplano - Puno
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Ciudad Universitaria s/n - Telefax (051) 366000 - Casilla 291 e-mail: fca-una@cudora.com



ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE SUELOS

USUARIO : PROYECTO DCOT - PUNO
 PROCEDENCIA : Churu - Ilave
 FECHA : 18 - 01 - 2010

# ORD	CLAVE DE CAMPO	ANÁLISIS MECÁNICO			CLASE TEXTURAL	CO ₃ ⁼ %	M.O. %	N TOTAL %	pH
		ARENA %	ARCILLA %	LIMO %					
25	Hz- B	43.1	38.9	18	Franco arcilloso	1.00	0.90	0.10	7.23

# ORD	C.E. mS/cm	C.E. (e) mS/cm	ELEMENTOS DISPONIBLES		CATIONES CAMBIABLES					CIC me/100 g	COLOR	
			P ppm	K ppm	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺		SECO	HUMEDO
25	0.25	1.25	16.31	200	7.49	1.88	0.66	0.38	0.00	13.8	5YR 5/4	5YR 5/4

- ArA = Arcillo arenoso
- AF = Arena franca
- FArA = Franco arcillo arenoso
- CIC= Capacidad de intercambio cationico
- N = Nitrógeno total
- K⁺ = Potasio cambiabile
- A= Arena
- Ca²⁺= Calcio cambiabile
- Na⁺= Sodio cambiabile
- CO₃⁼ = Carbonatos
- me = millequivalente
- FA = Franco arenoso
- M.O.=Materia orgánica
- P = Fósforo disponible
- K = Potasio disponible
- C.E. = Conductividad eléctrica
- SB = Saturación de bases
- Mg²⁺ = Magnesio cambiabile
- mS/cm = milisiemens por centímetro
- C.E.(e) = Conductividad eléctrica del extracto
- Al³⁺ = Aluminio cambiabile



M.Sc. Daniel Canaza Mamani
 Jefe de Laboratorio de Aguas y suelos

UNA - PUNO



Universidad Nacional del Altiplano - Puno

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Ciudad Universitaria s/n - Telefax (051) 366080 - Casilla 291 e-mail: fca-una@eudoramail.com



ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE SUELOS

USUARIO : PROYECTO BCOT - PUNO
 PROCEDENCIA : Huarijullo - Laraqueri
 FECHA : 18 - 01 - 2010

# ORD	CLAVE DE CAMPO	ANÁLISIS MECÁNICO			CLASE TEXTURAL	CO ₃ ⁼ %	M.O. %	N TOTAL %	pH
		ARENA %	ARCILLA %	LIMO %					
31	Hz - A	56.8	7.91	35.29	Franco arenoso	0.00	3.40	0.13	5.36

# ORD	C.E. mS/cm	C.E. (e) mS/cm	ELEMENTOS DISPONIBLES		CATIONES CAMBIABLES					CIC me/100 g	COLOR	
			P ppm	K ppm	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺		SECO	HUMEDO
					me/100 g suelo							
31	0.17	0.85	17.66	250	9.91	3.21	0.75	0.65	0.20	18	10YR 5/6	10YR 3/6

- ArA = Arcillo arenoso
- AF = Arena franca
- FArA = Franco arcillo arenoso
- CIC = Capacidad de intercambio catiónico
- N = Nitrógeno total
- K⁺ = Potasio cambiante
- A = Arena
- Ca²⁺ = Calcio cambiante
- Na⁺ = Sodio cambiante
- CO₃⁼ = Carbonatos
- me = miliequivalente
- FA = Franco arenoso
- M.O. = Materia orgánica
- P = Fósforo disponible
- K = Potasio disponible
- C.E. = Conductividad eléctrica
- SB = Saturación de bases
- Mg²⁺ = Magnesio cambiante
- mS/cm = milisiemens por centímetro
- C.E. (e) = Conductividad eléctrica del extracto
- Al³⁺ = Aluminio cambiante



M.Sc. Daniel Canaza Mamani

Jefe de Laboratorio de Aguas y suelos

UNA - PUNO



Universidad Nacional del Altiplano - Puno

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Ciudad Universitaria s/n - Telefax (051) 366080 - Casilla 291 e-mail: fca-una@eudoramail.com



