

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
ESCUELA DE POSGRADO
PROGRAMA DE MAESTRÍA
MAESTRÍA EN DESARROLLO RURAL



TESIS

**MODELAMIENTO DE USO DE LA TIERRA EN UNIDADES DE GESTIÓN
AMBIENTAL EN LA MICROCUENCA DEL RÍO TICARAYA, PUNO.**

PRESENTADA POR:

ÁNGEL ABRAHAN FRANCO PINEDA

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE

MAGISTER SCIENTIAE EN ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y

MEDIO AMBIENTE

PUNO, PERÚ

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

ESCUELA DE POSGRADO

PROGRAMA DE MAESTRÍA

MAESTRÍA EN DESARROLLO RURAL



TESIS

**MODELAMIENTO DE USO DE LA TIERRA EN UNIDADES DE GESTION
AMBIENTAL EN LA MICROCUENCA DEL RÍO TICARAYA, PUNO.**

PRESENTADA POR:

ÁNGEL ABRAHAN FRANCO PINEDA

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

MAGISTER SCIENTIAE EN ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y MEDIO AMBIENTE

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE



.....
Dr. ERNESTO JAVIER CHURA YUPANQUI

PRIMER MIEMBRO



.....
M.Sc. FRANCIS MIRANDA CHOQUE

SEGUNDO MIEMBRO



.....
M.Sc. ALFREDO LOZA DEL CARPIO

ASESOR



.....
Dr. FLAVIO ORTIZ CALCINA

Puno, 11 de julio de 2018.

AREA: Ordenamiento territorial.

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Zonificación, acondicionamiento y ordenamiento territorial.

TEMA: Modelamiento del uso de la tierra.

DEDICATORIA

A Dios.

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

A mi querida Madre Filomena, por que sus esfuerzos son impresionantes su amor es invaluable me has proporcionado todo y cada cosa que he necesitado, por sus enseñanzas, por incentivar me a esforzarme cada día mas y por colmarme con tanta dicha y felicidad.

A mi Esposa Vilma e Hijo Isac Daniel, por brindarme su apoyo y aliento para seguir adelante.

A mis queridos Hermanos, Rudh, David, Alex, Ruben, por brindarme su apoyo en todo, este trabajo que ha sido posible gracias a ellos.

AGRADECIMIENTOS

- En nuestro paso por la vida nos embarcamos en proyectos que serán imposibles de realizar sin la colaboración de otros y en especial de la compañía a cada momento de Dios.
- Este nuevo logro es gracias a los esfuerzos de muchas personas , gracias a ellos, e logrado concluir con éxito un proyecto que en un principio podría parecer una tarea interminable.
- En este caso en particular quiero expresar mi sincero Agradecimiento a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno, especialmente a la Maestría de Desarrollo Rural , Mención Ordenamiento territorial y medio Ambiente, por Haberme acogido en sus aulas y darme una enseñanza que enmarca un aprendizaje practico y teorico.
- A mi Asesor Dr, Flavio Ortiz Calcina Por haber impartido sus conocimientos, por la entrega sincera a lograr un mundo con equidad y trabajo.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE CUADROS	ix
ÍNDICE DE ANEXOS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	xii

CAPÍTULO I**PROBLEMÁTICA DE INVESTIGACIÓN**

1.1	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y POSTURA EPISTÉMICA	3
1.1.1	Planteamiento del problema	3
1.1.2	Postura epistémica	5
1.2	FORMULACIÓN DE INVESTIGACIÓN	5
1.3	INTENSIÓN PARA INVESTIGAR	6
1.4	HIPÓTESIS	7
1.4.1	Hipótesis general	7

1.4.2	Hipótesis específicas	7
1.5	OBJETIVOS	8
1.5.1	Objetivo general	8
1.5.2	Objetivos específicos	8
CAPÍTULO II		
MARCO TEÓRICO		
2.1	ANTECEDENTES	9
2.2	MARCO DE REFERENCIA	10
2.2.1	Potencialidades de tierras por capacidad de uso mayor	10
2.2.2	Uso actual de la tierra y conflictos de uso	11
2.2.3	Optimización de los recursos y maximización de los ingresos netos	12
2.3	MARCO CONCEPTUAL	13
2.3.1	Gestión territorial	13
2.3.2	Manejo de recurso natural Altoandino	14
2.3.3	Uso sostenible de la tierra	14
2.3.4	Unidad de gestión ambiental	15
2.3.5	Políticas ambientalales	16
2.3.6	Modelización por unidades de sustentabilidad ambiental	17
2.3.7	Cartografía base	17

2.3.8	Mapa temático	18
2.3.9	Zonificación agroecológica	18
2.3.10	Ordenamiento ecológico OE	19
2.3.11	Modelo matemático (Determinística y Estocástica)	19

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1	LOCALIZACIÓN DE ÁREA DE INVESTIGACIÓN	21
3.1.1	Ubicación política	21
3.1.2	Ubicación geográfica	21
3.1.3	Ubicación hidrográfica	21
3.2	VARIABLES DEPENDIENTES EN ESTUDIO	22
3.2.1	Variables independientes y dependientes para el objetivo 1 Variable dependiente: Frecuencia de distribución espacial de grupos, clases, subclases de tierras	22
3.2.2	Variables independientes y dependientes para objetivo 2	22
3.2.3	Variables independientes y dependientes para objetivo 3. Variables dependientes: mapa de Isotermas, Mapa Isoyetas, fauna silvestre en extinción y amenazada, zonas de vida, tipo de pendientes, densidad poblacional y PEA agrícola y Cobertura vegetal	23

3.2.4	Variables independientes y dependientes para el objetivo 4	
	Variables dependientes: Implementación de políticas de gestión ambiental en unidades de aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, conservación de especies amenazadas, protección de áreas naturales y restauración de tierras degradadas	24
3.3	MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN POR OBJETIVOS	24
3.3.1	Objetivo 1: Zonificación de potencialidad de tierras	25
3.3.2	Objetivo 2: Modelamiento de tipo de uso de la tierra	26
3.3.3	Objetivo 3. Modelamiento de Variables No paramétricas	28
3.3.4	Objetivo 4: Modelización de unidades de gestión ambiental UGAS	30

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1	ZONIFICACIÓN DE APTITUD DE USO DE LA TIERRA EN LA MICROCUENCA DEL RÍO TICARAYA	31
4.1.1	Aptitud de tierras por capacidad de uso mayor	31
4.1.2	Método estadístico (Prueba de hipótesis para vocación de tierras por el método Chi cuadrado no paramétrico de Cruskal Wallis)	32
4.2	MODELIZACIÓN DE TIPO DE USO ACTUAL DE LA TIERRA	34
4.2.1	Distribución de uso actual de la tierra	34
4.2.2	Modelización de conflicto de uso de la tierra	35

4.3	MODELIZACIÓN DE LAS RELACIONES AMBIENTALES Y SOCIO-ECONÓMICAS	38
4.3.1	Relaciones con la temperatura local	38
4.3.2	Relaciones con la precipitación media anual	39
4.3.3	Zona económica y ecológica	41
4.3.4	Microzonas de vida	43
4.3.5	Tipos de Pendientes de la microcuenca de río Ticaraya	45
4.3.6	Cobertura vegetal	46
4.3.7	Fauna	47
4.3.8	Población económicamente activa PEA	48
4.3.9	Factores de vulnerabilidad (Pobreza y Desnutrición)	48
4.4	UNIDADES DE GESTIÓN AMBIENTAL Y SOCIAL UGAS	50
4.4.1	Método estadístico para la prueba de hipótesis de Cruskal Wallis	51
4.4.2	Análisis de Políticas Ambientales en las unidades de gestión	52
	CONCLUSIONES	55
	RECOMENDACIONES	57
	BIBLIOGRAFÍA	58
	ANEXO	65

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
1. Distribución de conflicto de uso actual de la tierra	35
2. Distribución de conflicto de uso actual de la tierra	37
3. Distribución de tierras por rango de Isotermas	39
4. Distribución de tierras por microzonas de vida	44
5. Tipo de pendientes	46
6. PEA por comunidades campesinas	48
7. Distribución de unidades de gestión por microzonas	52
8. Distribución de tierras por unidades de gestión	54
9. Mapa base de la microcuenca de río Ticaraya	73
10. Mapa de potencialidad de capacidad de uso de la tierra	74
11. Mapa uso actual de la tierra	75
12. Mapa conflicto de uso de la tierra	76
13. Mapa de calor e Isotermas	77
14. Mapa de precipitaciones e Isoyetas	78
15. Mapa áreas naturales protegidas y zona económica	79
16. Mapa zonas de vida	80
17. Mapa de tipos de pendientes	81
18. Población económicamente activa agrícola por comunidades	82
19. Unidades de gestión ambiental UGAs	83
	viii

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
1. Potencialidad de tierras por grupos de Capacidad de Uso. Mayor	32
2. Distribución de datos no paramétricos	33
3. Distribución de uso actual de la tierra	35
4. Conflictos de uso actual de la tierra	36
5. Distribución espacial de tipo de uso de la tierra por quintiles	38
6. Temperatura media anual de la microcuenca	39
7. Ysoyetas de precipitación media anual de la microcuenca	41
8. Distribución de tierras en ANP y económica	43
9. Distribución de tierras por microzonas de vida	44
10. Rangos de pendientes	45
11. Índice de Desarrollo Humano por comunidades de la microcuenca	48
12. PEA agrícola por género y comunidad campesina	48
13. Poblaciones y desnutrición por comunidades campesinas	49
14. Evaluación de políticas ambientales por rangos de altitud	52
15. Distribución espacial por unidades de gestión ambiental	54
16. Potencialidad de tierras de la microcuenca del río Ticaraya	66
17. Uso actual de la tierra de la microcuenca	68
18. Precipitación media mensual de 50 años SENAMHI	70
19. Temperaturas medias mensuales de 50 años SENAMHI	70
20. Temperatura y precipitación media anual 50 años SENAMHI	70
21. Relación entre capacidad de uso y unidades de gestión ambiental	71

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
1. Cuadros de capacidad de uso	66
2. Mapas temáticos.	73
3. Encuesta socio-demográfica utilizada en la información primaria para el estudio “MODELAMIENTO DE USO DE LA TIERRA EN LA MICROCUENCA DE RÍO TICARAYA”.	84

RESUMEN

Los problemas con el uso de la tierra encontrados; la disminución de cobertura vegetal, pérdida de la fertilidad del suelo, disminución de la productividad, bajos niveles de producción y baja calidad de vida de las generaciones actuales y venideras se deben a usos inadecuado de la tierra en la región Puno. La investigación tiene por objeto (1) Zonificar la potencialidad de tierras, (2) modelar el tipo de uso de la tierra, (3) relacionar los factores ambientales con el área de estudio y (4) plantear las unidades de gestión ambiental. La metodología comprendió el uso de los lenguajes de programación, modelos matemáticos, cartográficos, geoestadísticos, hidrológicos, agrológicos, biológicos, socioeconómicos y las herramientas de planificación sistemas de información geográfica SIG y técnicas de Teledetección agrícola. Los resultados fueron; 2,470.80ha de área total, tierras con vocación en cultivos en limpio "A" 593.43ha, (24.03%), Forestal "F" 171.93ha (6.96%), miceláneo "M" 46.29ha (1.87%), pastos "P" 568.07ha (22.99%), protección "X" 858.96ha (34.77%), y cultivos asociación "A-F" 232.06ha (9.39%). Uso adecuado de la tierra 76%, conflicto de uso de tierras 22%. Los factores ambientales que los relacionan la producción agrícola forestal son; temperaturas medias nuales de 7 y 9°C, precipitaciones de 879.64 a 847.33mm/año, tierras con actividades económicas actuales 1,781.21ha (72.00%) y ecológica 689.50ha 28%. La zona de vida Montano Húmedo Tropical y Sub Tropical comprende microzonas; Suni Alta, Puna Baja, Media y Alta. Los cuales servirán en la planificación de las unidades de gestión ambiental sostenibles UGAs para el ámbito de la microcuenca de río Ticaraya.

Palabras clave: Uso de la tierra, tierras degradadas, modelamiento, planificación de uso, sistemas de información geográfica y río Ticaraya.

ABSTRACT

The problems with the use of the land found; the decrease of vegetal cover, loss of fertility of the soil, reduced productivity, low levels of production and low quality of life for current and future generations due to uses of land in the region Puno. The research has by object (1) the potential of land zoning, (2) model the type of land use, (3) relate environmental factors with the study área and (4) consider the environmental management units. The methodology realized using the programming languages, mapping, mathematical models, geostatistical, hydrological, agrological, biological, socio-economic and the planning tools geographic information systems SIG and agricultural remote sensing techniques. The results were 2,470.80ha of total area, land in crops in clean-minded "A" 593.43ha, (24.03%), forest "F" 171.93ha (6.96%), micelaneo "M" 46.29ha (1.87%), pastures "P" 568.07ha (22.99%), protection "X" 858.96ha (34.77%), and crops Association "A-F" 232.06ha (9.39%). Proper use of the land 76%, land-use conflict 22%. The Environmental factors that relate them agricultural production forest are; annual average temperatures of 7 and 9°C, precipitation of 879.64 to 847.33mm/year, lands with current economic activities 1,781.21ha (72.00%) and ecological 689.50ha 28%. The zone of humid montane Tropical and Sub Tropical life includes microzone; High Suni, Low Puna, Medium and high. The Which will be used in the planning of sustainable environmental management units UGAs for the area of the watershed of the river Ticaraya.

Keywords: degraded lands, geographical information systems, land use, modeling, River Ticaraya and use planning.

INTRODUCCIÓN

Según Fjeldsa (2006), hay pocos trabajos de investigación realizados en la gestión de los recursos naturales y medio ambiente en la región Puno, aunque, existen trabajos aislados en evaluación de los recursos de la tierra, biodiversidad, fuentes de agua, manejo de pastizales, flora y fauna, etc.

Por otra parte, el monitoreo de los recursos naturales puede resultar costoso si no existen bases de información. Al respecto, el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo Ottawa,(CIID) publica el informe de investigaciones “La Gestión Forestal Municipal en América Latina y el Caribe” y concluye indicando; desarrollar sistemas poco costosos para monitorear la conversión de bosques y cambio de uso con ayuda de información de sensores remotos (Pacheco, 2003).

Una de las razones que han impedido evaluar de manera confiable los recursos de la tierra; es el alto costo asociado a los métodos tradicionales de mapeo, tanto en términos monetarios como de tiempo FAO (2008), Afortunadamente, la evaluación de los recursos naturales ha cambiado radicalmente en la última década, gracias a la tecnología de los satélites de observación terrestre y los Sistemas de Información Geográfica (Cruz, 2010).

El trabajo de investigación se ha desarrollado en un espacio territorial de 6 comunidades campesinas, delimitadas por la microcuenca del río Ticaraya. Se utilizaron como instrumentos de planificación el Sistema de Información Geográfica SIG, y Teledetección (el software ArcGis10.3, y en exploración de imágenes satelitales el software Envi5.0 y Erdas9.0), fichas de encuestas en el levantamiento de datos socioeconómicos, los SIG y sus lenguajes de

programación como SQL y Python, en la edición de la base de datos, (exploración, almacenamiento, selección, organización, procesamiento y generación de la información cuantitativa y cualitativa).

La metodología de la investigación se planificó en un ordenamiento lógico de pasos; realización de talleres de comunicación y preparación con la participación de la población objetiva, selección de variables estratégicas por el método de análisis del escenarios, zonificación de aptitud de tierras agrícolas forestales, levantamiento de la línea de base ambiental y diagnóstico socioeconómico, (Anexo 3) modelamiento de uso actual de la tierra en tipos de uso y simulación del escenario prospectivo y finalmente, se diseñó una propuesta de estrategias para el diseño de estrategias para el Plan de Gestión de Unidades Ambientales Sostenibles PGUAs en la microcuenca del río Ticaraya.

Destaco y agradezco la participación de las autoridades de las comunidades campesinas por apoyar los talleres y la validación del trabajo.

CAPÍTULO I

PROBLEMÁTICA DE INVESTIGACIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y POSTURA EPISTÉMICA

1.1.1 Planteamiento del problema

Según Almendro (2000), la necesidad de preservar el suelo agrícola es vital, ya que en parte es un recurso no renovable y cada vez está sometido a una presión mayor; para ello, es ineludible la realización de unas buenas prácticas agrarias que garanticen un desarrollo sostenible. La erosión es el principal problema medioambiental que ocurre en la agricultura convencional. Una de las causas fundamentales que la originan es el laboreo inadecuado en pendientes elevadas. Para disminuir esta influencia es necesaria la elección correcta y más apropiada de la dirección de laboreo.

Sobre la gestión participativa de los bosques ANA (2008), señala en el enfoque tradicional, las comunidades han utilizado los bienes y servicios forestales de manera selectiva para su propio beneficio, sin considerar los problemas relacionados con la sustentabilidad de ese aprovechamiento.

El manejo forestal sostenible MFS pretende generar cambios estructurales en esa relación, promoviendo una cultura forestal que incorpore al árbol y el bosque en las actividades rurales.

Otro de los problemas encontrados en el análisis de la información recibida a través de los informes nacionales sobre los recursos agrícolas y forestales, es el referente al flujo y usos de la información, debido a que en general no existe un sistema *ad hoc* o pre-establecido desde la colecta o generación de la información hasta el usuario final. El flujo de la información es interrumpido en varios niveles y generalmente no se establecen procesos de control de calidad valor agregado de la información (INRENA, 2001).

Según ICO (2009), en un informe de investigación sobre gestión territorial, realizada entre Perú y Bolivia, manifiestan; que entre, los datos de la línea de base, en 2008 sólo el 21% de las familias campesinas del área atendida dispone de excedente agrícola para la venta. El resto de las familias sólo obtienen la producción necesaria para su autoconsumo. Este estudio concluye que el desconocimiento de las prácticas adecuadas de conservación de suelos y técnicas sostenibles de producción, es el principal factor que está acentuando esta situación. Estas conclusiones nos permitieron plantear la gestión sostenible de los recursos naturales.

Todos estos problemas representan grandes amenazas al desarrollo sostenible por ausencia de un ordenamiento territorial como parte de los procesos de gestión de desarrollo (GTZ, 2005).

1.1.2 Postura epistémica

Pereira (1999), el hombre “no es un peregrino errante, un pasajero proveniente de otras partes y perteneciente a otros mundos. No. Él es hijo/hija de la tierra. Él es la misma tierra en su expresión de conciencia, de libertad y de amor. La idea anterior nos recuerda un vínculo estrecho, emergimos de la tierra. Somos un producto del sistema de la vida terrestre, y es desde esa realidad, que hemos de comprender y asumir la responsabilidad humana en el presente y futuro, no solamente como especie, sino sobre todo como miembros del sistema de vida terrestre.

Para lograr una auténtica gestión local de estos ecosistemas es necesario contar con el contexto institucional y económico adecuado, que soporte e impulse la gestión territorial. Para que esto sea posible es necesario que las organizaciones cumplan con sus roles de proteger, conservar y preservar los recursos naturales y medio ambiente, apoyándose en sus principios, conductas, valores, en su pro actividad al cambio, solo así podrán alcanzar a la gestión sostenible del territorio (Leopold, 2003).

1.2 FORMULACIÓN DE INVESTIGACIÓN

Los Estados deben tener servicios de información agrícola y forestal, así como de los distintos aspectos del sector; producción, económico, social, cultural, ambiental industrial, etc, que permitan la mejor formulación de las políticas, estrategias, programas y leyes sectoriales y disponer esta información a toda la comunidad. Entonces es preciso formular algunas cuestiones, las cuales formarán parte de la investigación:

- Dónde están localizadas las tierras agrícolas y forestales, cuáles son sus potencialidades y limitaciones de uso?,
- ¿Cuánto de uso adecuado o inadecuado de la tierra existen en las áreas de la microcuenca del río Ticaraya?,
- Cuáles son las variables biofísicas y socioeconómicas claves que relacionan el tipo de uso de la tierra en la microcuenca del río Ticaraya?
- Qué políticas ambientales de aprovechamiento sostenibles en las unidades de gestión agrícola y forestal se requieren establecer, para optimizar los ingresos netos, la mano de obra agrícola, minimizar los conflictos de uso de la tierra, satisfacer la demanda de mercados y elevar el nivel de vida en el agroecosistema de la microcuenca hidrográfica de río Ticaraya?.

1.3 INTENSIÓN PARA INVESTIGAR

Antes de detallar esta etapa de recopilación, estructuración e ingreso de información al servicios de la comunidad, es importante hacer notar que para la implementación de un bien o servicio, es imprescindible tener la información necesaria para todos los procesos que se pretenden realizar y todos los resultados que se pretenden lograr con una calidad satisfactoria a los objetivos del sistema. Por lo tanto se estima importante recalcar que un sistema con deficiencia en la calidad y cantidad de su información significará que el sistema entregue resultados de baja calidad por lo que los esfuerzos por implementarlo no se justificarán a la luz de los resultados logrados.

En la gestión territorial; el análisis multitemporal permite detectar cambios entre diferentes fechas de referencia, deduciendo la evolución del medio natural o las repercusiones de la acción humana sobre ese medio (Chuvieco, 1996).

1.4 HIPÓTESIS

1.4.1 Hipótesis general

El modelamiento de uso de la tierra es un instrumento de planificación que localiza sus potencialidades para el uso óptimo de los recursos agrícolas y maximiza los ingresos agrícolas netos en el área de estudio por campaña agrícola.

1.4.2 Hipótesis específicas

- Las tierras agrícolas y forestales están distribuidas aleatoriamente en el área de la microcuenca del río Ticaraya, su de aptitud de uso, está relacionada con los factores biofísicos y con las limitaciones agrológicas,
- Los tipos de uso de las tierra; tanto el sobre uso, sub uso y el uso adecuado, dependen del tipo de factores ambientales, actividades agrícolas, pecuarias y socioeconómicas intervenidas, y se localizan aleatoriamente en el área de estudio,
- Los tipos de uso de la tierra están relacionados y caracterizados por las variables biofísicas y socioeconómicas en la microcuenca del río Ticaraya,
- Las políticas de unidades de gestión ambiental y social UGAS, están relacionados con los factores ambientales, con sus limitaciones y demandas en el espacio y tiempo.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo general

Modelar el uso de la tierra para utilizar como instrumento de planificación en la gestión sustentable de las unidades ambientales en la microcuenca del río Ticaraya y localizar sus potencialidades para el uso óptimo de los recursos agrícolas y forestales para maximizar los ingresos agrícolas netos en el área de estudio en el espacio y tiempo.

