

*Mesozonificación Ecológica y Económica para el Desarrollo Sostenible de la
Zona de Selva del Departamento de Huánuco*

Informe temático

PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES DE SATÉLITE Y MODELAMIENTO ZEE

Lizardo Fachín Malaverri



MESOZONIFICACIÓN ECOLÓGICA Y ECONÓMICA PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE ZONA DE SELVA DE HUÁNUCO

Informe temático: **PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES DE SATÉLITE Y
MODELAMIENTO ZEE**
Lizardo Fachín Malaverri

© Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana
Programa de Cambio climático, Desarrollo Territorial y Ambiente-PROTERRA
Av. José Abelardo Quiñones Km. 2.5
Teléfonos: (+51) (65) 265515 / 265516 Fax: (+51) (65) 265527
www.iiap.org.pe / poa@iiap.org.pe
Iquitos-Perú, 2010

El presente estudio fue financiado con fondos del Plan de Impacto Rápido de Lucha
contra las Drogas - PIR, canalizados por DEVIDA

Cita sugerida:

Fachín, L. 2010. Procesamiento digital de imágenes de satélite y Modelamiento ZEE,
informe temático. Proyecto Zonificación Ecológica y Económica de la Selva de Huánuco,
convenio entre el IIAP, DEVIDA y el gobierno regional de Huánuco. Iquitos - Perú

La información contenida en este informe puede ser reproducida total o parcialmente
siempre y cuando se mencione la fuente de origen.

CONTENIDO

PRESENTACIÓN	6
RESUMEN	7
I. OBJETIVOS	9
1.1. Objetivo general	9
1.2. Objetivos específicos	9
II. MATERIALES Y MÉTODOS	9
2.1. Materiales.....	9
2.1.1. Material Cartográfico	9
2.1.2. Material Satelital	11
2.1.3. Equipos y Software	13
2.1.4. Organización de la carpeta matriz	14
2.2. Proceso Metodológico.....	15
III. ESQUEMA METODOLÓGICO	16
3.1. Procesamiento de imágenes de satélite	16
3.1.1. Búsqueda, recopilación y evaluación de datos satelitales.....	16
3.1.2. Mejoramiento de las imágenes	17
3.1.3. Elaboración del mosaico de imágenes de satélite	24
3.2. Modelamiento ZEE.....	27
3.2.1. Acondicionamiento y preparación del material cartográfico base.....	27
3.2.2. Interpretación y digitalización de la información temática.....	27
3.2.3. Edición y atribución (codificación y descripción).....	29
3.2.4. Composición de mapas.....	31
3.2.5. Modelamiento ZEE	32
IV. CONCLUSIONES	72
V. RECOMENDACIONES	73
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74
ANEXOS	76

LISTA DE TABLAS

Tabla No 01.	Índice tabular de la Carta Nacional utilizada en el proyecto.	11
Tabla No 02.	Lista de imágenes de satélite Landsat TM5 utilizada en el mosaico de la Selva de Huánuco.....	12
Tabla No 03.	Características de la imagen de RADAR utilizada en el proyecto.	12
Tabla No 04.	Estructura de la carpeta matriz: ZEE_HUANUCO.....	15
Tabla No 05.	Fuente de datos para la georreferenciación.....	20
Tabla N° 06.	Sistema de proyección usado en la georreferenciación de las imágenes de satélite.	21
Tabla N° 07.	Lista de especialistas y temas elaborados.....	28
Tabla N° 08a.	Lista de mapas temáticos principales de acuerdo a la variable que representa....	32
Tabla N° 08b.	Lista de mapas temáticos auxiliares de acuerdo a la variable que representa.	32
Tabla N° 09.	Descripción de los submodelos o mapas de evaluación.	37
Tabla N° 10.	Rangos y variables (mapas) usadas en el submodelo de Aptitud Piscícola	41
Tabla N° 11.	Variables (mapas) usadas en el submodelo de Aptitud Productiva	43
Tabla N° 12.	Variables (mapas) usadas en el submodelo de Valor Bioecológico.....	48
Tabla N° 13.	Variables (mapas) usadas en el submodelo de Vulnerabilidad.....	51

Tabla N° 14.	Variables (mapas) usadas en el submodelo de Conflictos de Uso.....	53
Tabla N° 15.	Variables (mapas) usadas en el submodelo de Vocación Urbana Industrial.....	55
Tabla N° 16.	Descripción de los campos adicionales necesarios para el modelamiento para de ZEE.....	57
Tabla N° 17.	Campos de la cobertura UEE y variables relevantes necesarios para el modelamiento ZEE.....	64
Tabla N° 18.	Tipos de uso sugeridos para la ZEE.....	70

LISTA DE FIGURAS

Figura N° 01.	Índice gráfico de la Carta Nacional utilizada en el proyecto.....	10
Figura No 02.	Índice de imágenes Landsat TM (escenas) usadas en la interpretación visual y en la elaboración del mosaico.....	13
Figura N° 03.	Verificación de la corrección geométrica utilizando la cartografía base sobre la imagen corregida.....	20
Figura N° 04.	Imagen de referencia (patrón) para corrección radiométrica de otras imágenes (esclavo).....	22
Figura N° 05.	Diagrama de flujo para ejecutar el mejoramiento radiométrico según Erdas Imagine.....	22
Figura N° 06.	Ubicación de las escenas según fechas en el ámbito del área de estudio.....	23
Figura N° 07.	Escena sin corrección radiométrica.....	23
Figura N° 08.	Escena con corrección radiométrica.....	23
Figura N° 09.	Orden de ubicación de las imágenes para elaborar el mosaico.....	26
Figura N° 10.	Imagen de RADAR.....	26
Figura N° 11.	Tema vector líneas de fisiografía digitalizadas teniendo en cuenta la hidrografía como base.....	29
Figura N° 12.	Tabla de atributos indicando los campos de codificación y descripción de la codificación.....	30
Figura N° 13.	Esquema metodológico de formulación de ZEE de la zona de Selva de Huánuco.....	34
Figura N° 14.	Secuencia de la integración de los mapas temáticos (variables físicas, biológicas y socioeconómicas).....	35
Figura N° 15.	Unión de tablas (campos de codificación y descripción de todos los temas).....	37
Figura N° 16.	Diagrama que indica el proceso de reclasificación del mapa de potencial forestal.....	39
Figura N° 17.	Diagrama que indica el proceso de reclasificación del mapa de potencial piscícola.....	40
Figura N° 18.	Diagrama que indica el proceso de reclasificación del mapa de biomasa.....	44
Figura N° 19.	Diagrama que indica el proceso de reclasificación del mapa de biodiversidad.....	45
Figura N° 20.	Valores de fauna.....	45
Figura N° 21.	Diagrama de flujo para la formulación de la ZEE mediante el método de exclusión selectiva.....	58

ANEXOS

Anexo N° 1.	Recurso web para la descarga de imágenes de satélite.....	77
Anexo N° 2.	Tabla de atributos del mapa de Geología.....	78
Anexo N° 3.	Tabla de atributos del mapa de Geomorfología.....	78
Anexo N° 4.	Tabla de atributos del mapa de Fisiografía.....	79
Anexo N° 5.	Tabla de atributos del mapa de Suelos.....	82

Anexo N° 6.	Tabla de atributos del mapa de Capacidad de Uso.....	83
Anexo N° 7.	Tabla de atributos del mapa de Cuencas Hidrográficas.....	84
Anexo N° 8.	Tabla de atributos del mapa de Clima.....	84
Anexo N° 9.	Tabla de atributos del mapa Forestal.....	85
Anexo N° 10.	Tabla de atributos del mapa de Vegetación.....	85
Anexo N° 11.	Tabla de atributos del mapa de Fauna.....	86
Anexo N° 12.	Tabla de atributos del mapa de Uso Actual.....	86
Anexo N° 13.	Tabla de atributos del mapa de Potencialidades Socioeconómicas.....	86
Anexo N° 14.	Tabla de atributos del mapa de Potencial Forestal.....	87

PRESENTACIÓN

Este informe temático corresponde al estudio sobre el Procesamiento digital de imágenes de satélite y Modelamiento ZEE del proyecto Meso Zonificación Ecológica y Económica (ZEE) para el desarrollo sostenible de la zona de selva de Huánuco, que servirá para el conocimiento y aplicación del proceso metodológico para obtener la propuesta de ZEE del mencionado territorio.

El contenido de este informe está referido al proceso metodológico y los resultados logrados en el estudio de Zonificación Ecológica y Económica de la Selva de Huánuco, Departamento de mismo nombre mediante el uso de tecnologías relacionadas a Sistemas de Percepción Remota a través del procesamiento digital de imágenes de satélite y Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Los temas en mención tienen relación con la preparación, generación, análisis y presentación de los datos espaciales presentados de a través de mapas y sus respectivas tablas de atributos, al mismo tiempo éstos se constituyen parte importante y herramienta de interpretación en los estudios de los aspectos biofísicos y socioeconómicos del espacio geográfico en observación. El conocimiento y aplicación de estas herramientas tiene el propósito de brindar, de manera holística, la construcción de mapas, la caracterización del territorio y su entendimiento de manera gráfica - espacial.

Este documento ha sido elaborado teniendo en cuenta la revisión de material bibliográfico, aplicaciones en el laboratorio SIG y complementado con trabajo de campo de manera conjunta con los especialistas del Programa de Investigación en Cambio Climático, Desarrollo Territorial y Ambiente - PROTERRA del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana - IIAP.

RESUMEN

El territorio en estudio abarca parte de la Cordillera de los Andes (Cordilleras Oriental y Subandina), además de contener una porción del Llano Amazónico (cuena del Pachitea y Ucayali). Geográficamente, se localiza en el sector suroriental del Perú e incluye siete provincias del departamento, entre las que figuran; la provincia de Marañón con el distrito de Cholon; Dos de Mayo con el distrito de Marías; Huacaybamba con los distritos de Cochabamba y Huacaybamba; Humalíes con los distritos de Arancay, Jircán y Monzón; Huánuco con los distritos de Chinchao y Churubamba, Leoncio Prado con los distritos de Hermilio Valdizán, José Crespo y Castillo, Rupa-Rupa, Luyando, Daniel Alomía Robles y Mariano Dámaso Beraún; Pachitea con los distritos de Chaglla y Pano y finalmente Puerto Inca con los distritos de Honoria, Tournavista, Puerto Inca, Codo del Pozuzo y Yuayapichis.

El área en estudio cubre una superficie SIG aproximada de 27 235 km² y está localizado en selva alta del departamento de Huánuco el mismo que está situado en la región centro oriental del Perú, abarcando el 2,9% del territorio peruano (37 133 km²). El departamento de Huánuco se extiende casi en sus dos tercios sobre selva alta, mientras que el tercio restante está ubicado en la zona andina y el área de estudio representa el 73,34% de todo el departamento.

Se sitúa entre las coordenadas 08° 15' 51,05'' LS - 77° 06' 50,36'' LO y 10° 31' 19,83'' LS - 74° 27' 49,56 LO. Está conformada, desde la serranía por nevados, cordilleras, cálidos valles y finalmente la selva amazónica. La altura de este territorio oscila entre 80 y 4 500 m.s.n.m. Esta región se caracteriza por presentar diferentes unidades fisiográficas, edáficas, florísticas y socioeconómicas.

El objetivo de este estudio temático es facilitar a los especialistas, decisores de políticas y público interesado los pasos a seguir para obtener la propuesta de ZEE del ámbito de estudio y apoyar en el fortalecimiento de capacidades técnicas, desde una perspectiva del acondicionamiento de preparación de imágenes de satélite y el modelado de data vectorial, lo que significa la elaboración de muchos mapas, así como el análisis de los mismos mediante la aplicación de los Sistemas de Percepción Remota y Sistemas de Información Geográfica.

La metodología de trabajo consistió en procesar las imágenes de satélite que luego fueron utilizadas como insumos para la elaboración de los mapas temáticos. Estos, a su vez pasan por un proceso de evaluación para determinar las áreas con aptitudes para actividades productivas, piscícolas, valor bioecológico, vulnerabilidad, conflictos de uso y áreas de vocación urbana industrial. Esta evaluación representa nuevos mapas, éstos luego son analizados mediante un proceso de exclusión lo cual permite ubicar las zonas con potencialidades y limitaciones para diferentes actividades. La Percepción Remota y los SIG

son utilizados como herramientas tecnológicas durante el proceso de evaluación y análisis, así como en la presentación de los resultados. La primera aborda los procesos para la recopilación, corrección y mejoramiento de las imágenes de satélite así como la elaboración de un mosaico a partir de escenas Landsat TM. La segunda utiliza estas imágenes para la construcción de la información temática a través del acondicionamiento, interpretación, digitalización, edición, codificación y finalmente el modelamiento de los mapas para aterrizar en la propuesta de ZEE.

I. OBJETIVOS

1.1. Objetivo general

Acondicionar las imágenes de satélite para su aplicación en la observación, interpretación y análisis del territorio de la zona de selva de Huánuco y la elaboración de cartografía temática.

1.2. Objetivos específicos

- Preparar imágenes de satélite para la observación, interpretación y análisis de la zona de selva de Huánuco, a través del acondicionamiento (correcciones geométricas y radiométricas) y elaboración de un mosaico con la finalidad de identificar, delimitar, caracterizar y distribuir las unidades del paisaje de acuerdo al estudio temático.
- Elaborar cartografía temática de los medios biofísicos y socioeconómicos para realizar el Modelamiento para obtener la propuesta de ZEE.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Materiales

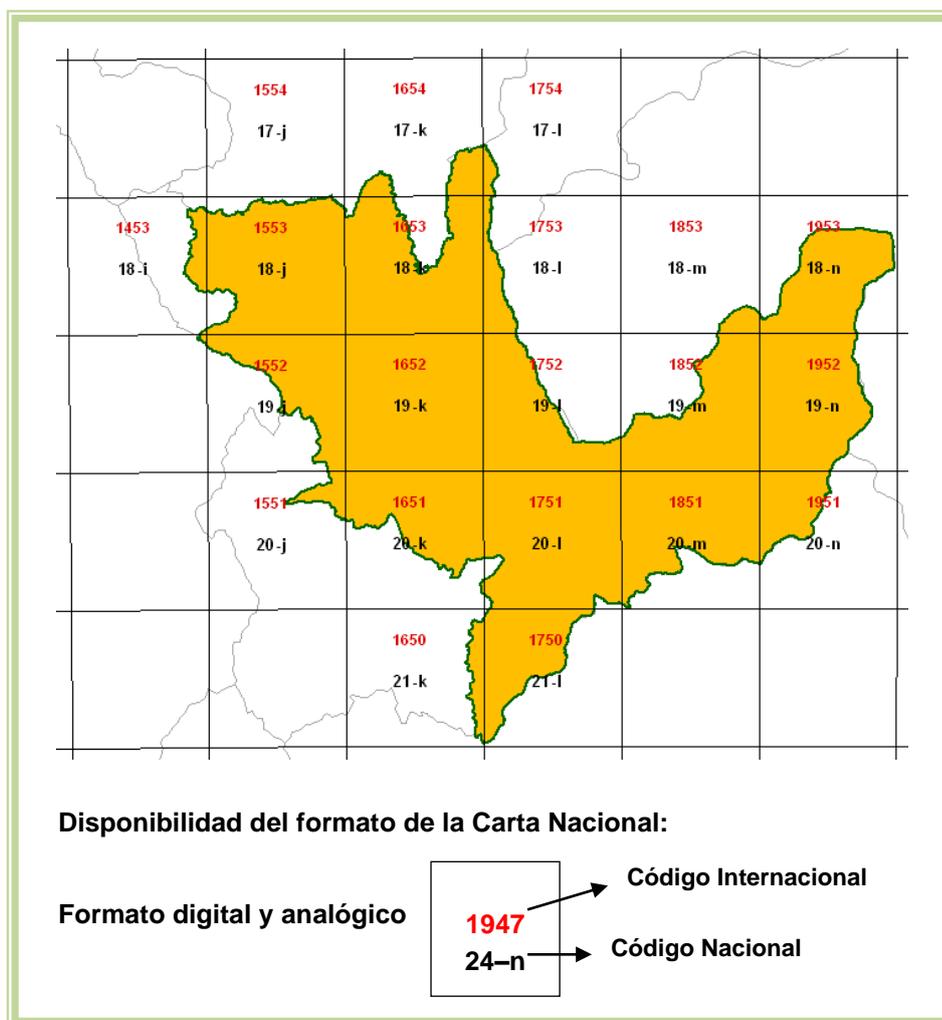
Estos son importantes porque constituyen elementos de apoyo para realizar el análisis del territorio en la fase de gabinete para tener una idea preliminar de la constitución del espacio en estudio. Además estos materiales también son útiles para la fase de validación de campo de las unidades caracterizadas por cada temática. Los materiales utilizados se han dividido en categorías:

2.1.1. Material Cartográfico

El material cartográfico es considerado el material inicial o base que es utilizado para varios propósitos, uno de ellos y el más importante es la corrección geométrica de las imágenes. En este proceso se utilizó la cartografía nacional oficial o mapas topográficos del territorio nacional conocido como Carta Nacional elaborado por el Instituto Geográfico Nacional - IGN a escala 1:100 000. Esta cartografía es compilada con información satelital y aerofotográfica de fechas varias y que son constantemente actualizadas.

De igual manera, los datos cartográficos sirven como referencia para adicionar datos sobre toponimia en la elaboración de los mapas, a través de la disponibilidad de la base hidrográfica y de centros poblados.

Figura N° 01. Índice gráfico de la Carta Nacional utilizada en el proyecto.



La cantidad de hojas que cubren el área de estudio (zona de selva de Huánuco) son 21 hojas y están descritas en la tabla que a continuación se presenta:

2.1.2. Material Satelital

Se usó imágenes del satélite Landsat, sensor TM7 y TM5 de diferentes fechas, las que sirvieron como material base en la interpretación visual de los mapas temáticos.

Se tuvo que hacer arreglos previos a las mismas con la finalidad de mejorar su exactitud geométrica y su apariencia visual. El procesamiento aplicado a cada una de ellas fue el de corrección geométrica o georreferenciación y mejoramiento radiométrico mediante la igualación del histograma.

Tabla No 01. Índice tabular de la Carta Nacional utilizada en el proyecto.

Nro	Carta Nacional 1:100 000			Formato		Proyección	
	Código Nacional	Código Internacional	Nombre	Análogo	Digital	WGS84	PSAD56
1	17-l	1754	Nuevo Edén	x	x	x	
2	17-k	1654	Uchiza	x	x	x	
3	17-j	1554	Sin nombre	x	x	x	
4	18-m	1853	San Alejandro	x	x	x	
5	18-n	1953	Santa Rosa	x	x	x	
6	18-l	1753	Río Santa Ana	x	x	x	
7	18-k	1653	Aucayacu	x	x	x	
8	18-j	1553	San Pedro d Chonta	x	x	x	
9	18-i	1453	Pomabamba	x	x	x	
10	19-m	1852	Río Nova	x	x	x	
11	19-n	1952	Puerto Inca	x	x	x	
12	19-l	1752	Aguaytía	x	x	x	
13	19-k	1652	Tingo María	x	x	x	
14	19-j	1552	Singa	x	x	x	
15	20-m	1851	Code del Pozuzo	x	x	x	
16	20-n	1951	Yuyapichis	x	x	x	
17	20-l	1751	Panao	x	x	x	
18	20-k	1651	Huanuco	x	x	x	
19	20-j	1551	La Unión	x	x	x	
20	21-l	1750	Pozuzo	x	x	x	
21	21-k	1650	Ambo	x	x	x	

Uno de los aspectos técnicos de las imágenes Landsat TM es que presentan muchas bandas o canales espectrales (multiespectral); en total siete de ellos que segmentan al espectro electromagnético. De estas bandas tres pertenecen a la porción del visible (bandas 1,2 y 3), tres a infrarrojo cercano (bandas 4,5 y 7) y uno al infrarrojo lejano o termal (banda 6). La banda 6 se subdivide en dos bandas (bandas 6L y 6H) las que a diferencia de las demás tienen una resolución espacial de 120 metros. Estas bandas termales no se utilizaron en este proceso ya que no representan importancia para el tipo de trabajo que se realiza. Además el sensor TM7 tiene la banda 8 que tiene una resolución especial de 15 metros, que tampoco se utilizó en este estudio.

Tabla No 02. Lista de imágenes de satélite Landsat TM5 utilizada en el mosaico de la Selva de Huánuco.

Satélite	Sensor	Imagen (Path_Row)	Fecha captura de la imagen (yy-mm-dd)	Fuente
Landsat	TM5	006-066	2003-07-16	IIAP
Landsat	TM5	006-067	2008-08-16	IIAP
Landsat	TM5	007-066	2001-08-26	IIAP
Landsat	TM5	007-067	1999-08-05	IIAP
Landsat	TM5	008-066	2003-08-31	IIAP

Con la finalidad de hacer observaciones, evaluación y discriminación de la topografía, o formas de relieve y la pendiente se utilizó la imagen de RADAR JERS-1 SAR del año 1985. Este tipo de imagen, por sus características espectrales, contiene solamente una banda espectral (pancromática) con 100 metros de resolución espacial.

Tabla No 03. Características de la imagen de RADAR utilizada en el proyecto.