ANALISIS DE CARACTERIZACIÓN DE SUELOS

USUARIO : PROYECTO DCOT - PUNO
 PROCEDENCIA : Huarijullo - Laraqueri
 FECHA : 18 - 01 - 2010

# ORD	CLAVE DE CAMPO	ANALISIS MECANICO			CLASE TEXTURAL	CO ₃ ²⁻ %	M.O. %	N TOTAL %	pH
		ARENA %	ARCILLA %	LIMO %					
32	Hz - B	92.01	5.02	2.97	arena	0.00	1.70	0.07	5.39

# ORD	C.E. mS/cm	C.E. (e) mS/cm	ELEMENTOS DISPONIBLES		CATIONES CAMBIABLES					CIC me/100 g	COLOR	
			P ppm	K ppm	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺		SECO	HUMEDO
32	0.08	0.40	13.40	375	9.07	2.29	0.92	0.38	0.20	17	10YR 5/3	10YR 3/6

- ArA = Arcillo arenoso
- AF = Arena franca
- FArA = Franco arcillo arenoso
- CIC = Capacidad de intercambio cationico
- N = Nitrógeno total
- K⁺ = Potasio cambiabile
- A = Arena
- Ca²⁺ = Calcio cambiabile
- Na⁺ = Sodio cambiabile
- CO₃²⁻ = Carbonatos
- me = miliequivalente
- FA = Franco arenoso
- M.O. = Materia orgánica
- P = Fósforo disponible
- K = Potasio disponible
- C.E. = Conductividad eléctrica
- SB = Saturación de bases
- Mg²⁺ = Magnesio cambiabile
- mS/cm = milisiemens por centimetro
- C.E.(e) = Conductividad eléctrica del extracto
- Al³⁺ = Aluminio cambiabile



M.Sc. Daniel Canaza Mamani

Jefe de Laboratorio de Aguas y suelos

UNA - PUNO



Universidad Nacional del Altiplano - Puno

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Ciudad Universitaria s/n - Telefax (051) 366080 - Casilla 291 e-mail: fca-una@eudoramail.com



ANALISIS DE CARACTERIZACIÓN DE SUELOS

USUARIO : PROYECTO DCOT - PUNO
 PROCEDENCIA : Rinconada - Zepita
 FECHA : 18 - 01 - 2010

# ORD	CLAVE DE CAMPO	ANALISIS MECANICO			CLASE TEXTURAL	CO ₃ ⁼ %	M.O. %	N TOTAL %	pH
		ARENA %	ARCILLA %	LIMO %					
16	Hz- A	56.99	8.71	34.3	Franco arenoso	0.10	3.30	0.22	7.55

# ORD	C.E. mS/cm	C.E. (e) mS/cm	ELEMENTOS DISPONIBLES		CATIONES CAMBIABLES					CIC me/100 g	COLOR	
			P ppm	K ppm	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺		SECO	HUMEDO
16	0.20	1.00	16.56	375	13.81	3.43	1.12	0.52	0.00	22	5YR 5/4	5YR 5/3

- ArA = Arcillo arenoso
- AF = Arena franca
- FArA = Franco arcillo arenoso
- CIC= Capacidad de intercambio cationico
- N = Nitrógeno total
- K⁺ = Potasio cambiante
- A= Arena
- Ca²⁺= Calcio cambiante
- Na⁺= Sodio cambiante
- CO₃⁼ = Carbonatos
- me = miliequivalente
- FA = Franco arenoso
- M.O.=Materia orgánica
- P = Fósforo disponible
- K = Potasio disponible
- C.E. = Conductividad eléctrica
- SB = Saturación de bases
- Mg²⁺ = Magnesio cambiante
- mS/cm = milisiemens por centímetro
- C.E.(e) = Conductividad eléctrica del extracto
- Al³⁺ = Aluminio cambiante



M.Sc. Daniel Canaza Mamani

Jefe de Laboratorio de Aguas y suelos

UNA - PUNO



Universidad Nacional del Altiplano - Puno

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Ciudad Universitaria s/n - Telefax (051) 366080 - Casilla 291 e-mail: fca-una@udoramail.com



ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE SUELOS

USUARIO : PROYECTO DCOT - PUNO

PROCEDENCIA : Rinconada - Zepita

FECHA : 18 - 01 - 2010

# ORD	CLAVE DE CAMPO	ANÁLISIS MECÁNICO			CLASE TEXTURAL	CO ₃ ⁻ %	M.O. %	N TOTAL %	pH
		ARENA %	ARCILLA %	LIMO %					
17	Hz- B	58.81	9.01	32.18	Franco arenoso	0.00	3.60	0.21	7.56

# ORD	C.E. mS/cm	C.E. (e) mS/cm	ELEMENTOS DISPONIBLES		CATIONES CAMBIABLES					CIC me/100 g	COLOR	
			P ppm	K ppm	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺		SECO	HUMEDO
17	0.29	1.45	16.31	350	14.24	2.66	1.13	0.71	0.00	21.6	5YR 4/4	5YR 3/4

- ArA = Arcillo arenoso
- AF = Arena franca
- FArA = Franco arcillo arenoso
- CIC= Capacidad de intercambio cationico
- N = Nitrógeno total
- K⁺ = Potasio cambiabile
- A= Arena
- Ca²⁺= Calcio cambiabile
- Na⁺= Sodio cambiabile
- CO₃⁻= Carbonatos
- me = miliequivalente
- FA = Franco arenoso
- M.O.=Materia orgánica
- P = Fósforo disponible
- K = Potasio disponible
- C.E. = Conductividad eléctrica
- SB = Saturación de bases
- Mg²⁺ = Magnesio cambiabile
- mS/cm = milisiemens por centímetro
- C.E.(e) = Conductividad eléctrica del extracto
- Al³⁺ = Aluminio cambiabile



M. Sc. Daniel Canaza Mamani
Jefe de Laboratorio de Aguas y suelos

UNA - PUNO



Universidad Nacional del Altiplano - Puno

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Ciudad Universitaria s/n - Telefax (051) 366080 - Casilla 291 e-mail: fca-una@eudoramail.com



ANALISIS DE CARACTERIZACIÓN DE SUELOS

USUARIO : PROYECTO DCOT – PUNO

PROCEDENCIA : Ingenio – Ichu

FECHA : 18 – 01 - 2010

# ORD	CLAVE DE CAMPO	ANALISIS MECANICO			CLASE TEXTURAL	CO ₃ ⁼ %	M.O. %	N TOTAL %	pH
		ARENA %	ARCILLA %	LIMO %					
93	Hz – A	57.9	8.75	33.35	Franco arenoso	0.00	2.10	0.11	7.02

# ORD	C.E. mS/cm	C.E. (e) mS/cm	ELEMENTOS DISPONIBLES		CATIONES CAMBIABLES					CIC me/100 g	COLOR	
			P ppm	K ppm	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺		SECO	HUMEDO
93	0.13	0.65	18.91	200	9.75	2.86	1.05	0.48	0.00	15.8	10YR 4/4	10YR 4/4

- ArA = Arcillo arenoso
- AF = Arena franca
- FArA = Franco arcillo arenoso
- CIC= Capacidad de intercambio cationico
- N = Nitrógeno total
- K⁺ = Potasio cambiabile
- A= Arena
- Ca²⁺= Calcio cambiabile
- Na⁺= Sodio cambiabile
- CO₃⁼= Carbonatos
- me = miliequivalente
- FA = Franco arenoso
- M.O.=Materia orgánica
- P = Fósforo disponible
- K = Potasio disponible
- C.E. = Conductividad eléctrica
- SB = Saturación de bases
- Mg²⁺ = Magnesio cambiabile
- mS/cm = milisiemens por centimetro
- C.E. (e) = Conductividad eléctrica del extracto
- Al³⁺ = Aluminio cambiabile



M.Sc. Daniel Canaza Mamani
Jefe del Laboratorio de Aguas y suelos

UNA - PUNO



Universidad Nacional del Altiplano - Puno

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Ciudad Universitaria s/n - Telefax (051) 366080 - Casilla 291 e-mail: fca-una@eudoramail.com



ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE SUELOS

USUARIO : PROYECTO DCOT - PUNO
 PROCEDENCIA : Ingenio - Ichu
 FECHA : 18 - 01 - 2010

# ORD	CLAVE DE CAMPO	ANÁLISIS MECÁNICO			CLASE TEXTURAL	CO ₃ ⁼⁼ %	M.O. %	N TOTAL %	pH
		ARENA %	ARCILLA %	LIMO %					
94	Hz - B	62.11	9.8	28.09	Franco arenoso	0.00	3.10	0.14	7.05