1.5.2 Objetivos específicos

- Zonificar las potencialidades de aptitud de uso de las tierras agrícolas, forestales y sus limitaciones agrológicas en la microcuenca del río Ticaraya.
- Modelar el tipo de uso actual de la tierra en unidades cartográficas en la microcuenca del río Ticaraya.
- Caracterizar y modelizar las relaciones de los factores biofísicos y socio-económicas para la planificación de las actividades agrícolas y forestales sostenibles en la microcuenca del río Ticaraya.
- Zonificar las unidades de gestión ambiental y social UGAS; para diseñar el plan de gestión de ordenamiento agroecológico sostenible, optimizando el uso de la tierra, minimizando los conflictos de su uso y maximizando los ingresos netos en el tiempo y espacio de la microcuenca del río Ticaraya.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES

La propuesta de ordenamiento territorial para la subcuenca del río Copán se elaboró a partir de la modelación de la situación actual y considerando variables biofísicas y socioeconómicas. Esta propuesta permitió orientar la planificación del ordenamiento del territorio en la zona (Guillén, 2004).

Mediante un mapa adicional se buscó determinar las áreas que muestran conflictos de uso, según el ordenamiento territorial propuesto y el uso actual de la tierra, el mapa refleja; que el 63,4 % de áreas tienen conflictos de uso, mientras que el 36,6 % muestra un uso correcto. Si se comparan los mapas conflictos entre ordenamiento territorial propuesto y uso actual, se puede observar que en el último se da una disminución en las áreas con conflictos de uso de la tierra; tal situación permite encaminar acciones para planificar adecuadamente el ordenamiento territorial (Guillén, 2004).

En la modelación de un bosque nativo en la región Puno, se concluyó; que, el bosque nativo está fuertemente relacionado mediante los elementos climáticos:

Temperatura media anual entre 4.19°C y 9.27°C, precipitación media anual 582.10 y 738.38mm, la zona supera la oferta hídrica para los meses setiembre a abril y deficitario entre mayo y agosto, altitud 3825 a 4750 msnm, pendiente 0.00 hasta 75%, tierras con vocación forestal 2,311.80 ha. Uso forestal actual adecuado 351.90 ha, población total de la microcuenca 4,997 habitantes, tasa de crecimiento poblacional 2.28%, cuenta con una población económicamente activa de 816 jornales y de ésta el 15% se ocupa en las actividades forestales (Ortiz, 2017).

2.2 MARCO DE REFERENCIA

2.2.1 Potencialidades de tierras por capacidad de uso mayor

Según el Congreso de la República del Perú CRP (2009), aprueba el D.S. 017-2009-MA, Reglamento de clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor, y en su Art. 1°, señala; la finalidad y alcances de la reglamentación sobre capacidad de uso mayor de las tierras; a) Promover y difundir el uso racional continuado del recurso suelo con el fin de conseguir de este recurso el óptimo beneficio social y económico dentro de la concepción y principios de desarrollo sostenible.

MINAN (2010), considera tomar en cuenta entre otros instrumentos de gestión de los recursos naturales y medio ambiente en el Perú, las siguientes normas:

- LEY N° 28611. “Ley General del Ambiente”. TÍTULO III - Integración de la legislación ambiental. Capítulo 1 - Aprovechamiento sostenible de los recursos naturales; Artículo 85.- De los recursos naturales y del rol del Estado.

- LEY N° 26821. Ley Orgánica para el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales. Título II - El Estado y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales.
- Decreto Supremo N° 087-2004-PCM. Reglamento de Zonificación Ecológica Económica.
- D.S. N° 019-2009-MINAM. “Reglamento de la Ley N° 27446 Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental”.

2.2.2 Uso actual de la tierra y conflictos de uso

Según ICE (1999), el conflicto es el contraste entre el uso actual y la capacidad de uso y ha sido denominado divergencia, según Maldonado (1997), conflicto y confrontación según MAGFOR (2000), o adecuación del uso de la tierra a su capacidad. En la mayor parte de las metodologías de ordenación territorial basada en la capacidad de uso se obtiene finalmente un mapa de evaluación del suelo y estado actual del territorio (Lücke, 1998).

Según Ortiz (2017), la Unión Geográfica Internacional UGI, Clasifica; en general las tierras sometidas a diferentes presiones de uso en:

- Áreas Urbanas y/o instalaciones gubernamentales y privadas
 - Centros poblados
 - Instalaciones de gobierno y/o privadas (carreteras, granjas, canales, establos, huacas)
- Terrenos con hortalizas
- Terrenos con huertos de frutales y otros cultivos perennes

- Terrenos con cultivos extensivos (papa, camote, yuca, etc.)
- Áreas de praderas mejoradas permanentes
- Áreas de praderas naturales
- Terrenos con bosques
- Terrenos pantanosos y/o cenagosos
- Terrenos sin uso y/o improductivos:
 - Tierras en barbecho (preparación o descanso temporal)
 - Terrenos agrícolas sin uso (actualmente abandonados)
 - Terrenos de litoral, caja de río
 - Áreas sin uso no clasificadas.

2.2.3 Optimización de los recursos y maximización de los ingresos netos

Existen algunos principios que debemos considerar para el desarrollo de un modelo Multi-criterio para la toma de decisiones, estos son:

- El modelo es desarrollado siguiendo los principios de generalización y simplificación de la realidad, este debe ser fácil de entender y simple de comunicar e informar.
- El número de criterios de evaluación deben ser definidos de forma que el modelo describa de la mejor manera posible la problemática, con la menor cantidad de criterios posibles, cuanto más criterios son utilizados en el desarrollo del modelo, más complicado se hace el mismo.

- La evaluación de los criterio debe ser explicitada, cuantificable, operacional, no redundante y simple (Malczewski, 2000).

Guillén (2004), relaciona la optimización de los recursos con la maximización de los beneficios y expresa; Las condiciones del problema se representaron de la siguiente forma:

Límite de tierra: el área asignada a cada uso del suelo debe ser igual a las áreas generadas en las UTH, y la sumatoria no debe sobrepasar el área que comprende la subcuenca.

Límite de capital: el costo de producción no debe superar el capital disponible con el que cuentan los productores.

Límite de mano de obra: la cantidad de jornales utilizados para la producción debe ser menor o igual a la población económicamente activa de la subcuenca.

Límite de consumo: las áreas cultivadas deben asegurar el autoconsumo de la población.

Con la definición de estas limitaciones se maximizó el ingreso neto de la subcuenca según las condiciones actuales, para finalmente generar el escenario base.

2.3 MARCO CONCEPTUAL

2.3.1 Gestión territorial

La gestión territorial supone un proceso de ampliación del control, manejo y poder de decisión del uso de los recursos que existen en un determinado

espacio por parte de sus actores. Por ello, no basta delimitar administrativa o geográficamente un territorio, sino que también es necesario tomar en cuenta la capacidad de influir y controlar los medios, instrumentos y recursos para la toma de decisiones estratégicas (Rosa, 2003).

Las entidades que trabajamos en procesos de desarrollo, constatamos que, muchas veces, el factor limitante para que las familias campesinas puedan atender sus necesidades básicas es la ausencia de una adecuada “gestión del territorio” y de sus potencialidades (Alba, 2009).

2.3.2 Manejo de recurso natural Altoandino

Según MINAM (20010), porción de la región andina arriba de los 3800 msnm.

2.3.3 Uso sostenible de la tierra

Es importante señalar algunos instrumentos de gestión de la tierra con fines de producción agropecuaria sostenible; la zonificación económica ecológica, zonificación agroecológica, el ordenamiento de tierras agrícolas, el ordenamiento de unidades de gestión ambiental. Asimismo, la clasificación de tierras por capacidad de uso mayor se dispondría de una herramienta de vinculación para canalizar los recursos de acuerdo a las potencialidades, demandas de la población, armonizando con el uso actual de la tierra y actividades de conservación, protección y producción como base del desarrollo sostenible.

Para planificar adecuadamente el futuro de la provincia se realizó, la identificación de sus potencialidades y limitaciones, qué alternativas hay de uso sostenible y dónde se pueden desarrollar las diversas actividades productivas. Sin esta información no es posible planificar el desarrollo (Domínguez, 2008).

Para lograr una auténtica gestión local de ecosistemas Agrícola forestales es necesario contar con el contexto institucional y económico adecuado, que soporte e impulse la gestión territorial. Para que esto sea posible es necesario que las organizaciones cumplan con sus roles de proteger, conservar y preservar los recursos naturales y medio ambiente, apoyándose en sus principios, conductas, valores, en su proactividad al cambio (sustentabilidad), solo así podrán alcanzar a la gestión sostenible del bosque nativo (Ortiz, 2017).

2.3.4 Unidad de gestión ambiental

Una de las unidades de ordenamiento es la cuenca hidrográfica la cual permite desarrollar una visión integral, considerando al agua como principal eje de desarrollo y calidad de vida. Esta unidad territorial base se define integrando factores biofísicos, sociales y económicos, el diagnóstico permite la zonificación y en ellas se esquematizan: las unidades de aprovechamiento agrícola sostenible, aprovechamiento forestal sostenible, conservación, protección y restauración. (Ramírez, Cruz, & Morales, 2016). La aplicación de SIG tiene mucha importancia por cuanto presenta los diferentes escenarios en modelos actuales y prospectivos (Faustino, 2006).

2.3.5 Políticas ambientales

2.3.5.1 Aprovechamiento sostenible de recursos naturales

Se aplica en zonas donde existen usos productivos actuales o potenciales, así como áreas con características adecuadas para el desarrollo. En general se aplica cuando el uso del suelo es congruente con su vocación natural (Ramírez, Cruz, & Morales, 2016).

2.3.5.2 Protección

Se propone para las zonas donde actualmente se cuenta con decreto de área de protección de flora y fauna natural. También se incluye aquellas áreas que dadas las características geoecológicas, endemismo de la flora y la fauna, diversidad biológica y geográfica altas, funciones y servicios ambientales que proporcionan (Ramírez, Cruz, & Morales, 2016).

2.3.5.3 Conservación

Presentan alto valor ecológico. Como criterio fundamental de estas políticas se considera no cambiar el uso actual del suelo, lo que permitió mantener los hábitats de muchas especies de animales y plantas, prevenir la erosión inducida por la deforestación y asegurar la recarga de los acuíferos (Ramírez, Cruz, & Morales, 2016).

2.3.5.4 Restauración

Está dirigida a las áreas con procesos acelerados de deterioro ambiental, se enfoca a revertir los problemas ambientales identificados o bien su mitigación, la recuperación de tierras no productivas y el mejoramiento en general con fines de aprovechamiento, protección y conservación.

2.3.6 Modelización por unidades de sustentabilidad ambiental

Sintetiza el valor de sustentabilidad ambiental de una unidad o sector territorial, dado en función de su importancia como hábitat para la fauna y flora desde la percepción de gestión ambiental.

Los modelos y criterios que se aplican en la modelización deben ser consensuados, que respondan a las características y las particularidades del territorio. Dentro de los modelos de valoración, por ejemplo cita el “Análisis Multicriterio-SIG” (Rojas, 2013).

2.3.7 Cartografía base

Es la representación plana de la superficie terrestre a través de sus elementos como, escala, coordenadas, curvas a nivel, cotas, red hidrográfica, lagos, lagunas y centros poblados. A partir de esta información básica se pueden generar mapas temáticos (MINAN, 2010).

La conclusión; en los trabajos de ordenamiento territorial OT, si fuese realmente participativo desde de la recolección de datos hasta la creación de mapas, podría contribuir de manera significativa a la democratización de la sociedad (GTZ, 2005).

2.3.8 Mapa temático

Mapa que muestra ciertas características particulares y su distribución sobre la superficie terrestre, como por ejemplo: mapa fisiográfico, mapa de vegetación, mapa de suelos, mapa geológico, etc. (MINAN, 2010).

2.3.9 Zonificación agroecológica

Según Pineda & Suárez (2014), se desarrolló una investigación sobre el ordenamiento agroecológico, se tomó el municipio de La Libertad como ejemplo para el desarrollo de esta investigación a través de material cartográfico se delimitó el área y se obtuvo la información altimétrica del lugar. Esta información conjuntamente con la suministrada por estaciones meteorológicas vecinas al municipio se procesó en el software ArcGIS versión 9.3 para obtener los mapas geomorfológicos (altitud y pendiente) y los climáticos (isotermas e isoyetas). El mapa asociado a los tipos de suelos, como elemento importante en toda zonificación agroecológica fue una limitación debido a que no se cuenta con estudios de este tipo en el municipio.

En el ámbito de la planificación agrícola, la zonificación agroecológica es una de las principales herramientas empleadas para disminuir los riesgos a los que está sometida la agricultura, la misma tiene como objetivo otorgar espacios a cultivos atendiendo a sus exigencias edafoclimáticas para garantizar en gran medida el crecimiento, desarrollo y rendimiento de los mismos.

Para determinar las bases de la zonificación agroecológica para los cultivos existe diversidad de métodos científicos utilizados

internacionalmente. Sin embargo, cada estudio tiene sus particularidades, determinadas entre otros aspectos por la disponibilidad de información ambiental (Espinosa & Roquera, 2007).

2.3.10 Ordenamiento ecológico OE

Es un instrumento de política ambiental para regular el uso del suelo y promover un desarrollo sustentable, y que pretende maximizar el consenso entre los sectores y minimizar los conflictos ambientales por el uso del territorio. El ordenamiento ecológico debe considerarse como un proceso de planeación continuo, participativo, transparente y metodológicamente riguroso y sistemático (Beltrán, 2014).

2.3.11 Modelo matemático (Determinística y Estocástica)

En los supuestos hechos hasta ahora respecto a los métodos kriging se ha asumido que la variable regionalizada es estacionaria (al menos se cumple con la hipótesis intrínseca). En muchos casos, la variable no satisface estas condiciones y se caracteriza por exhibir una tendencia. Por ejemplo en hidrología los niveles piezométricos de un acuífero pueden mostrar una pendiente global en la dirección del flujo (Samper, 1990). Para tratar este tipo de variables es frecuente descomponer la variable $Z(x)$ como la suma de la tendencia, tratada como una función determinística, más una componente estocástica estacionaria de media cero.

La producción de un cultivo (PC) en un espacio, sirve como ejemplo para mostrar una forma particular de la función de producción, donde la variable dependiente PC puede ser expresada en función de los costos de

producción (CA), la depreciación de capital (DC) y los costos de mano de obra (MO) por medio de la siguiente ecuación (Pérez, 2007).

$$PC = e^{-0.26} * CA^{0.76} * MO^{0.29} * DC^{0.02}$$

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 LOCALIZACIÓN DE ÁREA DE INVESTIGACIÓN

3.1.1 Ubicación política

Región : Puno

Provincia : Chucuito

Distrito : Pomata

3.1.2 Ubicación geográfica

Altitud : 3825 – 4800 msnm

Latitud norte : 818000 – 8204000

Longitud este : 455000 – 485000

3.1.3 Ubicación hidrográfica

Cuenca hidrográfica : Lago Titicaca

Microcuenca : Ticaraya

Área : 247.08 km²

Perímetro : 35874.89 m (Figura 9).

3.2 VARIABLES DEPENDIENTES EN ESTUDIO

3.2.1 Variables independientes y dependientes para el objetivo 1

Variable dependiente: Frecuencia de distribución espacial de grupos, clases, subclases de tierras

Variable independiente: Espacio territorial de la microcuenca de río Ticaraya

3.2.2 Variables independientes y dependientes para objetivo 2

a.1) Variables dependientes: Frecuencia de distribución de tipo de uso actual de la tierra

- Áreas Urbanas y/o instalaciones gubernamentales y privadas
- Terrenos con hortalizas
- Terrenos con huertos de frutales y otros cultivos perennes
- Terrenos con cultivos extensivos (papa, camote, yuca, etc.)
- Áreas de praderas mejoradas permanentes
- Áreas de praderas naturales
- Terrenos con bosques
- Terrenos pantanosos y/o cenagosos
- Terrenos sin uso y/o improductivos

a.2) Variables independientes: Aptitud de uso de la tierra

- Tierras aptas para cultivos en limpio,

- Aptitud para pastos,
- Aptitud forestales y
- Protección

b) Conflicto de uso de la tierra

b.1) Variables dependientes

- Sobre uso
- Sub uso
- Uso adecuado

b.2 Variables independientes

- Rangos de distribución espacial de la tierra
- Aptitud de uso de la tierra
- Usos, costumbres y tradiciones

3.2.3 Variables independientes y dependientes para objetivo 3.

Variables dependientes: mapa de Isotermas, Mapa Isoyetas, fauna silvestre en extinción y amenazada, zonas de vida, tipo de pendientes, densidad poblacional y PEA agrícola y Cobertura vegetal

Variables independientes: Altitud, distancia entre puntos de control de campo, población total del territorio, requerimiento de cultivos y plantaciones, disponibilidad de mano de obra total.

3.2.4 Variables independientes y dependientes para el objetivo 4

Variables dependientes: Implementación de políticas de gestión ambiental en unidades de aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, conservación de especies amenazadas, protección de áreas naturales y restauración de tierras degradadas

Variables independientes: Tipo de accesibilidad, clase de unidad u origen de suelos, distribución de tipo de uso de la tierra restricciones legales y ambientales, zonas altitudinales, tipo de

3.3 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN POR OBJETIVOS

El estudio se caracteriza por los siguientes métodos, modelos estadísticos, geoestadísticos, y matemáticos:

Método de investigación: Análisis espacial y temático o contenido. Método No experimental; en el trabajo de investigación no existe una relación causal entre las variables, ni se manipuló intencionalmente una variable, aunque, también se dice carácter cuasi experimental, porque, los parámetros físicos, químicos son valores continuos que provienen de muestras de suelos analizados en laboratorio. Transversal; esta investigación correlacionó propiedades cuantitativas de las variables en un tiempo determinado. Enfoque de investigación: Sistémico.

Prueba estadística: Chi Cuadrado para las medianas de los datos ordinales, mediante la prueba estadística propuesta por Cruskal-Wallis; Este contraste permitió definir si se acepta o no la hipótesis, y de que variables dependientes tienen algún tipo de relación con las variables independientes. El único supuesto

necesario es que las distribuciones subyacentes de las variables sean continuas y que éstas hayan sido medidas por lo menos en una escala ordinal.

$$H_0 = \frac{\frac{12}{N(N+1)} \sum_{j=1}^K \frac{R_j^2}{n_j} - 3(N+1)}{1 - \frac{\sum T}{N^3 - N}}$$

Si H_0 es cierta y los tamaños muestrales son todos mayores, el estadístico H se distribuye aproximadamente como chi-cuadrado con $k-1$ grados de libertad. La aproximación es tanto mejor cuanto mayor es el número de muestras y el tamaño de las mismas.

Cuando se producen empates, es decir, cuando varias observaciones de la misma o de distintas muestras son iguales (t) y a todas se les asigna el mismo rango ($j=1, g=n$), es necesario dividir el valor de H_0 por la siguiente relación de corrección:

$$T = 1 - \frac{\sum_{j=1}^{g=n} T}{N^3 - N}$$

3.3.1 Objetivo 1: Zonificación de potencialidad de tierras

3.3.1.1 Método “Clasificación de tierras por capacidad de uso mayor CTCUM”

En la “Zonificación de CTCUM y Taxonomía de suelos”, se utilizó la norma técnica peruana D.S. 017-2009-AG; Clave 10. En la prueba estadística de hipótesis se utilizó la función matemática Determinística y Estocástica Spline, y se correlacionó con la variable Altitud del área de estudio y tipos de pendientes.

3.3.1.2 Nivel, tipos, método y enfoque de investigación

Contiene un nivel de estudio descriptivo, que por su carácter de investigación es correlacional, cuyo alcance es identificar la incidencia entre las variable V_x = “Altitud y Tipo de pendiente”, los cuales son variables independientes, que influyó sobre las variables dependiente V_y = “Grupo, clase y sub-clase de la tierra y suelo”.

La función matemática Determinística está representada por matrices vectoriales poligonales y la correlación se graficó con el software MatLab, y la clasificación de tierras se cartografió con el software ArcGis10.3.

3.3.1.3 Nivel de investigación científica

El nivel de estudio aplicado es detallado, el mapa base se cartografió en escala no menor a 1:50 000 en impresión tamaño A4 y los mapas temáticos en escala 1/25 000 en formato A2. En ambos casos, la escala de trabajo fue el formato raster en escala 1:1 800.

3.3.2 Objetivo 2: Modelamiento de tipo de uso de la tierra

3.3.2.1 Método estadístico No Paramétrico de las medianas para generar el uso actual de la tierra

Se empleó la prueba de Chi Cuadrado de Kruskal-Wallis para comparar más de dos rangos (Sobre uso, sub uso, uso adecuado de tierras); La prueba de Cruskal-Wallis, es una alternativa a la

prueba F. En este caso se comparan varios grupos pero usando la mediana de cada una de ellas, en lugar de las medias.

H_0 : La mediana de las k poblaciones consideradas son iguales o estadísticamente no son diferentes, y

H_a : Al menos una de las poblaciones tiene mediana distinta a las otras.

$$H_0 = \frac{\frac{12}{N(N+1)} \sum_{j=1}^K \frac{R_j^2}{n_j} - 3(N+1)}{1 - \frac{\sum T}{N^3 - N}}$$

Donde, N es el total de datos, R^2 cuadrado de la suma de rangos o categorías.

3.3.2.2 Modelamiento con SIG

Se sobrepusieron dos o más capas temáticas en la estructura raster y vectorial en el programa Erdas y ArcGis con el objeto de adquirir, almacenar, clasificar, convertir y procesar imágenes satelitales Landsat8 y Sentinel2. Previamente se georeferenciaron. Se aplicó la clasificación supervisada en el software Erdas a partir de los puntos de control de campo, levantados con un GPS, en diferentes puntos de tipos de uso de la tierra del área de estudio. El método utilizado en el programa fue la “Clasificación por proximidad de los píxeles”.

3.3.3 Objetivo 3. Modelamiento de Variables No paramétricas

3.3.3.1 Mapa de calor

Se generó el mapa de calor para determinar la temperatura media anual con una frecuencia de 50 años en el entorno y en el área del proyecto. Se utilizará el método matemático Determinístico para distribuir la temperatura mediante la interpolación en el algoritmo Spline, los modelos a utilizarse son:

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

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

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

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

Donde:

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

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

$T_{x,y}$ = Temperatura mensual en °C

r = Gradiente

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

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

3.3.3.2 Método Geoestadístico (Algoritmo de Krigin) para generar mapa de precipitaciones

Para la distribución de valores de la precipitación se utilizó el modelo Semivariograma Normal Predictivo de Geoestadística (Leal-Nares, 2010).

El algoritmo Kriging Predictivo. Este modelo se basa en una función continua, la cual muestra el comportamiento de una variable en distintas direcciones de un espacio geográfico, y permite asociar la variabilidad de la estimación con la distancia a partir de los puntos de control. Los valores de la precipitación, se calcularon con la herramienta *Geostatistical Analyst* y calculadora Álgebra de Mapas en el software ArcGis 10.3. El cual se representa con (γ):

$$\gamma^*(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{|x_i - x_j| = |h|} (z(x_i) - z(x_j))^2$$

Dónde: $\gamma(h)$ y $N(h)$ = Semivariograma Experimental para todas las muestras localizadas en el espacio y el número total de pares de muestras, ambos se encuentran separados por una distancia h .

$Z(x)$ = Valor de la muestra en una localización x

$Z(j)$ = Valor de la muestra a la distancia h desde j .