Satélite	Sensor	Fecha captura de la imagen	Fuente
Jers-1 SAR	RADAR	09/12/1995	Global Rain Forest Mapping Project

Las imágenes Landsat, son distribuidas en escenas y por bandas espectrales individuales. La nomenclatura o nombre que le asignan a cada una de ellas corresponde a la órbita helio sincrónica que tienen éstos y al punto de referencia a la línea ecuatorial. El punto de intersección es denominado órbita/punto y está catalogado con números (Figura N° 02). Estas escenas cubren una superficie de territorio aproximada de 185x185 kilómetros. La manera más frecuente de designar a estas imágenes es indicando la órbita/punto, el satélite, el sensor y la fecha (año/mes/día). Ej. **p006r066_5t_20030716**

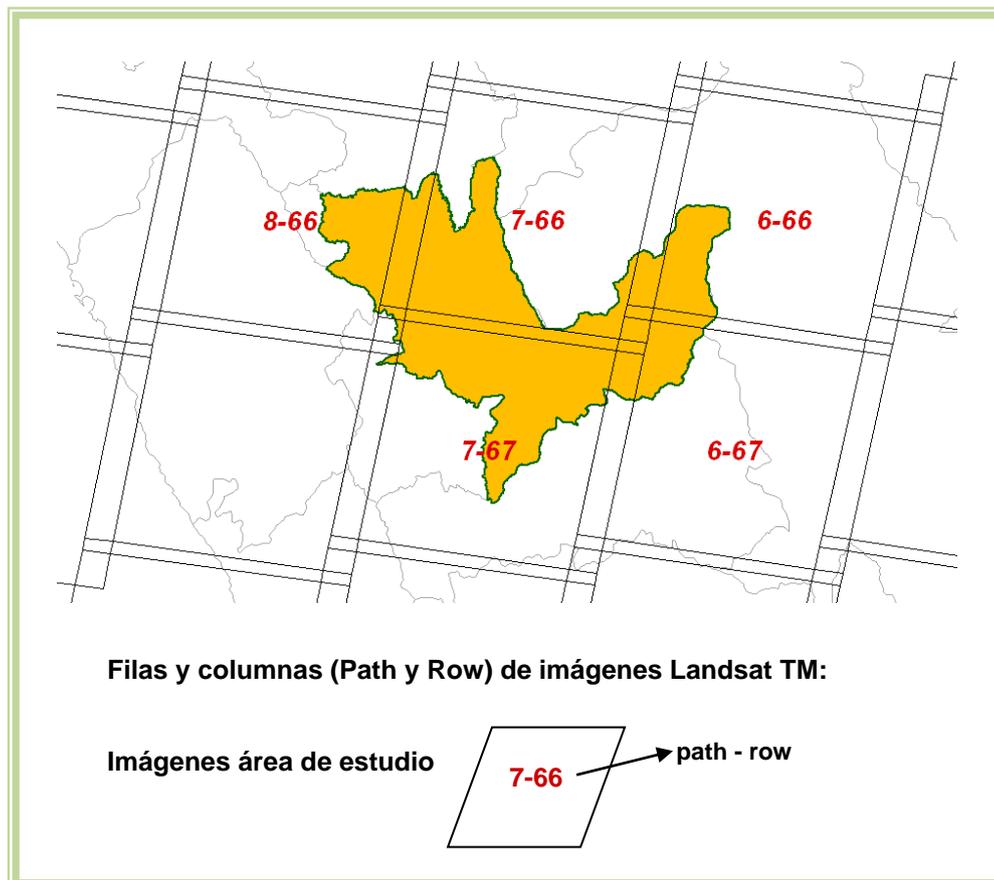
Esto significa que esta imagen corresponde a la órbita/punto o path y row 006 y 066 respectivamente, Landsat TM5 y fecha 16 de julio de 2003. Cuando éstas vienen por bandas

espectrales se agrega la banda a que corresponde la imagen. En algunos casos indica el nivel de procesamiento previo aplicada a la misma.

2.1.3. Equipos y Software

En el tema de los Sistemas de Teledetección y Sistemas de Información Geográfica los adelantos son cada día más innovadores. Este avance va a la par con los adelantos en los sistemas computacionales e informáticos. En el proceso de ZEE se necesita avanzar en este sentido, debido a que la generación de información tiene detrás grandes volúmenes de datos, los cuales son procesados utilizando programas y equipos de cómputo que estén acorde con las exigencias de estos requerimientos.

Figura No 02. Índice de imágenes Landsat TM (escenas) usadas en la interpretación visual y en la elaboración del mosaico.



Así tenemos que para la ejecución del proyecto se utilizó software y equipos de última generación:

Software:

- ERDAS IMAGINE v9.2 (Procesamiento digital de imágenes de satélite)
- ArcViewGIS v3.3 (Digitalización, acondicionamiento y codificación de vectores)
- ArcGIS 10 (Geodatabase)
- Map Source v.6.0 (Colecta de datos de campo con GPS)
- Office 2010 (Procesador de textos y tablas)

Equipos informáticos

- 01 PC Pentium IV
- Tablero digitalizador DrawingBoard III Calcom
- Plotter Hewlett Packard - DesignJet 1055CM
- GPS Garmin V y MAP 60

2.1.4. Organización de la carpeta matriz

En el proceso de la construcción de datos, es decir, en el procesamiento digital de imágenes de satélite y la elaboración de cartografía temática; se generan muchos archivos, los cuales tienen que llevar un orden lógico y organizado en carpetas. Estas carpetas almacenan estos archivos de diferentes formatos y de diferentes medios o fuentes. Debido a este hecho se ha diseñado una estructura muy simple del árbol de directorios del proyecto.

La interface que utilizan los programas Erdas Imagine, ArcGIS y ArcViewGIS para generar las composiciones (mapas) utilizan archivos con extensiones *.map, *.mxd y *.apr respectivamente. Estos archivos tienen la particularidad de recuperar los datos (*.shp, *.img, *.jpg, *.tif, entre otros) que generan las composiciones directamente de la ruta donde éstos son almacenados. En consecuencia y debido a las características propias del trabajo, la creación de archivos es constante así como su almacenamiento, en tal sentido se creó una carpeta matriz la que a su vez contiene subcarpetas que contienen los archivos generados en el proyecto.

Tabla No 04. Estructura de la carpeta matriz: ZEE_HUANUCO.

Carpeta	Contenido de las carpetas	Formato de archivos
MAPAS	Composiciones de los mapas en ArcGIS	*.mdx
COVERS	Coberturas Shapes, entre otras	*.shp, *.dxf
DBF	Bases de datos	*.dbf, *.xls
IMG	Imágenes de satélite	*.img, *.tiff, *.fst
JPG	Fotografías	*.jpg, *.tiff, *.bmp
LOGOS	Logos institucionales	*.jpg, *.tiff
TXT	Textos varios	*.doc

2.2. Proceso Metodológico

La temática en el desarrollo de la metodología se tuvo que dividir en dos grandes módulos o temas de trabajo según las aplicaciones tecnológicas empleadas:

- Procesamiento de imágenes de satélite
- Modelamiento ZEE

Estas etapas del proceso metodológico son presentadas de manera gráfica a través del uso de figuras y de manera textual a través de la descripción secuencial de los procesos, de manera que pueda ser entendible y replicable por el interesado y utilizado para otros trabajos similares.

III. ESQUEMA METODOLÓGICO

La organización en la secuencia de los procesos es una característica importante que se debe seguir desde un inicio ya que ésta permitirá al especialista SIG y los especialistas temáticos que trabajan con éste poder desarrollar una labor adecuada. Esta organización no solamente en las carpetas y archivos, sino también en las actividades es importante ya que algunos mapas son insumos de otros; como los submodelos (Mapas de evaluación de las Unidades Ecológicas Económicas - UEE) que son construidos a partir de los mapas temáticos que tienen como atributos las variables físicas, biológicas y socioeconómicas). Por consiguiente y con la finalidad de designar una expresión apropiada a todo este proceso técnico, se ha visto conveniente usar el término:

“**Modelamiento ZEE**”, que viene a ser la aplicación de herramientas geo informáticas en la construcción de la Zonificación Ecológica Económica, con la finalidad de representar las potencialidades y limitaciones del territorio en estudio y sugerir alternativas de uso sostenible.

3.1. Procesamiento de imágenes de satélite

3.1.1. Búsqueda, recopilación y evaluación de datos satelitales

- La búsqueda y recopilación de la data satelital se tuvo que hacer en diferentes fuentes o proveedores, en el ámbito nacional así como a través de la Internet (Internacional). También se hizo la búsqueda en los archivos almacenados en el IIAP, de donde se seleccionó la imagen de RADAR, Jers 1 - SAR de 1995.
- TIFF o GeoTIFF es el formato más común para descargar imágenes de los proveedores además que lo distribuyen de manera comprimida (WinZip). Este formato, debe ser exportado al formato *.img que es el formato matriz de Erdas Imagine.
- Para evaluar las imágenes se tuvo en cuenta los tipos de satélites y sensores desde el punto de vista de sus características espaciales, espectrales, radiométricas, entre otras, de importancia y útiles para el proyecto (Meso Zonificación).
- Siguiendo este contexto se buscó, evaluó y recopiló imágenes de la plataforma Landsat, por ser ésta la que mejor se ajusta a las necesidades del proyecto y además por estar disponibles en la Internet a precios relativamente asequibles (en algunos casos de manera gratuita). Las imágenes utilizadas en el proyecto fueron adquiridas al Instituto Nacional de Pesquisas Espaciales (INPE) del Brasil en la dirección electrónica: <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/> (Anexo N° 1).

- La características de estas imágenes se ajustan al análisis visual aplicado en el estudio debido a que tienen una resolución espacial de 30x30; es decir, se puede trabajar hasta una escala de 1:80 000. (el estudio se trabajó a 1:100 000).
- Además en la selección de las imágenes se consideró el bajo porcentaje de nubes que cubren la escena (imagen de 185 x 185 km²), siendo el 10% el más adecuado, pues de lo contrario la interpretación visual se vería limitada enormemente. Cabe indicar, que en esta zona geográfica de la Amazonía peruana (ámbito de selva alta) las condiciones climáticas no siempre son las más óptimas y por lo general las nubes son una constante, imposibilitando la interpretación visual.
- Otra característica evaluada en el uso de imágenes es la resolución espectral ya que ésta permitirá manipular las bandas de tal manera que se pueda hacer las mejores combinaciones con la finalidad de discriminar los elementos de la superficie que se desea interpretar.

3.1.2. Mejoramiento de las imágenes

Este proceso se concibe como aquellas operaciones que permiten mejoras en las imágenes de satélite con la finalidad de realzar su apariencia visual y su corrección geométrica para obtener datos útiles en el análisis y la generación de información temática. No siempre las imágenes adquiridas tienen la mejor presentación o aspecto visual para el trabajo de interpretación, es por ello necesario aplicar ciertas operaciones para corregirlas.

- Las imágenes por lo general son suministradas, por los proveedores, en formatos crudos (raw image) o en algunos casos con ciertas correcciones básicas. Estas imágenes tienen que ser validadas y corregidas con la cartografía base del territorio nacional y para ello se utiliza la cartografía de la Carta Nacional.
- Al momento de descargar las imágenes de los servidores, las bandas espectrales vienen por separado y en un formato comprimido. Se debe descargar y luego descomprimir estos archivos individuales para luego ser unidos y tener la imagen multispectral completa y funcional para la combinación de bandas.
- Se utilizaron todas las bandas espectrales de cada imagen, es decir las bandas 1,2,3,4,5 y 7. Para la construcción del mosaico se utilizó solamente 3 bandas la que corresponde a los canales 543-RGB.
- Esta selección se hizo considerando que las características espectrales de la banda 3 (0,63 a 0,69 micrones) puede ser absorbida por la clorofila, muy útil para la clasificación de la cobertura vegetal, esta banda pertenece al grupo de las visibles. La banda 4 (0,76 a 0,90 micrones), es útil para determinar el contenido de biomasa, para la delimitación, principalmente, de cuerpos de agua. Finalmente la banda 5 (1,55 a 1,75 micrones) puede discriminar el contenido de humedad de la vegetación y del

suelo. Estas dos últimas bandas pertenecen al grupo de las infrarrojas cercanas (Tabla N° 02).

- Se hicieron algunas pruebas en cuanto a combinación de bandas espectrales con la finalidad de observar la apariencia visual en ciertos rangos del espectro. Se hizo dos combinaciones como prueba para observar las características en cuanto a tonalidad y manifestación de colores. Las bandas se combinaron teniendo en cuenta los cañones o colores que presentan los programas Red, Green y Blue o RGB.
- Las combinaciones tratadas fueron 453-RGB y 543-RGB. En estas combinaciones se puede tener una visión de pseudo color, lo que significa que los colores naturales de las características del paisaje no son los reales, pero éstos son completamente perceptibles y diferenciables al momento de discriminar para caracterizar los elementos del paisaje. Estas combinaciones de bandas son comúnmente usadas para estudios de vegetación aunque también son utilizados en la caracterización de geología, geomorfología, suelos, uso actual, entre otros.
- La imagen de RADAR tiene solamente una banda espectral, es decir, que se considera a ésta una imagen pancromática (tonalidades que van del blanco al negro pasando por una tonalidad de grises). Esta imagen se utilizó para los estudios de geología, geomorfología y fisiografía (topografía y relieve).
- Todas estas imágenes después de haber sido transformadas al formato adecuado (*.img) se prepararon para ser corregidas geométricamente (georreferenciadas) y mejoradas radiométricamente.

GEORREFERENCIACIÓN:

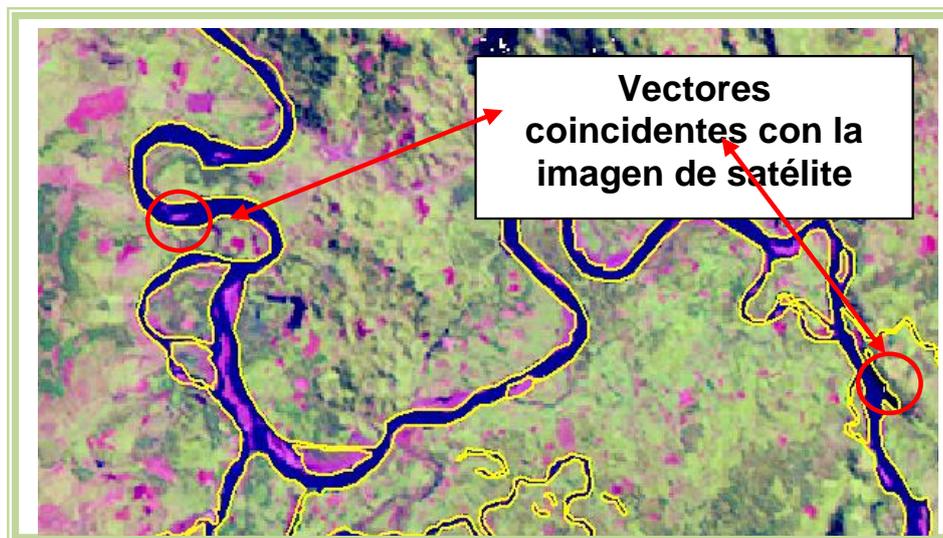
- La georreferenciación de las imágenes de satélite constituye el proceso más importante en el procesamiento de imágenes. Las imágenes deben estar correctamente localizadas en un mismo espacio geográfico para que, al momento de hacer el empalme de las mismas, no exista desplazamiento una respecto a otra y el área de traslape tenga continuidad de imagen a imagen. Esto se aprecia fácilmente en la hidrografía, vías de comunicación (carreteras), cadena de montañas, entre otros aspectos que presentan características lineales.
- Existen cuatro procesos de georreferenciación; a) imagen a imagen, b) cartografía digital a imagen c) cartografía análoga a imagen y d) datos GPS a imagen. En el primer caso la corrección se hace con una imagen que cuenta con un sistema de proyección. En el segundo caso se utiliza la cartografía digital transfiriendo los Puntos de Control Terrestre (GCP) a la imagen sin proyección (imagen cruda). El tercer es similar al segundo excepto que en este caso se utiliza la cartografía de la Carta Nacional para localizar los GCP. Finalmente en el cuarto caso se utilizan datos colectados con los GPS para determinar los GCP que serán usados para la corrección

de la imagen, por lo general este tipo de corrección se aplica a imágenes de alta resolución y que cubren un espacio relativamente pequeño.

- En el IIAP se cuenta con la cartografía en formato digital motivo por el cual el segundo caso fue el utilizado para la corrección geométrica; es decir, las imágenes se corrigieron utilizando los mapas topográficos de la Carta Nacional en formato digital (vectores de la red hidrográfica en formato *shape*). Las imágenes de archivo sirvieron para la validación de la corrección.
- Se tuvo en cuenta la ubicación de 10 a 20 GCP como mínimo, los cuales fueron distribuidos de tal manera que los primeros cinco estuvieran localizados en los extremos y el centro de la imagen (escena) formando una “X” y seguidamente se ubicaban los restantes, siempre siguiendo una secuencia, situándolos uno en un punto determinado y su par en otro punto opuesto. Todo esto se hizo tratando de que los GCP se distribuyan homogéneamente en toda la imagen.
- El tamaño de píxel (resolución espacial) de 30x30 metros y un RMS (Root Mean Square) o Error Medio Cuadrático de 0,1 a 0,3 píxel fue una constante que se tuvo presente en el proceso de georreferenciación. Es propicio mencionar que el error debe ser mínimo de lo contrario el desplazamiento de la imagen es evidente lo cual se observa al momento de hacer el empalme con otra imagen adyacente. Para hacer la verificación del resultado de la corrección se utilizó la cartografía de la Carta Nacional sobreponiéndola con la imagen corregida (Figura N° 02).
- En algunos casos, la coincidencia de la cartografía con la imagen corregida no fue la más adecuada, es así que se tuvo que hacer nuevamente la corrección hasta que la coincidencia de ambas (vector y raster) sea la más precisa. Este proceso puede tardar muchas horas y va a depender del criterio del especialista para determinar cuándo la imagen está correctamente corregida. Este no es el caso, pero se puede presentar algunos inconvenientes cuando se trata de imágenes que están en zonas de transición entre selva alta y selva baja, pues la estructura del relieve (relativamente plano y rugoso) son factores que pueden interferir en la aplicación del modelo de corrección y por consiguiente en el resultado.

Puede que la coincidencia en el área de empalmen no se logre adecuadamente, esto se debe también a que la fuente empleada en la elaboración de la base cartográfica es producto de la interpretación de imágenes muy antiguas respecto la que se está corrigiendo. En este caso se observa diferencias en la hidrografía (ríos polígonos) debido a que en esta parte de Amazonía la dinámica fluvial es muy cambiante, en este caso se tiene que considerar los vectores ríos líneas para hacer el acondicionamiento cartográfico.

Figura N° 03. Verificación de la corrección geométrica utilizando la cartografía base sobre la imagen corregida.



Utilizando el software Erdas Imagine y mediante el modelo Polinomial de orden 1 y 2 se hizo la georreferenciación. El modelo de orden 1 sirve mucho para zonas de topografía relativamente plana y no muy rugosa para lo cual el de orden 2 es el más adecuado.

Las imágenes fueron corregidas teniendo en cuenta de no exceder un error medio cuadrático (RMS) mayor a 1,0 es decir que no se exceda un pixel. Además se usó un promedio de 15 a 20 GCP visibles y comparables en ambas imágenes.

Tabla No 05. Fuente de datos para la georreferenciación.

Imagen	Fecha de captura	RMS	GCPs
p006r066	16/07/2003	1.64	28
p006r067	16/08/2000	2.59	20
p007r066	26/08/2001	4.10	21
p007r067	05/08/1999	1.50	16
p008r066	31/08/2003	2.03	15

El sistema de proyección utilizado en el proceso de corrección geométrica es el que se muestra en la Tabla N° 06.

Tabla N° 06. Sistema de proyección usado en la georreferenciación de las imágenes de satélite.

SISTEMA DE PROYECCIÓN UTILIZADA EN EL PROYECTO:		
Datum Horizontal	:	WGS84
Datum Vertical	:	Nivel medio del mar
Esferoide	:	WGS84
Proyección	:	UTM
Zona UTM	:	18 Sur

MEJORAMIENTO RADIOMÉTRICO

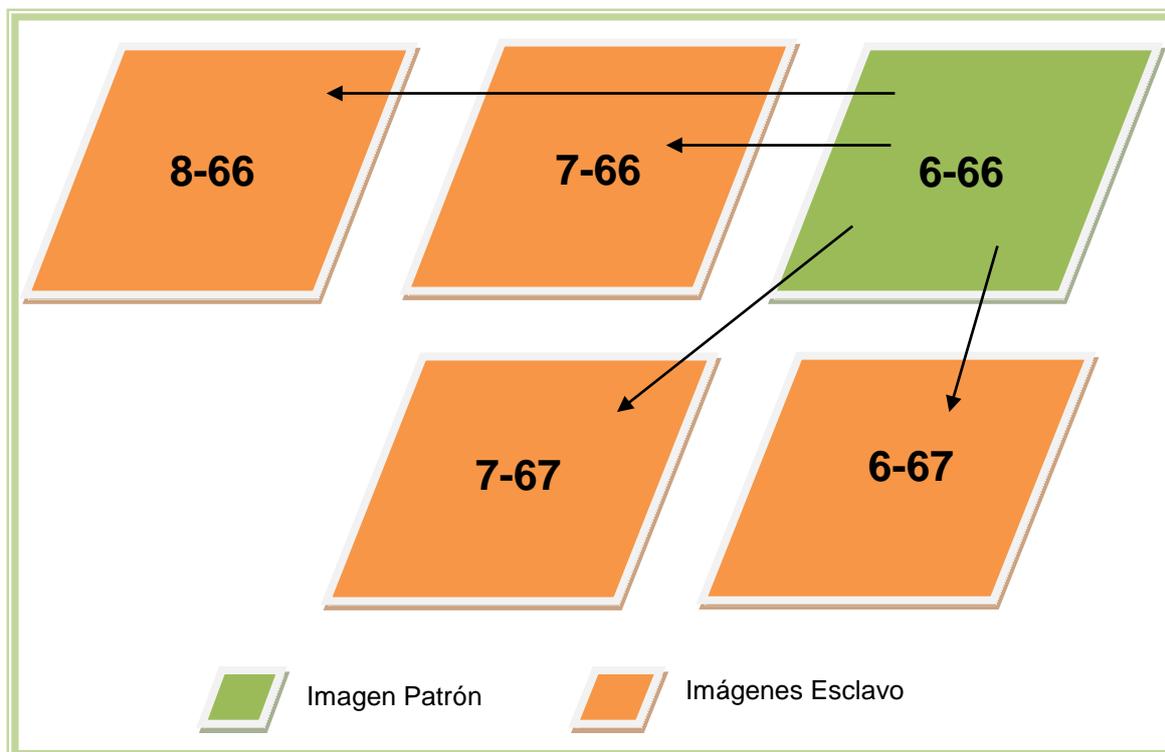
Este es un proceso que se aplica sobre los valores digitales de las imágenes, lo que permite una mejor apariencia visual, de tal manera que la interpretación pueda ser la más óptima.