# ORD	C.E. mS/cm	C.E. (e) mS/cm	ELEMENTOS DISPONIBLES		CATIONES CAMBIABLES					CIC me/100 g	COLOR	
			P ppm	K ppm	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺		SECO	HUMEDO
94	0.77	3.85	18.58	229	9.07	2.56	1.13	0.73	0.00	15.2	10YR 3/4	10YR 3/4

- ArA = Arcillo arenoso
- AF = Arena franca
- FArA = Franco arcillo arenoso
- CIC = Capacidad de intercambio catiónico
- N = Nitrógeno total
- K⁺ = Potasio cambiante
- A = Arena
- Ca²⁺ = Calcio cambiante
- Na⁺ = Sodio cambiante
- CO₃⁼⁼ = Carbonatos
- me = miliequivalente
- FA = Franco arenoso
- M.O. = Materia orgánica
- P = Fósforo disponible
- K = Potasio disponible
- C.E. = Conductividad eléctrica
- SB = Saturación de bases
- Mg²⁺ = Magnesio cambiante
- mS/cm = milisiemens por centímetro
- C.E. (e) = Conductividad eléctrica del extracto
- Al³⁺ = Aluminio cambiante



M.Sc. Daniel Canaza Mamani

Jefe de Laboratorio de Aguas y suelos

UNA - PUNO

Certificado de Análisis

LQ-2009

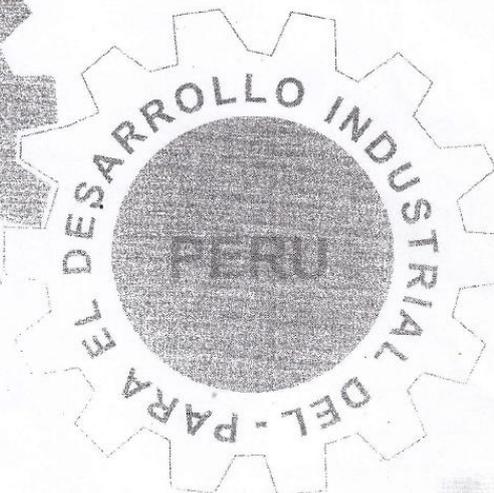
ASUNTO : Análisis Físico Químico de AGUA RIO ZAPATILLA
PROCEDENCIA : CUENCA ZAPATILLA
INTERESADO : Gobierno Regional Puno
MOTIVO : Control de Calidad de Agua
MUESTREO : 06-01-2010 por el interesado
ANÁLISIS : 07-01-2010

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS:

Aspecto	Líquido
Color	Incoloro
Olor	Inodoro
Sabor	No característico

CARACTERÍSTICAS FISICO - QUIMICAS

Temperatura	: 18,1°C
pH	: 8,9
Turbiedad	: 6,2 NTU
Conductividad	: 971 uS/cm
Salinidad	: 31,7%
Oxígeno Disuelto	: 5,75 mg/L
Dureza como C_2CO_3	: 174,24 mg/L
Alcalinidad como C_2CO_3	: 127,44 mg/L
Cloruros como Cl ⁻	: 240,99 mg/L
Sulfatos como SO_4^{2-}	: 185,00 mg/L
Nitratos como NO_3^-	: Negativo
Calcio como Ca ⁺⁺	: 52,27 mg/L
Magnesio como Mg ⁺⁺	: 9,55 mg/L
Sólidos totales disueltos	: 1780,0 mg/L
Sodio como Na ⁺	: 155,25 mg/L
Potasio como K ⁺	: 361,67 mg/L



Puno, C.U., 12 de enero del 2010

VºBº.



M.Sc. RIGOBERTO ZUNIGA SANCHEZ
DECANO
 FACULTAD INGENIERIA QUIMICA
 UNA - PUNO



GERMAN QUIÑE CALIZAYA
 Laboratorio Control de Calidad
 FACULTAD INGENIERIA QUIMICA
 UNA - PUNO

ANEXO 6. CLAVES INTERPRETATIVAS.