Por su importancia y generalidad de estudio se procesó, se estimó y modeló en la función geoestadística “semivarianzas” o “semivariograma” (Díaz, 2002).

3.3.4 Objetivo 4: Modelización de unidades de gestión ambiental UGAS

Fue la línea base de optimización importante para el establecimiento de las políticas ambientales; Aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, protección, conservación y resutaración ambiental. Cada unidad de uso actual de la tierra ha sido analizada en su respectiva política ambiental y en un sistema matricial, dándole valores a cada criterio mediante el método Multicriterio – SIG.

3.3.4.1 Modelo matemático para optimización de tipo de usos de tierras por unidades de gestión ambiental UGAS.

Se ha generado el siguiente modelo matemático:

$$EMC - SIG = f [3CAS * 2RL-BF * 2PEA * ZA * TP * AU]$$

Los criterios entrantes fueron: Tipo de accesibilidad a la unidad AU, restricciones legales y biofísicas RL-BF, calidad agrológica de suelos CAS, zona altitudinal ZA y tipo de pendiente TP.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 ZONIFICACIÓN DE APTITUD DE USO DE LA TIERRA EN LA MICROCUENCA DEL RÍO TICARAYA

4.1.1 Aptitud de tierras por capacidad de uso mayor

En el cuadro 1, se observan; 20 unidades de tierras aptas para cultivos en Limpio “A” de 593.43ha, (24.03%), grupo Forestal “F” con 171.93ha (6.96%), grupo Miceláneo “M” con 46.29ha (1.87%), luego 10 unidades de pastos naturales “P” con 568.07ha (22.99%), el grupo Protección de 858.96ha (34.77%), y finalmente la asociación Cultivos en Limpio y Forestal “A-F” con 232.06ha (9.39%).

En la Figura 2, se visualiza en primer lugar las tierras del grupo Protección “X”, seguido por los grupos “A” y “P”. Por lo tanto, el ecosistema que comprende la microcuenca es “Frágil”, y los factores limitantes son la severidad del clima, baja fertilidad de suelos para el grupo “A” y media para los grupos “P” y “F”, erosión moderada para tierras del grupo “A” y severa para “F”, las tierras próximo al Lago Titicaca presentan drenaje

pobre, e inundaciones estacionales moderada, sobre todo por la crecida del nivel del Lago Titicaca y del río Ticaraya.

4.1.2 Método estadístico (Prueba de hipótesis para vocación de tierras por el método Chi cuadrado no paramétrico de Cruskal Wallis)

Mediante el método prueba estadística de Chi Cuadrado propuesto por Cruskal-Wallis se comprobó la hipótesis nula para el objetivo 1, que dice;

Cuadro 1. Potencialidad de tierras por grupos de Capacidad de Uso.

ID	Descripción	Grupo	Clase	Sub clase	Potencialidad	Área ha	Porcentaje
I	Grupo A					593.43	24.02
1	Cultivo en limpio clase agrológica baja	A	3	sc	A3sc	431.99	17.48
2	Cultivo en limpio clase agrológica baja	A	3	sce	A3sce	6.11	0.25
3	Cultivo en limpio clase agrológica baja	A	3	scw	A3scw	155.34	6.29
II	Grupo F					171.93	6.96
4	Forestal clase agrológica baja	F	3	ec	F3ec	129.18	5.23
5	Forestales clase agrológica media	F	2	ec	F2ec	42.75	1.73
III	Grupo M					46.29	1.87
6	Miselanea	M			M	46.29	1.87
IV	Grupo P					568.07	22.99
7	Pastos calidad agrológica baja	P	2	ec	P3ec	182.07	7.37
8	Pastos calidad agrológica baja	P	3-2	sec	P3s-F2ec	2.06	0.08
9	Pastos calidad agrológica baja	P	3	sc	P3sc	93.83	3.80
10	Pastos calidad agrológica baja	P	3	sce	P3sce	0.71	0.03
11	Pastos calidad agrológica baja	P	3	scw	P3scw	14.57	0.59
12	Pastos calidad agrológica baja	P	3-2	sec	P3se-F2ec	8.34	0.34
13	Pastos calidad agrológica baja	P	3	swi	P3swi	98.54	3.99
14	Pastos calidad agrológica media	P	2	ec	P2ec	1.27	0.05
15	Pastos calidad agrológica media	P	2	swc	P2swc	95.67	3.87
16	Pastos calidad agrológica media	P	2	swi	P2swi	71.00	2.87
V	Grupo X					858.96	34.77
17	Protección	X		ec	Xec	858.96	34.77
VI	Asociación A-F					232.06	9.39
18	Sistema Agroforestal	A-F	3-2	sec	A3se-F2ec	20.33	0.82
19	Sistema Agroforestal	A-F	3-3	sec	A3se-F3ec	3.52	0.14
20	Sistema Agroforestal	A-F	3-3	sec	F3ec-A3se	208.21	8.43

Fuente: Arc Gis 10.2.

“Las medianas de los datos de distribución de cada grupo de aptitud de tierras, es igual”. Este enunciado estadístico resultó altamente significativo, lo que indica, que por lo menos uno de los grupos tiene distribución diferente en superficie; debido a la influencia de los factores

biofísicos independientes y gestión socioeconómica diferente para cada grupo.

Cuadro 2. Distribución de datos no paramétricos.

ID	Rango ha	A	AF	F	P
1	0 - 3	148	39	13	300
2	3.1 - 12	33	9	3	58
3	12.1 - 42	9	3	1	3
4	42.1 - 118	2	1	1	
5	188.1 - 260			1	
	Distribución	192	52	19	361
	Total rangos	4	4	5	3

Fuente: Arc Gis 10.2.

ID	Rango ha	A	AF	F	P
1	0 - 3	15	13	11	16
2	3.1 - 12	12	9.5	6.5	14
3	12.1 - 42	9.5	6.5	1.5	6.5
4	42.1 - 118	5	1.5	1.5	
5	188.1 - 260			1.5	
	Valor ordinal	41.5	30.5	22	36.5

Fuente: Arc Gis 10.2.

Calculando los datos no paramétricos tenemos el siguiente resultado:

$$12/272 * (41.5^2/4 + 30.5^2/4 + 22^2/5 + 36.5^2/3) - 3 * (16 + 1) / (1 - (4^3 - 4 + 3^3 - 3 + 2^3 - 2 / 16^3 - 16)) = 53.79 \text{ (Ver ítem "Método Chi cuadrado")}$$

Comparando el valor resultante en la tabla de distribución crítica de Chi², se tiene 7.815 para 3 G.L. y α 0.05 de nivel de significancia. El valor de la prueba de hipótesis nula es (53.79%), estadísticamente este valor es altamente significativo. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula Ho y se acepta la hipótesis alterna H1. Lo que quiere decir; que los grupos de tierras difieran significativamente en su distribución espacial y dependen fuertemente de los factores limitantes que los rodean.

4.2 MODELIZACIÓN DE TIPO DE USO ACTUAL DE LA TIERRA

4.2.1 Distribución de uso actual de la tierra

Cuadro 3, la información corresponde a unidades de uso actual de la tierra, se hizo de esta manera para que la zonificación sea utilizada y aplicada como instrumento de gestión de la política de la competitividad de la agricultura familiar sostenible. Además, era necesario ajustar la metodología de clasificación de uso actual de la tierra al reglamento de la Unión Geográfica Internacional UGI, en función de la información insitu disponible de usos actuales potenciales y alternativos, compatibles con la realidad, cuya unidad cartográfica corresponde a usos; agrícola, forestal, cobertura vegetal, cuerpos de agua, erosión de suelos, y servicios ambientales (utilizadas con edificaciones de viviendas, locales comunales, caminos vecinales, etc.) Figura 11. Anexo 2.

Además, el cuadro 3, sitúa la distribución de uso actual de la tierra en primer lugar a la unidad cartográfica Afloramiento Lítico con 639.69ha, 25.53% de ocupación respecto a superficie total de la microcuenca, y es considerada principalmente en el grupo de tierras de protección (Cuadro 1, y Mapa 11). Este tipo de uso es considerado “fragil” para el desarrollo sostenible del territorio (Ruiz, 2013), Sin embargo, (Cuadro 1) se superaría esta limitación asociando las potencialidades para cultivos en limpio “A” (24.02%) y sistemas asociados para agroforestería “A-F” (9.39%).

Esta propuesta permitió orientar la planificación del ordenamiento del territorio en la zona (Guillén, 2004).

Cuadro 3. Distribución de uso actual de la tierra.

ID	Nombre de uso	Símbolo de uso	Área ha	Porcentaje
1	Afloramiento lítico	Alí	630.696712	25.53
2	Bofedal	Bo	200.494011	8.12
3	Cuerpo de agua	Ca	126.146687	5.11
4	Cultivos Altoandinos	Cul	381.486725	15.44
5	Erosión	Er	17.6037706	0.71
6	Pajonal de Chilligua	Pch	187.39436	7.58
7	Pajonal de Ichul	PI	107.697928	4.36
8	Servicios Ambientales	Sa	46.2921472	1.87
9	Sistema Agroforestal	SAF	353.557195	14.31
10	Tierras con vegetación escasa	Tve	296.899555	12.02
11	Tierras en descanso	Tde	58.7170287	2.38
12	Tierras Hidromórficas	THi	63.6590212	2.58

Fuente: Arc Gis 10.2.

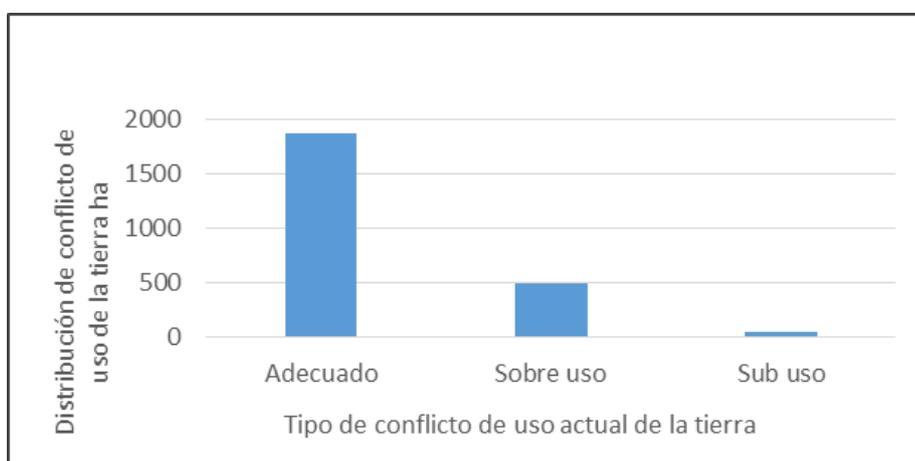


Figura 1. Distribución de conflicto de uso actual de la tierra.

4.2.2 Modelización de conflicto de uso de la tierra

Cervantes (2012), Indica, que cuando la tierra es utilizada de acuerdo a su capacidad se dice que está en uso adecuado, en el caso contrario está en conflicto. Se pueden tener dos tipos de conflictos, el primero se da cuando la actividad que se está realizando es de mayor intensidad a la que la tierra puede soportar, en este caso el conflicto es el “sobreuso”, el segundo caso es el “sub uso” que se da cuando la tierra se utiliza por debajo de su potencial.

Cuadro 4 y Figura 12. Exsiven 76% de uso adecuado, con 508,43ha en el grupo de tierras “Cultivos en Limpio” seguido por el grupo de protección “X” 717.23Ha. En cambio para las actividades inadecuadas (sobreuso y subuso) suman 22%, de conflicto de uso de tierras. (Cervantes, 2012), En un trabajo de investigación determina 26.2% de uso inadecuado y señala a las prácticas de sobre uso y subuso. Por lo que es urgente corregir los conflictos de uso de la tierra con la implementación de medidas correctivas en un plan de ordenamiento agroecológico.

Guillín (2004), Indica, que mediante un mapa adicional se buscó determinar las áreas que muestran conflictos de uso, según el ordenamiento territorial propuesto y el uso actual de la tierra, el mapa refleja; que el 63,4 % de áreas tienen conflictos de uso, mientras que el 36,6 % muestra un uso correcto.

Cuadro 4. Conflictos de uso actual de la tierra.

ID	Descripción de vocación de tierras	Grupo	Tipo de uso actua	Área ha	Porcentaje
1	Cultivo en limpio clase agrológica baja	A	Adecuado	508.429931	20.5781129
2	Cultivo en limpio clase agrológica baja	A	Sobre uso	42.8067093	1.732552
3	Cultivo en limpio clase agrológica baja	A	Sub uso	42.1974606	1.70789337
4	Forestal clase agrológica baja	F	Adecuado	1.03670442	0.04195941
5	Forestal clase agrológica baja	F	Sobre uso	128.141111	5.18636313
6	Forestales clase agrológica media	F	Adecuado	1.76802942	0.07155894
7	Forestales clase agrológica media	F	Sobre uso	40.9869575	1.65889966
8	Miselanea	M	No corresponde	46.2921472	1.87362107
9	Pastos calidad agrológica baja	P	Adecuado	376.20688	15.226538
10	Pastos calidad agrológica baja	P	Sobre uso	23.9151624	0.96793851
11	Pastos calidad agrológica media	P	Adecuado	135.468679	5.48293796
12	Pastos calidad agrológica media	P	Sobre uso	32.47031	1.31419821
13	Protección	X	Adecuado	717.235695	29.0292845
14	Protección	X	Sobre uso	141.726404	5.73621213
15	Sistema Agroforestal	A-F	Adecuado	139.334309	5.63939485
16	Sistema Agroforestal	A-F	Sobre uso	85.1445929	3.44612883
17	Sistema Agroforestal	A-F	Sub uso	7.57048563	0.30640664

Fuente: Arc Gis 10.2.

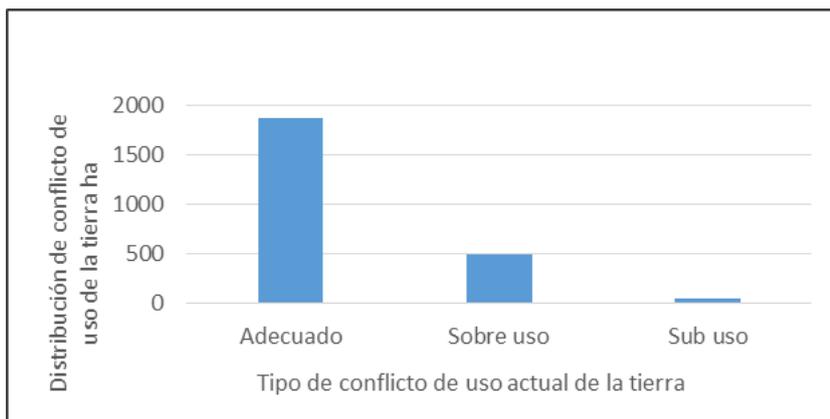


Figura 2. Distribución de conflicto de uso actual de la tierra.

4.2.2.1 Método estadístico: Chi cuadrado de Cruskal Wallis

En el modelo estadístico de prueba de hipótesis para parámetros no estadísticos reemplazamos los valores y tenemos el siguiente resultado:

$$H = \frac{\frac{12}{N(N+1)} \sum_{j=1}^K \frac{R_j^2}{n_j} - 3(N+1)}{1 - \frac{\sum T}{N^3 - N}}$$

$$\frac{12}{182} * (41.5^2/5 + 29.5^2/5 + 18.5^2/3) - 3 * (13+1) \frac{1 - (3^3 - 3 + 2^3 - 2)}{13^3 - 13} = 0.02423983.$$

Cuadro 5. Comparando el resultado de chi cuadrado por el método no paramétrico de Cruakal Wallis de 0.02423983 con el valor crítico de chi cuadrado para 2 G.L. para el nivel de confianza $\alpha=0.05$, a la probabilidad de 95%, el valor es 5.991. Lo que quiere decir que se acepta la H_0 ; ello indica, que no hay diferencia estadística significativa, es decir los agricultores utilizan las tierras de la misma manera, los factores ambientales no influyen en el uso adecuado e inadecuado de la tierra. Mientras ICO (2009), indica; el desconocimiento de las prácticas adecuadas de conservación de

suelos y técnicas sostenibles de producción, es el principal factor que está acentuando esta situación. Todos estos problemas representan grandes amenazas al desarrollo sostenible por ausencia de un ordenamiento territorial como parte de los procesos de gestión de desarrollo (GTZ, 2005).

Cuadro 5. Distribución espacial de tipo de uso de la tierra por quintiles.

Distribución espacial de tipo de uso de la tierra TUT.				
ID	Rango ha	Ade	Sob	Sub
1	0 - 3	464	110	18
2	3.1 - 12	118	17	18
3	12.1 - 42	22	4	1
4	42.1 - 118	3	2	
5	188.1 - 260	1	1	
	Distribución	608	134	37
	Total rangos	5	5	3

Fuente: Arc Gis 10.2.

Evaluación ordinal de tipo de uso de la tierra TUT.				
ID	Rango ha	Ade	Sob	Sub
1	0 - 3	13	11	8.5
2	3.1 - 12	12	7	8.5
3	12.1 - 42	10	6	1.5
4	42.1 - 118	5	4	
5	188.1 - 260	1.5	1.5	
	Distribución	41.5	29.5	18.5
	Total rangos	5	5	3

Fuente: Arc Gis 10.2.

4.3 MODELIZACIÓN DE LAS RELACIONES AMBIENTALES Y SOCIO-ECONÓMICAS

4.3.1 Relaciones con la temperatura local

Cuadro 6. Del análisis agroclimático se detectó temperaturas entre 3°C y 9°C corresponden al área y parte circundante de la microcuenca. Es importante mencionarlo; dentro de la microcuenca se evidenció actividades de uso adecuado de la tierra entre 7°C a 9°C (Figura 13,

Anexo 2). Sin embargo Díaz (2011), en el análisis agroclimático de zonificación agroecológica para el cultivo de papa detectó temperaturas entre 8 y 12°C, e indica; que es el rango adecuado para el establecimiento de cultivos dentro de la aptitud agrícola. Finalmente, la planificación de actividades agrícolas, silviculturales, y sistemas agroforestales se hizo con 7 a 9°C.

Cuadro 6. Temperatura media anual de la microcuenca.

FID	OBJECTID_1	OBJECTID	ID	AREA	PERIMETRO	Temperatura °C	Shape_Le_1	Shape_Area	Gridcode	Zona
0	1	4	1	4.825912	1141.54397	4	1141.54397	48259.1237	1	Restringida
1	2	3	2	7.420709	2048.41613	3	2048.41613	74207.093	1	Restringida
2	3	4	3	112.845147	7348.37572	4	7348.37572	1128451.47	1	Restringida
3	4	4	4	21.461238	2958.91757	4	2958.91757	214612.377	1	Restringida
4	5	5	5	339.22955	14408.5174	5	14408.5174	3392295.5	1	Restringida
5	6	7	6	295.369899	19370.1475	7	19370.1475	2953698.99	2	Apta
6	7	6	7	203.82052	15556.2453	6	15556.2453	2038205.2	2	Apta
7	8	8	8	415.895437	19421.8319	8	19421.8319	4158954.37	2	Apta
8	9	9	9	1069.94058	19756.0707	9	19756.0707	10699405.8	2	Apta

Fuente: Arc Gis 10.2.

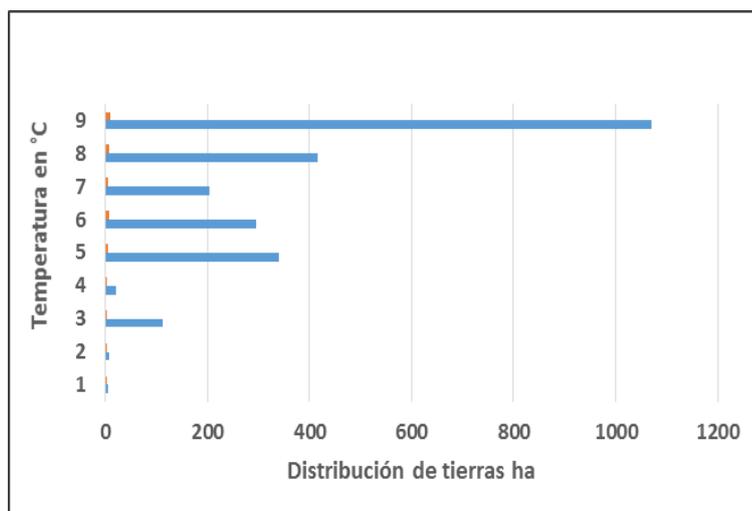


Figura 3. Distribución de tierras por rango de Isotermas.

4.3.2 Relaciones con la precipitación media anual

Se utilizó la técnica estocástica de interpolación. Se basó en aprovechar la correlación espacial existente entre las variables independientes (distancia entre puntos de estaciones meteorológicas) y dependientes (datos de lluvia).

Una de las técnicas de uso más extendido es la denominada "*Kriging*", cuya expresión general es equivalente a decir que la recipitación en un punto se obtiene por ponderación de unas funciones peso por los valores obtenidos en los pluviómetros: (Martínez, 2000).

Donde los pesos se calculan en función de la correlación espacial existente entre los puntos con datos. La herramienta de análisis de esta correlación espacial es el semivariograma.

$$P(x, y) = \sum_i w_i(x, y) \cdot P_i$$

Cuadro 7 y Figura 14. La base de datos de clima se estableció utilizando información de temperatura y precipitación de 9 estaciones meteorológicas para un periodo de 50 años. El cuadro expone las curvas de las Isoyetas entre 879.64 y 847.33mm/año, la primera corresponde a la zona fisiográfica planicie circundante al Lago Titicaca y la segunda a cerro de la microcuenca de río Ticaraya. Estas precipitaciones están entre lo que menciona (Díaz, 2011), califica entre 750 a 1,250 mm media anual como las más adecuados para el establecimiento del cultivos, en las zonas con aptitud agrícola.

Ortiz (2016), En la modelación de un bosque nativo en la región Puno, concluyó; que, el bosque nativo está fuertemente relacionado mediante los elementos climáticos: Temperatura media anual entre 4.19°C y 9.27°C, precipitación media anual entre 582.10 y 738.38mm. Las diferencias explican claramente en los modelos geoestadísticos o semivariogramas, que a pesar de encontrarse las dos localidades en la

zona planicie y cercana al Lago Titicaca los fenómenos son diferentes. Se explica, que ello se debe a la distancia entre dos puntos de control.

Cuadro 7. Ysoyetas de precipitación media anual de la microcuenca.

FID	ID	N° de curvas	Precipitación mm
0	1	1	581.06
1	2	2	623.81
2	3	3	664.88
3	4	4	704.35
4	5	5	742.26
5	6	6	778.69
6	7	7	813.7
7	8	8	847.33
8	9	9	879.64

Fuente: Arc Gis 10.2.