Ante de la elaboración del mosaico de imágenes la escenas tuvieron que ser mejoradas en términos de apariencia visual (radiometría). Este proceso se aplicó a cada escena. Este mejoramiento permite que el mosaico tenga una apariencia de continuidad de las imágenes en términos radiométricos (tonalidad y color). Se emplearon algunos algoritmos sugeridos por el software Erdas Imagine que consistió en la igualación del histograma (matching histogram).

El proceso de mejoramiento se hace teniendo en cuenta una imagen base o también conocida como imagen “patrón” con características visuales adecuadas (especialmente la radiometría). El algoritmo empleado permitió igualar los histogramas de dos imágenes mediante una operación matemática en la *lookuptable*, la cual sirvió como una función de igualamiento del histograma respecto a otro de referencia. Este procedimiento tuvo una secuencia y fue realizado a cada banda espectral de cada escena.

La secuencia de imagen patrón e imágenes esclavo para cada mosaico se indican a continuación mediante un esquema gráfico el cual tiene una secuencia lógica. Es decir, en el gráfico la imagen verde es la que originalmente se consideró con las características visuales (radiometría) más adecuada para tomarla como “patrón”. Se hizo la igualación del histograma con la figura verde y con este resultado se procedió seguidamente a tomar las demás imágenes como “esclavos”.

Figura N° 04. Imagen de referencia (patrón) para corrección radiométrica de otras imágenes (esclavo).



En la Figura N° 05 se indica el proceso seguido para ejecutar el mejoramiento radiométrico (igualación del histograma) a través de un flujograma de operaciones.

Figura N° 05. Diagrama de flujo para ejecutar el mejoramiento radiométrico según Erdas Imagine.



Figura N° 06. Ubicación de las escenas según fechas en el ámbito del área de estudio.

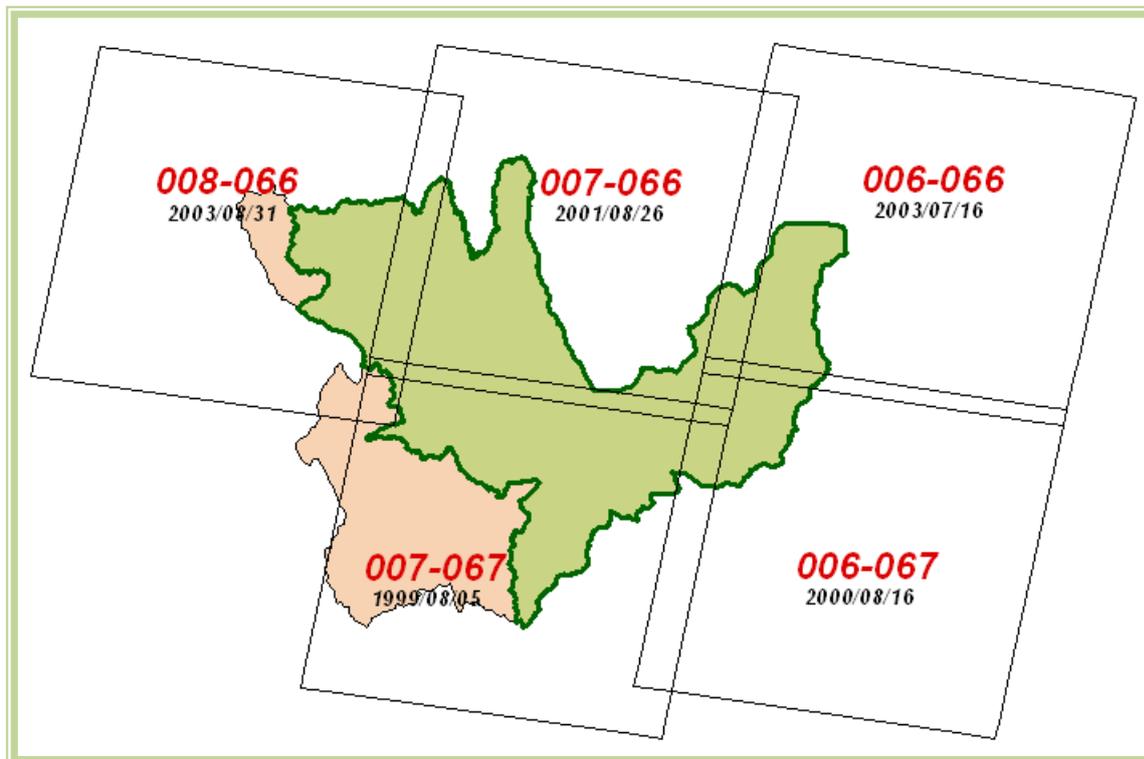


Figura N° 07. Escena sin corrección radiométrica.

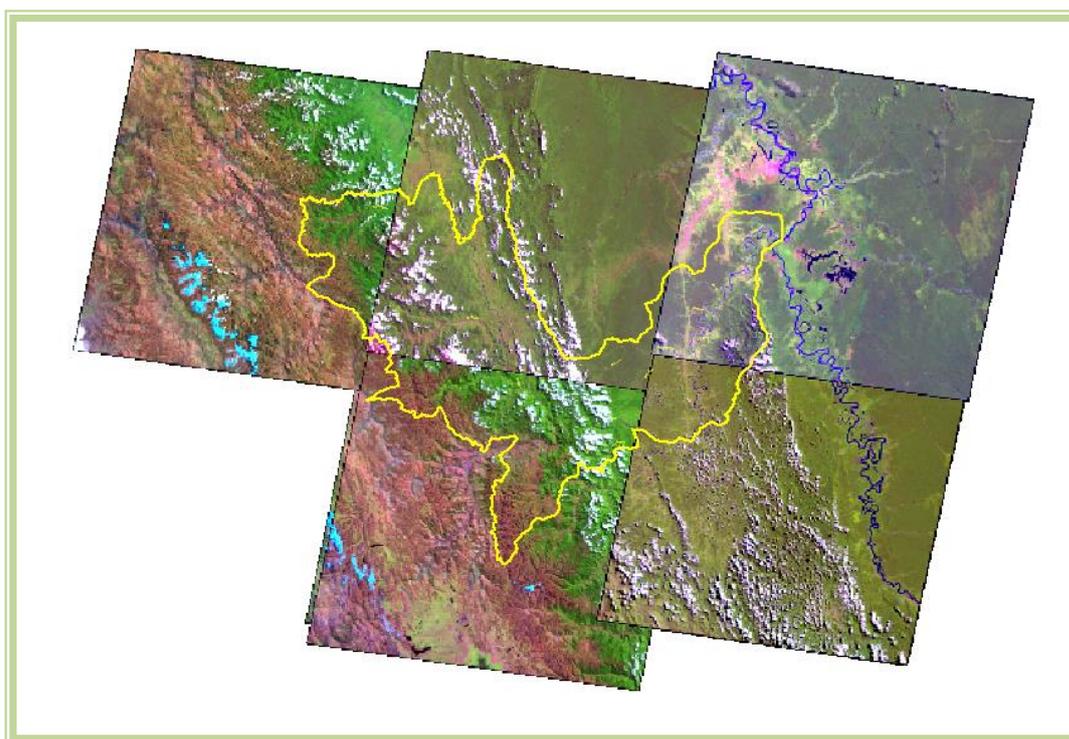
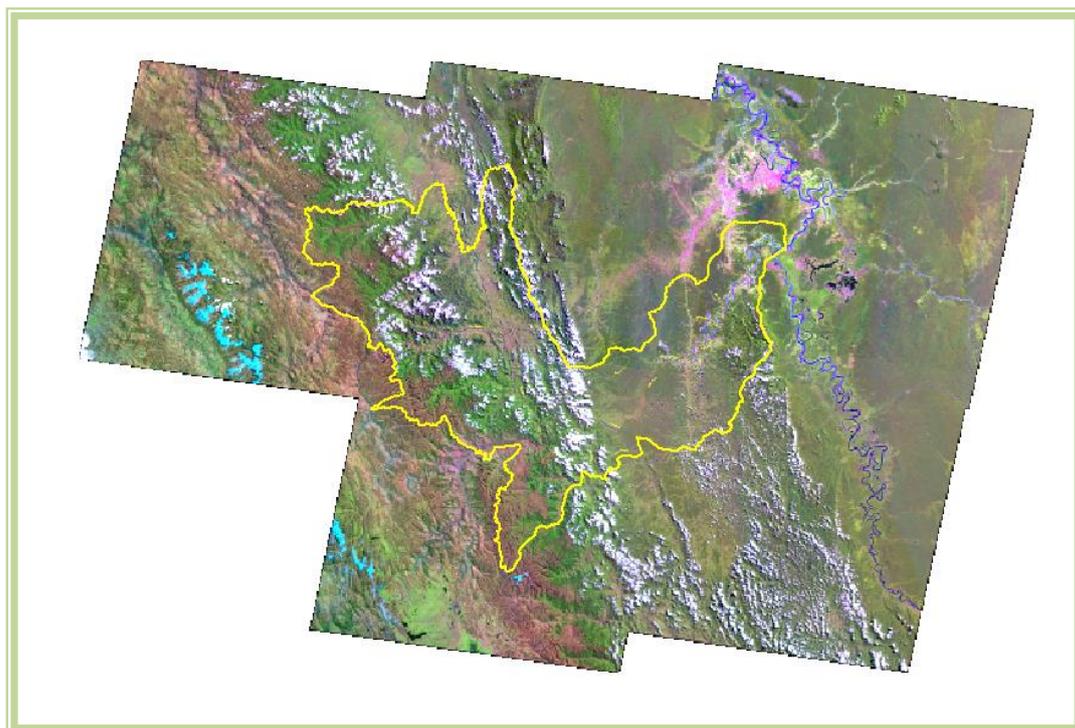


Figura N° 08. Escena con corrección radiométrica.



3.1.3. Elaboración del mosaico de imágenes de satélite

Un mosaico es el ensamblaje de dos o más escenas con la finalidad de cubrir un área relativamente grande y que con una sola escena éste no se puede cubrir. Para ensamblar las imágenes se utilizó la opción *Mosaic image* el cual sugiere ciertos pasos.

- *Compute Active Area:*

Esta opción permite seleccionar el área a ser procesada. Por defecto toma toda la imagen pero puede ser seleccionada con un *AOI* (Área de Interés), si es el caso.

- Después de haber ubicado las imágenes de acuerdo a nuestro interés (por fechas de captura, visualización de los elementos del paisaje, entre otros), se aplica la opción de igualación (*Matching Option*) la que se utiliza cuando se tiene problemas de diferencias en tono y claridad entre o dentro de una imagen o un área de interés. En resumen, esta opción toma el histograma de cada imagen y las ajusta de tal manera que el resultado es un histograma similar.

Para que el contraste de los colores se balancee se selecciona la opción *color balancing – set – (automatically)*. En la opción *Matching method* se selecciona *Overlap Areas*, la que considera en el procesamiento las áreas de traslape.

- El tipo de histograma a utilizar es *band by band*

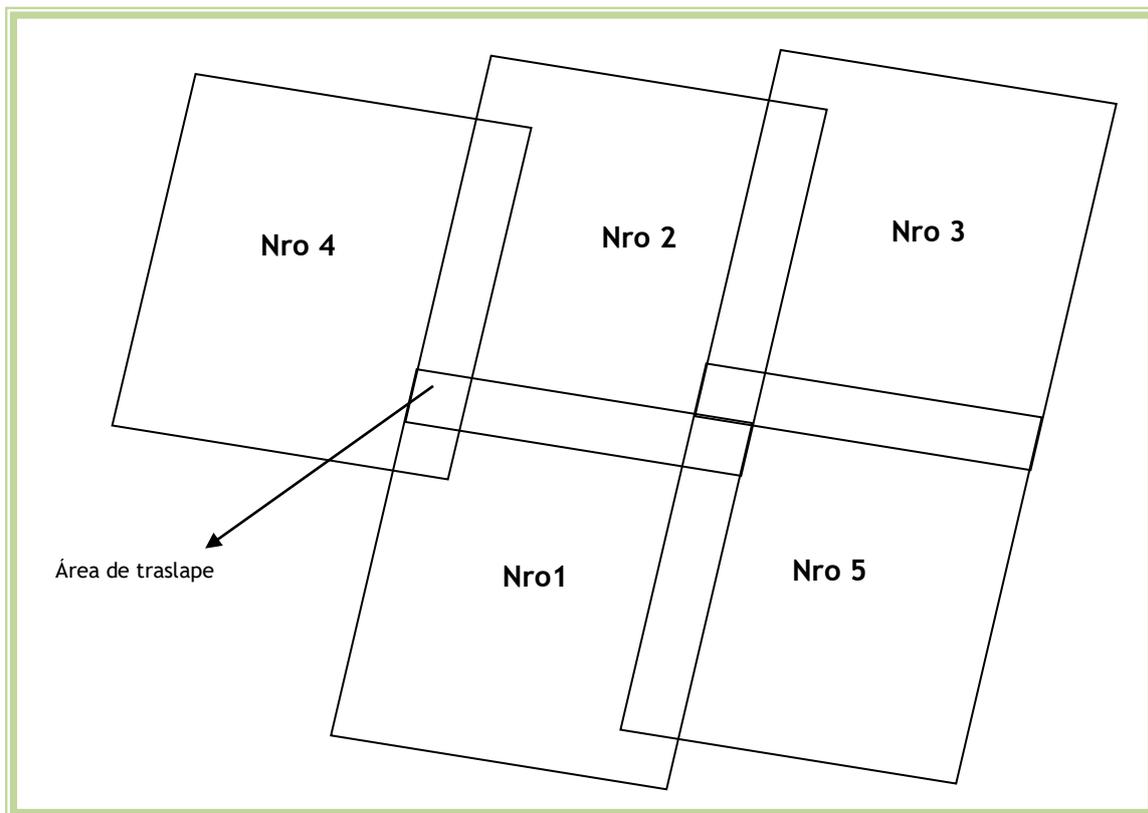
- Al establecer las funciones de traslapado se opta por la opción de intersección *no cutline exist* donde se escoge el promedio (*average*) como alternativa.

- Finalmente se corre el modelo con la opción *resample* obteniéndose un mosaico casi homogéneo en cuanto a su tonalidad y color.

s escenas fueron seleccionadas teniendo en cuenta la apariencia visual de éstas así como un orden para el empalme. Se tuvo en cuenta, en primer lugar, la fecha de toma de la misma para que de esta manera la información en la zona de traslape sea la más reciente. Al presentarse cobertura de nubes en la imagen más actual en la zona de traslape se tuvo que situar esta imagen por debajo de la imagen más antigua para evitar el vacío de información.

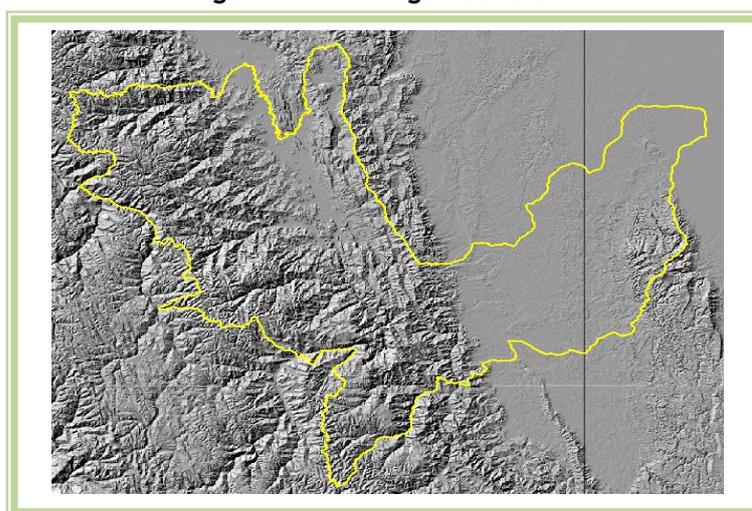
En este caso se consideró la superposición de la imagen 1 sobre la imagen 2, ésta sobre la imagen 3 y ésta sobre la imagen 4. Este es un proceso donde tiene que ver mucho el criterio ya que se puede tener una imagen reciente pero con mucho porcentaje de nube en el área de traslape. En este caso se tiene que considerar la imagen sin nube antes que la imagen más reciente.

Figura N° 09. Orden de ubicación de las imágenes para elaborar el mosaico.



Con la finalidad de facilitar la interpretación para rasgos fisiográficos, geomorfológicos, entre otros se utilizó la imagen de RADAR Jers1 extraído del mosaico de Sudamérica de la zona 116 - año 1995.

Figura N° 10. Imagen de RADAR.



3.2. Modelamiento ZEE

3.2.1. Acondicionamiento y preparación del material cartográfico base

Este es un proceso que se inicia con la evaluación y preparación de la información temática (mapas) y tabular (tabla de atributos de los mapas) antes de proceder a la interpretación de las imágenes o en su defecto sobre el mosaico de las mismas, con la finalidad de elaborar los mapas.

Con las imágenes de satélite y la cartografía de la Carta Nacional en formato digital se hizo el acondicionamiento cartográfico de la red hidrográfica del área de estudio adicionando y eliminando polígonos y líneas según el caso. Este acondicionamiento se hizo sobre los vectores de ríos (vectores polígonos) y la red de drenaje (vectores líneas).

La escala de acondicionamiento de la hidrografía es la misma que se empleó para la interpretación visual; 1:100 000 teniendo en cuenta que ésta es la escala de la Carta Nacional y el nivel de estudio de Meso ZEE.

3.2.2. Interpretación y digitalización de la información temática

Proceso que comprende la observación, análisis y trazado de las características de la superficie terrestre desde el punto de vista del tema en observación, que puede ser físico, biológico o socioeconómico.

Ej. Geología, Geomorfología, Fisiografía, Suelo, Vegetación, Frente socioeconómicos, entre otros.

La interpretación temática, en este caso, fue un proceso que se fundamentó en la delimitación y separación de unidades sobre la base de elementos identificables utilizando las imágenes de satélite ópticas (Landsat TM5 y TM7) o de RADAR (Jers-1 SAR) previamente acondicionadas.

Se observaron patrones de relieve, grado de disección, patrones de drenaje, vegetación, tonalidades de colores, distribución espacial de los elementos del paisaje, entre otras características de acuerdo al tema en observación. Este trabajo fue realizado por un grupo interdisciplinario de especialistas en diferentes temas, pertenecientes al Programa de Investigación en Cambio Climático Desarrollo Territorial y Ambiente - PROTERRA del IIAP.

Tabla N° 07. Lista de especialistas y temas elaborados.

Especialistas	Temas
Ing. Roger Escobedo	Fisiografía, Suelos, Capacidad de Uso Mayor de las Tierras y Aptitud Productiva
Ing. Percy Martínez	Forestal, Aptitud Productiva y Potencial Forestal
Ing. Walter Castro Geo. Isabel Quintana	Geología, Geomorfología y Vulnerabilidad
Ing. Juan Ramírez	Uso Actual y Conflictos de uso
Blgo. Ricardo Zárate	Vegetación y Valor Bio-ecológico
Blgo. José Maco Blga. Rocio Paredes	Hidrografía y Cuencas Hidrográficas
Ing. Evaristo Ramírez	Clima
Econ. Luis Limachi	Socioeconomía y Vocación urbana industrial
Econ. Luis Álvarez	Potencialidades Socioeconómicas
Consultores externos	Clima y Potencial Turístico

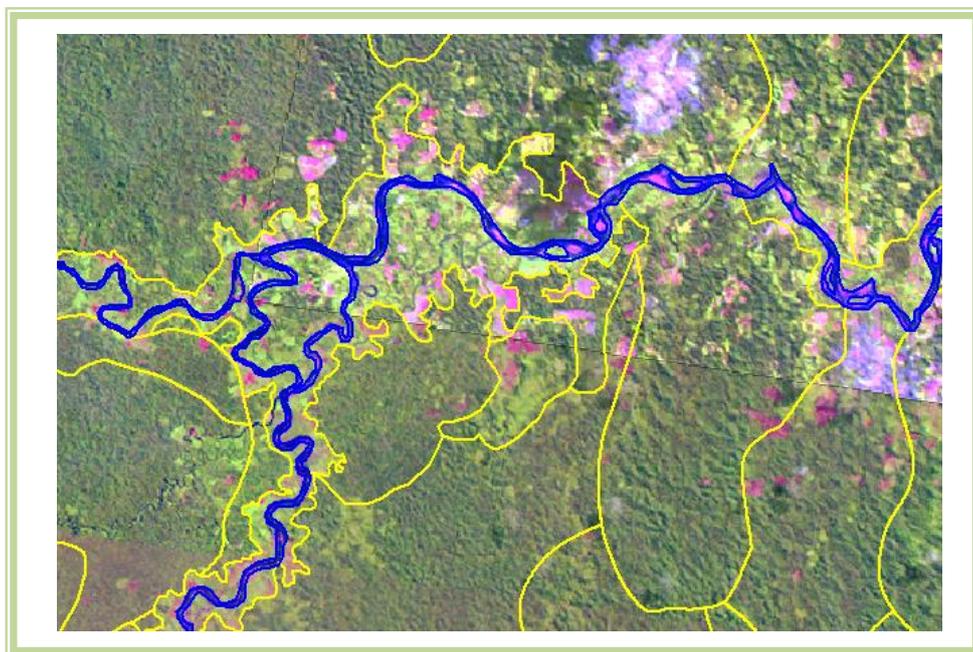
La metodología empleada para la interpretación de las imágenes de satélite se basa en la observación visual y la delimitación de las características espectrales de los elementos del paisaje en pantalla. Un aspecto importante de este trabajo es la escala de interpretación que debe ser constante en todo el trabajo. La escala empleada según el nivel de zonificación (Meso ZEE) fue de 1:100 000. Según los parámetros cartográficos establecidos la unidad mínima a cartografiar se determinó entre 4 y 5 mm. En el presente estudio se usó estos parámetros, teniendo en cuenta 5 mm como la unidad mínima lo que en el terreno significa 25 ha.