Clave 6 Páramo húmedo - Subalpino Subtropical, Páramo pluvial - Subalpino Subtropical, Páramo muy húmedo - Subalpino Subtropical

Grupos de Capacidad de Uso Mayor	Pendiente %		Micro-relieve (hasta)	Factores Edáficos (Clases permisibles)									
	Corta	Larga		Prof. (cm) mínima	Textura (acepta)	Pedreg. Sup. (hasta)	Drenaje (acepta)	pH (acepta)	Erosión (hasta)	Salinidad (hasta)	Inundación (hasta)	Fertil. sup. (hasta)	Frag. Roccosos (hasta)
P Pastos (zonas frías)	0-4	0-2	3	15	Todas	3	A,B,C,D,E,F,G*	Todos	Moderada	2	2	3	3
	4-8	2-4	3	15	Todas	3	A,B,C,D,E,F,G*	Todos	Moderada	2	-	3	3
	8-25	4-15	3	20	Todas	3	A,B,C,D,E,F	Todos	Moderada	2	-	3	3
	25-50	15-25	2	30	MG,M,MF	3	A,B,C,D	Todos	Moderada	2	-	3	3
		25-50	1	40	MG,M,MF	2	A,B,C,D	Todos	Ligera	2	-	3	3
X Protección	Tierras con características fuera de los límites señalados para los grupos superiores												

- * Sólo si hay bofedales

Clave 7 Tundra pluvial - Alpino Tropical, Tundra pluvial - Alpino Subtropical, Tundra muy húmeda - Alpino Subtropical, Tundra húmeda - Alpino Subtropical, Tundra húmeda - Alpino Templado Cálido, Matorral desértico - Subalpino Subtropical

Grupos de Capacidad de Uso Mayor	Pendiente %		Micro-relieve (hasta)	Factores Edáficos (Clases permisibles)									
	Corta	Larga		Prof. (cm) mínima	Textura (acepta)	Pedreg. Sup. (hasta)	Drenaje (acepta)	pH (acepta)	Erosión (hasta)	Salinidad (hasta)	Inundación (hasta)	Fertil. sup. (hasta)	Frag. Roccosos (hasta)
P Pastos (zonas frías)	0-4	0-2	3	15	Todas	3	A,B,C,D,E,F,G*	Todos	Moderada	2	2	3	3
	4-8	2-4	3	15	G,MG,M,MF	3	A,B,C,D,E,F,G*	Todos	Ligera	2	-	3	3
	8-25	4-15	2	20	G,MG,M,MF	3	A,B,C,D,E,F	Todos	Ligera	2	-	3	3
X Protección	Tierras con características fuera de los límites señalados para los grupos superiores												

- * Sólo si hay bofedales

Clave 8 Bosque muy seco - Tropical, Bosque seco - Premontano Tropical, Bosque seco - Subtropical

Grupos de Capacidad de Uso Mayor	Pendiente %		Micro-relieve (hasta)	Factores Edáficos (Clases permisibles)									
	Corta	Larga		Prof. (cm) mínima	Textura (acepta)	Pedreg. Sup. (hasta)	Drenaje (acepta)	pH (acepta)	Erosión (hasta)	Salinidad (hasta)	Inundación (hasta)	Fertil. sup. (hasta)	Frag. Roccosos (hasta)
A Cultivo en Limpio (riego)	0-4	0-2	3	30	Todas	1	A,B,C,D,E,F*	4,5 + 7,0	Moderada	1	2	3	1
	4-8	2-4	2	30	G,MG,M,MF	1	A,B,C,D,E	4,5 + 7,0	Ligera	1	-	3	1
	8-25	4-15	1	45	MG,M,MF	1	A,B,C,D,E	5,0 + 7,0	Ligera	1	-	3	1
C Cultivo Permanente (riego)	0-4	0-2	2	45	Todas	2	A,B,C,D,E	4,5 + 7,0	Moderada	1	1	3	2
	4-8	2-4	2	60	Todas	2	A,B,C,D,E	4,5 + 7,0	Ligera	1	-	3	2
	8-25	4-15	1	100	G,MG,M,MF	2	A,B,C,D	4,5 + 7,0	Ligera	1	-	3	2
P Pastos (Temporales)	0-8	0-4	3	15	Todas	3	A,B,C,D,E,F	4,5 + 7,0	Moderada	2	2	3	3
	8-25	4-15	3	30	Todas	3	A,B,C,D,E	4,5 + 7,0	Ligera	2	-	3	3
	25-50	15-25	3	45	G,MG,M,MF	3	A,B,C,D,E	4,5 + 7,0	Ligera	2	-	3	3
		25-50	2	60	G,MG,M	2	A,B,C,D	4,5 + 7,0	Ligera	2	-	3	3
X Protección	Tierras con características fuera de los límites señalados para los grupos superiores												