4.3.3 Zona económica y ecológica

MINAM (2011), Mediante el D.S. N° 008-2011-MINAM, decreta; “Zona Reservada “Reserva Paisajística Cerro Khapia” y dicta disposiciones para la protección de los recursos hídricos en las cabeceras de cuenca del Cerro Khapia” y declara, que; cuyo ámbito de influencia comprende los distritos de Yunguyo, Copani y Cuturapi de la provincia de Yunguyo, y los distritos de Zepita y Pomata de la provincia de Chucuito, del departamento de Puno. El Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado - SERNANP, en coordinación con las autoridades competentes, tendrá a su cargo la implementación de los estudios técnicos, el proceso participativo y procedimientos correspondientes.

La Universidad Nacional del Altiplano mediante su Escuela de Post Grado al no tener la información cartográfica del Área Protegida “Cerro Kapía” y para que se tuviera en cuenta en la planificación de las actividades económicas dentro de los tributarios de la cuenca hidrográfica Kapía y

contemplando nuestras competencias como señalara la presente Ley, por primera vez presentó la propuesta a SERNANP, la delimitación de una parte del Área Protegida Cerro Kapía correspondiente al espacio territorial de la microcuenca del río Ticaraya (Figura 15 del anexo 2).

En la definición de delimitación de zonas, obviamente se analizaron juntamente con los involucrados del territorio y responsables del equipo de investigación. Por su puesto, los medios justificatorios han sido los argumentos legales, las actividades socioculturales, los criterios económicos, agroecológicos y turísticos.

4.3.3.1 Actividad principal de la población

La Localidad de Ticaraya se caracteriza por tener una economía de subsistencia dedicada principalmente a la agricultura, siendo las principales especies de cultivo; papa, avena, habas, quinua, cebada, tarwi y alfalfa.

La ganadería se practica de manera incipiente, predominando la crianza de ganado ovino y vacuno. En lo que respecta a las expectativas en la ganadería existe un gran deseo de la población por potenciar esta actividad, pero no se hace por que no se cuenta con agua durante todo el año y la escasez de pastos es alarmante en épocas de sequía.

Al interior de las comunidades existen una variedad de organizaciones sociales, quienes coordinan con las autoridades de la comunidad, como por ejemplo comités especiales, grupos de productores de engorde de ganado, productores de papa, la

organización en torno a las “aynokas” (tierras comunales de producción), grupos organizados por diferentes tipos de festividades o fiestas religiosas, y organizaciones de usuarios de agua de riego o de agua potable.

4.3.3.2 Distribución de tierras en zonas conómica y ANP

Cuadro 8, Figura 15. Las tierras de la microcuenca están distribuidas en dos zonas; la económica con 1,781.21ha, representa el 72% del área total de estudio, seguida por la zona protegida que fue creada por Ley D.S. N° 008-2011-MINAM. Esta y las variables edafológicas, climáticas, ecológicas y socioculturales definen en la planificación de uso estratégico de los recursos naturales en la gestión sostenible del territorio.

Cuadro 8. Distribución de tierras en ANP y económica.

ID	Clase	Zona	Simbol	Area ha	%	Descripción
1	I	Área Natural Protegida	ANP	689.60	28	D.S. N° 008-2011-MINAM, decreta; Zona Reservada: “Reserva Paisajística Cerro Khapia”
2	II	Área Económica	AEC	1781.21	72	Los cultivo; papa, avena, habas, quinua, cebada, tarwi y alfalfa y la ganadería incipiente

Fuente: Arc Gis 10.2.

4.3.4 Microzonas de vida

Cuadro 9, Figura 16. Ilustra principalmente el factor altitud, la parte baja de la microcuenca comienza en 3825msnm, la parte alta termina en 4500msnm. En este rango de altitud se aplicó la clasificación de las “Microzonas de Vida” ideada por el Dr. Javier Pulgar Vidal; un gran ecologista peruano entre los años 1945, ésta clasificación es propia de fincas familiares, microcuencas hidrográficas, superficies con microzonificación con fines de establecimiento de la agricultura familiar y

ordenamientos agroecológicos, sin embargo, otros modelos corresponden a espacios zonales o regionales. Las tierras de la microcuenca de río Ticaraya no pasan en promedio de 1.00ha, por la cual, se empleó la clasificación por microzonas de vida.

Entre las altitudes hay diferencias significativas en la distribución de tierras; la microzona Suni Alta comprende altitudes entre 3825 a 4000msnm, ocupa el primer lugar con 1,238.32ha, y representa el 50% de tierras de la microcuenca, lógicamente en esta parte se desarrolla la actividad agrícola, seguida por la zona Puna Baja comprende altitudes 4000 a 4250msnm, con 541.05ha representa 22%, en esta zona la actividad agrícola es limitada, sin embargo las actividades forestales prosperan bien (Ortiz, 2017).

Cuadro 9. Distribución de tierras por microzonas de vida.

ID	Código	N° Clase	Rango	Descripción	Clase	Perímetro	Área/clase ha	Porcentaje
1	9	4	> 4500	Puna Alta	PA	15955.4958	297.33	12
2	16	1	3825 - 4000	Suni Alta	SA	24296.736	1238.32	50
3	20	3	4250 - 4500	Puna Media	PM	16827.8866	394.12	16
4	21	2	4000 - 4250	Puna Baja	PB	20266.625	541.05	22

Fuente: Arc Gis 10.2.

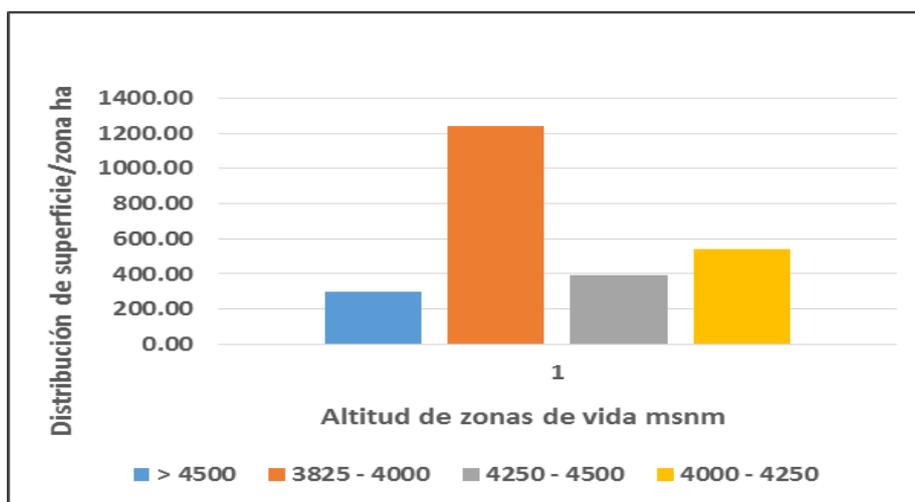


Figura 4. Distribución de tierras por microzonas de vida.

4.3.5 Tipos de Pendientes de la microcuenca de río Ticaraya

Cuadro 10, figuras 5 y 17. La pendiente de la tierra determina el drenaje externo de los suelos. Por consiguiente, los tipos de pendientes más convenientes son determinados por la exposición corta o larga en los cambios de pendiente, considerando especialmente la susceptibilidad de los suelos a la erosión. Normalmente, se considera como pendientes adecuadas aquellas de relieve suave, en un mismo plano, que no favorecen los escurrimientos rápidos ni lentos.

Cuadro 10. Rangos de pendientes.

FID	ID	Gridcode	Clase	Rango	Descripción	Long_capa	Area/clase ha	Porcentaje
0	1	1	A	0 - 4	Llano a ligeramente inclinado	61337.21	1038.39	42.05
1	2	2	B	4 - 8	Moderadamente inclinada	20044.91	85.79	3.47
2	3	3	C	8 - 15	Fuertemente inclinada	33507.13	132.38	5.36
3	4	4	D	15 - 25	Moderadamente empinada	56256.80	312.54	12.66
4	5	5	E	25 - 50	Empinada	93518.88	635.60	25.74
5	6	6	F	50 - 75	Fuertemente empinada	56698.66	227.78	9.22
6	7	7	G	> 75%	Extremadamente empinada	11019.79	37.03	1.50

Fuente: Arc Gis 10.2.

Los rangos de pendientes forman parte de la clasificación de tierras por capacidad de uso mayor. El D.S. N°07-2009-AG. Norma técnica peruana contiene la clave 10 orientada a la clasificación de tierras de la zona de vida "Montano Húmedo Tropical y Sub Tropical", la microcuenca tiene 7 rangos, el mismo que se denota en el Cuadro 10. Según esta clasificación de tierras se determinó en primer lugar la clase "A" de 0 a 4%, tipo de pendiente "Llano a ligeramente inclinado" con 1,038.39ha (42.05%), seguido por el tipo "E" en el rango 25 a 50% "Empinada" y abarca una superficie de 635.60 (25%). Según los rangos por ej, entre 2 a 25% estarían desarrollando sosteniblemente los cultivos en limpio, entre 2 a

50% manejo de pastos, de 25 a 75% el manejo forestal y a mayores de 75% comprenderían las tierras de protección.

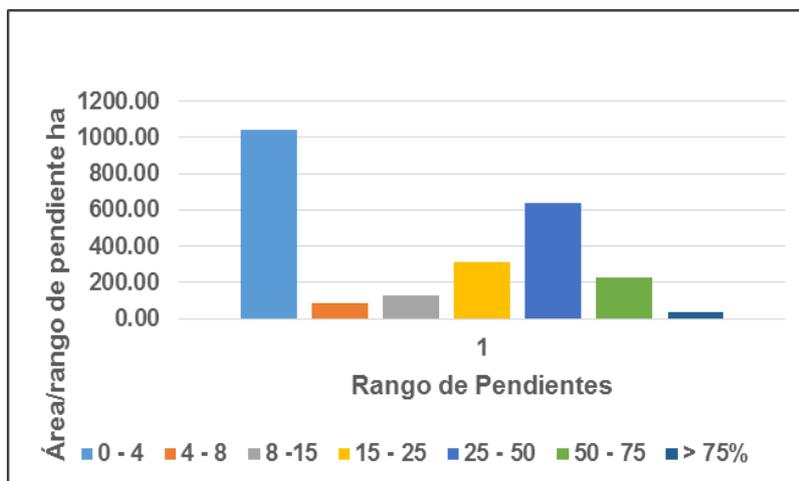


Figura 5. Tipo de pendientes.

4.3.6 Cobertura vegetal

La metodología en la recolección de muestras de vegetación natural predominantemente graminal fue el “Cuadrante”. Se obtuvo la presencia de especies como la *Festuca dolichophylla*, *Muhlenbergia fastigiata*, *Stipa spp.* y *Calamagrostis spp.*; también se presentan especies como la "thola" *Baccharis spp.*, etc. Todas estas especies cubren el suelo a pesar del sobre pastoreo.

Esta vegetación es un potencial alimenticio para el ganado camélido, vacuno y ovino, especialmente por ser especies de pastos palatables y en asociaciones amplias, aunque actualmente existe un sobre pastoreo debido a las malas prácticas llevadas a cabo. Las gramíneas *Festuca dolichophylla* y *Muhlenbergia fastigiata* ocupan los lugares de poca pendiente y se requiere realizar trabajos de mejoramiento de pastos para aumentar su capacidad de soporte.

El potencial agrícola es reducido, sólo ocupan algunas laderas, generalmente de exposición norte a este, y en zonas protegidas, que por lo menos no permiten la acumulación de aire frío; aquí se cultiva papa amarga (*Solanum andigenun*) y cebada (*Hordeum vulgare*).

En cuanto al aspecto forestal es conveniente una reforestación demostrativa con especies nativas en laderas, siendo las de mayor probabilidad de éxito la "queñua" (*Polylepis incana*) y el "colle" (*Buddleja coriácea* Remy Log.). Estas plantaciones serían para la protección de la microcuenca alta y producción de material leñoso. La vegetación natural predominante es de tipo pajonal de puna con gramíneas que cubren de un 60 a 70% este ecosistema, entre éstas se tiene la *Stipa ichu*, *Festuca sp etc.* Se aprecia también especies arbustivas muy desperdigadas en el pajonal, como *Baccharis sp.*, conocidas comúnmente como "tholas", canlli (*Margiricarpus pinnatus*).

4.3.7 Fauna

La metodología utilizada se basó partiendo de número de huellas o excretas y animales observados u oídos por distancia de recorrido. Se utilizó como unidad de muestreo el transepto de ancho fijo, cuya longitud varía de acuerdo a las distintas áreas.

En cuanto a la fauna, las características fisiográficas y edafológicas en el ámbito de proyecto permiten la crianza de vacunos, ovinos, equinos, porcinos y camélidos sudamericanos.

4.3.8 Población económicamente activa PEA

Para el propósito del estudio y considerando las recomendaciones técnicas del INEI se ha considerado como población económicamente activa (PEA) a los habitantes cuyas edades fluctúan entre 14 y 65 años de edad (mayores de 14 años y menores de 65 años), de cuyos resultados del proyecto de Sistema Integrado Khapia, indican que la PEA femenina es ligeramente mayor (51.3 %) que la PEA masculina (48.7 %). correspondiendo a la actividad agropecuaria el 75% de la PEA, 5% en la actividad de comercio y los demás actividades suman el 20 (Cuadro 11 y 12).

Cuadro 11. Índice de Desarrollo Humano por comunidades de la microcuenca.

ID	NOMBCC	AREA	POBLACIÓN	PEAa_TOTAL	PEA_F	PEA_M	CLASE	SIMB	DESNUTRICI	SIN_AFILIA	ANALFABETI	POBREZA	Clase_2
1	Batalla	14809367.7	757	671	342	329	MUY BAJA	PMB	14	369	143	Muy Pobre	2
2	Ticaraya	18072815	912	826	424	402	BAJA	PB	19	492	191	Muy Pobre	2
3	Chatuma	14344316.7	1175	1059	543	516	BAJA	PB	24	615	239	Muy Pobre	2
4	Ampatiri	5376728.42	153	98	50	48	MUY BAJA	PMB	3	86	33	Muy Pobre	2
5	Villa Santiago	1016182.3	273	187	96	91	MUY BAJA	PMB	5	123	48	Muy Pobre	2
6	Sajo	4681816.61	336	250	128	122	MUY BAJA	PMB	9	246	95	Muy Pobre	2

Fuente: Arc Gis 10.2.

Cuadro 12. PEA agrícola por género y comunidad campesina.

COMUNIDAD	POBLACIÓN TOTAL	PEA AGRÍCOLA	%	PEA FEMENINA	PEA MASCULINA
Ticaraya	912	684	36.29%	351	333
Chatuma	1175	881	46.74%	452	429
Ampatiri	153	115	6.10%	59	56
Villa Santiago	273	205	10.87%	105	100

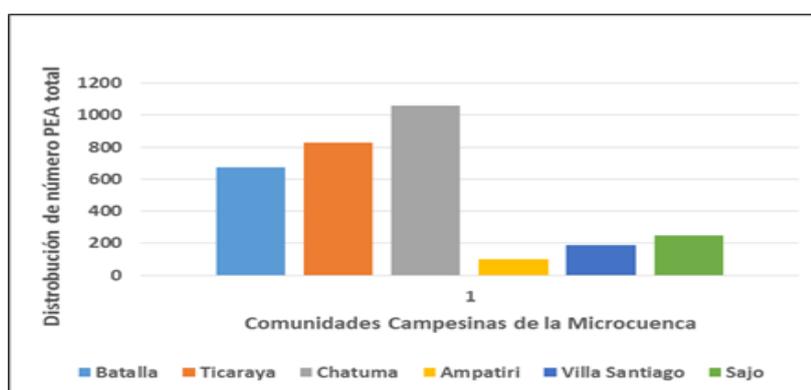


Figura 6. PEA por comunidades campesinas.

4.3.9 Factores de vulnerabilidad (Pobreza y Desnutrición)

Cuadro 13. La comunidad campesina Chatuma tiene mayor número de desnutridos y continúa la comunidad Ticaraya. Se observa que a mayor densidad poblacional hay mayor desnutrición. Otro de los indicadores de la pobreza rural es la calidad y conservación de los ecosistemas. El tipo de conservación y protección de los recursos forestales y de fauna silvestre será parte importante en el plan de manejo del territorio y puede incluir la protección de especies y hábitats que por su fragilidad, vulnerabilidad o situación amenazada así lo requieran. Para lo cual, se establecen medidas especiales como vedas, prohibiciones o regulaciones, protección de hábitats específicos, así como medidas de restauración ecológica.

La prevención de riesgos, también es otra de las medidas del plan de manejo de los recursos naturales, que deberían concertarse con los sectores privados y estatales a fin de disminuir la vulnerabilidad, por citar la infraestructura de riego y drenaje.

Cuadro 13. Poblaciones y desnutrición por comunidades campesinas.

COMUNIDAD	POBLACIÓN TOTAL	N° DE DESNUTRIDOS
Ticaraya	912	19
Chatuma	1175	24
Ampatiri	153	3
Villa Santiago	273	5

4.4 UNIDADES DE GESTIÓN AMBIENTAL Y SOCIAL UGAS

El objetivo de analizar y modelizar el escenario de la microcuenca del río Ticarya fue proponer un modelo de planeación de desarrollo estratégico sostenible que propicie el uso adecuado de los recursos naturales mediante el ordenamiento agroecológico participativo.

Una de las variables estratégicas dependientes importantes en la microcuenca fue la microzona de vida. Esta variable está relacionada con los parámetros de clima, cobertura vegetal, altitud, flora y fauna silvestre, y las actividades económicas ecológicas. Estas variables influyen en el establecimiento de las políticas ambientales de aprovechamiento sostenible de los recursos naturales de los proyectos agrícolas, forestales o silviculturales, sistemas agroforestales, conservación, protección y restauración. En efecto, la modelización de la distribución potencial de la aptitud de la tierra depende de las características biofísicas y socioeconómicas de las microzonas de vida.

Además, del análisis y modelación del territorio se desprende los informes a nivel de sub productos el diagnóstico ambiental, zonificación de las potencialidades y restricciones, análisis de la oferta y demanda para el desarrollo de las actividades económicas, ecológicas y ambientales. Finalmente, el estudio debe proponer el conjunto de medidas óptimas de gestión territorial, dicho de otra manera; “el instrumento de planificación” para la gestión sostenibles del escenario (Cuadro 14).

Nuestra conclusión es que la aportación de este trabajo, como instrumento de planeación y desarrollo local, contempla como pilar para la construcción de las propuestas la participación de actores del sector público, privado y social, de tal

forma que se conjuguen sus visiones bajo la óptica del manejo sostenible de los recursos naturales en un mismo esfuerzo para decidir el quehacer local (Ramírez, Cruz, & Morales, 2016).

4.4.1 Método estadístico para la prueba de hipótesis de Cruskal

Wallis

El resultado de análisis estadístico de prueba de hipótesis para variables no paramétricos propuesto por Cruskal Wallis tuvo el siguiente efecto:

$$H = \frac{\frac{12}{N(N+1)} \sum_{j=1}^K \frac{R_j^2}{n_j} - 3(N+1)}{1 - \frac{\sum T}{N^3 - N}}$$

Remplazando valores:

$$\frac{12}{342} * (34^2/4 + 41^2/4 + 65^2/4 + 30^2/4 + 17^2/3) - 3 * (19 + 1) / (1 - (4^3 - 4) + (4^3 - 4) + (4^3 - 4) + (4^3 - 4) + (3^3 - 3) / ((19^3 - 19) / 4^3 - 4)) = 0.109271$$

Se puede concluir; que las políticas ambientales no depende de las características biofísicas y socio económicas de las microzonas de vida del ecosistema (Hipótesis nula).

La hipótesis alterna: dice las políticas ambientales están relacionados con las microzonas de vida del ecosistema. La respuesta es aceptar la hipótesis alterna, que sí tienen alta relación y rechazar la hipótesis nula, que no tienen relación.

Cuadro 14. Evaluación de políticas ambientales por rangos de altitud.

Rango altitud	Aas	Afs	Con	Pro	Res	Distribución
3825 - 4000	23	25	37	9	8	102
4000 - 4250	6	12	23	9	7	57
4250 - 4500	2	2	3	7	0	14
> 4500	3	2	2	5	2	14
Total unidades	34	41	65	30	17	187
t = clases	4	4	4	4	3	19

Rango altitud	Aas	Afs	Con	Pro	Res	Distribución
3825 - 4000	16.5	17.0	19.0	12.5	11.0	76.0
4000 - 4250	9.0	15.0	16.5	12.5	10.5	63.5
4250 - 4500	1.5	1.5	6.5	10.5	0.0	20.0
> 4500	6.5	1.5	1.5	8.0	1.5	19.0
Total unidades	33.5	35.0	43.5	43.5	23.0	178.5
t = clases	5.0	2.0	2.0	2.0	2.0	13.0

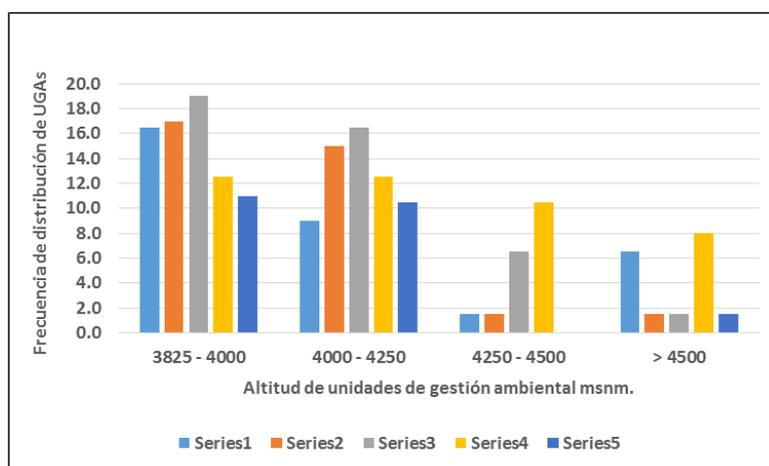


Figura 7. Distribución de unidades de gestión por microzonas.

4.4.2 Análisis de Políticas Ambientales en las unidades de gestión

El presente estudio es el resultado de un trabajo con enfoque ecosistémico, visión territorial, participación multidisciplinaria. Se utilizaron metodologías de investigación cualitativas, básicamente herramientas y técnicas usadas en la Evaluación Ambiental Estratégica basada en el análisis de las políticas, programas y planes de desarrollo rural. Se desarrollaron talleres, recorridos de levantamiento de puntos de control de campo, entrevistas semiestructuradas y de la simulación de un ejercicio de planeación con amplios fundamentos técnico-científicos,

como lo es la formulación de un Plan Estratégico de Ordenamiento Agroecológico (POAE), donde se utilizaron las técnicas e instrumentos geoespaciales relevantes del momento. Además, las fuentes primarias y secundarias, que fueron los principales medios para la obtención de información.

Cuadro 15. Exsive la distribución de unidades de gestión ambiental en hectáreas por tipos de políticas ambientales y se resume en lo siguiente:

Para implementar proyectos de aprovechamiento sostenible de proyectos agrícola-forestales se tiene 808.35ha, representa el 32.72% del área total de la microcuenca. Las actividades deberán implementarse en zonas donde existen usos productivos actuales o potenciales.