El proceso de digitalización se hizo con el software ArcViewGIS y ArcGIS.

Se crearon los archivos vectores de punto, líneas o polígonos dependiente del tema a cartografiar. Para las variables temáticas se utilizaron vectores polígonos.

Se toma como base el mapa hidrográfico con la fisiografía como tema de referencia para la digitalización de otros temas, pues éste es uno de los temas que según su caracterización considera aspectos como unidad climática, pendiente geología y que ayuda considerablemente al momento de hacer la interpretación temática de otros temas como vegetación y forestal evitando de esta manera la creación de los “slivers” al momento de hacer la integración de la data gráfica y sus respectivos atributos.

Figura N° 11. Tema vector líneas de fisiografía digitalizadas teniendo en cuenta la hidrografía como base.



3.2.3. Edición y atributación (codificación y descripción)

Una base de datos digital consiste de dos tipos de información, la información espacial que comprende la parte gráfica y la información descriptiva que corresponde a los atributos del tema; es decir la data numérica y alfa numérica. La data espacial consta de entidades representadas por vectores polígonos, líneas y puntos. Después de ejecutado el proceso de digitalización de las entidades polígonos, líneas o puntos, algunas presentan deficiencias en su arreglo espacial, es por ello que se hace necesario la edición de las mismas. La gran potencialidad de los SIG radica en la capacidad que tienen éstos de poder asignar atributos a las entidades gráficas espaciales y crear una relación entre ambos. Este proceso es conocido como atributación o codificación. Además se puede asignar descripciones de estos códigos lo que permite tener referencias de los atributos de cada entidad vectorial que finalmente redundan en información.

ArcViewGIS y luego en ArcGIS fueron los programas utilizados para este proceso, con los cuales se hicieron las ediciones o modificaciones a los polígonos, líneas y puntos de los diversos temas tratados.

Culminado el proceso de edición de los temas está lista para ser etiquetada. Se crearon las etiquetas para cada polígono donde, seguidamente, se asignaron los atributos de los mismos. El etiquetado de cada polígono se hace sobre la tabla de cada tema.

La codificación de cada una de las unidades pertenecientes a las coberturas se hicieron sobre las celdas que, a su vez, pertenecen a un campo de datos generados ya sea numérico o alfanumérico. El campo de codificación (código) es numérico y el campo de información (descripción del código) es alfanumérico, es decir, texto. Los códigos son determinados teniendo en cuenta el orden que llevará en la leyenda al momento de hacer la composición del mapa.

Se busca un estándar en la codificación y descripción de cada tema pero no hay aún algo establecido, motivo por el cual este aspecto es potestad del intérprete. Aunque una condición a tener en cuenta es el objetivo del trabajo, de tal manera que la atribución o descripción de las unidades por cada tema sea relevante al estudio.

Figura Nº 12. Tabla de atributos indicando los campos de codificación y descripción de la codificación.

FID	Shape	FISIOCODE	DES FISIO	PAISAJE	GRAH PAISA
2	Polygon	20	Montañas altas de Relieve montañoso (Cordillera oriental)	Montañas altas	Relieve montañoso (Cordillera oriental)
3	Polygon	74	Domo de Relieve montañoso y colado (Cordillera Subandina)	Domo	Relieve montañoso y colado (Cordillera Subandina)
4	Polygon	21	Montañas altas de Relieve montañoso (Cordillera oriental)	Montañas altas	Relieve montañoso (Cordillera oriental)
5	Polygon	21	Montañas altas de Relieve montañoso (Cordillera oriental)	Montañas altas	Relieve montañoso (Cordillera oriental)
6	Polygon	22	Montañas altas de Relieve montañoso (Cordillera oriental)	Montañas altas	Relieve montañoso (Cordillera oriental)
7	Polygon	31	Colinas altas de Relieve montañoso (Cordillera subandina)	Colinas altas	Relieve montañoso (Cordillera subandina)
8	Polygon	32	Colinas altas de Relieve montañoso (Cordillera subandina)	Colinas altas	Relieve montañoso (Cordillera subandina)
9	Polygon	21	Montañas altas de Relieve montañoso (Cordillera oriental)	Montañas altas	Relieve montañoso (Cordillera oriental)
10	Polygon	22	Montañas altas de Relieve montañoso (Cordillera oriental)	Montañas altas	Relieve montañoso (Cordillera oriental)
11	Polygon	22	Montañas altas de Relieve montañoso (Cordillera oriental)	Montañas altas	Relieve montañoso (Cordillera oriental)
12	Polygon	68	Terrazas medias de Relieve montañoso (Cordillera subandina)	Terrazas medias	Relieve montañoso (Cordillera subandina)
13	Polygon	21	Montañas altas de Relieve montañoso (Cordillera oriental)	Montañas altas	Relieve montañoso (Cordillera oriental)
14	Polygon	35	Terraza alta de Relieve montañoso y colado (Cordillera subandina)	Terraza alta	Relieve montañoso y colado (Cordillera subandina)
15	Polygon	99	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua
16	Polygon	38	Islas de Llanura aluvial de los ríos Huallaga y Monzon	Islas	Llanura aluvial de los ríos Huallaga y Monzon
17	Polygon	69	Terrazas bajas de Relieve montañoso (Cordillera subandina)	Terrazas bajas	Relieve montañoso (Cordillera subandina)
18	Polygon	79	Terrazas medias de Relieve montañoso (Cordillera subandina)	Terrazas medias	Relieve montañoso (Cordillera subandina)
19	Polygon	42	Terrazas bajas de Llanura aluvial de los ríos Huallaga y Monzon	Terrazas bajas	Llanura aluvial de los ríos Huallaga y Monzon
20	Polygon	15	Colinas bajas de Relieve montañoso (Cordillera oriental)	Colinas bajas	Relieve montañoso (Cordillera oriental)
21	Polygon	79	Terrazas medias de Relieve montañoso (Cordillera subandina)	Terrazas medias	Relieve montañoso (Cordillera subandina)
22	Polygon	99	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua
23	Polygon	79	Terrazas medias de Relieve montañoso (Cordillera subandina)	Terrazas medias	Relieve montañoso (Cordillera subandina)
24	Polygon	79	Terrazas medias de Relieve montañoso (Cordillera subandina)	Terrazas medias	Relieve montañoso (Cordillera subandina)
25	Polygon	68	Terrazas medias de Relieve montañoso (Cordillera subandina)	Terrazas medias	Relieve montañoso (Cordillera subandina)
26	Polygon	38	Islas de Llanura aluvial de los ríos Huallaga y Monzon	Islas	Llanura aluvial de los ríos Huallaga y Monzon
27	Polygon	38	Islas de Llanura aluvial de los ríos Huallaga y Monzon	Islas	Llanura aluvial de los ríos Huallaga y Monzon
28	Polygon	99	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua
29	Polygon	20	Montañas altas de Relieve montañoso (Cordillera oriental)	Montañas altas	Relieve montañoso (Cordillera oriental)
30	Polygon	99	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua
31	Polygon	38	Islas de Llanura aluvial de los ríos Huallaga y Monzon	Islas	Llanura aluvial de los ríos Huallaga y Monzon
32	Polygon	21	Montañas altas de Relieve montañoso (Cordillera oriental)	Montañas altas	Relieve montañoso (Cordillera oriental)
33	Polygon	79	Terrazas medias de Relieve montañoso (Cordillera subandina)	Terrazas medias	Relieve montañoso (Cordillera subandina)

Campo de codificación
 Campos de descripción de los códigos

3.2.4. Composición de mapas

Aunque este no es un proceso de análisis o modelamiento propiamente, éste permite que los mapas sean elaborados teniendo en cuenta algunos requisitos mínimos para que llegue y sea entendible por el usuario final.

Es importante tener presente en primer lugar el formato de impresión. Es decir, qué tamaño debe ser el adecuado para la presentación de los mapas. Para este caso se ha utilizado el formato de 40x33 pulgadas. Lo que representa una medida adecuada tratándose de mapas que muestran muchas particularidades en su contenido.

La escala de impresión en este formato fue de 1:350 000.

La aplicación de colores es parte del arte que se tiene que aplicar a cada tipo de mapa. Tal es el caso del mapa de Fisiografía que se tiene que usar colores claros a medida que se avanza desde la parte más baja que son los complejos de playas, playones o bancos de arena, terrazas, colinas, laderas, montañas, etc.

Se tuvo que adicionar número (códigos) a las unidades de manera visual ya que en algunos casos la combinación de colores es parecida y puede haber errores al visualizar el significado de cada uno. En la leyenda se indica el número y el color.

Se usa una barra de escala gráfica con la finalidad de poder hacer algunas mediciones de distancias sobre los mapas, de manera directa.

De igual manera una grilla de coordenadas UTM con un intervalo de 30 kilómetros para no atiborrar el área de despliegue del mapa.

Tabla N° 08a. Lista de mapas temáticos principales de acuerdo a la variable que representa.

VARIABLES	MAPA (TEMA)
FÍSICOS (TEMÁTICO)	MAPA DE UBICACIÓN
	MAPA DE GEOLOGÍA
	MAPA DE GEOMORFOLOGÍA
	MAPA DE FISIOGRAFÍA
	MAPA DE SUELOS
	MAPA DE CAPACIDAD DE USO MAYOR DE LA TIERRA
	MAPA DE CLIMA
BIOLÓGICOS (TEMÁTICO)	MAPA DE VEGETACIÓN
	MAPA DE FAUNA
	MAPA FORESTAL
SOCIOECONÓMICOS (TEMÁTICO)	MAPA DE USO ACTUAL DE LA TIERRA
	MAPA DE POTENCIALIDADES SOCIOECONÓMICAS
	MAPA DE OCUPACIÓN DEL TERRITORIO
	MAPA DE TURISMO
SUBMODELOS (INTERMEDIOS)	MAPA DE APTITUD PRODUCTIVA
	MAPA DE APTITUD PISCÍCOLA
	MAPA DE VULNERABILIDAD
	MAPA DE VALOR ECOLÓGICO
	MAPA DE CONFLICTOS DE USO
	MAPA DE VOCACIÓN URBANO E INDUSTRIAL
ZEE	MAPA DE PROPUESTA DE ZEE

Tabla N° 08b. Lista de mapas temáticos auxiliares de acuerdo a la variable que representa.

VARIABLES	MAPAS (TEMAS)
SUBMODELOS AUXILIARES Y OTROS MAPAS ELABORADOS	MAPA DE POTENCIAL FORESTAL
	MAPA DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS
	MAPA DE ISOTERMAS
	MAPA DE ISOYETAS

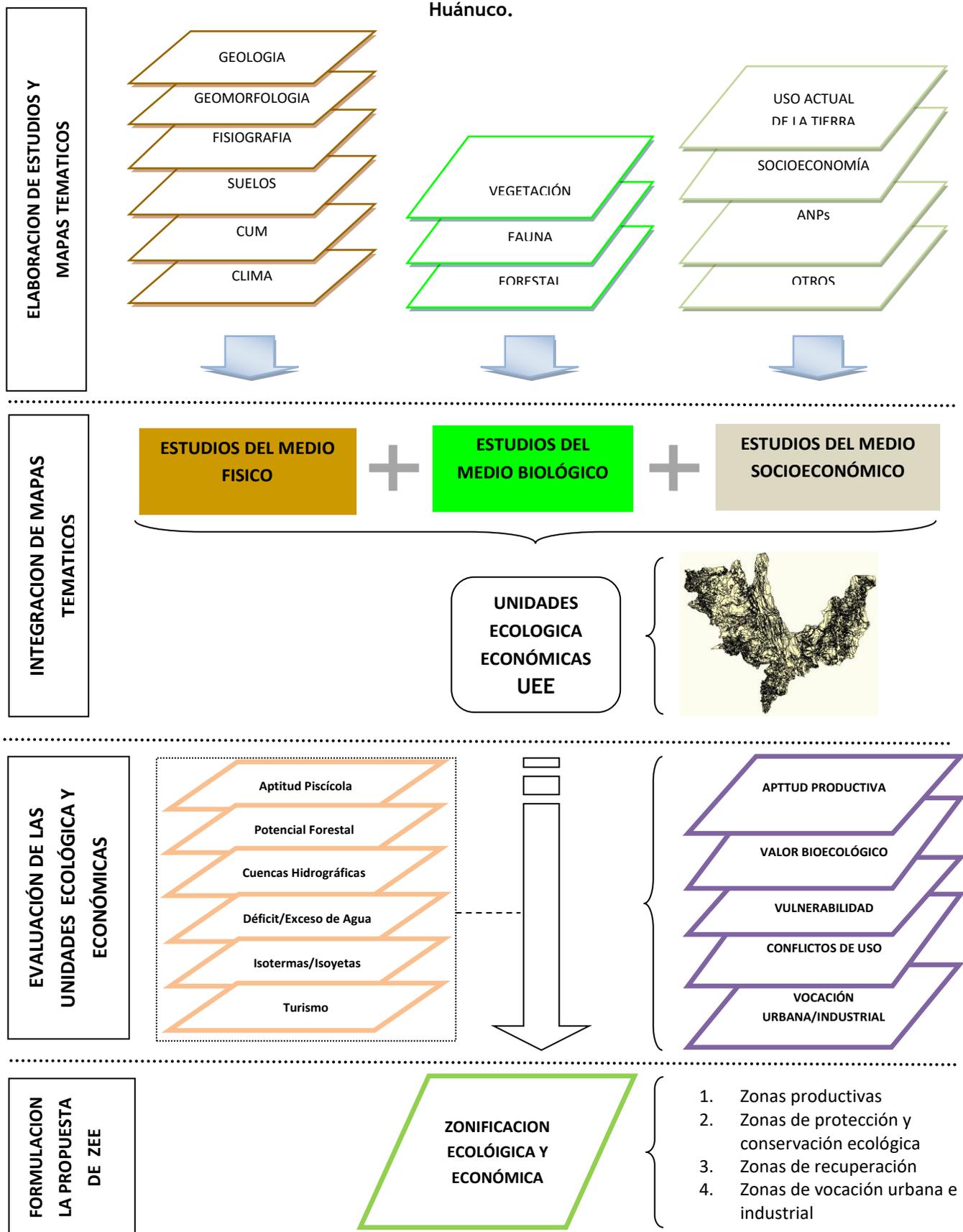
3.2.5. Modelamiento ZEE

En los proyectos de ZEE existen la etapa de análisis y evaluación de la data base (mapas temáticos) con la finalidad de llegar a una propuesta de uso de la tierra reflejando las potencialidades y limitaciones de los espacios en unidades caracterizadas. En este proceso se analizan las diferentes capas de información generadas por los estudios temáticos teniendo como base la hipótesis de:

“¿Cuál es la distribución espacial con mejor aptitud para el uso de.....?”

El modelamiento responde a un método directo, nombrado así por el equipo del Programa de Investigación en Cambio Climático, Desarrollo Territorial y Ambiente - PROTERRA del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana - IIAP, mediante el cual, de manera secuencial se van “excluyendo” las unidades (UEEs) en función a sus características más predominantes. En este método se empieza a excluir las áreas empezando por aquellas que tienen primacía sobre otras, siendo la primera para este caso, las Áreas Naturales Protegidas, que por Ley deben ser “Zonas de Protección y Conservación Ecológica”, aun cuando dentro de ellas existan áreas para cultivos en limpio u otros usos urbanos.

Figura N° 13. Esquema metodológico de formulación de ZEE de la zona de Selva de Huánuco.



3.2.5.1. Generación de la Unidades Ecológicas Económicas (UEE). Secuencia de integración de capas temáticas y preparación de los datos para la construcción de submodelos.

Las Unidades Ecológicas Económicas (UEE) son espacios geográficos que muestran los diferentes valores desde el punto de vista ecológico y económico que tiene el territorio.

Las UEEs son el resultado de la integración (unión) de las variables físicas, biológicas y socioeconómicas, esto quiere decir que los gráficos (mapas) como las tablas de atributos se juntan en un solo tema y en una sola base de datos; las cuales nos indican que cada espacio resultante es una porción homogénea del territorio por alguna característica. A partir de esta base de datos se pueden efectuar las consultas, los análisis y el modelamiento territorial con diversos propósitos.

Opcionalmente, se puede subdividir el proceso de integración de mapas temáticos en dos fases; la primera para la integración de la cartografía de los estudios del medio físico con el medio biológico, obteniéndose como resultado las Unidades Ecológicas (UE); y, la segunda consistente en la integración de la UE con los estudios del medio socioeconómico o unidades socioeconómicas, con lo cual se obtiene finalmente la integración de todos los mapas temáticos en una sola base de datos a la que nombramos como Unidades Ecológica Económicas “UEE”.

La disponibilidad de software SIG es amplia y variada haciendo posible la utilización de diferentes herramientas de programación tales como el Model Builder el que permite a través de procesos pre-establecidos construir los submodelos y el modelo final.

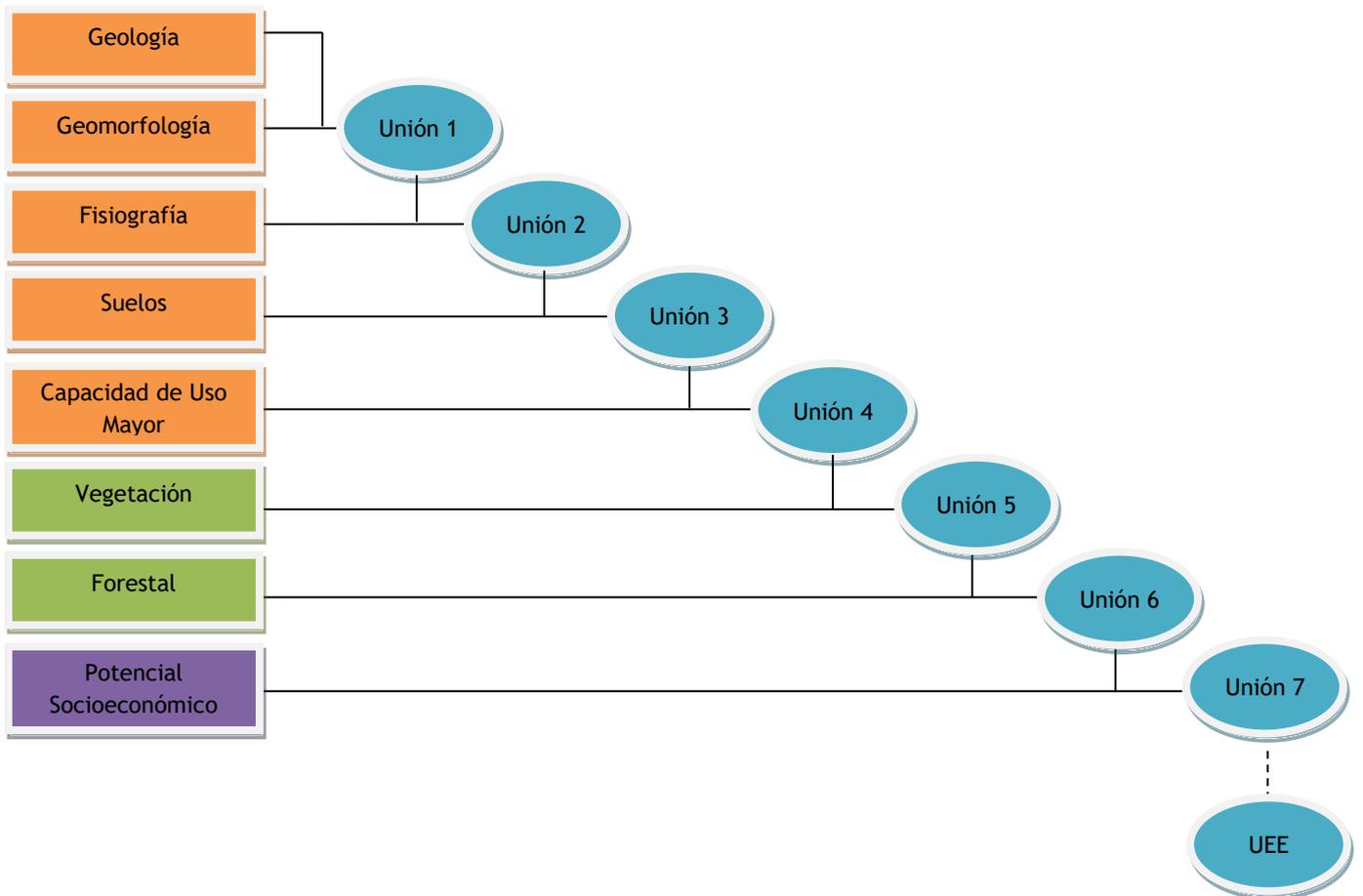
Otra manera de realizar la integración de los datos temáticos es utilizando las herramientas con las que disponen los programas SIG que son muy sencillas y fáciles de utilizar.