* Drenaje F solamente para cultivo con arroz.

Clave 9 Bosque seco - Montano Bajo Tropical, Bosque seco - Montano Bajo Subtropical

Grupos de Capacidad de Uso Mayor	Pendiente %		Micro-relieve (hasta)	Factores Edáficos (Clases permisibles)									
	Corta	Larga		Prof. (cm) mínima	Textura (acepta)	Pedreg. Sup. (hasta)	Drenaje (acepta)	pH (acepta)	Erosión (hasta)	Salinidad (hasta)	Inundación (hasta)	Fertil. sup. (hasta)	Frag. Roccosos (hasta)
A Cultivo en Limpio (riego)	0-4	0-2	3	30	Todas	1	A,B,C,D,E	4,5 + 7,0	Moderada	1	2	3	1
	4-8	2-4	2	45	G,MG,M,MF	1	A,B,C,D,E	4,5 + 7,0	Ligera	1	-	3	1
	8-25	4-15	1	60	MG,M,MF	1	A,B,C,D,E	4,5 + 7,0	Ligera	1	-	3	1
		15-25	1	100	MG,M,MF	1	A,B,C,D	5,0 + 7,0	Ligera	1	-	3	1
C Cultivo Permanente (riego)	0-4	0-2	2	45	Todas	2	A,B,C,D,E	4,5 + 7,0	Moderada	2	1	3	2
	4-8	2-4	2	60	Todas	2	A,B,C,D,E	4,5 + 7,0	Moderada	2	-	3	2
	8-25	4-15	1	100	G,MG,M,MF	2	A,B,C,D,E	5,0 + 7,0	Ligera	2	-	3	2
P Pastos (temporales)	0-8	0-4	3	15	Todas	3	A,B,C,D,E,F	4,0 + 7,0	Moderada	2	2	3	3
	8-25	4-15	3	30	Todas	3	A,B,C,D,E,F	4,0 + 7,0	Moderada	2	-	3	3
	25-50	15-25	3	45	G,MG,M,MF	3	A,B,C,D,E	4,5 + 7,0	Ligera	2	-	3	3
		25-50	2	60	G,MG,M,MF	2	A,B,C,D	5,0 + 7,0	Ligera	2	-	3	3
		25-50	2	60	G,MG,M,MF	2	A,B,C,D	5,0 + 7,0	Ligera	2	-	3	3
F Producción Forestal	0-8	0-4	4	30	Todas	3	A,B,C,D,E	Todos	Severa	2	3	3	3
	8-25	4-25	4	45	Todas	3	A,B,C,D,E	Todos	Severa	2	-	3	3
	25-75	25-75	3	60	Todas	3	A,B,C,D	Todos	Moderada	2	-	3	3
X Protección	Tierras con características fuera de los límites señalados para los grupos superiores												