Para implementar medidas de conservación en la gestión de los recursos naturales hay 653.44ha con 26.45%. Como criterio fundamental de estas políticas se considera no cambiar el uso actual del suelo, lo que permitirá mantener los habitats de muchas especies de animales y plantas, prevenir la erosión inducida por la deforestación y sobrepastoreo.

Las áreas de protección cuentan con 927.60ha y hacen 37.54% de las tierras de la microcuenca. Como se puede apreciar, estas áreas ocupan el primer lugar en superficie, y la diferencia es que estamos frente a un ecosistema frágil (Ruiz, 2013).

ANA (2008), plantea la educación ambiental dentro de las Áreas Protegidas y sus Zonas de Amortiguamiento: La educación ambiental formal y no formal orientará a enseñar cómo funcionan los ambientes naturales y cómo pueden ser controlados por los seres humanos para

minimizar la degradación de los ecosistemas, la contaminación del aire, agua o suelo, y las amenazas a la supervivencia de otras especies de plantas y animales. Además, implica la urgente atención en la gestión de áreas naturales protegidas.

Finalmente, para desarrollar proyectos y programas en la política ambiental “restauración de las tierras degradadas”. Es necesario prestarle con la adecuada respuesta a la intervención inadecuada del hombre y la ocurrencia de los fenómenos naturales en el ecosistema. Se implementará medidas de restauración en 81.26ha que significa el 3.29% de espacio territorial. Está dirigida a las áreas con procesos acelerados de deterioro ambiental.

Cuadro 15. Distribución espacial por unidades de gestión ambiental.

ID	Unidades de gestión	Simbolo U.G.	Perimeter	Área ha	Porcentaje
1	Aprovechamiento agrícola sostenible	Aas	89998.65	454.79	18.41
2	Aprovechamiento forestal sostenible	Afs	64513.77	353.56	14.31
3	Conservación	Con	126565.68	653.44	26.45
4	Protección	Pro	100133.66	927.60	37.54
5	Restauración	Res	21361.16	81.26	3.29

Fuente: Arc Gis 10.2.

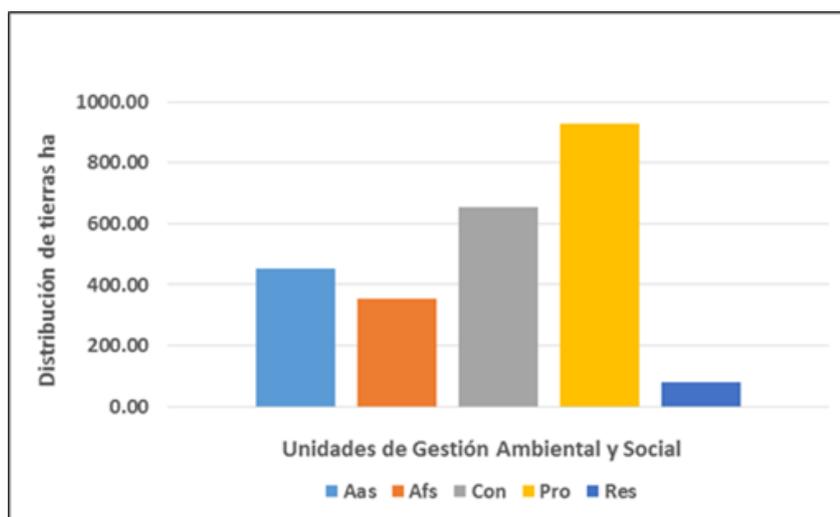


Figura 8. Distribución de tierras por unidades de gestión.

CONCLUSIONES

- Se determinaron tierras aptas para cultivos en Limpio “A” 593.43ha, (24.03%), grupo Forestal “F” con 171.93ha (6.96%), grupo Miceláneo “M” con 46.29ha (1.87%), luego unidades de pastos naturales “P” con 568.07ha (22.99%), el grupo Protección de 858.96ha (34.77%), y finalmente la asociación Cultivos en Limpio y Forestal “A-F” con 232.06ha (9.39%). Cada grupo de tierras difieran significativamente en su distribución espacial y dependen fuertemente de los factores limitantes que los rodean.
- En el estudio de uso de la tierra se determinó 76% de uso adecuado, con 508,43ha en el grupo de tierras “Cultivos en Limpio” seguido por el grupo de protección “X” 717.23Ha. En cambio para las actividades inadecuadas que significan sobreuso y subuso, llamado también conflicto de uso de tierras hay 22%. Los factores ambientales no influyen en el uso adecuado e inadecuado de la tierra. Los agricultores están utilizando las tierras de la misma forma.

- Del análisis de las variables estratégicas naturales, sociales y productivas se desprende, que la microcuenca se caracteriza por relacionarse con temperaturas medias anuales de 3 a 9°C y las actividades productivas se localizan entre 7 y 9°C. Las precipitaciones medias anuales entre las curvas de las Isoyetas entre 879.64 y 847.33mm/año, la primera corresponde a la zona fisiográfica planicie circundante al Lago Titicaca y la segunda a cerro de la microcuenca de río Ticaraya. Las tierras de unidades económicas conforman 1,781.21ha (72.00%) y las tierras de la zona ecológica 689.50ha con 28%. La zona de vida está dividida en microzonas; La Suni Alta comprende altitudes entre 3825 a 4000msnm, ocupa el primer lugar con 1,238.32ha, y representa el 50%, seguida por la zona Puna Baja comprende altitudes 4000 a 4250msnm, con 541.05ha representa 22%, zona de vida “Montano Húmedo Tropical y Sub Tropical”.
- Para implementar proyectos de aprovechamiento sostenible de proyectos agrícola-forestales se tiene 808.35ha, representa el 32.72%, para medidas de conservación en la gestión de los recursos naturales hay 653.44ha con 26.45%, las áreas de protección cuentan con 927.60ha y hacen 37.54% y se implementará medidas de restauración en 81.26ha que significa el 3.29% de espacio territorial. Se puede concluir; que las políticas ambientales no depende de las características biofísicas y socio económicas de las microzonas de vida del ecosistema, sino de las actividades que el hombre desarrolla de la misma manera entre todos.

RECOMENDACIONES

- En el diagnóstico del escenario, sobre todo para las principales actividades se debería especificarse el proyecto, a fin de analizar mejor la oferta y demanda de los productos,
- Analizar las causas que están originando el uso inadecuado de la tierra para alternar las medidas de mitigación precisas,
- Las variables estratégicas que están asociados o relacionados con el desarrollo de los proyectos son muchas y se hacen menos prioritarios, con este fin, deberían seleccionarse las variables mediante métodos selectivos como los análisis estratégicos de escenarios, para ser precisos,
- La presente investigación es un avance en el manejo de los instrumentos de planificación de políticas, estrategia, programas y planes a nivel local, entonces deberían continuarse con la formulación del plan de gestión sostenible de la microcuenca del río Ticaraya.

BIBLIOGRAFÍA

- Alba, C. (2009). *Gestión Territorial: Aportes desde la gestión sostenible de los recursos productivos en la región Andina y Amazónica*. Lima: Biblioteca Nacional del Perú N° 2009-13726.
- Almendo, J. (2000). *Análisis comparativo de metodologías gráficas e informáticas para la determinación de direcciones de laboreo acordes con normativa medioambiental*. Córdoba: Universidad de Córdoba.
- ANA. (2008). *Modelo Forestal Sostenible para la restauración de cuencas hidrográficas y áreas protegidas*. Panamá: Dirección de Gestión Integrada de Cuencas Hidrográficas.
- Beltrán, G. (2014). *Sistema territorial del municipio de Luvianos: Caracterización categórica para la formulación de un ordenamiento ecológico del territorio*. Toluca de Lerdo: Universidad Autónoma del Estado de Méjico.
- Cari, A. (2010). *Informe final de clasificación de tierras por capacidad de uso mayor*. Puno, Perú: Ministerio de Agricultura.

- Cervantes, E. (2012). *Zonificación y análisis de la potencialidad agrícola y forestal del CIP Camacani para su ordenamiento territorial*. Puno- Perú: UNA.
- Chaco, M. D. (2007). *Manual para el manejo forestal sustentable de los bosques nativos de la provincia de Chaco*. Chaco: Programa de servicios agrícolas Provinciales PROSAP.
- Chuvieco, E. (1996). *Fundamentos de Teledetección*. España: 3ª edición revisada.
- CRP, (02 de setiembre de 2009). Reglamento de clasificación de tierras por capacidad de uso mayor. *Aprueban el reglamento de clasificación de tierras por capacidad de uso mayor*. Lima, Perú: El Peruano.
- Cruz, I. (2010). *Modelación espacial de área basal y volumen de madera en bosques manejados de Pinus patula*. México.16(3), 75-97.: Cielo.
- Del Aguila, S. (2008). *Zonificación ambiental para el ordenamiento territorial de la subcuenca bimunicipal del río Aguas Calientes, Nicaragua*. Turrialba, Costa Rica: CATIE.
- Diaz, G. P. (2011). *Zonificación Agroecológica del cultivo de papa (Solanum tuberosum) en el centro Centro - Norte de la sierra de Ecuador*. Sangolque, Ecuador: Escuela Politécnica del Ejército, Departamento Ciencias de la Vida.
- Díaz, M. V. (2002). *Geoestadística Aplicada*. Cuba: Instituto de Geofísica, UNAM.

- Domínguez, S. (2008). *Zonificación ambiental para el ordenamiento territorial de la subcuenca Bimunicipal del río Aguas Calientes, Nicaragua*. CATIE, Costa Rica, 22.p.
- Espinosa, J., & Roquera, A. (2007). *Zonificación agroecológica del cultivo de papa (Solanum tuberosum) en las provincias de: Bolívar, Cotopaxi, Chimborazo y Tungurahua*. *Revista Rumipamba*, Vol. 21(1): 54-56.
- FAO. (8 de Diciembre de 2008). *La diversidad biológica forestal en México*. Obtenido de CONABIO:

http://www.conabio.gob.mx/institucion/cooperacion_internacional/doctos/dbf_mexico.html
- Faustino, J. (2006). *Documento base. Manejo de cuencas II. Curso de postgrado*. Torrealba: CR. 213p.
- Fjeldsa, J. (2006). *Conservación de la biodiversidad de los Bosques de Polylepis de las tierras altas de Bolivia*. La Paz, Bolivia: FAN. Santa Cruz de la Sierra.
- Fries, A. R. (2012). Near surface air humidity in a megadiverse Andean mountain ecosystem of southern Ecuador and its regionalization. *ELSEVIER. Agricultural and Forest Meteorology*, 17-30.
- GTZ. (2005). *Ordenamiento territorial: Concepto y Metodología para promover la gestión del territorio en el Perú*. Lima, PE. 69p. Lima: GTZ , PE 69p.

- Guillén, R. F. (2004). Modelación de uso de la tierra para orientar al ordenamiento territorial en la sub cuenca del río Copán. *Recursos Naturales y Ambiente*, 3p.
- Guillín, R. (2004). *Modelación del uso de la tierra para orientar el ordenamiento territorial en la sub cuenca del río Copán, Honduras*. El Salvador. 126 p.: Fondo de Inversión Social para el Desarrollo Local.
- Guzmán, A. M. (2005). *Análisis estructural. Técnica de la prospectiva*. Colombia: Centro Editorial Universidad del Rosario.
- ICE. (1999). *Plan de manejo integral de la cuenca del Río Reventazon*. San José: CR. (Instituto Costarricense de Electricidad). 138p.
- ICO, F. (2009). *Gestión Territorial*. Lima, Perú: Edita Asociación ZABALKETA de Cooperación y Desarrollo.
- INRENA. (2001). *Documento del Taller "Información sobre Manejo y Recursos Forestales en América Latina"*. Lima: MINAG.
- Leal-Nares, O. A. (2010). *Análisis y modelamiento espacial de información climática en la cuenca de Cuitzeo*. México: Investigaciones geográficas (72), 49-67.
- Leopold, A. (2003). *Estética de la conservación*. Barcelona: University of Missouri Press.
- Lücke, O. (1998). *Base Conceptual y Metodología para los Escenarios de Ordenamiento Territorial*. Consultado 15 enero. 2018. Disponible en: http://www.mideplan.go.cr/sinades/Proyecto_SINADES/sostenibilidad/ar

monizacion/index-2.html#BASE%20C. Obtenido de . (en línea).

Consultado 14 nov. 2006. Disponible en:

http://www.mideplan.go.cr/sinades/Proyecto_SINADES/sostenibilidad/armonizacion/inde

MAGFOR, (. a. (2000). *Manejo Integrado de cuencas Hidrográficas en la Región de las Segovia*. Managua: NI. 199p.

Malczewski, J. (2000). *GIS and Multicriteria Decision Analysis*. New York, 363 pp: John Wiley & Sons.

Maldonado, T. &. (1997). *Estudio, análisis y cartografía de la capacidad de uso de la tierra en las clases forestales*. San José: CR. 34p.

Martínez, A. V.-R. (2000). *Modelación distribuida de la escorrentía superficial en pequeñas cuencas mediante SIG. Evaluación experimental*. Revista Ingeniería Civil (CEDEX)(117).

MINAM. (28 de mayo de 2011). *Decreto Supremo que declara Zona Reservada "Reserva Paisajística Cerro "Khapia" y dicta disposiciones para la protección de los recursos hídricos en las cabeceras de cuenca del Cerro Kapía*. *El Peruano - Normas Legales*, págs. 443372 - 443373.

MINAN. (2010). *Guía de evaluación de la flora silvestre*. Lima: Dirección general de evaluación, valoración, y financiamiento del patrimonio natural.

Montenegro, C. S. (2005). *Estimación de la pérdida de superficie de bosque nativo y tasa de deforestación en el norte de Argentina*. Buenos Aires. Argentina.

- Morales, L. (2014). *Estado actual del bosque de Polylepis y su eficiencia en la captura de CO2 en la provincia de Tarata _ Tacna*. Tacna, Perú.: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.
- Ortiz, F. (2016). Modelagem e analise da mata nativa para o manejo florestal sustentável na bacia hidrográfica do rio Calacala, Perú. *Artículos Científicos, Volumen III - 2016*, 393 - 414.
- Ortiz, F. (2017). *Análisis de sustentabilidad de los rodales de rodales de bosque nativo Polylepis spp en la microcuenca del río Calacala, Puno*. Puno, Perú: UNA .
- Pacheco, P. (2003). *Municipalidades y participación local en la gestión forestal en Bolivia*. La Paz.: La gestión forestal municipal en América Latina Latina.
- PCM. (1 de Setiembre de 2009). Aprueban el Reglamento de Clasificación de Suelos. *Peruano*, págs. 1 - 18p.
- Pereira, A. (1999). *Expresión de conciencia por la naturaleza*. Madrid: El Grupo Ambiental GAIA INEM.
- Pérez, J. G. (2007). *Technical efficiency of meat sheep production*. España: Small Ruminant Research 69, 237-241.
- Pineda, L., & Suárez, J. (2014). *Elaboración de un SIG orientado a la zonificación agroecológica de los cultivos*. *Revista INGENIERÍA AGRÍCOLA*, RNPS-0622, Vol. 4, No. 3 (julio-agosto-septiembre), pp. 28-32, 2014.
- Puno, G. R. (2008). *Plan de desarrollo Regional Concertado al 2021*. Puno: Gerencia Regional de Planeamiento y Medio Ambiente.

- Ramírez, A. G., Cruz, A., & Morales, N. (2016). *El ordenamiento ecológico territorial instrumento de política ambiental para la planeación del desarrollo local*. Mexico: Estudios Sociales, vol. 26, núm. 48, julio-diciembre, 2016, pp. 69-99.
- República, C. D. (2 de Julio de 2011). Ley 29763. Ley Forestal y de Fauna Silvestre. *Promulgan la Ley 29763. Ley Forestal y de Fauna Silvestre*. Lima, Perú: Peruano.
- Rojas, R. A. (2013). *Ordenamiento Territorial y Cambio Climático - Metodología para incorporar Gestión del Riesgo de Desastres en procesos de OT*. Alemania: GTZ - SERIE MANUALES / MANUAL N° 8.
- Rosa, H. G. (2003). *Gestión Territorial Rural: Enfoque, experiencias y lecciones de Centroamérica*. Centroamérica: Prisma.
- Ruiz, D. (2013). *Evaluación de cuatro métodos de propagación vegetativa en Yagual (Polylepis incana) Cayambe - Ecuador*. Quito: Universidad Politécnica Salesiana.
- Samper, F. &. (1990). *Geoestadística. Aplicaciones a la Hidrología Suterránea*. Barcelona.: Universitat Politècnica de Catalunya. Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería.



ANEXOS

Anexo1. Cuadros de capacidad de uso.

Cuadro 16. Potencialidad de tierras de la microcuenca del río Ticaraya.

ID	COMUNIDAD	GRUPO	SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	Area ha
1	Ampatiri	A	A3sc	Cultivo en limpio con calidad agrológica baja	42.5634
2	Ampatiri	A	A3scw	Cultivo en limpio con calidad agrológica baja	5.1763
3	Ampatiri	A	A3scw	Cultivo en limpio con calidad agrológica baja	3.2576
4	Ticaraya	P	P2swc	Pastos con calidad agrológica media	0.9181
5	Ampatiri	A	A3scw	Cultivo en limpio con calidad agrológica baja	11.9155
6	Ampatiri	P-A	P3swc-A3sc	Pasztisal, chilligua, totorilla, grama, al	2.2077
7	Villa Santiago	A	A3scw	Cultivo en limpio con calidad agrológica baja	36.4059
8	Villa Santiago	P	P3swi	Pastisales con mal drenaje e inundable	7.5849
9	Ampatiri	P	P3sc	Inicio de Bofedal	4.5396
10	Ampatiri	P-A	P2swi-A3sc	Pasztisal, Chilligua, quinua, mufa, totori	42.6193
11	Ampatiri	A	A3sc	Cultivo en limpio con calidad agrológica baja	0.6895
12	Chatuma	P	P3swi	Pastos con calidad agrológica baja	0.9281
13	Ampatiri	P	P3swi	Pastos con calidad agrológica baja	0.7595
14	Ampatiri	A	A3sc	Cultivo en limpio con calidad agrológica baja	0.0913
15	Ampatiri	A	A3sc	Cultivo en limpio con calidad agrológica baja	4.2546
16	Ampatiri	A	A3sc	Cultivo en limpio con calidad agrológica baja	0.1731
17	Ampatiri	P	P3sc	Pastos con calidad agrológica baja	0.8865
18	Ampatiri	A	A3sc	Cultivo en limpio con calidad agrológica baja	0.0233
19	Ampatiri	A	A3sc	Cultivo en limpio con calidad agrológica baja	0.0077
20	Ampatiri	P	P2swc	Pastos con calidad agrológica media	0.4051
21	Ampatiri	A	A3sc	Cultivo en limpio con calidad agrológica baja	10.0566
22	Ampatiri	P	P2swc	Pastos con calidad agrológica media	2.2613
23	Ampatiri	A	A3sc	Cultivo en limpio con calidad agrológica baja	0.5814
24	Ampatiri	A	A3sc	Cultivo en limpio con calidad agrológica baja	0.1254
25	Ampatiri	A	A3sc	Cultivo en limpio con calidad agrológica baja	0.7207
26	Ampatiri	P-A	P3swc-A3sc	Chilligua, Totorilla, grama, alfalfa y qu	55.9909
27	Ampatiri	P	P3swi	Chilligua, Totorilla, grama, alfalfa y qu	6.1516
28	Ampatiri	P	P2swi	Pastos con calidad agrológica media	27.9254
29	Ampatiri	A	A3scw	Cultivo en limpio con calidad agrológica baja	17.5919
30	Ampatiri	A	A3sc	Cultivo en limpio con calidad agrológica baja	53.7841
31	Ampatiri	P	P2swi	Pastos con calidad agrológica media	0.1972
32	Ampatiri	P	P2swc	Pastos con calidad agrológica media	0.7708
33	Ampatiri	P	P2swc	Pastos con calidad agrológica media	0.1288
34	Batalla	P	P2swc	Pastos con calidad agrológica media	0.0887
35	Ticaraya	F-A	F3ec-A3se	Forestales y cultivos en limpio calidad baja	134.2793
36	Ticaraya	P	P2swc	Pastos con calidad agrológica media	0.1543
37	Ticaraya	P	P2swc	Pastos con calidad agrológica media	1.3703
38	Ticaraya	P	P2swc	Pastos con calidad agrológica media	24.5885
39	Ticaraya	A-F	A3se-F2ec	Cultivos en limpio y forestales	22.7306
40	Ticaraya	A	A3sc	Cultivo en limpio con calidad baja	7.8280
41	Ticaraya	A	A3sc	Cultivo en limpio con calidad baja	11.2676
42	Ticaraya	P	P2swc	Pastos con calidad agrológica media	10.6788

43	Ticaraya	A-P	A3swi-P3swi	Cultivo en limpio y pastos, calidad baja	0.7732
44	Ticaraya	A-P	A3swi-P3swi	Cultivo en limpio y pastos, calidad agrológica baja	1.9275
45	Ticaraya	A-P	A3swi-P3swi	Cultivo en limpio y pastos, calidad agrológica baja	0.0811
46	Ticaraya	A-P	A3swi-P3swi	Cultivo en limpio y pastos, calidad agrológica baja	0.0810
47	Ticaraya	A-P	A3swi-P3swi	Cultivo en limpio y pastos, calidad agrológica baja	0.2752
48	Ticaraya	P	P2swc	Pastos con calidad agrológica media	22.9902
49	Ticaraya	P	P3swi	Pastos con calidad agrológica baja	3.5391
50	Ticaraya	P	P2swc	Pastos con calidad agrológica baja	7.4110
51	Ticaraya	A-P	A3swi-P3swi	Cultivo en limpio y pastos, calidad agrológica baja	9.4075
52	Ticaraya	A	A3sce	Cultivo en limpio, calidad agrológica baja	4.4222
53	Ticaraya	P	P2swc	Pastos con calidad agrológica media	4.3247
54	Ticaraya	A-F	A3s-F2ec	Cultivo en limpio con aptitud forestal	12.4068
55	Ticaraya	P	P2swc	Pastos con calidad agrológica media	1.6260
56	Ticaraya	P	P2swc	Pastos con calidad agrológica media	2.6122
57	Ticaraya	A	A3sce	Cultivo en limpio con calidad agrológica baja	0.1591
58	Ticaraya	A-F	A3s-F2ec	Cultivo en limpio con aptitud forestal baja y media	2.3751
59	Ticaraya	A	A3sc	Cultivo en limpio con calidad agrológica baja	72.2982
60	Ticaraya	P	P2swc	Pastos con calidad agrológica media	17.8082
61	Ticaraya	A	A3sc	Cultivo en limpio con calidad agrológica baja	49.1141
62	Ticaraya	F	F2ec	Pastos con calidad agrológica media	15.2486
63	Ticaraya	A	A3sc	Cultivo en limpio con calidad agrológica baja	77.6006
64	Ticaraya	A	A3sc	Cultivo en limpio con calidad agrológica baja	2.0258
65	Ticaraya	F-A	F3ec-A3se	Forestales y cultivos en limpio calidad baja	41.3255
66	Chatuma	A-F	A3se-F3ec	Cultivos en limpio y forestales calidad baja	3.4954
67	Ticaraya	A	A3sce	Cultivo en limpio con calidad agrológica baja	1.7734
68	Chatuma	A	A3sce	Cultivo en limpio con calidad agrológica baja	0.0099
69	Ticaraya	A	A3sce	Cultivo en limpio con calidad agrológica baja	3.9516
70	Ticaraya	P	P3swi	Pastos con calidad agrológica baja	26.2735
71	Chatuma	A	A3sc	Cultivo en limpio con calidad agrológica baja	0.3857
72	Chatuma	P	P3swi	Pastos con calidad agrológica baja	2.7711
73	Ampatiri	A	A3sc	Cultivo en limpio con calidad agrológica baja	0.4583
74	Chatuma	A	A3sc	Cultivo en limpio con calidad agrológica baja	31.2688
75	Chatuma	A-F	A3se-F2ec	Cultivo en limpio y forestales, calidad baja y media	0.0177
76	Chatuma	P	P3swi	Pastos con calidad agrológica baja	31.5706
77	Chatuma	P-A	P3swc-A3sc	Pastos y cultivos en limpio, calidad agrológica baja	37.4204
78	Chatuma	A	A3scw	Cultivo en limpio con calidad agrológica baja	119.5840
79	Ampatiri	P	P3swi	Pastos con calidad agrológica baja	15.0903
80	Ampatiri	A	A3sc	Cultivo en limpio con calidad agrológica baja	0.1937
81	Ampatiri	P	P3swi	Pastos con calidad agrológica baja	1.4110
82	Chatuma	A	A3sc	Cultivo en limpio con calidad agrológica baja	61.0186
83	Chatuma	P	P3swi	Pastos con calidad agrológica baja	0.2322
84	Ticaraya	F	F2ec	Forestales con calidad agrológica media	29.0732
85	Chatuma	M	M	Miselania	53.2092
86	Ticaraya	X	Xec	Protección	799.8002
87	Ticaraya	F-A	F3ec-A3se	Forestales y cultivos en limpio calidad baja	200.8476
	Ticaraya	F	F3ec	Forestales con calidad agrológica baja	146.4351

Cuadro 17. Uso actual de la tierra de la microcuenca.