En este sentido y para este caso en particular la integración de los mapas se hizo utilizando las herramientas, que por defecto, tienen los programas, como es el caso del comando UNION.

Para la unión de los archivos shape file se ha seguido el orden de acuerdo a las características del tema tal es así que se han unido en primer lugar las variables físicas, seguida por las biológicas y finalmente las socioeconómicas.

El producto final de la unión de todos los temas es la UEE.

Figura N° 14. Secuencia de la integración de los mapas temáticos (variables físicas, biológicas y socioeconómicas).



La integración de todos los mapas temáticos permite la unión de las variables no solamente a nivel de gráficos (mapas) sino también a nivel de los atributos que estos contienen. En consecuencia, el orden de los campos de la tabla de atributos será el mismo en el que unan los mapas.

Figura N° 15. Unión de tablas (campos de codificación y descripción de todos los temas).

<i>Geomcode</i>	<i>Des_geom</i>	<i>Geomcode</i>	<i>Des_geom</i>	<i>Fisicocode</i>	<i>Sub_paisa</i>
99	Cuerpos de agua	99	Cuerpos de agua	99	Cuerpos de agua
99	Cuerpos de agua	99	Cuerpos de agua	99	Cuerpos de agua
99	Cuerpos de agua	99	Cuerpos de agua	99	Cuerpos de agua
99	Cuerpos de agua	99	Cuerpos de agua	99	Cuerpos de agua
99	Cuerpos de agua	99	Cuerpos de agua	99	Cuerpos de agua
99	Cuerpos de agua	99	Cuerpos de agua	99	Cuerpos de agua
1	Depósitos aluviales recientes	15	Islas	41	Islas
8	Formación Yahuarango	13	Colinas estructurales-erosionales	48	Lomadas
9	Formación Chonta	9	Montañas calcareas Mesozoico	49	Ligera a moderadamente disec
9	Formación Chonta	9	Montañas calcareas Mesozoico	49	Ligera a moderadamente disec
9	Formación Chonta	9	Montañas calcareas Mesozoico	49	Ligera a moderadamente disec

Con el insumo que es la UEE, seguidamente se procede a la generación de los diferentes submodelos, proceso que permitirá evaluar el territorio de acuerdo a distintos criterios (*Art. 8 del Reglamento de ZEE*). En el proyecto se ha identificado cinco submodelos que a su vez demanda la creación de ciertos submodelos auxiliares. Los submodelos de valor considerados en el proyecto se indican en la Tabla N° 09.

Tabla N° 09. Descripción de los submodelos o mapas de evaluación.

Sub Modelo	Descripción
Valor Productivo (Aptitud productiva)	Orientado a determinar las áreas que poseen mayor aptitud para desarrollar actividades productivas con recursos naturales.
Valor Bio-ecológico	Orientado a determinar las áreas con características que ameritan una estrategia especial para conservación de la biodiversidad y/o procesos ecológicos esenciales.
Vulnerabilidad	Orientado a determinar las áreas que presentan alto riesgo por estar expuestas a procesos geodinámicos (erosión, inundación, deslizamientos, huaycos, heladas, etc.) y otros procesos que afectan o hacen vulnerables al territorio y sus poblaciones.
Conflictos de Uso	Orientado a identificar las áreas donde existe incompatibilidad (sitios de uso y no concordantes con su vocación natural, así como sitios en uso en concordancia natural pero con problemas ambientales por el mal manejo), así como conflictos entre las actividades sociales, económicas y con el patrimonio cultural.
Aptitud Urbano Industrial	Orientado a identificar las áreas que poseen condiciones tanto para el desarrollo urbano como para la localización de la infraestructura industrial

A. **SUBMODELO DE VALOR PRODUCTIVO (APTITUD PRODUCTIVA):** El propósito de este modelo es evaluar cada UEE utilizando el criterio de valor productivo de recursos naturales renovables y está orientado a identificar qué zonas poseen mayor aptitud para el desarrollo de actividades agrícolas, pecuarias, forestales, piscícolas, desarrollo del ecoturismo (recreacional y turístico) y potencial hidroenergético.

Procedimiento para la evaluación de la UEE:

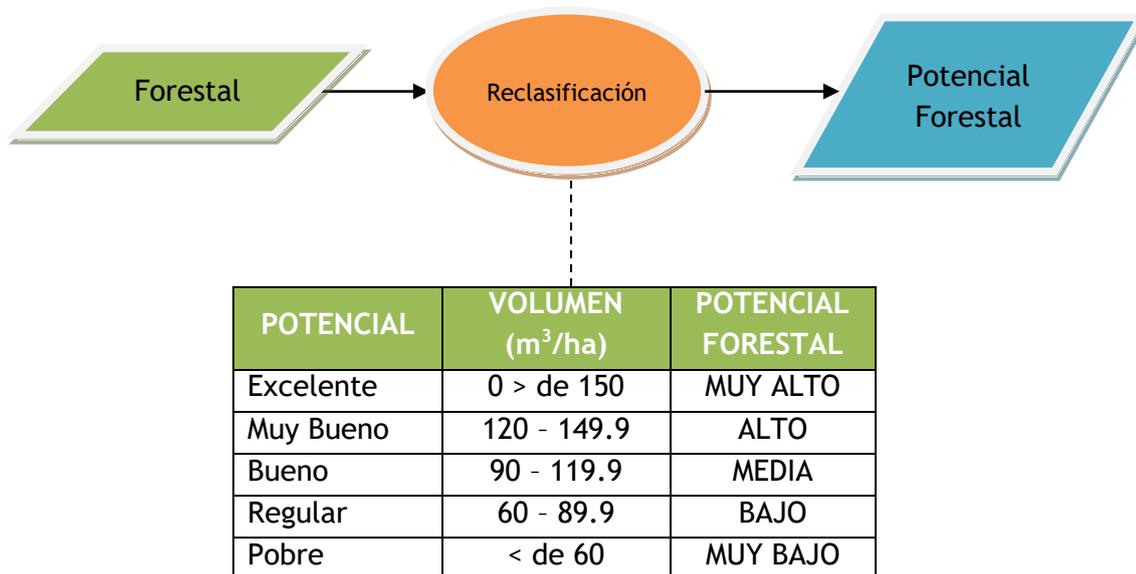
Para hacer la evaluación de este submodelo, se tuvo que elaborar, además otros submodelos auxiliares que mejoraron el análisis de acuerdo a la realidad particular del territorio en estudio. En este contexto se elaboraron los siguientes submodelos auxiliares:

Mapa de **CAPACIDAD DE USO MAYOR DE LAS TIERRAS**, el cual proporciona información sobre las áreas con mayor vocación para el desarrollo de actividades agrícolas (cultivos anuales, cultivos permanentes con diversa calidad agrológica y limitaciones para su uso), así como para el desarrollo de actividades pecuarias, forestales y de protección. Este mapa ha sido elaborado teniendo en cuenta los aspectos descritos en el documento de Clasificación de Uso Mayor de las Tierras del Perú elaborado por ONERN (Anexo N° 6).

Mapa de **POTENCIAL FORESTAL**, el cual proporciona información sobre volumen maderero registrada a partir de árboles iguales o mayores de 25 cm de Diámetro a la Altura del Pecho (DAP), en los diferentes tipos de bosque; no se consideran las especies como tal. Para la elaboración de este submodelo auxiliar se tuvo en cuenta el mapa Forestal el cual es una reclasificación del mapa Fisiográfico y que, también es reclasificado teniendo en cuenta el volumen maderable por categorías. El resultado obtenido indica los diferentes parámetros de evaluación forestal (número de árboles, área basal y volúmenes de madera) (Anexo N° 14).

Para determinar los rangos del potencial forestal se parte de una tabla generada con la finalidad de identificar en el área de estudio el potencial forestal expresado en volumen por hectárea. El grado del potencial forestal se categoriza en cinco niveles denominados (Muy Alto, Alto, Medio, Bajo y Muy Bajo Potencial Forestal).

Figura N° 16. Diagrama que indica el proceso de reclasificación del mapa de potencial forestal.



Mapa de **APTITUD PISCÍCOLA**, el cual proporciona información sobre las áreas en tierra firme con mayor potencial para el desarrollo piscícola. Se tiene en cuenta las variables de:

Fisiografía: Sirve para definir el dimensionamiento de la infraestructura piscícola. A través de la fisiografía se puede determinar las unidades que reúnan las mejores condiciones para el desarrollo de la infraestructura piscícola. Los suelos que están ubicados en terrenos con pendientes suave, comprendidas entre 2% y 5%, son considerados como los de mayor potencialidad antes que los de pendiente menor a 2% o mayor a 5% que determinan altos costos de construcción. Asimismo, se identifican aquellas unidades fisiográficas que no presenten inundación periódica debido a las fluctuaciones del régimen de creciente y vaciante de los ríos. Por otro lado, las unidades fisiográficas con relieve muy accidentado o fuertemente disectado o periódicamente inundables tienen muy bajas condiciones para el desarrollo de la actividad piscícola (Anexo N° 4).

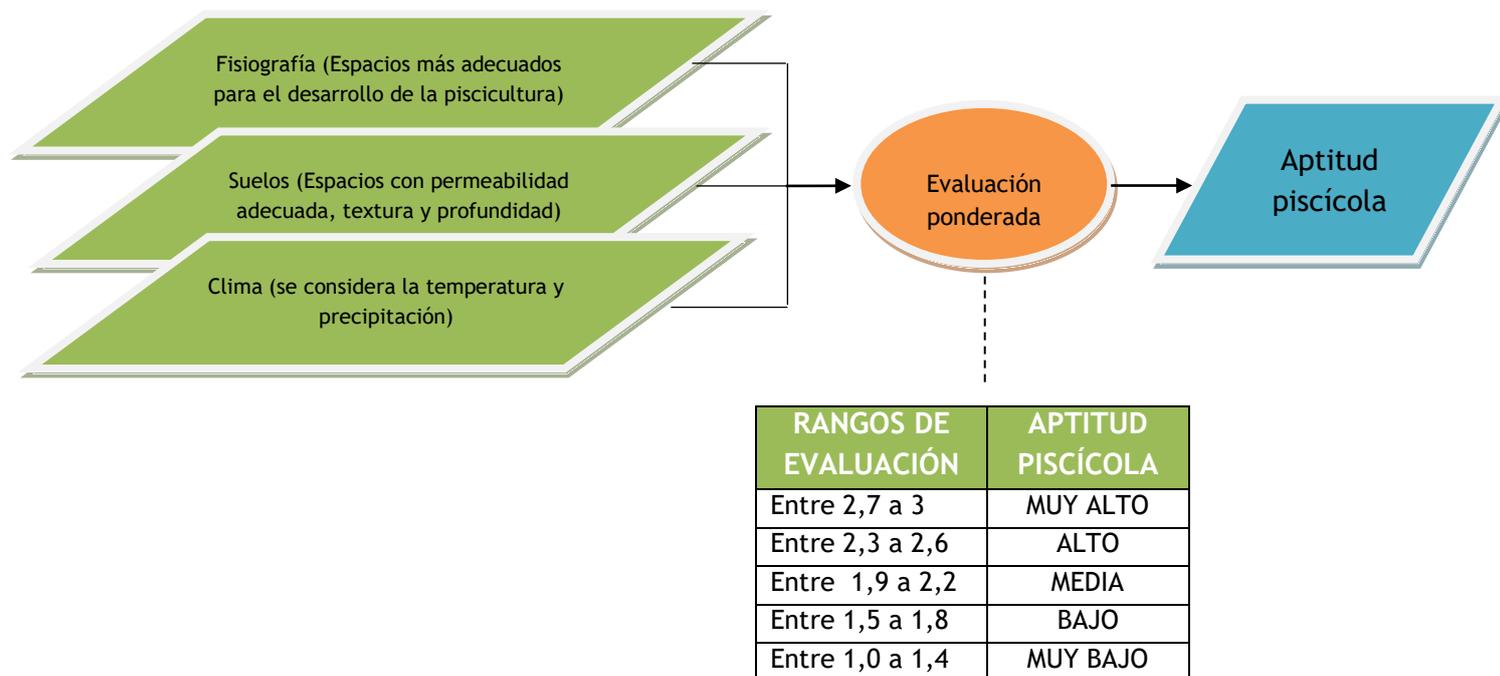
Suelo: Esta es otra variable de importancia, pues permite tener el conocimiento de la calidad de los mismos, además de ser fundamental para identificar los mejores terrenos para el desarrollo de la piscicultura. Se determinan áreas que proporcionen mayor o menor permeabilidad al estanque, es decir, que presenten mayor capacidad de retención de agua y menor tasa de infiltración. Los suelos que presentan mayor permeabilidad al agua, como los suelos arcillosos y arcilloso-arenosos son los mejores suelos para la piscicultura que los suelos con alta porosidad como es el caso de los arenosos que permiten la filtración del agua de los

estanques. Si se da este último caso se requiere de una mayor inversión para dar permeabilidad al estanque (Anexo N° 5).

Clima: Permite tener el conocimiento de las áreas que presentan exceso de agua debido a la precipitación pluvial, puesto que la actividad piscícola tendrían sostenibilidad en el tiempo; en cambio, las áreas con déficit de agua y la sostenibilidad en el tiempo de dicha actividad, estaría sujeta a la construcción de mayor infraestructura para el abastecimiento de agua (Anexo N° 8).

Con la finalidad de determinar las áreas más adecuadas para el desarrollo de la piscicultura a nivel comercial, se identifican de nivel Muy Alto, Alto; mientras que las áreas para desarrollar la piscicultura a nivel de subsistencia se consideran los de nivel Medio y Bajo.

Figura N° 17. Diagrama que indica el proceso de reclasificación del mapa de potencial piscícola.



La evaluación ponderada consiste en asignar a cada variable un valor o rango dependiendo del grado de importancia ya sea mayor a menor.

En tal sentido se determinó las unidades cartográficas de cada tema (mapa) y su respectivo grado de aptitud piscícola. Los valores más altos son para aquellas unidades cartográficas que proporcionan las mejores condiciones para el desarrollo de la piscicultura y los valores más bajos son para aquellas unidades cartográficas que proporcionan condiciones adversas para el desarrollo de la piscicultura. Para ello se toman los códigos del mapa de fisiografía y

se les asigna un valor determinado. Estos valores van, para todas las variables desde un rango de 1,0 a 3,0. Esto significa que los códigos de fisiografía que tienen el valor de 1,0 son aquellos espacios que por sus características presentan muy baja posibilidad para el establecimiento de actividades piscícola; mientras que los de rango 3,0 son aquellas unidades fisiográficas con muy alta posibilidad para el desarrollo de actividades piscícolas. El mismo razonamiento se aplica a las variables de suelo y clima.

Tabla N° 10. Rangos y variables (mapas) usadas en el submodelo de Aptitud Piscícola.

RANGOS VALOR PISCICOLA	FISIOCODE	SUELOCODE	CLIMACODE	NIVELES DE CALIFICACIÓN	APTICODE
1.0	2,3,6,7,8,	99	8	MUY BAJA	1
1.1					
1.2		2			
1.3	1,4,14,19,20,22,25,31,35,43,45,49,77,81	1,3,4,5,6,7,35,36,37,38,39,54,59			
1.4				BAJA	2
1.5		8,9,10,34,58			
1.6					
1.7	5,10,24,37,38,	15,16,17,18,24,40,41,42,43,53,55,56		MEDIA	3
1.8					
1.9					
2.0	42,48,76		4		
2.1		22,23,46,47,57		ALTA	4
2.2		74			
2.3					
2.4		44,45,48,50		MUY ALTA	5
2.5	56,72,75	51			
2.6		41 12,13,14,19,21,25,26,27,28,29,30	7	MUY ALTA	5
2.7			5,6		
2.8	39,40		3		
2.9		11,20,31,32,49,52			
3.0	52,53,54,55,70,71,73	33	1,2		

Después de llenar los códigos de fisiografía, suelos y clima a los rangos identificados se tiene que aplicar una fórmula, ésta permite tener el promedio de los rangos y a continuación se divide éstos por clases tal como se indica en la Figura N° 15. La fórmula aplicada es la siguiente:

$$\text{VALOR PISCÍCOLA} = (\text{Valor de Fisiografía} + \text{Valor de Suelos} + \text{Valor de Clima})/3$$

El resultado tiene que ser agrupado por clases según el rango de valor piscícola que va de 1.0 a 3.0 (MUY BAJA, BAJA, MEDIA, ALTA y MUY ALTA). Se asigna la codificación que va de 1 a 5 respectivamente. Todas estas operaciones se hacen sobre campos creados en la tabla de atributos de la UEE.

Integración de los datos para generar el submodelo de Aptitud Productiva:

Con los datos de los submodelos auxiliares (Capacidad de uso mayor de las Tierras, Potencial Forestal y Aptitud Piscícola) y sobre la base de datos de la UEE se crea un nuevo campo de codificación y descripción en los cuales se registrarán los datos que se requieren para el submodelo de Aptitud Productiva.

Para lograr este submodelo se debe considerar lo siguiente:

- 1ro. En el mapa de CUM las unidades se describen con el término “*Tierras aptas...*” en el mapa de Aptitud Productiva se debe utilizar el término “*Áreas aptas...*”.
- 2do. Los datos del mapa de Potencial Forestal que arrojan “Muy Alto” y “Alto” potencial son los que se consideran al momento de clasificar la aptitud productiva. En este estudio no se identificaron áreas con potencial forestal Muy Alto y Alto que fueran considerados en el análisis.
- 3ro. Al igual que el potencial forestal del submodelo de Aptitud Piscícola se debe considerar los que arrojan la aptitud “Muy Alta” y “Alta”. De igual manera para el potencial forestal, se debe hacer notar en la descripción que estos espacios tienen “Alto” potencial piscícola. En este estudio se identificó una unidad con alto potencial piscícola.

Resumiendo:

- Para construir el mapa de Aptitud Productiva se debe hacer una reclasificación sobre el mapa de CUM y si se encuentran áreas con alto potencial forestal y piscícola éstos deben resaltarse.
- La selección de los cuerpos de agua para su calificación como categoría de pesca de subsistencia o comercial, son hechos de manera particular y hasta cierto punto de manera subjetiva y está sujeto al conocimiento y verificación mediante el trabajo de campo.

Tabla N° 11. Variables (mapas) usadas en el submodelo de Aptitud Productiva.

APTICODE	DES_APTI	SUPERFICIE	PORCENTAJE
1	Areas para cultivo en limpio de calidad agrológica de media a baja con limitaciones por suelo	18876	0.69
2	Areas para cultivo en limpio de calidad agrológica de media a baja con limitaciones por suelo con potencial piscícola y forestal	3647	0.13
3	Areas para cultivo en limpio de calidad agrológica de media a baja con limitaciones por suelo con potencial piscícola	60839	2.23
4	Areas para cultivo en limpio de calidad agrológica de media a baja con limitaciones por suelo e inundación	39977	1.47
5	Areas para cultivo en limpio de calidad agrológica baja con limitaciones por suelo y clima	135	0.01
6	Areas para cultivo en limpio de calidad agrológica baja, asociada con protección, con limitaciones por suelo, inundación y drenaje	16945	0.62
7	Areas para cultivo en limpio, asociada con protección, con limitaciones por suelo y drenaje con potencial piscícola y forestal	11457	0.42
8	Areas para cultivo en limpio, asociada con protección, con limitaciones por suelo y drenaje con potencial piscícola	25168	0.92
9	Areas para cultivo en limpio de calidad agrológica baja con limitaciones por suelo y clima, asociado a protección por pendiente y suelo	283192	10.40
10	Areas para cultivo en limpio de calidad agrológica baja con limitaciones por suelo y clima, asociado a pastos de calidad agrológica baja con limitaciones por suelo, pendiente y clima	47945	1.76
11	Areas para cultivo permanente de calidad agrológica baja con limitaciones por suelo, con potencial piscícola y forestal	12641	0.46
12	Areas para cultivo permanente de calidad agrológica baja con limitaciones por suelo, con potencial piscícola	3129	0.11
13	Areas para cultivo permanente, asociado con pasto de calidad agrológica media, con limitaciones de pendiente y suelo con potencial forestal	38813	1.43
14	Areas para cultivo permanente, asociado con pasto de calidad agrológica baja con limitaciones por suelo y potencial piscícola	24495	0.90
15	Areas para cultivo permanente asociado con pastos, de calidad agrológica baja con limitaciones por pendiente y suelo	27656	1.02
16	Areas para cultivo permanente, asociado con pasto de calidad agrológica media, con limitaciones de pendiente y suelo	19054	0.70
17	Areas para cultivo permanente, asociados con forestal de calidad agrológica media con limitaciones por pendiente y suelo con potencial forestal	9894	0.36
18	Areas para cultivo permanente, asociados con forestal de calidad agrológica media con limitaciones por pendiente y suelo	2830	0.10
19	Areas para cultivo permanente asociado con forestal de calidad agrológica baja con limitaciones por pendiente y suelo con potencial forestal	63010	2.31
20	Areas para cultivo permanente asociado con forestal de calidad agrológica baja con limitaciones por pendiente y suelo	89865	3.30
21	Areas para cultivo permanente de calidad agrológica baja, asociado con protección con limitaciones por suelo con potencial piscícola	3964	0.15
22	Areas para cultivo permanente de calidad agrológica baja, asociado con protección con limitaciones por suelo y drenaje con potencial piscícola	81308	2.99
23	Areas para cultivo permanente de calidad agrológica baja, asociado con protección con limitaciones por pendiente y suelo	139202	5.11
24	Areas para pastos de calidad agrológica baja, asociada con protección con limitaciones por suelo	10093	0.37
25	Areas para producción forestal, asociado con cultivos permanentes de calidad agrológica baja con limitaciones por pendiente y suelo	96976	3.56
26	Areas para producción forestal de calidad agrológica baja, asociado con protección con limitaciones por pendiente y suelo con potencial forestal	56949	2.09
27	Areas para producción forestal de calidad agrológica baja, asociado con protección con limitaciones por pendiente y suelo	736822	27.05
28	Areas para protección por suelo e inundación	7396	0.27
29	Areas para protección con limitaciones por pendiente y suelo	156037	5.73
30	Areas para protección por suelo, inundación y drenaje	28520	1.05
31	Areas para protección con limitaciones por pendiente y suelo, asociado con cultivo permanente de calidad agrológica baja con limitaciones por pendiente, suelo y clima	63324	2.33
32	Areas para protección con limitaciones por pendiente y suelo, asociado con producción forestal con de calidad agrológica baja con limitaciones por pendiente y suelo	519302	19.07
99	Cuerpos de agua	24128	0.89

B. SUBMODELO DE VALOR BIOECOLÓGICO: El propósito de esta evaluación es poder identificar áreas con vocación para la conservación de la diversidad biológica y el mantenimiento de los principales procesos ecológicos que la sustentan.