401832



NORMAS LEGALES

El Peruano

Lima, miércoles 2 de setiembre de 2009

Clave 10 Bosque húmedo - Montano Tropical
Bosque húmedo - Montano Subtropical

Grupos de Capacidad de Uso Mayor	Pendiente %		Micro-relieve (hasta)	Factores Edáficos (Clases permisibles)										
	Corta	Larga		Prof. (cm) mínima	Textura (acepta)	Pedreg. Sup. (hasta)	Drenaje (acepta)	pH (acepta)	Erosión (hasta)	Salinidad (hasta)	Inundación (hasta)	Fertil. sup. (hasta)	Frag. Roccosos (hasta)	
A	Cultivo en Limpio (Secano)	0 - 4	0 - 2	3	30	Todas	1	A,B,C,D,E	4,5 + 7,0	Moderada	1	2	3	1
		4 - 8	2 - 4	2	45	G,MG,M,MF	1	A,B,C,D,E	4,5 + 7,0	Ligera	1	-	3	1
		8 - 25	4 - 15	1	60	MG,M,MF	1	A,B,C,D,E	4,5 + 7,0	Ligera	1	-	3	1
			15 - 25	1	100	MG,M,MF	1	A,B,C,D	5,0 + 7,0	Ligera	1	-	3	1
P	Pastos	0 - 8	0 - 4	3	15	Todas	3	A,B,C,D,E,F	4,0 + 7,0	Moderada	2	2	3	3
		8 - 25	4 - 15	3	30	Todas	3	A,B,C,D,E,F	4,0 + 7,0	Moderada	2	-	3	3
		25 - 50	15 - 25	3	45	MG,M,MF	3	A,B,C,D,E	4,0 + 7,0	Ligera	2	-	3	3
			25 - 50	2	60	MG,M,MF	2	A,B,C,D	5,0 + 7,0	Ligera	2	-	3	3
		0 - 8	0 - 4	4	30	Todas	3	A,B,C,D,E	Todos	Severa	2	3	3	3
F	Producción Forestal	8 - 25	4 - 25	4	45	Todas	3	A,B,C,D,E	Todos	Severa	2	-	3	3
		25 - 75	25 - 75	3	60	Todas	3	A,B,C,D	Todos	Moderada	2	-	3	3
X	Protección	Tierras con características fuera de los límites señalados para los grupos superiores												

Clave 11 Bosque seco - Tropical
Bosque húmedo - Premontano Tropical
Bosque húmedo - Subtropical

Grupos de Capacidad de Uso Mayor	Pendiente %		Micro-relieve (hasta)	Factores Edáficos (Clases permisibles)										
	Corta	Larga		Prof. (cm) mínima	Textura (acepta)	Pedreg. Sup. (hasta)	Drenaje (acepta)	pH (acepta)	Erosión (hasta)	Salinidad (hasta)	Inundación (hasta)	Fertil. sup. (hasta)	Frag. Roccosos (hasta)	
A	Cultivo en Limpio	0 - 4	0 - 2	3	30	Todas	1	A,B,C,D,E,F*	4,5 + 7,0	Moderada	1	2	3	1
		4 - 8	2 - 4	2	45	G,MG,M,MF	1	A,B,C,D,E	4,5 + 7,0	Ligera	1	1	3	1
		8 - 15	4 - 15	1	60	MG,M,MF	1	A,B,C,D	5,0 + 7,0	Ligera	1	-	3	1
C	Cultivo Permanente	0 - 4	0 - 2	3	30	Todas	2	A,B,C,D,E	4,5 + 7,0	Moderada	2	1	3	2
		4 - 8	2 - 4	2	60	Todas	2	A,B,C,D,E	4,5 + 7,0	Moderada	2	1	3	2
		8 - 25	4 - 15	1	60	G,MG,M,MF	2	A,B,C,D,E	4,5 + 7,0	Ligera	2	-	3	2
		25 - 50*	15 - 25	1	100	G,MG,M,MF	2	A,B,C,D	4,5 + 7,0	Ligera	2	-	3	2
			25 - 50*	1	100	G,MG,M,MF	2	A,B,C,D	4,5 + 7,0	Ligera	2	-	3	2
P	Pastos	0 - 8	0 - 4	3	30	Todas	3	A,B,C,D,E,F	4,0 + 7,0	Moderada	2	2	3	3
		8 - 25	4 - 15	2	60	MG,M,MF	3	A,B,C,D,E	4,5 + 7,0	Moderada	2	-	3	3
			15 - 25	1	100	MMF	3	A,B,C,D	5,0 + 7,0	Ligera	2	-	3	3
F	Producción Forestal	0 - 8	0 - 4	4	30	Todas	3	A,B,C,D,E,F	Todos	Severa	2	3	3	3
		8 - 25	4 - 15	4	30	Todas	3	A,B,C,D,E	Todos	Severa	2	-	3	3
		25 - 50	15 - 25	4	45	Todas	3	A,B,C,D	Todos	Severa	2	-	3	3
		50 - 75	25 - 50	3	60	Todas	3	A,B,C,D	Todos	Severa	2	-	3	3
			50 - 75	3	100	Todas	3	A,B,C,D	Todos	Moderada	2	-	3	3
X	Protección	Tierras con características fuera de los límites señalados para los grupos superiores												