ID	Descripción de capacidad de uso	Símbolo	Nombre de uso actual	Símbolo	Tipo de uso	Area ha
1	Cultivo en limpio clase agrológica baja	A3sc	Bofedal	Bo	Adecuado	47.6252
2	Cultivo en limpio clase agrológica baja	A3sc	Cuerpo de agua	Ca	Adecuado	41.2746
3	Cultivo en limpio clase agrológica baja	A3sc	Cultivos Altoandinos	Cul	Adecuado	208.5178
4	Cultivo en limpio clase agrológica baja	A3sc	Erosión	Er	Sobre uso	0.6280
5	Cultivo en limpio clase agrológica baja	A3sc	Pajonal de Chilligua	Pch	Sub uso	14.5820
6	Cultivo en limpio clase agrológica baja	A3sc	Sistema Agroforestal	SAF	Adecuado	39.0427
7	Cultivo en limpio clase agrológica baja	A3sc	T. Vegetación escasa	Tve	Sobre uso	36.5637
8	Cultivo en limpio clase agrológica baja	A3sc	Tierras en descanso	Tde	Adecuado	15.5041
9	Cultivo en limpio clase agrológica baja	A3sc	Tierras en descanso	Tde	Sobre uso	0.6395
10	Cultivo en limpio clase agrológica baja	A3sc	Tierras Hidromórficas	THi	Sub uso	27.6154
11	Cultivo en limpio clase agrológica baja	A3sce	Erosión	Er	Sobre uso	0.1476
12	Cultivo en limpio clase agrológica baja	A3sce	Sistema Agroforestal	SAF	Adecuado	2.8987
13	Cultivo en limpio clase agrológica baja	A3sce	Tierras en descanso	Tde	Adecuado	3.0591
14	Cultivo en limpio clase agrológica baja	A3scw	Cuerpo de agua	Ca	Adecuado	1.9866
15	Cultivo en limpio clase agrológica baja	A3scw	Cultivos Altoandinos	Cul	Adecuado	128.8663
16	Cultivo en limpio clase agrológica baja	A3scw	Sistema Agroforestal	SAF	Adecuado	11.8369
17	Cultivo en limpio clase agrológica baja	A3scw	T. Vegetación escasa	Tve	Sobre uso	4.8278
18	Cultivo en limpio clase agrológica baja	A3scw	Tierras en descanso	Tde	Adecuado	2.4175
19	Cultivo en limpio clase agrológica baja	A3scw	Tierras Hidromórficas	THi	Adecuado	5.4005
20	Forestal clase agrológica baja	F3ec	Cuerpo de agua	Ca	Adecuado	1.0367
21	Forestal clase agrológica baja	F3ec	Cultivos Altoandinos	Cul	Sobre uso	0.0007
22	Forestal clase agrológica baja	F3ec	Erosión	Er	Sobre uso	5.7989
23	Forestal clase agrológica baja	F3ec	Sistema Agroforestal	SAF	Sobre uso	1.3714
24	Forestal clase agrológica baja	F3ec	T. Vegetación escasa	Tve	Sobre uso	118.2810
25	Forestal clase agrológica baja	F3ec	Tierras en descanso	Tde	Sobre uso	2.6891
26	Forestales clase agrológica media	F2ec	Cuerpo de agua	Ca	Adecuado	1.7680
27	Forestales clase agrológica media	F2ec	Cultivos Altoandinos	Cul	Sobre uso	0.0530
28	Forestales clase agrológica media	F2ec	Sistema Agroforestal	SAF	Sobre uso	37.0047
29	Forestales clase agrológica media	F2ec	T. Vegetación escasa	Tve	Sobre uso	3.7843
30	Forestales clase agrológica media	F2ec	Tierras en descanso	Tde	Sobre uso	0.1450
31	Miselanea	M	Servicios Ambientales	Sa	No corresponde	46.2921
32	Pastos calidad agrológica baja	P3ec	Bofedal	Bo	Adecuado	27.4085
33	Pastos calidad agrológica baja	P3ec	Pajonal de Chilligua	Pch	Adecuado	106.2633
34	Pastos calidad agrológica baja	P3ec	Pajonal de Ichul	PI	Adecuado	48.3992
35	Pastos calidad agrológica baja	P3s-F2ec	Pajonal de Ichul	PI	Adecuado	2.0583
36	Pastos calidad agrológica baja	P3sc	Bofedal	Bo	Adecuado	26.2079
37	Pastos calidad agrológica baja	P3sc	Cultivos Altoandinos	Cul	Sobre uso	0.8998
38	Pastos calidad agrológica baja	P3sc	Pajonal de Chilligua	Pch	Adecuado	18.9657
39	Pastos calidad agrológica baja	P3sc	Pajonal de Ichul	PI	Adecuado	47.7607
40	Pastos calidad agrológica baja	P3sce	Pajonal de Ichul	PI	Adecuado	0.7064
41	Pastos calidad agrológica baja	P3scw	Bofedal	Bo	Adecuado	0.3835
42	Pastos calidad agrológica baja	P3scw	Pajonal de Chilligua	Pch	Adecuado	10.7169

43	Pastos calidad agrológica baja	P3scw	Pajonal de Ichul	PI	Adecuado	3.4745
44	Pastos calidad agrológica baja	P3se-F2ec	Bofedal	Bo	Adecuado	2.0335
45	Pastos calidad agrológica baja	P3se-F2ec	Pajonal de Chilligua	Pch	Adecuado	6.3103
46	Pastos calidad agrológica baja	P3swi	Bofedal	Bo	Adecuado	45.8708
47	Pastos calidad agrológica baja	P3swi	Cuerpo de agua	Ca	Adecuado	24.1735
48	Pastos calidad agrológica baja	P3swi	Cultivos Altoandinos	Cul	Sobre uso	12.9356
49	Pastos calidad agrológica baja	P3swi	Erosión	Er	Sobre uso	0.0495
50	Pastos calidad agrológica baja	P3swi	Pajonal de Chilligua	Pch	Adecuado	4.6044
51	Pastos calidad agrológica baja	P3swi	Pajonal de Ichul	PI	Adecuado	0.8737
52	Pastos calidad agrológica baja	P3swi	Sistema Agroforestal	SAF	Sobre uso	6.1114
53	Pastos calidad agrológica baja	P3swi	T. Vegetación escasa	Tve	Sobre uso	2.0180
54	Pastos calidad agrológica baja	P3swi	Tierras en descanso	Tde	Sobre uso	1.9010
55	Pastos calidad agrológica media	P2ec	Bofedal	Bo	Adecuado	1.2663
56	Pastos calidad agrológica media	P2swc	Bofedal	Bo	Adecuado	38.0250
57	Pastos calidad agrológica media	P2swc	Cuerpo de agua	Ca	Adecuado	15.7168
58	Pastos calidad agrológica media	P2swc	Cultivos Altoandinos	Cul	Sobre uso	5.4109
59	Pastos calidad agrológica media	P2swc	Pajonal de Chilligua	Pch	Adecuado	14.0309
60	Pastos calidad agrológica media	P2swc	Pajonal de Ichul	PI	Adecuado	4.4253
61	Pastos calidad agrológica media	P2swc	Sistema Agroforestal	SAF	Sobre uso	11.5728
62	Pastos calidad agrológica media	P2swc	T. Vegetación escasa	Tve	Sobre uso	0.1133
63	Pastos calidad agrológica media	P2swc	Tierras en descanso	Tde	Sobre uso	5.6172
64	Pastos calidad agrológica media	P2swc	Tierras Hidromórficas	THi	Adecuado	0.7582
65	Pastos calidad agrológica media	P2swi	Bofedal	Bo	Adecuado	11.6753
66	Pastos calidad agrológica media	P2swi	Cuerpo de agua	Ca	Adecuado	37.6459
67	Pastos calidad agrológica media	P2swi	Cultivos Altoandinos	Cul	Sobre uso	9.7561
68	Pastos calidad agrológica media	P2swi	Pajonal de Chilligua	Pch	Adecuado	11.9250
69	Protección	Xec	Afloramiento lítico	Alí	Adecuado	630.6967
70	Protección	Xec	Cuerpo de agua	Ca	Adecuado	0.3961
71	Protección	Xec	Cultivos Altoandinos	Cul	Adecuado	7.4274
72	Protección	Xec	Sistema Agroforestal	SAF	Sobre uso	141.7264
73	Protección	Xec	T. Vegetación escasa	Tve	Adecuado	57.1488
74	Protección	Xec	Tierras en descanso	Tde	Adecuado	17.2331
75	Protección	Xec	Tierras Hidromórficas	THi	Adecuado	4.3337
76	Sistema Agroforestal	A3se-F2ec	Cultivos Altoandinos	Cul	Adecuado	1.8528
77	Sistema Agroforestal	A3se-F2ec	Sistema Agroforestal	SAF	Adecuado	8.7374
78	Sistema Agroforestal	A3se-F2ec	Tierras en descanso	Tde	Adecuado	2.1687
79	Sistema Agroforestal	A3se-F2ec	Tierras Hidromórficas	THi	Sub uso	7.5705
80	Sistema Agroforestal	A3se-F3ec	Sistema Agroforestal	SAF	Adecuado	3.5159
81	Sistema Agroforestal	F3ec-A3se	Cuerpo de agua	Ca	Adecuado	2.1485
82	Sistema Agroforestal	F3ec-A3se	Cultivos Altoandinos	Cul	Adecuado	5.7717
83	Sistema Agroforestal	F3ec-A3se	Erosión	Er	Sobre uso	10.9798
84	Sistema Agroforestal	F3ec-A3se	Sistema Agroforestal	SAF	Adecuado	89.8213
85	Sistema Agroforestal	F3ec-A3se	T. Vegetación escasa	Tve	Sobre uso	74.1648
86	Sistema Agroforestal	F3ec-A3se	Tierras en descanso	Tde	Adecuado	7.3427
87	Sistema Agroforestal	F3ec-A3se	Tierras Hidromórficas	THi	Adecuado	17.9807

Cuadro 18. Precipitación media mensual de 50 años SENAMHI.

ID	ESTACIÓN	ENE.	FEB.	MAR.	ABRL.	MAY.	JUN.	JUL.	AGOT.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL	PROM.
1	Desaguadero	174.03	150.52	119.32	37.83	8.78	6.59	5.39	12.56	22.85	29.63	53.32	98.57	719.36	110.67
2	Isla Suaña	201.12	167.09	125.16	54.09	10.58	9.33	8.68	19.32	23.16	53.23	66.48	107.79	846.02	130.16
3	Juli	199.23	184.10	152.77	53.53	12.85	5.81	5.46	15.57	27.81	39.40	54.95	116.96	868.42	133.60
4	Mazo Cruz	138.29	117.09	86.22	23.28	5.78	2.00	2.08	8.23	7.95	15.96	33.30	76.57	440.18	73.61
5	Pizacoma	162.76	134.25	93.30	25.56	5.24	3.89	3.33	9.09	8.80	14.72	36.41	99.68	597.04	91.85
6	San Miguel	164.00	100.18	106.75	45.68	10.38	0.88	5.80	4.28	21.15	38.85	49.25	99.54	646.72	53.89
7	Santa Rosa	190.98	152.34	151.08	56.81	9.99	4.81	3.78	13.05	29.98	66.03	85.59	146.26	910.69	140.11
8	llave	170.98	138.10	114.33	43.63	11.46	6.20	4.80	17.42	23.89	33.03	50.18	86.36	700.37	58.36
9	Capaso	151.57	133.84	101.41	19.88	3.81	3.71	1.86	4.63	3.31	9.93	26.20	79.86	539.99	83.08
10	Ichuña	140.66	120.45	82.36	29.74	4.68	2.69	2.57	6.29	9.78	18.56	34.96	84.39	537.11	82.63
11	Laraqueri	172.52	155.21	119.04	43.38	10.38	4.16	3.94	10.16	22.29	36.37	56.61	108.75	742.81	114.28

Cuadro 19. Temperaturas medias mensuales de 50 años SENAMHI.

ID	ESTACIÓN	ENE.	FEB.	MAR.	ABRL.	MAY.	JUN.	JUL.	AGOT.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL	PROM.
1	Desaguadero	9.98	9.84	9.94	8.69	6.17	4.14	3.89	5.16	7.16	8.55	9.38	9.96	92.85	7.74
2	Isla Suaña	10.90	10.90	10.90	10.71	9.48	8.13	7.77	8.62	9.74	10.97	11.35	11.45	120.94	10.08
3	Juli	9.39	9.38	9.25	8.66	7.22	6.00	5.68	6.55	7.86	9.02	9.63	9.69	98.32	8.19
4	Mazo Cruz	7.94	7.72	7.44	5.50	2.43	0.61	0.30	1.40	3.28	4.98	6.28	7.48	47.89	4.35
5	Pizacoma	9.54	9.43	9.20	8.28	5.99	4.46	4.42	5.45	7.24	8.40	9.56	9.94	91.91	7.66
6	San Miguel	10.25	10.30	9.58	8.63	6.40	5.35	4.70	5.75	7.55	9.13	9.75	10.28	97.66	8.14
7	Santa Rosa	10.45	10.37	10.01	9.08	6.58	4.76	4.29	6.06	8.95	10.75	11.55	11.16	104.02	8.67
8	llave	9.63	9.59	9.42	8.71	6.90	5.37	5.01	6.09	7.57	8.97	9.66	9.91	96.83	8.07
9	Capaso	6.34	6.23	5.94	4.54	1.65	0.65	-0.05	1.36	2.63	4.07	5.27	6.20	44.83	3.74
10	Ichuña	12.55	12.24	12.00	11.59	9.36	7.94	7.69	9.02	10.33	12.31	12.79	13.27	131.10	10.92
11	Laraqueri	8.98	8.82	8.59	7.71	5.84	4.35	3.98	5.12	7.04	8.33	9.25	9.28	87.28	7.27

Cuadro 20. Temperatura y precipitación media anual 50 años SENAMHI.

ID	CODIGO	COORD_X	COORD_Y	ALTITUD	ESTACIÓN	T_MAX	T_MIN	Temp Media	Ppt_media	T_determinada
1	116060	495857	8168731	3808	Desaguadero	15	-1	7.74	719.36	7.1328
2	116009	409104	8194347	3830	Isla Suaña	15	3	10.08	846.02	9.618
3	116061	450843	8208469	3812	Juli	14	1	8.19	868.42	7.6092
4	116029	460750	8130693	4060	Pizacoma	17	-5	7.76	597.04	8.816
5	110879	429200	8223485	3871	San Miguel	14	-3	8.14	646.72	7.9486
6	110882	492018	8197012	3891	Santa Rosa	15	-3	8.67	910.69	8.6106
7	116027	431020	8221195	3880	llave	16	-3	8.07	700.37	7.938
8	117041	421788	8099530	4530	Capazo	14	-8	3.74	539.99	7.898
9	116033	385967	8213658	3900	Laraqueri	17	-6	7.27	742.81	7.27

Cuadro 21. Relación entre capacidad de uso y unidades de gestión ambiental.

ID	Descripción de capacidad de uso mayor	Símbolo	Unidades de gestión ambiental	Símbolo	Área ha
1	Cultivo en limpio clase agrológica baja	A3sc	Aprovechamiento agrícola sostenible	Aas	239.2434
2	Cultivo en limpio clase agrológica baja	A3sc	Aprovechamiento forestal sostenible	Afs	39.0427
3	Cultivo en limpio clase agrológica baja	A3sc	Conservación	Con	88.8998
4	Cultivo en limpio clase agrológica baja	A3sc	Protección	Pro	36.5637
5	Cultivo en limpio clase agrológica baja	A3sc	Restauración	Res	28.2435
6	Cultivo en limpio clase agrológica baja	A3sce	Aprovechamiento agrícola sostenible	Aas	3.0591
7	Cultivo en limpio clase agrológica baja	A3sce	Aprovechamiento forestal sostenible	Afs	2.8987
8	Cultivo en limpio clase agrológica baja	A3sce	Restauración	Res	0.1476
9	Cultivo en limpio clase agrológica baja	A3scw	Aprovechamiento agrícola sostenible	Aas	131.2837
10	Cultivo en limpio clase agrológica baja	A3scw	Aprovechamiento forestal sostenible	Afs	11.8369
11	Cultivo en limpio clase agrológica baja	A3scw	Conservación	Con	1.9866
12	Cultivo en limpio clase agrológica baja	A3scw	Protección	Pro	4.8278
13	Cultivo en limpio clase agrológica baja	A3scw	Restauración	Res	5.4005
14	Forestal clase agrológica baja	F3ec	Aprovechamiento agrícola sostenible	Aas	2.6898
15	Forestal clase agrológica baja	F3ec	Aprovechamiento forestal sostenible	Afs	1.3714
16	Forestal clase agrológica baja	F3ec	Conservación	Con	1.0367
17	Forestal clase agrológica baja	F3ec	Protección	Pro	118.2810
18	Forestal clase agrológica baja	F3ec	Restauración	Res	5.7989
19	Forestales clase agrológica media	F2ec	Aprovechamiento agrícola sostenible	Aas	0.1980
20	Forestales clase agrológica media	F2ec	Aprovechamiento forestal sostenible	Afs	37.0047
21	Forestales clase agrológica media	F2ec	Conservación	Con	1.7680
22	Forestales clase agrológica media	F2ec	Protección	Pro	3.7843
23	Miselanea	M	Conservación	Con	46.2921
24	Pastos calidad agrológica baja	P3ec	Conservación	Con	182.0709
25	Pastos calidad agrológica baja	P3s-F2ec	Conservación	Con	2.0583
26	Pastos calidad agrológica baja	P3sc	Aprovechamiento agrícola sostenible	Aas	0.8998
27	Pastos calidad agrológica baja	P3sc	Conservación	Con	92.9344
28	Pastos calidad agrológica baja	P3sce	Conservación	Con	0.7064
29	Pastos calidad agrológica baja	P3scw	Conservación	Con	14.5749
30	Pastos calidad agrológica baja	P3se-F2ec	Conservación	Con	8.3438
31	Pastos calidad agrológica baja	P3swi	Aprovechamiento agrícola sostenible	Aas	14.8366
32	Pastos calidad agrológica baja	P3swi	Aprovechamiento forestal sostenible	Afs	6.1114
33	Pastos calidad agrológica baja	P3swi	Conservación	Con	75.5224
34	Pastos calidad agrológica baja	P3swi	Protección	Pro	2.0180
35	Pastos calidad agrológica baja	P3swi	Restauración	Res	0.0495
36	Pastos calidad agrológica media	P2ec	Conservación	Con	1.2663
37	Pastos calidad agrológica media	P2swc	Aprovechamiento agrícola sostenible	Aas	11.0280
38	Pastos calidad agrológica media	P2swc	Aprovechamiento forestal sostenible	Afs	11.5728

39	Pastos calidad agrológica media	P2swc	Conservación	Con	72.1979
40	Pastos calidad agrológica media	P2swc	Protección	Pro	0.1133
41	Pastos calidad agrológica media	P2swc	Restauración	Res	0.7582
42	Pastos calidad agrológica media	P2swi	Aprovechamiento agrícola sostenible	Aas	9.7561
43	Pastos calidad agrológica media	P2swi	Conservación	Con	61.2462
44	Protección	Xec	Aprovechamiento agrícola sostenible	Aas	24.6605
45	Protección	Xec	Aprovechamiento forestal sostenible	Afs	141.7264
46	Protección	Xec	Conservación	Con	0.3961
47	Protección	Xec	Protección	Pro	687.8455
48	Protección	Xec	Restauración	Res	4.3337
49	Sistema Agroforestal	A3se-F2ec	Aprovechamiento agrícola sostenible	Aas	4.0215
50	Sistema Agroforestal	A3se-F2ec	Aprovechamiento forestal sostenible	Afs	8.7374
51	Sistema Agroforestal	A3se-F2ec	Restauración	Res	7.5705
52	Sistema Agroforestal	A3se-F3ec	Aprovechamiento forestal sostenible	Afs	3.5159
53	Sistema Agroforestal	F3ec-A3se	Aprovechamiento agrícola sostenible	Aas	13.1145
54	Sistema Agroforestal	F3ec-A3se	Aprovechamiento forestal sostenible	Afs	89.8213
55	Sistema Agroforestal	F3ec-A3se	Conservación	Con	2.1485
56	Sistema Agroforestal	F3ec-A3se	Protección	Pro	74.1648
57	Sistema Agroforestal	F3ec-A3se	Restauración	Res	28.9605

Anexo 2. Mapas temáticos.

Figura 9. Mapa base de la microcuenca de río Ticaraya.