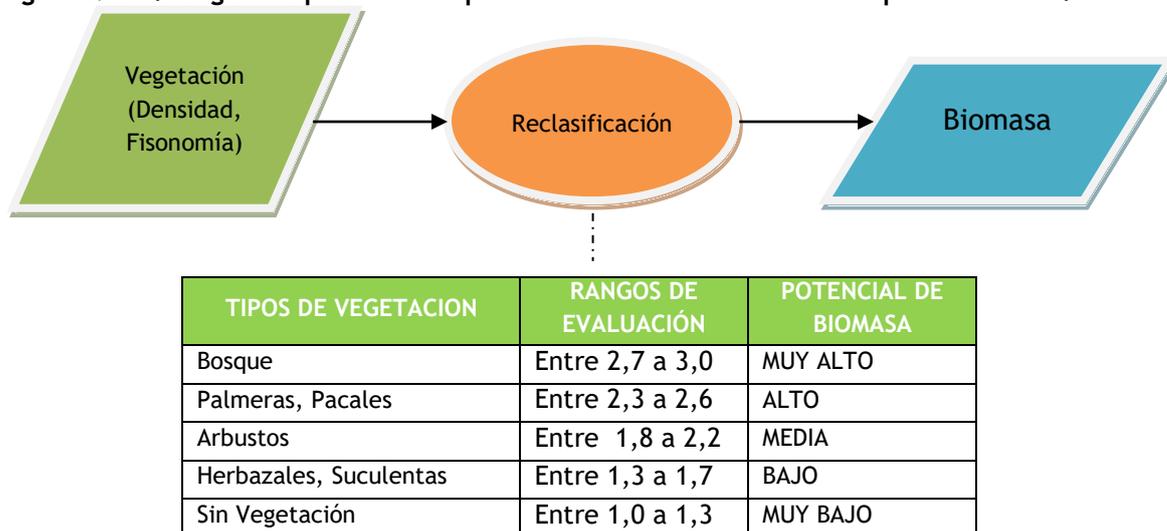
Procedimiento para la evaluación de la UEE:

Para hacer la evaluación de este submodelo, se usaron mapas temáticos así como submodelos auxiliares. Sobre la base de la UEE y utilizando el mapa de vegetación se analizó la variable biomasa, biodiversidad y vegetación propiamente. También se usó el mapa de fauna y el de cabecera de cuenca.

Mapa de **BIOMASA**, proporciona información sobre el material orgánico que se encuentra en las plantas de las diferentes comunidades vegetales. Si tomamos como ejemplo los extremos de las comunidades vegetales, tendremos que un área boscosa contiene más biomasa que un herbazal, mientras que un pacal (bosque de bambú) tiene menos biomasa que un bosque.

Este análisis se hace sobre la base de la identificación de áreas que presentan mayor biomasa respecto a su densidad y fisonomía. Se ha elaborado un diagrama donde se muestra las variables y su aplicación para obtener el submodelo auxiliar de biomasa.

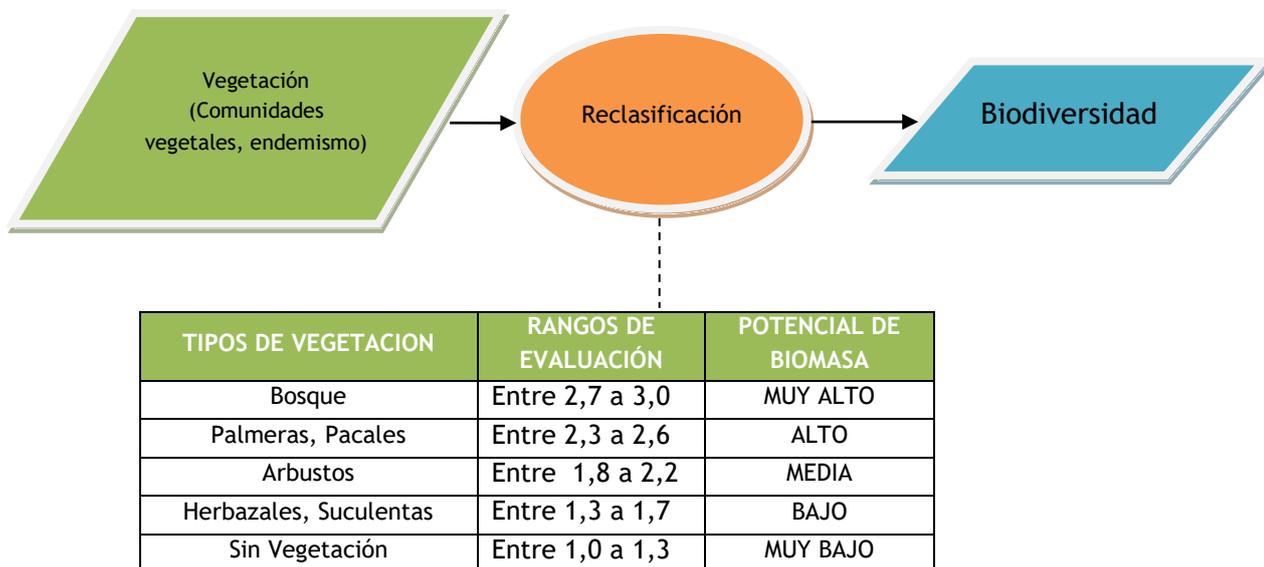
Figura N° 18. Diagrama que indica el proceso de reclasificación del mapa de biomasa.



Mapa de **BIODIVERSIDAD (comunidades vegetales)**. En este estudio en particular se ha brindado especial énfasis al estudio de la biodiversidad desde una perspectiva florística. En ese sentido tiene mucho que ver el tema de abundancia, frecuencia y dominancia (endemismo) de las especies de flora identificadas en el espacio en estudio.

Al igual que el análisis de biomasa, aquí se considera los tipos de vegetación para su reclasificación.

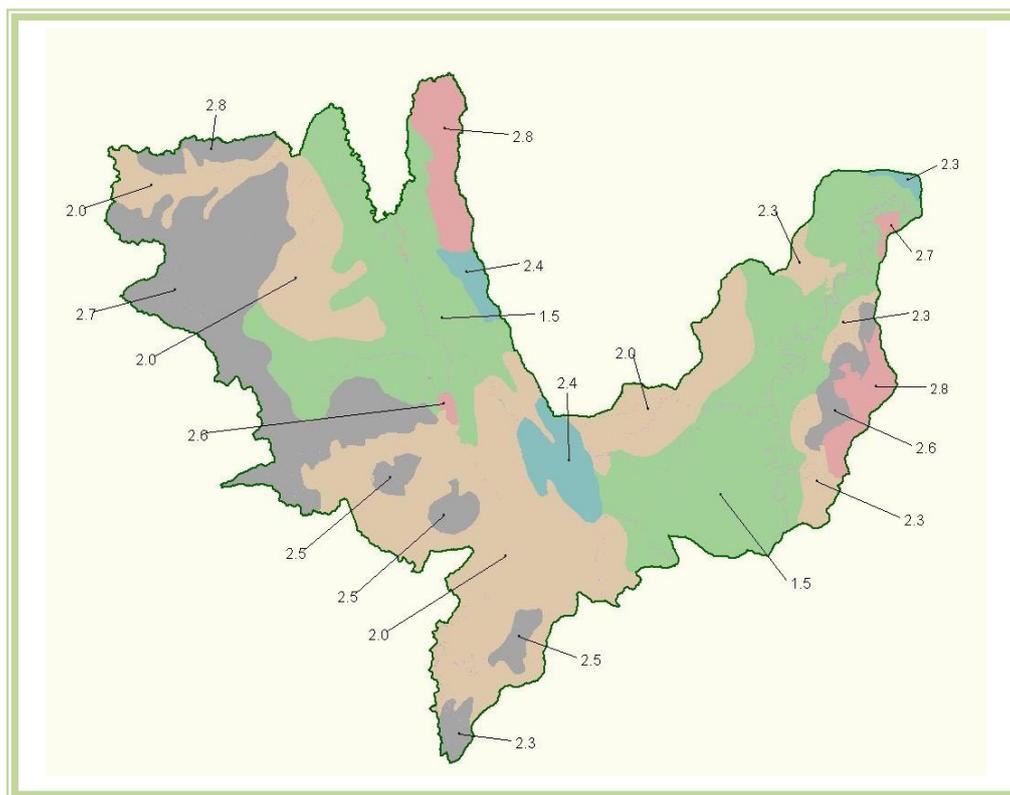
Figura N° 19. Diagrama que indica el proceso de reclasificación del mapa de biodiversidad.



Mapa de **VEGETACIÓN**. Este mapa proporciona información sobre los tipos de vegetación y las especies representativas sobre la base de la fisonomía y composición florística en relación a los factores fisiográficos, niveles altitudinales y climáticos. Puede ser que este sea el mapa más importante en la elaboración del submodelo de Valor Ecológico ya que es sobre éste donde se realiza la reclasificación de las unidades de vegetación caracterizadas según los rangos de evaluación que van de 1,0 a 3,0. Donde 1,0 es el más bajo y están los espacios donde no existe vegetación representativa (Deforestación) y 3,0 son los espacios donde existe abundante vegetación. Este es un mapa temático (Anexo N° 10).

Mapa de **FAUNA**, proporciona información sobre una lista de especies endémicas y amenazadas según criterio del INRENA, UICN y especies CITES. Los valores que se asignan al mapa de fauna reflejan la importancia de la comunidad de fauna que habita en cada polígono seleccionado y está relacionada directamente o indirectamente a la unidad de fauna a la que corresponde (Anexo N° 11).

Figura N° 20. Valores de fauna.



Mapa de **CABECERA DE CUENCA HIDROGRÁFICA**, el cual proporciona información sobre la importancia bioecológica para el mantenimiento del ciclo hidrológico. Para este estudio, se construyó por medio de la identificación y delineación, sobre el espacio delimitado por la unión de todas las cabeceras que forman el río principal o el territorio drenado por un único sistema de drenaje natural. Se hizo el trazo de las líneas teniendo en cuenta la hidrografía y las cumbres, también llamada divisoria de aguas. Se utilizó la información de la Carta Nacional por medio de las curvas de nivel y las cotas de elevación superpuestas sobre imágenes de RADAR e imágenes isométricas. Cabe indicar que para este caso en particular solamente se tomó como referencia la cuenca hidrográfica que considera exclusivamente las aguas superficiales (ríos) y no la cuenca hidrológica que incluye en su delimitación las aguas subterráneas (acuíferos) (Anexo N° 7.)

Los valores que se asignaron a cada unidad van de 1,0 a 3,0. Los valores mayores (3,0) son aquellos que consideran la conservación del agua para la vida de los recursos vegetales y de fauna.

Integración de los datos para generar el submodelo de Valor Bioecológico.

La integración y el análisis para determinar los submodelos de Valor Bioecológico se hace sobre la base de la UEE. Se crea un campo de codificación y otro de descripción los cuales se

llenen en función de los resultados obtenidos de la evaluación de las variables de biomasa, biodiversidad, vegetación, fauna y cabecera de cuenca.

Para establecer el valor bioecológico, en primer lugar se determinan qué unidades de biomasa y biodiversidad califican a los rangos que van de 1,0 a 3,0. Por otra parte y de igual manera se determinan qué unidades de vegetación califican a los rangos establecidos. Es decir, los códigos de biomasa, biodiversidad y vegetación que tienen el valor de 1,0 son aquellos espacios que por sus características presentan muy baja posibilidad de tener alto valor bioecológico; mientras que los de rango 3,0 son aquellas unidades con muy alto valor bioecológico. El mismo razonamiento se aplica a las variables de fauna y cabecera de cuenca.

Después de llenar los códigos de biomasa, biodiversidad, vegetación, fauna y cabecera de cuenca a los rangos identificados se tiene que aplicar una fórmula, ésta permite tener el promedio de los rangos y a continuación se divide éstos por clases. La fórmula aplicada es la siguiente:

Tabla N° 12. Variables (mapas) usadas en el submodelo de Valor Bioecológico.

RANGOS VALOR BIOECOLÓGICO	VEGETCODE (VALOR BIOMASA)	VEGETCODE (VALOR BIODIVERSIDAD)	VEGETCODE	FAUNACODE *	CACUENCODE	NIVELES DE CALIFICACIÓN	VALECODE
1.0	19					MUY BAJO	5
1.1	18, 100						
1.2	1		19				
1.3	100	100, 200	1,100,200				
1.35			18			BAJO	4
1.40		1,19			2		
1.50							
1.60		18					
1.70		21				MEDIO	3
1.80		17	21				
1.90	21	16	17				
2.00	17	20					
2.10		2,6	16			ALTO	2
2.20		22					
2.30	16	13,14,15	20				
2.35			2,6,22				
2.45			12,13,14,15			MUY ALTO	1
2.40							
2.50	22	7,10,11,12					
2.60	2, 6, 12, 13, 14, 15, 20		7,10,11		1		
2.70	3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11	3, 4, 5, 8, 9	3, 4, 5, 8, 9				
2.80							
2.90							
3.00							

$$\text{VALOR BIOECOLÓGICO} = [((\text{Valor de biomasa} + \text{Valor de biodiversidad} + \text{Valor de vegetación})/3) + \text{Valor de fauna} + \text{Valor de cabecera de cuenca}]/3$$

El resultado tiene que ser agrupado por clases según el rango de valor bioecológico que va de 1,0 a 3,0 (MUY BAJO, BAJO, MEDIO, ALTO y MUY ALTO). Se asigna la codificación que va de 5 a 1 respectivamente, siendo el 5 de Muy Alto valor bioecológico y 1 de Muy Bajo valor bioecológico. Todas estas operaciones se hacen sobre campos creados en la tabla de atributos de la UEE.

C. SUBMODELO DE VULNERABILIDAD: El propósito de esta evaluación es identificar la ocurrencia de fenómenos naturales y antropogénicos potencialmente dañinos que podrían afectar a elementos expuestos de importancia en el territorio.

Procedimiento para la evaluación de la UEE:

Para hacer la evaluación de este submodelo, se usaron los mapas temáticos de Geología, Fisiografía y Clima como variables físicas y Vegetación como variable biológica.

Mapa de **GEOLOGÍA**. Basado en la relación del grado de resistencia al proceso exógeno y endógeno de los materiales litológicos que se ha considerado en los tipos de material parental

(litología), el ambiente de depositación, grado de alteración, grado de cohesión de los minerales que conforman las rocas y los procesos geoestructurales que afectan los afloramientos geológicos.

Geológicamente los sedimentos inconsolidados o materiales sin cohesión, poseen baja estabilidad y son fácilmente afectados por procesos erosivos accionantes; mientras que las rocas, o secuencias litológicas antiguas con alta compactación (dureza) y menor grado de alteración, poseen una estabilidad media a alta, aunque en cierto modo éstas están condicionadas por los procesos tectónicos que originan fallamientos y plegamientos. Así, la estabilidad de las calizas y areniscas Mesozoicas, y las rocas intrusivas y volcánicas, dependen del grado de cohesión de sus componentes mineralógicos. Entonces, la baja estabilidad de una unidad geológica está directamente relacionada a un alto grado de vulnerabilidad. Este es un mapa temático (Anexo N° 2).

Mapa de **FISIOGRAFÍA**. Tiene la finalidad de caracterizar las formas del relieve según característica paisajística. La fisiografía, en este sentido podrá determinar características como el relieve accidentado, montañas, llanuras, valles, ríos y todas las formas del relieve del área de estudio. Este también es un mapa temático (Anexo N° 4).

Mapa de **VEGETACIÓN**. Está referida a la fisonomía (forma, aspecto y densidad) de la cobertura vegetal relacionada con los tipos de estratos que define las comunidades vegetales o la distribución espacial - vertical. De modo que un área con cobertura vegetal densa será menos vulnerable que un área deforestada (Anexo N° 10).

En la vegetación la fisonomía, cobertura, estratificación y sotobosque son parámetros que califican el grado de vulnerabilidad espacial. La *fisonomía* caracterizada por el porte o tamaño que alcanzan las especies en un área determinada, la *cobertura* referida a la densidad de las especies vegetales directamente en el substrato o la densidad del follaje de las copas de los árboles y arbustos. Del análisis de estos parámetros se desprende que un área provista con buena cobertura será menos vulnerable que otra desnuda o casi. La *estratificación* de la cobertura, particularmente en los bosques y el número de estratos tiene relación inversa con la vulnerabilidad, de modo que cuantos más estratos ocurren, la vulnerabilidad es menor. También la presencia del *sotobosque*, la densidad de la cobertura herbácea o semileñosa del terreno (o piso) boscoso permite afianzar la interpretación de la susceptibilidad del suelo a los procesos erosivos (Mapa temático.)

Mapa de **CLIMA**. Caracteriza los grados de intensidad y continuidad de los límites de precipitación pluvial. Entre los factores climáticos, la precipitación pluvial es uno de los principales factores aplicables a la calificación de la vulnerabilidad; áreas con altas precipitaciones están expuestas a mayor vulnerabilidad que aquellas con baja precipitación. En el proceso fue considerado los siguientes niveles:

- Muy Alto, > 5000 mm/año
- Alto, entre 4000 a 5000 mm/año
- Medio, 3000 a < 4000 mm/año
- Bajo, entre 2,000 a < menos de 3000 mm/año
- Muy Bajo, < 2000 mm/año.

El análisis de la variable climática fue a partir del sistema de clasificación de climas de Thornthwaite, desarrollado en base a las necesidades hidrológicas para la agricultura y no exclusivamente climatológicas (Anexo N° 8).

Mapa de **FOCOS DE SISMO**. Toma el mapa geológico para caracterizar las unidades con características propias de manifestaciones sísmicas.

Integración de los datos para generar el submodelo de Vulnerabilidad.

En las UEE se tiene los atributos de los mapas incluidos en este modelo, cada uno con sus campos de codificación y descripción. Se genera en esta gran base de datos un campo relacionado a la vulnerabilidad como campo de descripción y un campo de codificación numérico. Estos serán asignados con los resultados de la sumatoria de los valores o rangos generados para cada variable analizada.

Para establecer la vulnerabilidad, en primer lugar se determinan qué unidades de geología, fisiografía, vegetación, clima y focos sísmicos califican a los rangos que van de 1,0 a 3,0. Es decir, los códigos de estas variables que tienen el valor de 1,0 son aquellos espacios que por sus características presentan mayor estabilidad; mientras que los de rango 3,0 son aquellas unidades muy inestables.

A continuación y para determinar el nivel de calificación se tiene que aplicar una fórmula la cual permite tener el promedio de los rangos de las variables de geología, fisiografía, vegetación, clima y focos sísmicos (Geología).

$$\text{VULNERABILIDAD} = (\text{Valor de geología} \times 2 + \text{Valor de fisiografía} \times 2 + \text{Valor de vegetación} + \text{Valor de clima} + \text{Valor de foco sísmico}) / 7$$

SUBMODELO DE CONFLICTOS DE USO: El propósito de esta evaluación es identificar las áreas que se están utilizando en discordancia con su vocación natural. Para el efecto se debe cruzar las variables de Capacidad de Uso Mayor de las Tierras con Uso Actual de las Tierras.

Tabla N° 13. Variables (mapas) usadas en el submodelo de Vulnerabilidad.