* Drenaje F solamente para cultivo de arroz.
* Solo para cultivo de café

Clave 12 Bosque húmedo - Montano Bajo Tropical
Bosque húmedo - Montano Bajo Subtropical

Grupos de Capacidad de Uso Mayor	Pendiente %		Micro-relieve (hasta)	Factores Edáficos (Clases permisibles)										
	Corta	Larga		Prof. (cm) mínima	Textura (acepta)	Pedreg. Sup. (hasta)	Drenaje (acepta)	pH (acepta)	Erosión (hasta)	Salinidad (hasta)	Inundación (hasta)	Fertil. sup. (hasta)	Frag. Roccosos (hasta)	
A	Cultivo en Limpio	0 - 4	0 - 2	3	30	Todas	1	A,B,C,D,E	4,5 + 7,0	Moderada	1	2	3	1
		4 - 8	2 - 4	2	45	MG,M,MF	1	A,B,C,D,E	5,0 + 7,0	Ligera	1	-	3	1
		8 - 25	4 - 15	1	60	MG,M,MF	1	A,B,C,D	5,5 + 7,0	Ligera	1	-	3	1
C	Cultivo Permanente	0 - 4	0 - 2	3	45	Todas	2	A,B,C,D,E	4,5 + 7,0	Moderada	2	1	3	3
		4 - 8	2 - 4	3	60	Todas	2	A,B,C,D,E	4,5 + 7,0	Moderada	2	-	3	2
		8 - 25	4 - 15	2	60	G,MG,M,MF	2	A,B,C,D,E	5,0 + 7,0	Ligera	2	-	3	2
		25 - 50*	15 - 25	1	100	G,MG,M,MF	2	A,B,C,D	5,0 + 7,0	Ligera	2	-	3	2
			25 - 50*	1	100	G,MG,M,MF	2	A,B,C,D	4,5 + 7,0	Ligera	2	-	3	2
P	Pastos	0 - 8	0 - 4	3	30	Todas	3	A,B,C,D,E,F	4,0 + 7,0	Moderada	2	2	3	3
		8 - 25	4 - 15	3	45	Todas	3	A,B,C,D,E	4,5 + 7,0	Moderada	2	-	3	3
			25 - 50	15 - 25	2	60	MG,M,MF	3	A,B,C,D	5,0 + 7,0	Ligera	2	-	3
F	Producción Forestal	0 - 8	0 - 4	4	30	Todas	3	A,B,C,D,E	Todos	Severa	2	3	3	3
		8 - 25	4 - 15	4	30	Todas	3	A,B,C,D,E	Todos	Severa	2	-	3	3
		25 - 50	15 - 25	3	40	Todas	3	A,B,C,D	Todos	Severa	2	-	3	3
		50 - 75	25 - 50	3	50	Todas	3	A,B,C,D	Todos	Moderada	2	-	3	3
			50 - 75	2	60	Todas	3	A,B,C,D	Todos	Moderada	2	-	3	3
X	Protección	Tierras con características fuera de los límites señalados para los grupos superiores												

* Solo para cultivo de café

401834

NORMAS LEGALES

El Peruano
Lima, miércoles 2 de setiembre de 2009

B) CLAVES PARA DETERMINAR LA CLASE (Calidad Agrológica) Y SUBCLASE (Limitaciones) DE CAPACIDAD DE USO MAYOR

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

- Limitación por suelo (s): profundidad efectiva, pedregosidad, 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.

Claves para determinar la Calidad Agrológica:

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	Moderad. 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

* Sólo si hay bofedales

SALINIDAD (l)

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

INUNDACIÓN (i)

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

EROSIÓN (e)

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

MICRORELIEVE (e)

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

PROFUNDIDAD EFECTIVA (s)

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

PENDIENTE LARGA (e)

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

PENDIENTE CORTA (e)

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

PEDREGOSIDAD (s)

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

GRAVOSIDAD O GUIJARROSIDAD (s)

Clases de gravosidad o gujarrosidad	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	-

TEXTURA (s)

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