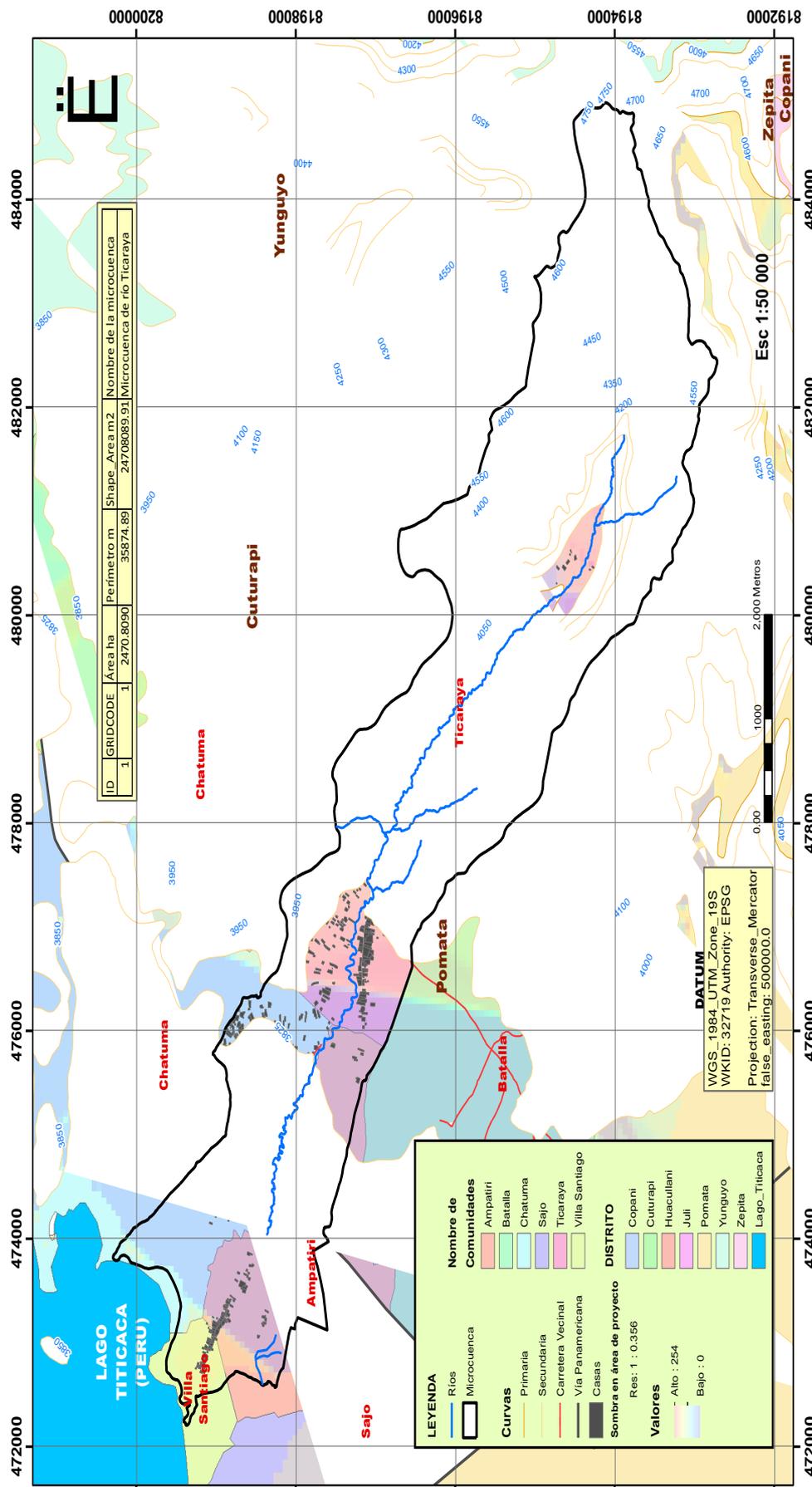


Figura 10. Mapa de potencialidad de capacidad de uso de la tierra.

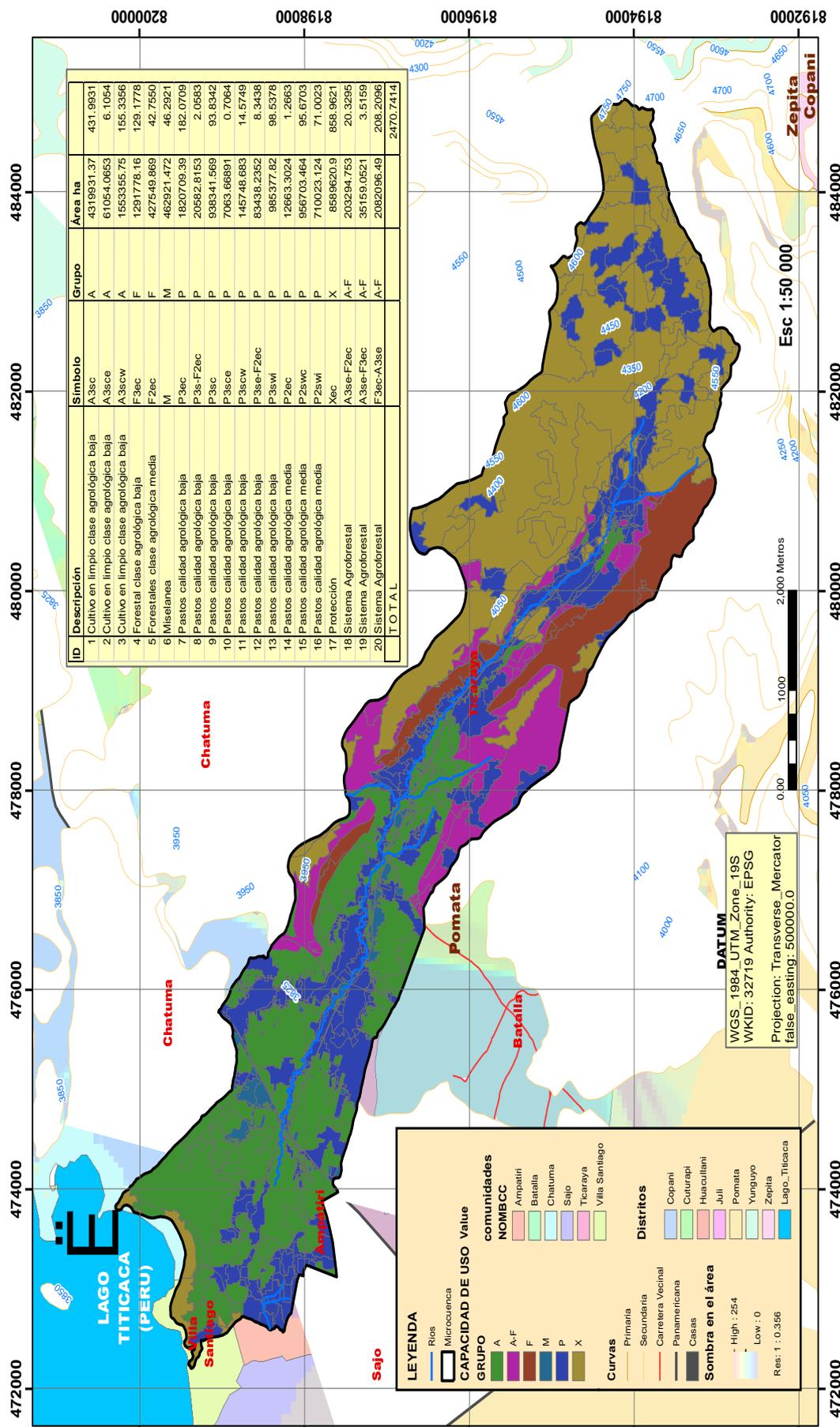


Figura 11. Mapa uso actual de la tierra.

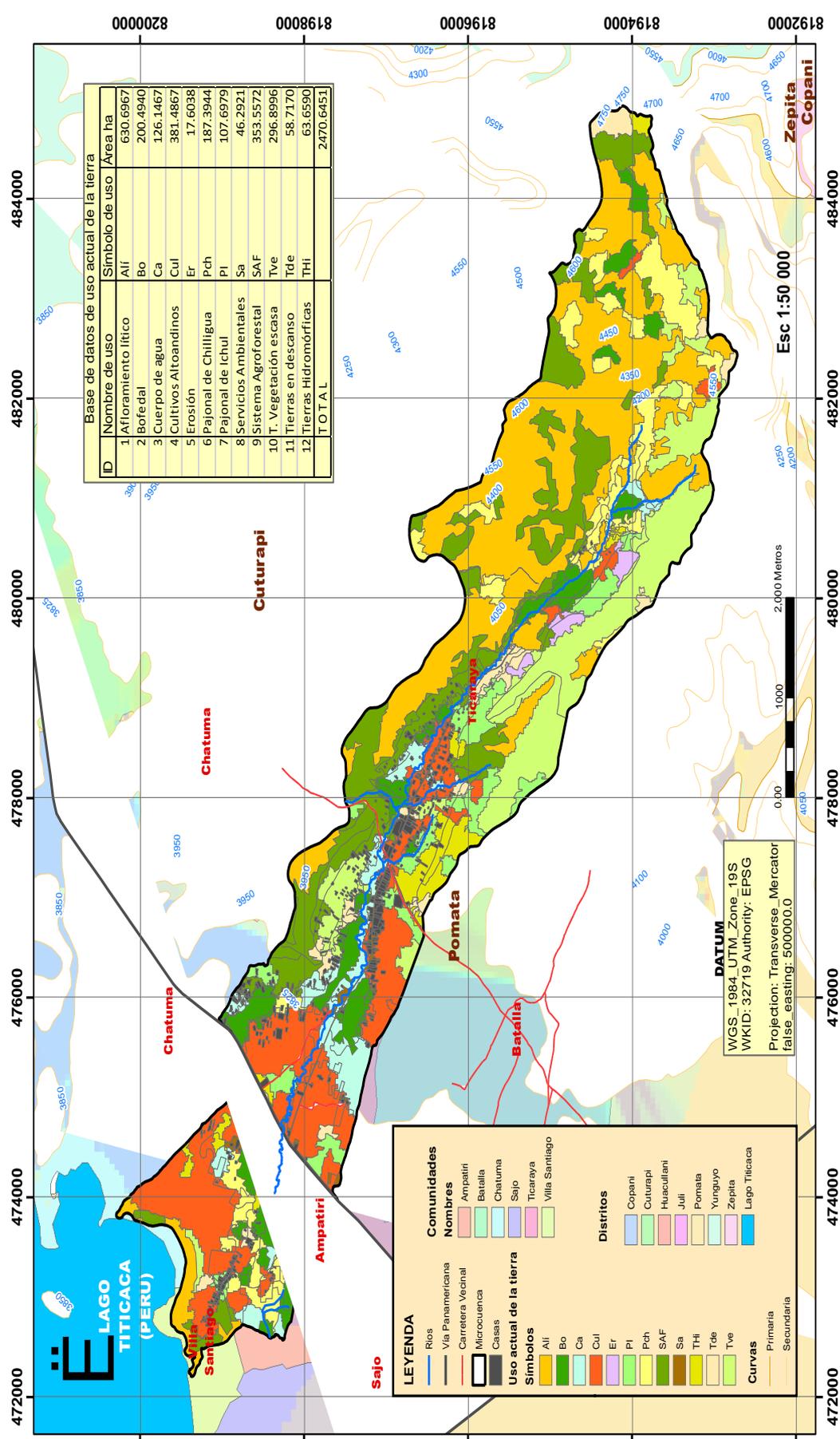


Figura 12. Mapa conflicto de uso de la tierra

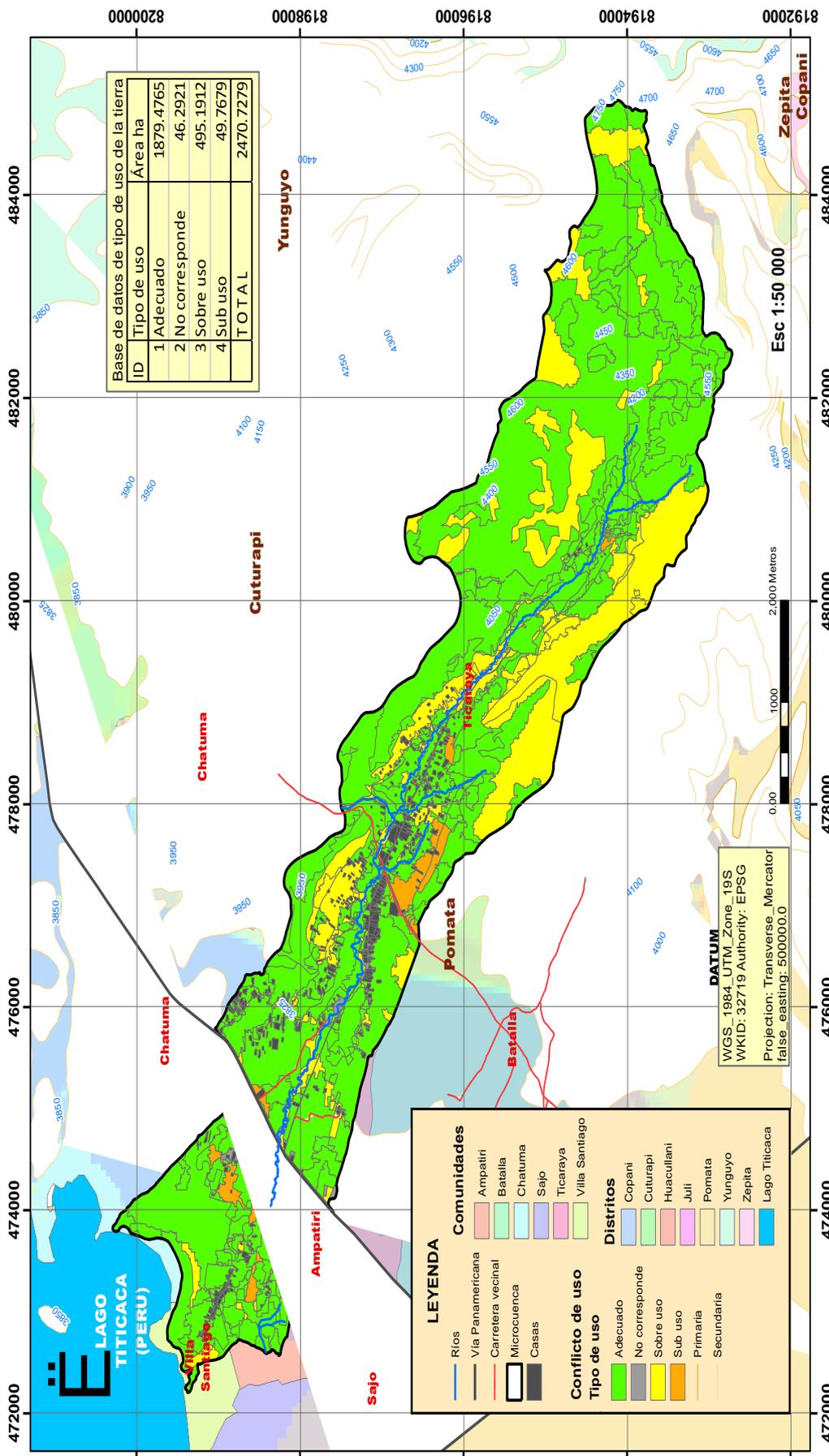


Figura 13. Mapa de calor e Isotermas.

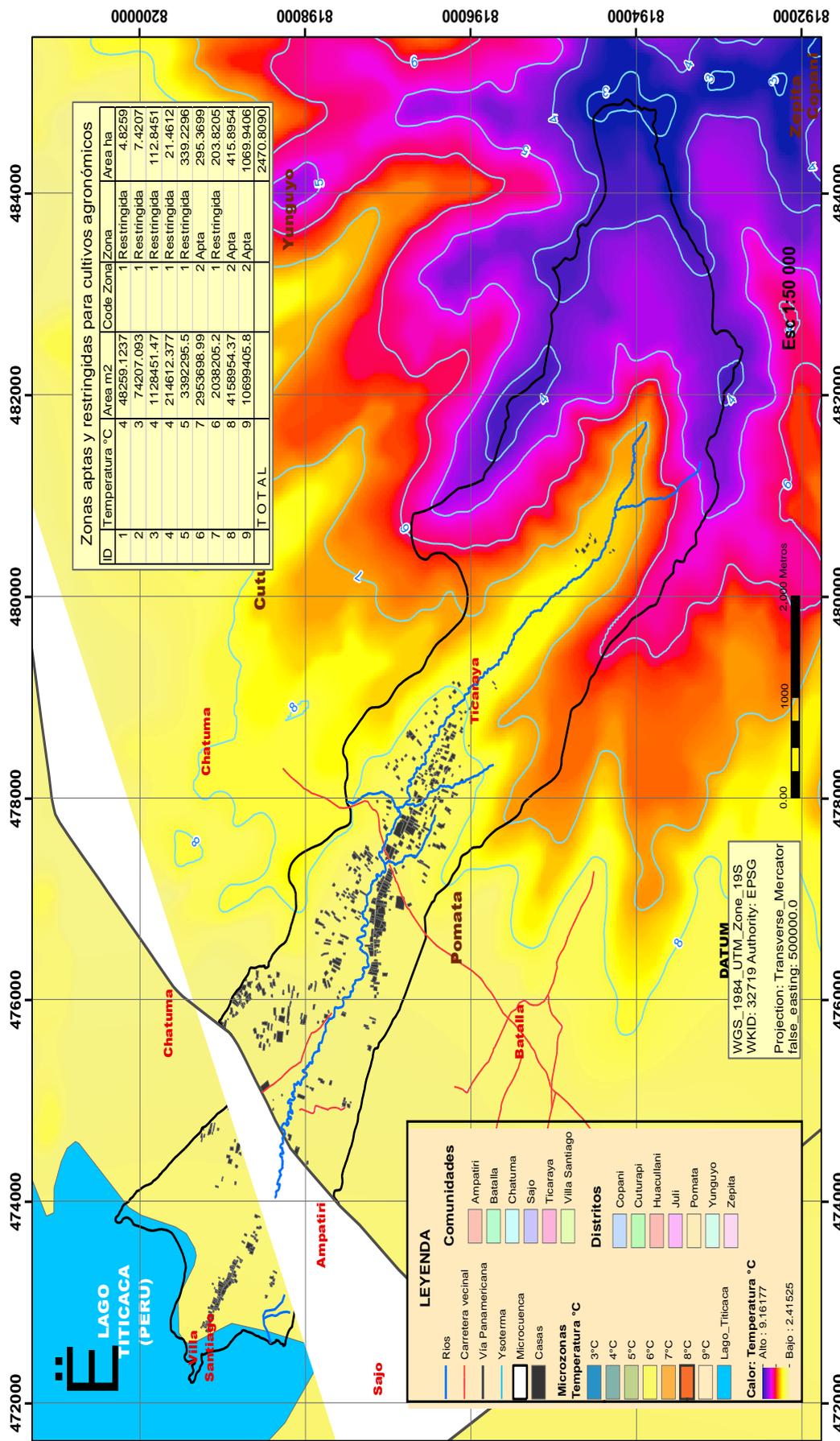


Figura 14. Mapa de precipitaciones e Isoyetas.

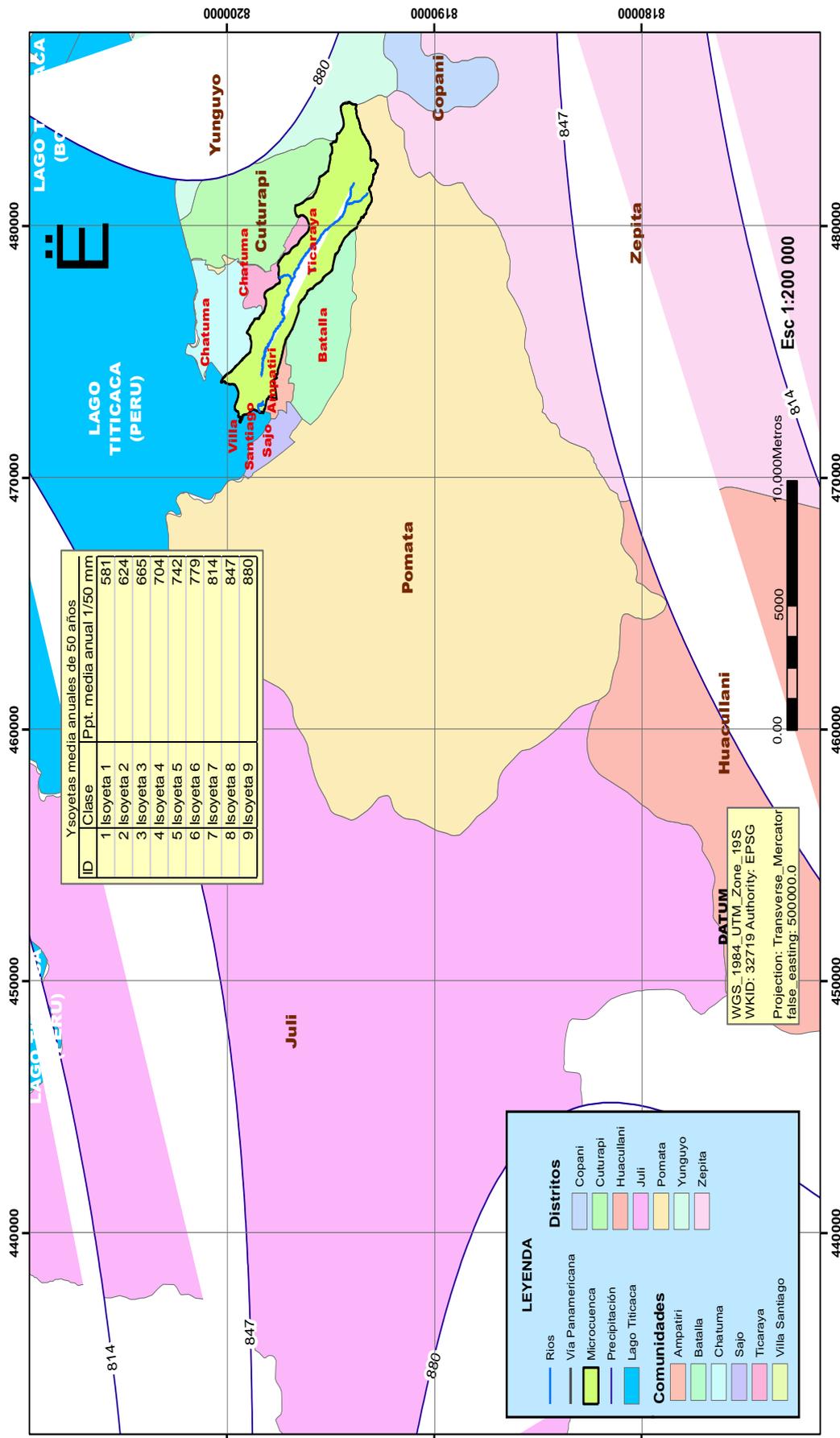


Figura 15. Mapa áreas naturales protegidas y zona económica.