RANGOS VALOR BIOECOLÓGICO	GEOLCODE	FISIOCODE	VEGETCODE	CLIMACODE	FOCO SISMOS (GEOLCODE)	NIVELES DE CALIFICACIÓN	VULNECODE
1.0						MUY ESTABLE	1
1.1							
1.2	13,16	52, 53, 73, 74, 75			1,2,3,4,5		
1.3	14,18						
1.4		54, 55, 56, 70, 71, 72				ESTABLE	2
1.5	19,20		3		6		
1.6	17,21						
1.7	9		4,5,8,9,12, 13	8	7,8		
1.8	15,22	39, 40, 41				MODERADAMENTE ESTABLE / INESTABLE	3
1.9	11	42, 48, 49					
2.0	10	22, 76, 77, 80		5,6	18		
2.1	12	23, 36,	22, 1,2 ,6, 21	4	19,20,21		
2.2	8	50, 51, 78, 79	7			INESTABLE	4
2.3		21, 45, 81		7			
2.4		20, 14, 31, 46, 82					
2.5	7	19, 43, 47		3	21,17		
2.6						MUY INESTABLE	5
2.7		15, 11, 24, 25, 30, 32, 37, 38	10,11,14,15,16,19		9		
2.8	6	16, 10, 5, 12, 26, 29, 35	20	2			
2.9	2,3,4,5	27, 33, 68, 69	17, 18	1	10,11,14,16,15,12,13		
3.0	1	1,2,3,4,6,7,8,9, 13, 17,18, 28, 34, 44, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67	100, 200				

El resultado tiene que ser agrupado por clases según el rango de vulnerabilidad que va de 1.0 a 3.0 (MUY ESTABLE, ESTABLE, MODERADAMENTE ESTABLE / INESTABLE, INESTABLE y MUY INESTABLE). Se asigna la codificación que va de 1 a 5 respectivamente, siendo el 1 de Muy Estable y el 5 Muy Inestable.

Procedimiento para la evaluación de la UEE:

Para hacer la evaluación de cada UEE utilizando el criterio de conflicto de uso, se debe utilizar los temáticos que para este caso son dos: Capacidad de Uso Mayor de las Tierras y Uso Mayor de las Tierras, además del mapa Forestal que solamente se utiliza la variable deforestación.

Mapa de **CAPACIDAD DE USO MAYOR DE LAS TIERRAS**. Este mapa proporciona información sobre las áreas con mayor vocación para el desarrollo de actividades agrícolas, pecuarias y forestales (Anexo N° 6).

Mapa de **USO ACTUAL**. Este mapa indica en qué se está utilizando el espacio en el momento en que se realiza el estudio (Anexo N° 12).

Mapa **FORESTAL**. Este es importante porque proporciona información de las áreas deforestadas y donde se encuentran los diferentes tipos de uso identificados (Anexo N° 9).

Integración de los datos para generar el submodelo de Conflictos de Uso

El análisis para determinar el conflicto de uso es diferente a los submodelos que se describen anteriormente. Para establecer el conflicto se utiliza los atributos del mapa de Capacidad de Uso Mayor y el de Uso Actual, además de las áreas deforestadas e intervenidas del mapa Forestal. Se selecciona en primer lugar las áreas deforestadas y sobre ellas se analiza si hay incompatibilidad entre la aptitud natural de la tierra (CUM) y el uso actual.

Todos aquellos espacios determinados como de protección donde se estén realizando actividades agropecuarias, agrícolas u otras son de conflicto agropecuario en tierras de protección. Las asociaciones de producción forestal y protección donde se estén realizando actividades agropecuarias, agrícolas, entre otras son de conflicto agropecuario en tierras de asociaciones de producción forestal y protección o de protección asociada a producción forestal. En este caso en particular se ha encontrado que se están realizando actividades agropecuarias, agrícolas, entre otras dentro de la Áreas Naturales Protegidas (ANP) como son; el Parque Nacional Cordillera Azul, el Parque Nacional Tingo María y la Reserva Comunal El Sira. Aquí se identificaron conflictos. Por lo demás las otras zonas son de categoría sin conflicto de uso.

Tabla N° 14. Variables (mapas) usadas en el submodelo de Conflictos de Uso.

VARIABLES ANALIZADAS	CAPUCODE	USOCOCODE	CONFUCODE	DESCRIPCIÓN DEL CONFLICTO DE USO
Áreas deforestadas o intervenidas	1, 23, 26, 27, 28	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 11	1	Zonas de conflicto por uso agropecuario de tierras de protección
	25	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	2	Zonas de conflicto por uso agropecuario de asociación de tierras de protección con tierras de producción forestal
	7, 20, 21, 24	2, 3, 4, 5, 6, 7, 13	3	Zona de conflicto por uso agropecuario de asociación de tierras de producción forestal con tierras de protección
Áreas Naturales Protegidas ANP	2, 3, 12, 15, 28, 16, 20, 21, 23, 25, 26, 28	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	4	Zona de conflicto por uso agropecuario en ANP
Zonas fuera de la Deforestación y fuera de	1 al 28	1 al 13	5	Zona sin conflicto de uso

D. SUBMODELO DE VOCACIÓN URBANA INDUSTRIAL: El propósito de esta evaluación es identificar las zonas con mayor vocación para el desarrollo urbano e industrial teniendo en cuenta aquellas variables con fuerte influencia en la localización de actividades tales como vulnerabilidad, acceso a servicios, infraestructura vial y acceso a mercados, centros poblados urbanos.

Procedimiento para la evaluación de la UEE:

Mapa **HIDROGRÁFICO**. Este mapa proporciona información sobre los cuerpos de agua y los espacios de tierra firme, el primero donde no es posible la construcción de centros poblado, mientras que el segundo es por sí mismo el espacio donde esta actividad es factible.

Mapa de **ANP**. Esta información dentro del análisis para determinar espacios con vocación urbana industrial es importante ya que por ley dentro de estas áreas no es posible el establecimiento de centros poblados o actividad industrial alguna.

Mapa de **FISIOGRAFÍA**. Como en otros mapas esta información es relevante ya que permite caracterizar las formas del relieve según característica paisajística, permitiendo determinar cómo el relieve puede ser una condicionante ambiental para el establecimiento de actividades de carácter urbano e industrial. Este es producto del análisis como un mapa temático (Anexo N° 4).

Mapa de **VULNERABILIDAD**. Esta variables, producto de la construcción como submodelo de evaluación es utilizado por este submodelo ya que va a permitir identificar espacios potencialmente susceptibles a que sean afectados por fenómenos naturales y antropogénicos

que puedan causar daños y afectar a los elementos expuestos y que sean de importancia en el territorio en estudio.

Mapa de ACCESIBILIDAD A MERCADOS Y SERVICIOS (POTENCIALIDADES SOCIOECONÓMICAS).

Esta variable en el análisis para determinar espacios con vocación urbana industrial cumple un rol importante, pues permite identificar en el territorio los espacios que cuentan con los elementos mínimos necesarios para desarrollar las actividades productivas y que sirven como instrumentos de planificación y gestión del territorio. Esto significa, que los espacios donde se identifican un alto potencial socioeconómico sugiere que éstos espacios cuentan, en términos de capital físico-financiero, capital social-humano y capital natural, con los mejores servicios en educación, salud, energéticos, comunicación, movimiento comercial, entre otros. Mientras que aquellos con bajo potencial significa todo lo contrario. Un aspecto que toma en cuenta este análisis es la presencia de servicios básicos como agua, desagüe, electricidad, así como la infraestructura vial que permite hacer que éstos sean más accesibles a los mercados y a los flujos económicos (Anexo N° 13).

Para el presente estudio y por el nivel de interpretación se ha considerado las áreas de centros poblados urbanos como una variable que califica de muy alta vocación urbana industrial. A esto se añade los estudios, según los planes de desarrollo urbano de las municipalidades, para considerar las áreas de expansión urbana que tuvieron que ser digitalizadas usadas los archivos (dxf) de los mismos y el uso de imágenes de satélite de alta resolución espacial (Google Earth).

Tabla N° 15. Variables (mapas) usadas en el submodelo de Vocación Urbana Industrial.

RANGOS VALOR VOCACIÓN URBANA	VALOR HIDROGRÁFICO	VALOR ANP (ANPCODE)	FISIOCODE	VULNECODE	VALOR ACCESIBILIDAD (POTSOCODE)	VALOR DE SERVICIOS (POTSOCODE)	NIVELES DE CALIFICACIÓN	VOCURCODE
0.0	CUERPOS DE AGUA	ANP	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 18, 25, 26, 27, 28, 29, 44, 47, 57, 58, 61, 62, 63, 99				NULO	6
1.0	RESTO	RESTO	14, 15, 16, 17, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 39, 40, 41, 42, 64, 65, 74	INESTABLE	BAJO POTENCIAL	MEDIO Y BAJO POTENCIAL	MUY BAJO	5
1.1								
1.2								
1.3								
1.4								
1.5							BAJO	4
1.6								
1.7								
1.8								
1.9							MEDIO	3
2.0			5, 10, 19, 20, 21, 22,		MEDIO	ALTO		
2.1								
2.2				MODEARADAMENTE ESTABLE / INESTABLE			ALTO	2
2.3								
2.4								
2.5								
2.6								
2.7							MUY ALTO	1
2.8								
2.9								
3.0			52, 53, 54, 55, 56, 59, 60, 66, 67, 68, 70, 71, 72, 73, 75	ESTABLE	ALTO POTENCIAL	CIUDADES Y ÁREAS DE EXPANSIÓN URBANA		

A continuación y para determinar el nivel de calificación se tiene que aplicar una fórmula la cual permite tener el promedio de los rangos de las variables de hidrografía, ANP, fisiografía, vulnerabilidad, potencial socioeconómico desde la perspectiva de accesibilidad a mercados y servicios.

$$\text{VOCACIÓN URBANA INDUSTRIAL} = (\text{Valor hidrográfico} + \text{Valor de ANP} + \text{Valor de fisiografía} + \text{Valor de vulnerabilidad} + \text{Valor de accesibilidad a mercados} + \text{Valor de servicios})/6$$

El resultado tiene que ser agrupado por clases según el rango de vocación urbana industrial que va de 1.0 a 3.0 (NULA, MUY BAJA, BAJA, MEDIA, ALTA y MUY ALTA). Se asigna la codificación que va de 6 a 1 respectivamente, siendo el 6 Nula y 1 de Muy Alta Vocación Urbana Industrial.

3.2.5.2. Formulación de la propuesta ZEE

Para el desarrollo de la propuesta ZEE se aplica el “método de exclusión” que es un proceso que ha venido siendo mejorado en los diferentes estudios de ZEE diseñados por el IIAP. En esta etapa se utiliza como gran base de datos la UEE que contiene la información de los mapas temáticos y de los submodelos, los cuales sirven como elementos de análisis gráficos y tabulares.

Modelamiento ZEE

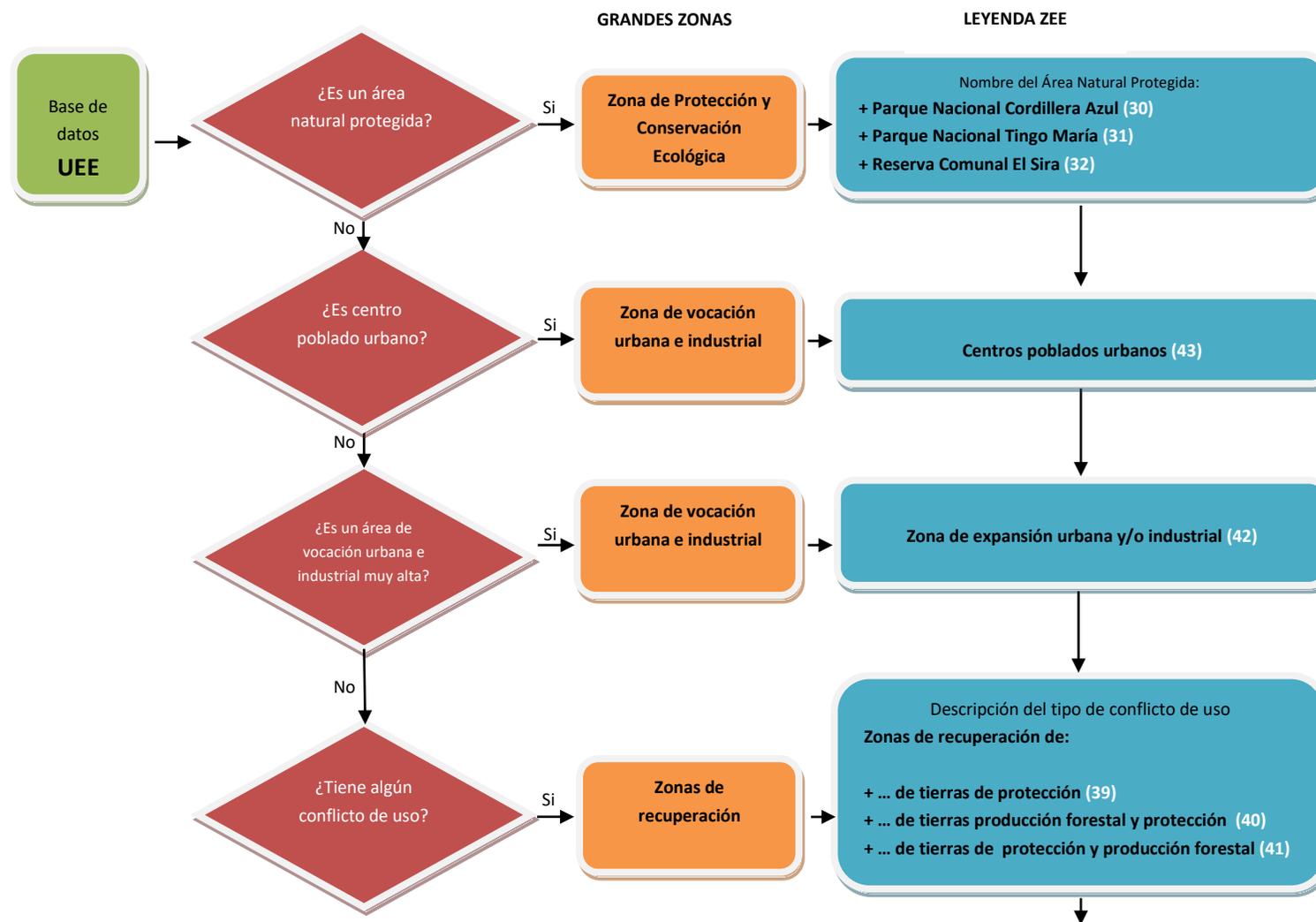
Para desarrollar el Modelamiento ZEE se debe partir de la pregunta ¿qué es lo que vamos a mostrar en la leyenda?. Es decir, determinar las Zonas Ecológicas Económicas según agrupaciones. Estas agrupaciones son de tres tipos, el primer nivel **Grandes Zonas** donde se agrupan las actividades según usos generales como son las zonas productivas (que incluye la aptitud agropecuaria, forestal, industrial, pesquero, minero, turístico, entre otros), protección y conservación ecológica (que incluye las ANPs, humedales, cabecera de cuenca, tierras de protección de laderas y similares, entre otros), recuperación (que incluyen áreas que requieren una estrategia especial para la recuperación de los ecosistemas degradados) y las zonas urbanas o industriales (que incluye las zonas urbanas e industriales actuales y las de posible expansión para nuevos asentamiento humanos). Luego, en el segundo nivel **Zonas** y solamente sobre las zonas productivas se hace una separación de éstas determinando el uso particular como son zonas de producción agropecuaria, producción forestal y otras asociaciones, producción pesquera, entre otras identificadas. Finalmente, se llega al tercer nivel **ZEE** que es aquel donde se tiene que describir cada uno de los polígonos o espacios caracterizados producto de la aplicación del modelo de exclusión; es decir es la desagregación más detallada de la leyenda.

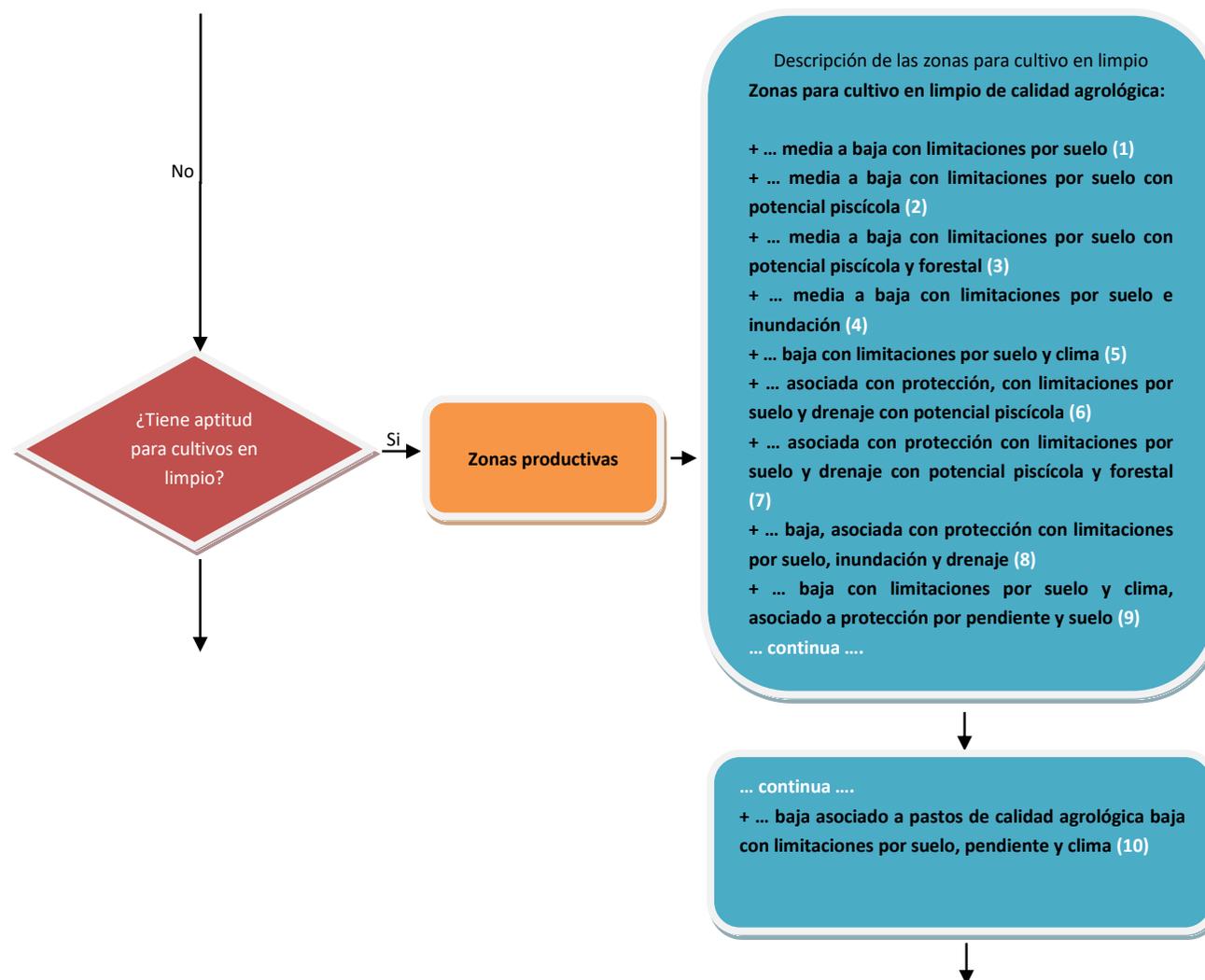
Tabla N° 16. Descripción de los campos adicionales necesarios para el modelamiento para de ZEE.