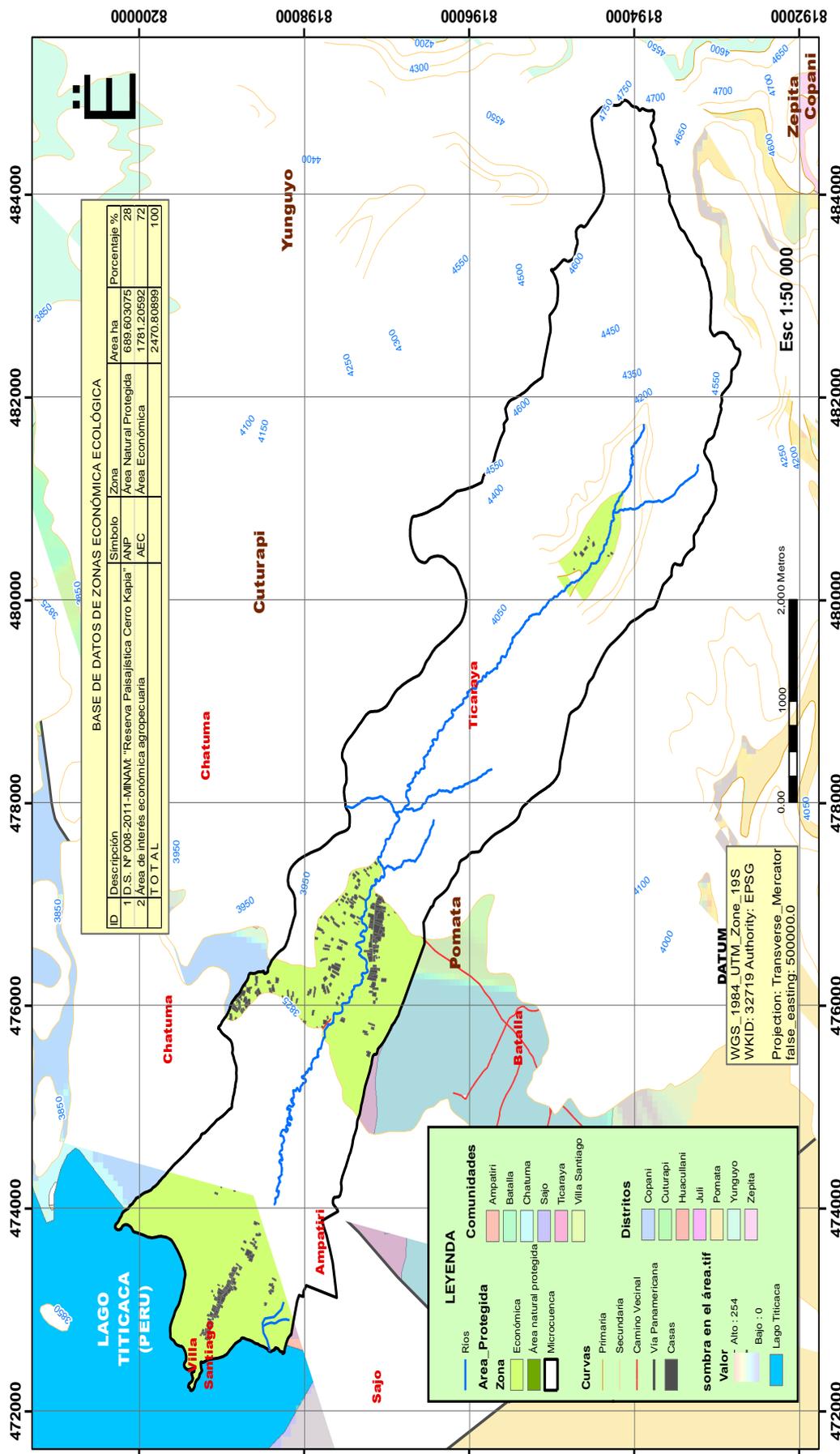


Figura 16. Mapa zonas de vida.

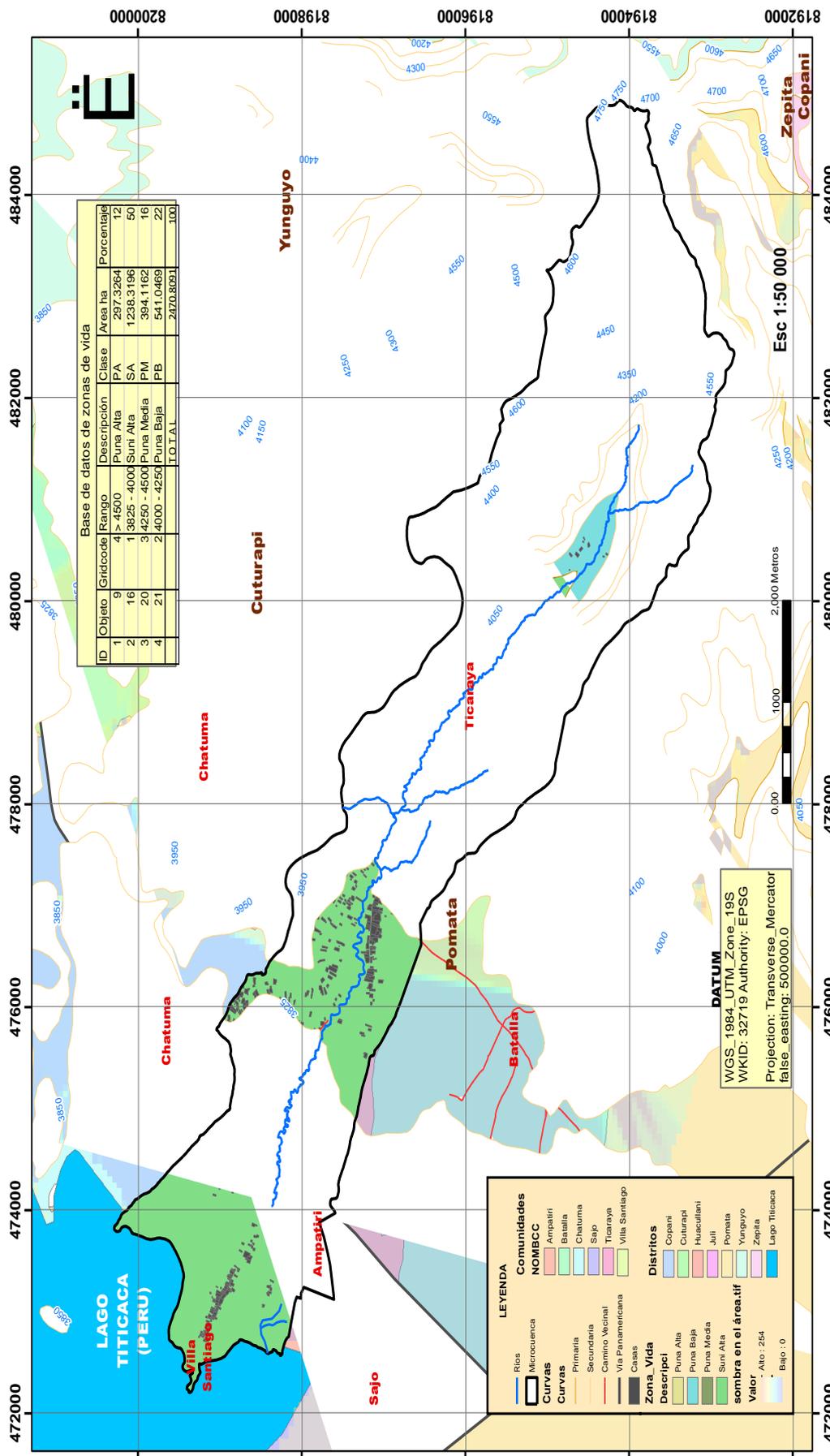


Figura 17. Mapa de tipos de pendientes.

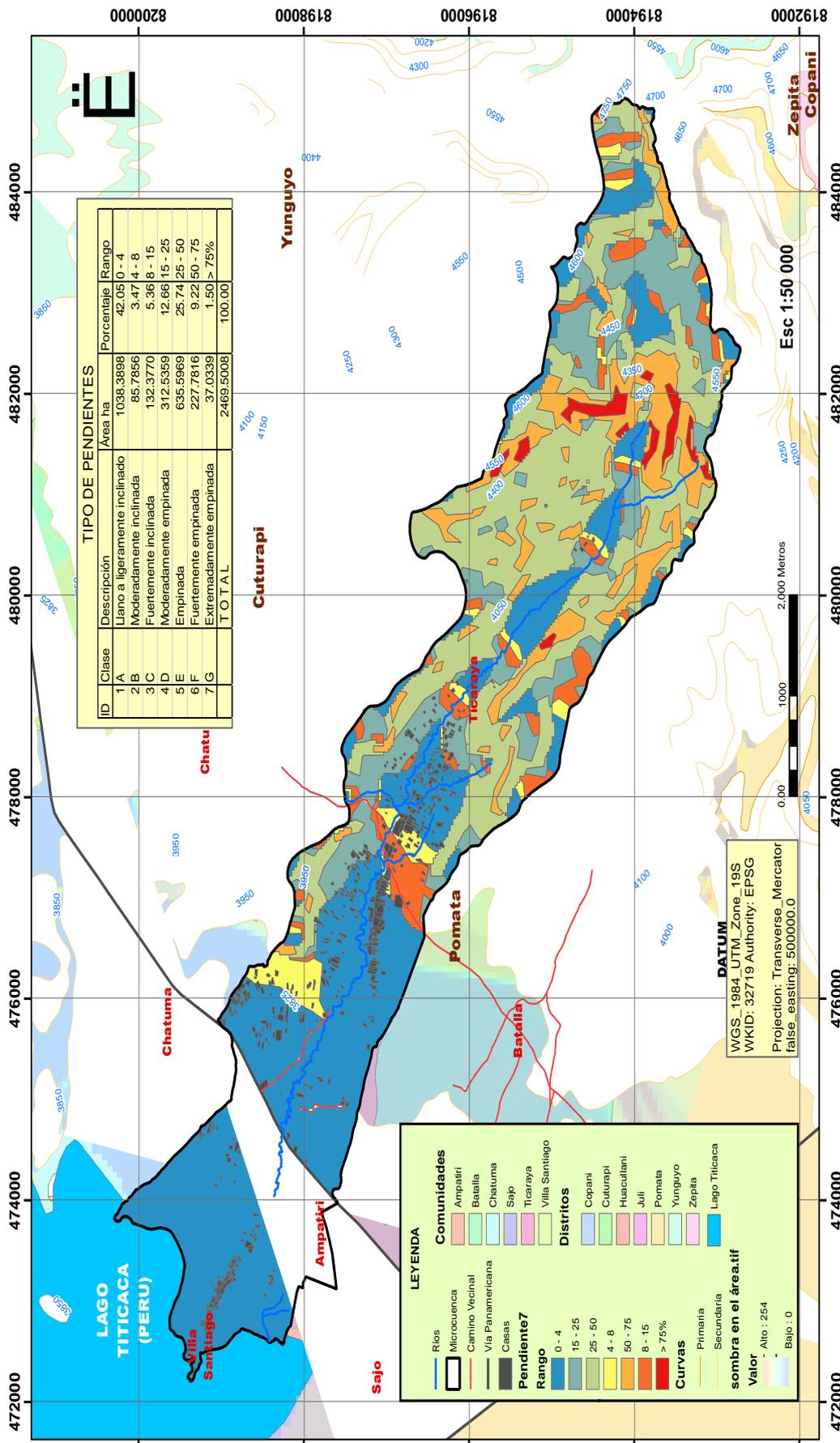


Figura 18. Población económicamente activa agrícola por comunidades.

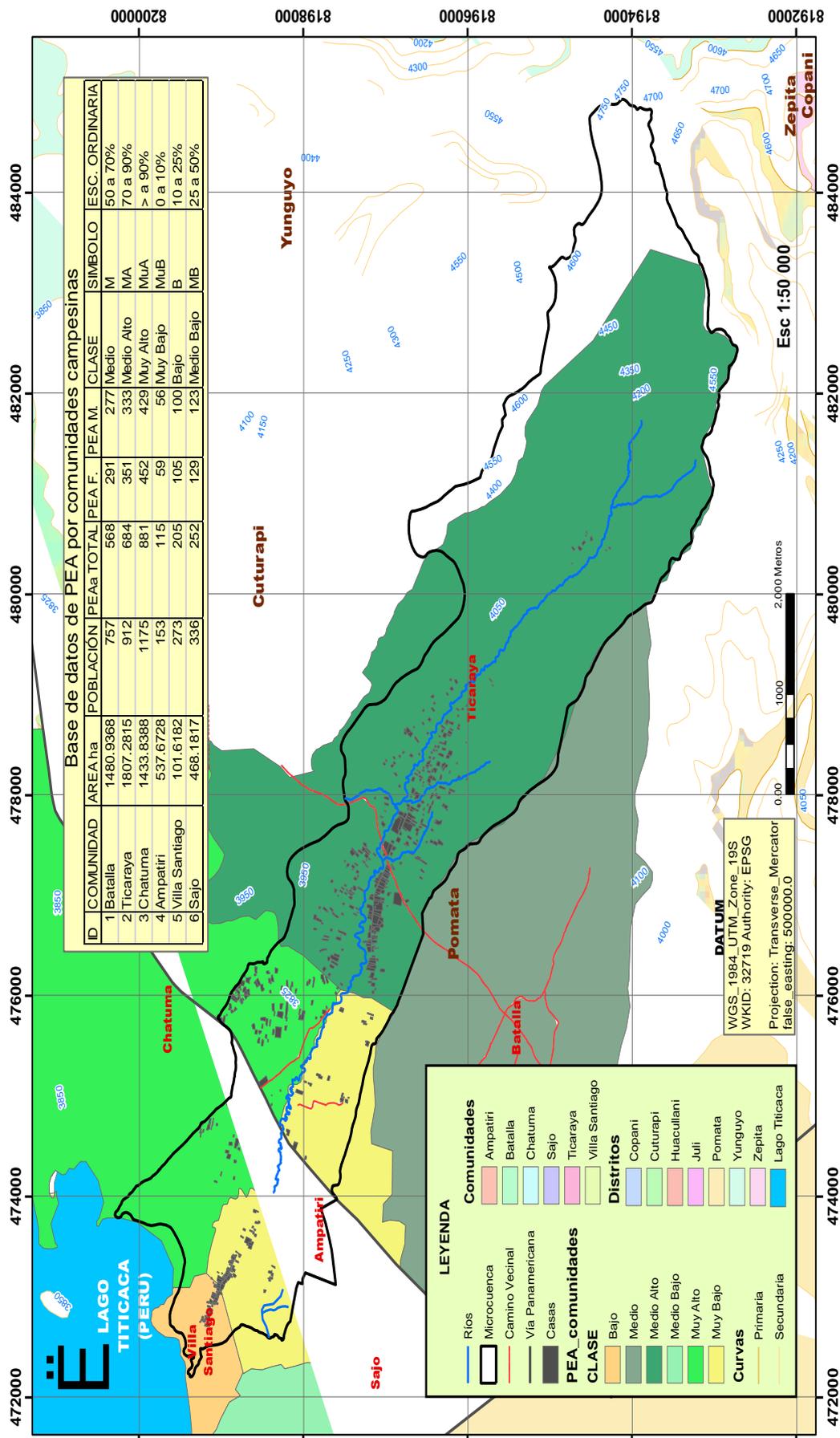
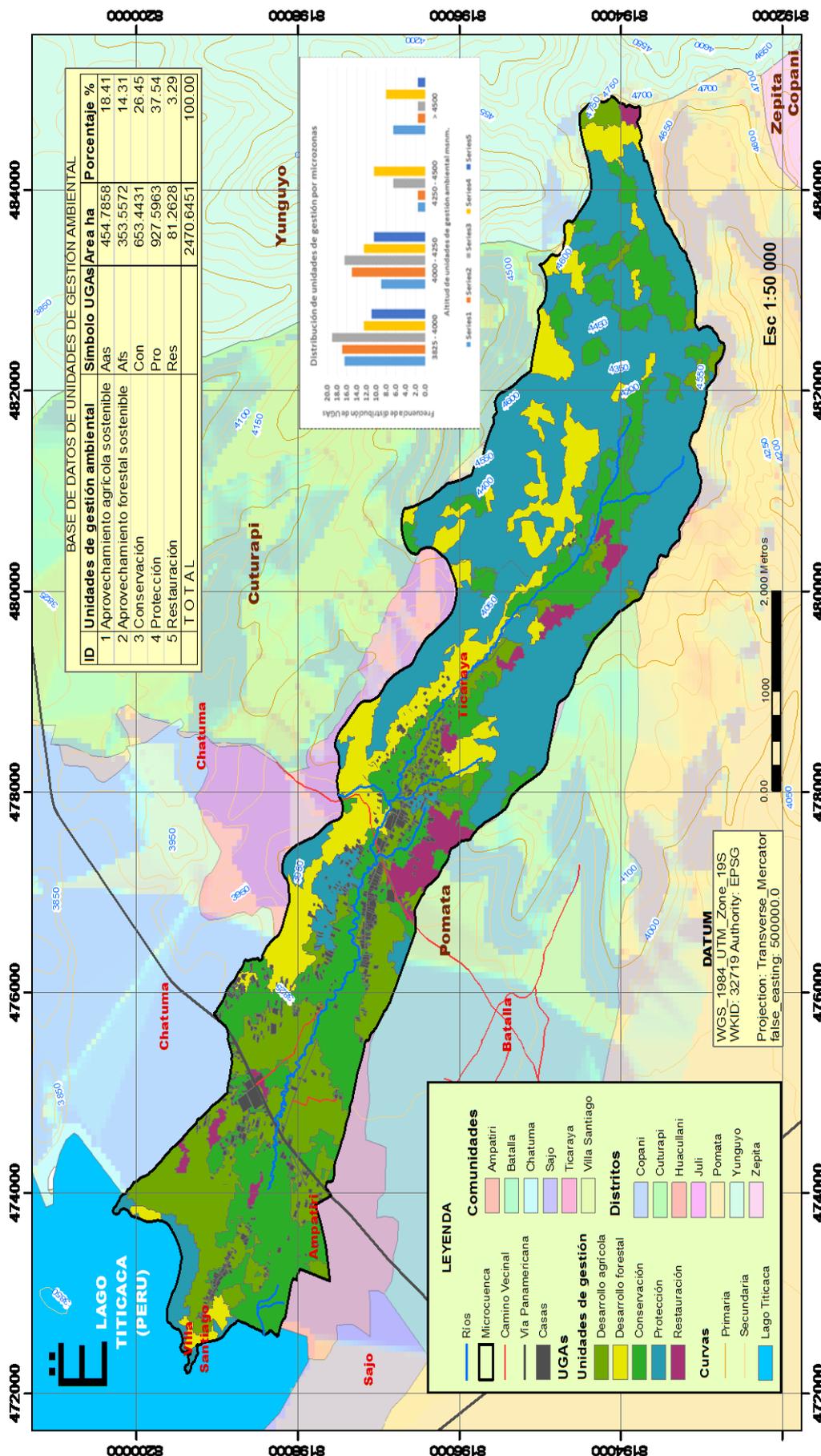


Figura 19. Unidades de gestión ambiental UGAs



Anexo 3. Encuesta socio-demográfica utilizada en la información primaria para el estudio “MODELAMIENTO DE USO DE LA TIERRA EN LA MICROCUENCA DE RÍO TICARAYA”

I. ASPECTOS GENERALES:

1. Comunidad:.....Sector:
2. Nombre del encuestado:
3. Número de miembros de su familia: Mujeres: Varones:
 Cuantos niños? Cuantos adultos?
4. Grado de instrucción del Jefe de Familia:
5. Migra a otros lugares? Si (), No (), ¿Dónde?
 Todos los miembros?..... X cuanto tiempo.....
 Motivo.....
6. Sus tierras son tituladas?
7. Actividades económicas (indicar sólo las tres actividades mas importantes que realiza durante el año):
 a.
 b.
8. Es beneficiario de algún programa social?.....Cual(es)?

9. Cuenta con servicios básicos?

Servicios				
Agua	Pozo	rio	Agua Potable	
Desagüe	Silo		Red Pública	
Electricidad	Comunal individual			
Ninguno				

10. De qué manera elimina sus residuos sólidos?

Entierra	
Deja en cualquier lugar	
Otra.....	

11. Tienen reuniones periódicas con otras comunidad de otros lugares?.....cada cuanto tiempo?Cual es el motivo?

II. ASPECTOS DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA:

1. Tenencia de tierras: pastizales y área cultivada Tamaño de propiedad (en estadios)?

Especificaciones	Número de parcelas	Has	M2
Pastos naturales bajo secano			
Pastos naturales bajo riego			
Pastos cultivados bajo riego			
Cultivos bajo secano			
Cultivos bajo riego			

2. Áreas de cultivo en secano y riego por familia.

¿Qué tipo de cultivos practica?

Cultivo	Número de parcelas		total m2		Volumen cosechado por parcela		Volumen cosechado en la última campaña
	Riego	Secano	Riego	Secano	Riego	Secano	
Papa							
Quinoa							
Habas							
Oca							
Tarwi							
Forraje							
Trigo							
Hortalizas							

3. Crianza y tenencia de animales

Especies	Nro. cabezas adultos	Nro. Cabezas crías	Nro. Total cabezas
Vacuno			
Ovino			
Porcino			
Alpacas y llamas			
Burros y caballos			

4. ¿Producción leche? Si (), No () ¿Cuántos Lts/ por día?,
 ¿De cuántas vacas?.....

5. Autoconsumo y comercialización de productos agrícolas

Productos	Porcentaje del producto destinado a:		
	Autoconsumo	Comercialización	
		Porcentaje	Lugar de venta
Papa			
Quinoa			
Habas			
Oca			
Tarwi			
Forraje			
Trigo			
Hortalizas			

6. Autoconsumo y comercialización de productos pecuarios

Productos	Porcentaje del producto destinado a:		
	Autoconsumo	Comercialización	
		Porcentaje	Lugar de venta
Carne ovino			
Carne vacuno			
Leche			
Queso			
Carne porcino			

7. De donde provienen los insumos para su producción (semillas, crias de ganado)(propios o de fuera del país o dentro localidad, otro)?.....

8. A qué se debe la pobreza

FACTORES	
Nivel Educación	
Avanzada la edad	
Excesivo número de miembros de familia	
Condiciones físicas	
Tenencia de tierras	
Calidad del suelo	
Otro.....	

9. Como soluciona estos problemas.....

10. Como piensa solucionar estos problemas.....

11. Ha escuchado hablar o sabe sobre Ordenamiento del territorio?
.....

12. Cómo piensa que debería ordenarse el territorio?

Para todas las actividades (ZEE) agricultura comercio minería industria otros.	
Únicamente la agricultura (ZAE) aptitud agrícola para cultivos ganadería y plantaciones	

Ticaraya, Mayo de 2018.

.....
Angel Abrahan Franco Pineda
Tesisista

.....
F. Ortiz C
Director de Tesis