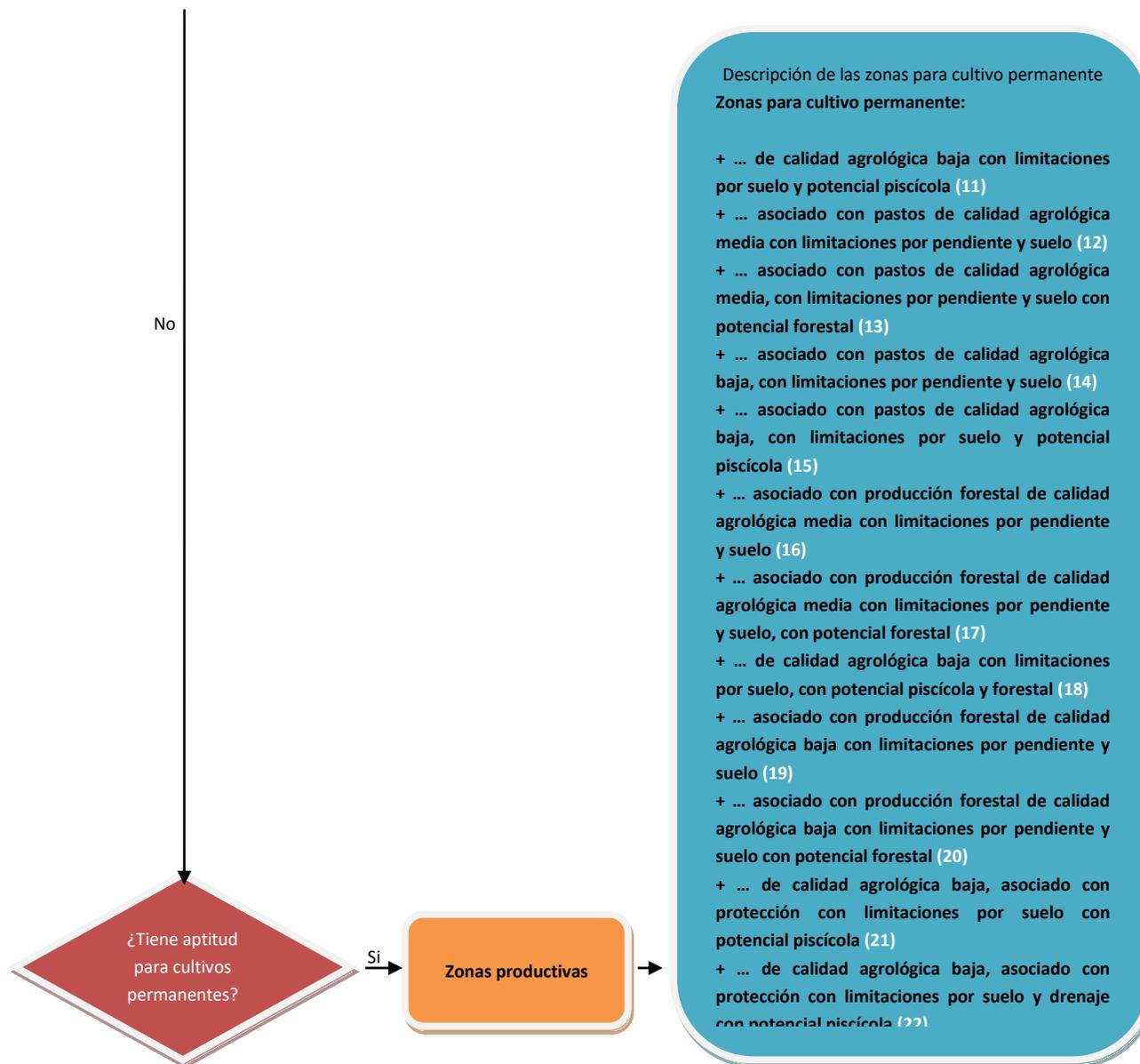
GRANDES ZONAS	ZONAS	ZEE
<p>LEYENDA NIVEL 1</p> <p>Este nivel contiene los campos o columna con el título de las grandes agrupaciones en la leyenda del mapa ZEE:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zonas productivas • Zonas de protección y conservación ecológica • Zonas de recuperación • Zona urbana o industrial 	<p>LEYENDA NIVEL 2</p> <p>Este nivel recoge el nombre de los subtítulos de la leyenda del primer nivel en las Zonas Productivas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zonas de producción agropecuaria • Zonas de producción forestal y otras asociaciones • Zonas para producción pesquera • Otras áreas productivas 	<p>LEYENDA NIVEL 3</p> <p>Este nivel contiene el nombre final de las Zonas Ecológicas Económicas (ZEE), es decir es la desagregación más extendida de la leyenda:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zonas para cultivos en limpio con limitaciones por suelo • Zonas para cultivos permanentes con limitaciones por suelo • Zonas para pastos con limitaciones por suelo • Entre otras...

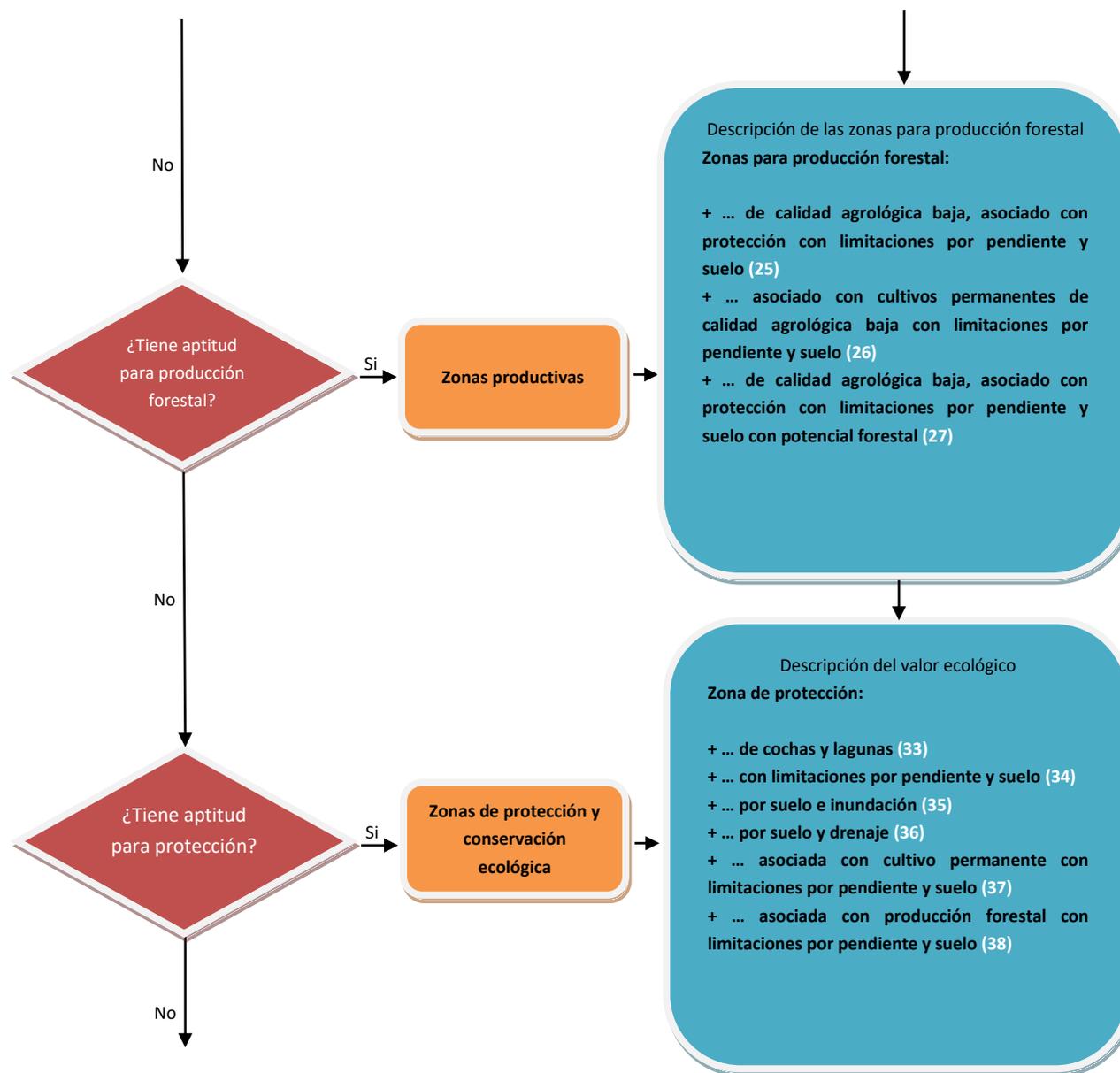
Teóricamente el método de Modelamiento ZEE por exclusión utiliza solamente algunos campos de la base de datos UEE. En ese sentido se debe seleccionar solamente estos campos. La selección de los campos de la UEE son las variables relevantes que de manera secuencial se van seleccionando y registrando en los tres niveles de calificación.

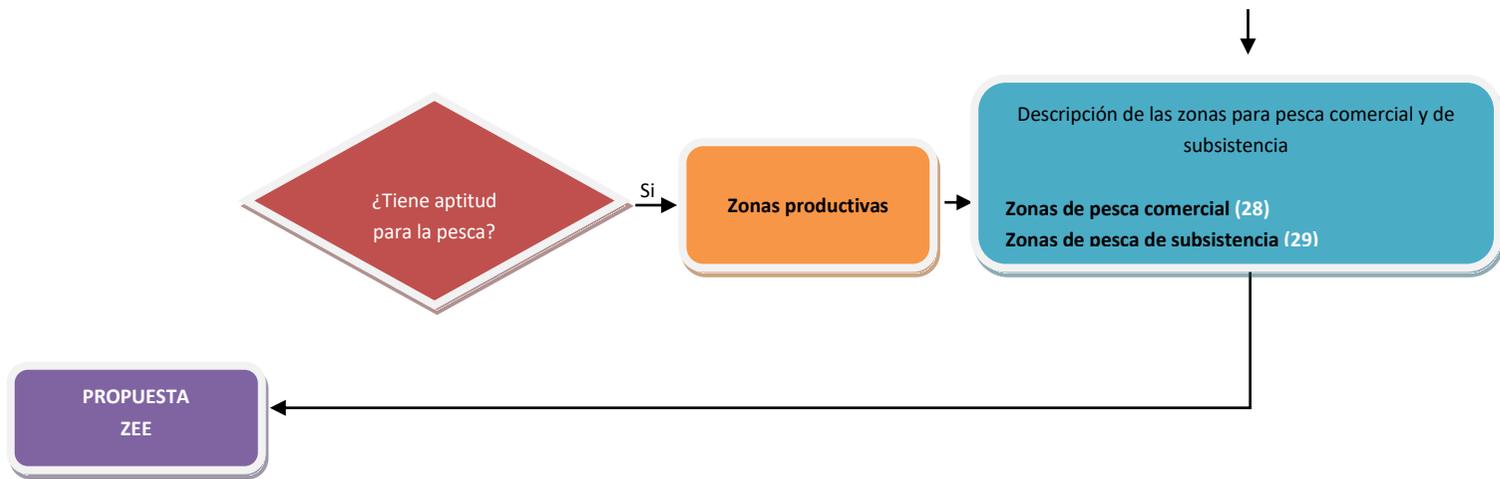
Figura N° 21. Diagrama de flujo para la formulación de la ZEE mediante el método de exclusión selectiva.











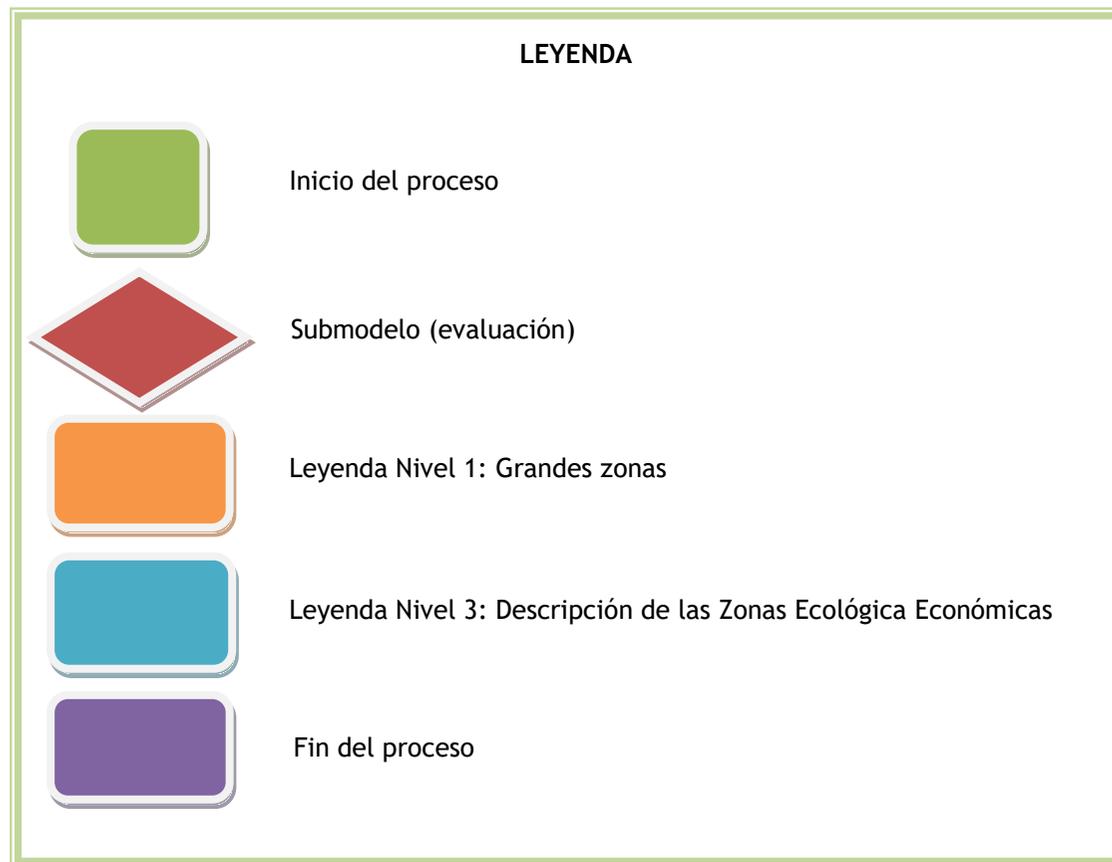


Tabla N° 17. Campos de la cobertura UEE y variables relevantes necesarios para el modelamiento ZEE.

CAMPOS DE LA COBERTURA UEE RELEVANTES PARA EL MODELAMIENTO ZEE	ATRIBUTOS QUE DEBE CUMPLIR EL CAMPO SELECCIONADO	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	CODIFICACIÓN LEYENDA (ZEECODE)	ALGORITMO	
		GRANDES ZONAS (ZONAS_GRAN)	ZONAS (SUB TITULOS) (ZONAS)	ZEE (ZEE)			
Áreas Naturales Protegidas (ANP)	ANPs y sus respectivas categorías designadas por SERNANP	Zona de protección y conservación ecológica	Zona de protección y conservación ecológica	Parque Nacional Cordillera Azul	30	Seleccionar las ANPs y reemplazar el campo zee con los nombres de ANPs.	
				Parque Nacional Tingo María			31
				Reserva Comunal El Sira			32
Expansión urbana y/o Industrial	Centros poblados urbanos	Zona de vocación urbano industrial	Zona de vocación urbano industrial	Centros poblados urbanos	43	Seleccionar todos los polígonos o UEEs que representen centros poblados urbanos.	
Expansión urbana y/o Industrial	Vocación urbana industrial "Muy Alta"	Zona de vocación urbano industrial	Zona de vocación urbano industrial	Zonas de expansión urbana y/o industrial	42	Seleccionar todos los polígonos con vocación urbana industrial muy alta que no hayan sido seleccionados anteriormente.	
Conflictos de uso	Zonas de conflicto por uso agropecuario de tierras de protección	Zona de recuperación	Zona de recuperación	Zona de recuperación de tierras de protección	39	Seleccionar todos los polígonos con vocación para protección con usos agropecuario que no hayan sido seleccionados anteriormente.	
	Zonas de conflicto por uso agropecuario de tierras de producción forestal y protección	Zona de recuperación	Zona de recuperación	Zonas de recuperación de tierras de producción forestales y de protección	40	Seleccionar todos los polígonos con vocación para producción forestal y protección con uso agropecuario que no hayan sido seleccionados anteriormente.	
	Zonas de conflicto por uso agropecuario de tierras de protección y producción forestal	Zona de recuperación	Zona de recuperación	Zonas de recuperación de tierras de protección y producción forestal	41	Seleccionar todos los polígonos con vocación para protección y producción forestal con uso agropecuario que no hayan sido seleccionados anteriormente.	
	Cultivo en limpio de calidad agrológica: + ... media a baja con limitaciones por suelo	Zonas productivas	Zonas para cultivo en limpio	Zona para cultivo en limpio de calidad agrológica baja con limitaciones por suelo	1	Seleccionar todos los polígonos para cultivos en limpio de calidad agrológica media a baja con limitaciones por suelo que no hayan sido seleccionados anteriormente.	
	Cultivo en limpio de calidad agrológica: + ... media a baja con limitaciones por suelo con potencial piscícola			Zonas para cultivo en limpio	Zona para cultivo en limpio de calidad agrológica media a baja con limitaciones por suelo con potencial piscícola	2	Seleccionar todos los polígonos para cultivos en limpio de calidad agrológica media a baja con limitaciones por suelo con potencial piscícola que no hayan sido seleccionados anteriormente.

CAMPOS DE LA COBERTURA UEE RELEVANTES PARA EL MODELAMIENTO ZEE	ATRIBUTOS QUE DEBE CUMPLIR EL CAMPO SELECCIONADO	NIVEL 2 ZONAS (SUB TITULOS)		NIVEL 3 ZEE (ZEE)	CODIFICACIÓN LEYENDA (ZEECODE)	ALGORITMO
		NIVEL 1 GRANDES ZONAS (ZONAS_GRAN)	(ZONAS)			
	Cultivo en limpio de calidad agrológica: + ... media a baja con limitaciones por suelo con potencial piscícola y forestal	Zonas productivas	Zonas para cultivo en limpio	Zona para cultivo en limpio de calidad agrológica media a baja con limitaciones por suelo con potencial piscícola y forestal	3	Seleccionar todos los polígonos para cultivos en limpio de calidad agrológica media a baja con limitaciones por suelo con potencial piscícola y forestal que no hayan sido seleccionados anteriormente.
	Cultivo en limpio de calidad agrológica: + ... media a baja con limitaciones por suelo e inundación	Zonas productivas	Zonas para cultivo en limpio	Zona para cultivo en limpio de calidad agrológica media a baja con limitaciones por suelo e inundación	4	Seleccionar todos los polígonos para cultivos en limpio de calidad agrológica media a baja con limitaciones por suelo e inundación que no hayan sido seleccionados anteriormente.
	Cultivo en limpio de calidad agrológica: + ... baja con limitaciones por suelo y clima	Zonas productivas	Zonas para cultivo en limpio	Zona para cultivo en limpio de calidad agrológica baja con limitaciones por suelo y clima	5	Seleccionar todos los polígonos para cultivos en limpio de calidad agrológica baja con limitaciones por suelo y clima que no hayan sido seleccionados anteriormente.
	Cultivo en limpio: + ... asociada con protección con limitaciones por suelo y drenaje con potencial piscícola	Zonas productivas	Zonas para cultivo en limpio	Zona para cultivo en limpio asociada con protección con limitaciones por suelo y drenaje con potencial piscícola	6	Seleccionar todos los polígonos para cultivos en limpio asociada con protección con limitaciones por suelo y drenaje con potencial piscícola que no hayan sido seleccionados anteriormente.
	Cultivo en limpio: + ... asociada con protección con limitaciones por suelo y drenaje con potencial piscícola y forestal	Zonas productivas	Zonas para cultivo en limpio	Zona para cultivo en limpio asociada con protección con limitaciones por suelo y drenaje con potencial piscícola y forestal	7	Seleccionar todos los polígonos para cultivos en limpio asociada con protección con limitaciones por suelo y drenaje con potencial piscícola y forestal que no hayan sido seleccionados anteriormente.
	Cultivo en limpio de calidad agrológica: + ... baja, asociada con protección con limitaciones por suelo e inundación y drenaje	Zonas productivas	Zonas para cultivo en limpio	Zona para cultivo en limpio de calidad agrológica baja, asociada con protección con limitaciones por suelo e inundación y drenaje	8	Seleccionar todos los polígonos para cultivos en limpio de calidad agrológica baja, asociada con protección con limitaciones por suelo e inundación y drenaje que no hayan sido seleccionados anteriormente.
	Cultivo en limpio de calidad agrológica: + ... baja, con limitaciones por suelo y clima, asociado a	Zonas productivas	Zonas para cultivo en limpio	Zona para cultivo en limpio de calidad agrológica baja, con limitaciones por suelo y clima, asociado a	9	Seleccionar todos los polígonos para cultivos en limpio de calidad agrológica baja, con limitaciones por suelo y clima, asociado a protección por pendiente y

CAMPOS DE LA COBERTURA UEE RELEVANTES PARA EL MODELAMIENTO ZEE	ATRIBUTOS QUE DEBE CUMPLIR EL CAMPO SELECCIONADO	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	CODIFICACIÓN LEYENDA (ZEECODE)	ALGORITMO
		GRANDES ZONAS (ZONAS_GRAN)	ZONAS (SUB TITULOS) (ZONAS)	ZEE (ZEE)		
	protección por pendiente y suelo			protección por pendiente y suelo		suelo que no hayan sido seleccionados anteriormente.
	Cultivo en limpio de calidad agrológica: + ... baja, asociada a pastos de calidad agrológica baja con limitaciones por suelo, pendiente y clima	Zonas productivas	Zonas para cultivo en limpio	Zona para cultivo en limpio de calidad agrológica baja, asociada a pastos de calidad agrológica baja con limitaciones por suelo, pendiente y clima	10	Seleccionar todos los polígonos para cultivos en limpio de calidad agrológica baja, asociada a pastos de calidad agrológica baja con limitaciones por suelo, pendiente y clima que no hayan sido seleccionados anteriormente.
	Cultivos permanentes: + ... de calidad agrológica baja con limitaciones por suelo y potencial piscícola	Zonas productivas	Zonas para cultivo permanente	Zona para cultivo permanente de calidad agrológica baja con limitaciones por suelo y potencial piscícola	11	Seleccionar todos los polígonos para cultivo permanente de calidad agrológica baja con limitaciones por suelo y potencial piscícola que no hayan sido seleccionados anteriormente.
	Cultivos permanentes: + ... asociado con pastos de calidad agrológica media, con limitaciones por pendiente y suelo	Zonas productivas	Zonas para cultivo permanente	Zona para cultivo permanente asociado con pastos de calidad agrológica media con limitaciones por pendiente y suelo	12	Seleccionar todos los polígonos para cultivo permanente asociado con pastos de calidad agrológica media con limitaciones por pendiente y suelo que no hayan sido seleccionados anteriormente.
	Cultivos permanentes: + ... asociado con pastos de calidad agrológica media, con limitaciones por pendiente y suelo, con potencial forestal	Zonas productivas	Zonas para cultivo permanente	Zona para cultivo permanente asociado con pastos de calidad agrológica media, con limitaciones por pendiente y suelo, con potencial forestal	13	Seleccionar todos los polígonos para cultivo permanente asociado con pastos de calidad agrológica media, con limitaciones por pendiente y suelo, con potencial forestal que no hayan sido seleccionados anteriormente.
	Cultivos permanentes: + ... asociado con pastos de calidad agrológica baja, con limitaciones por pendiente y suelo	Zonas productivas	Zonas para cultivo permanente	Zona para cultivo permanente asociado con pastos de calidad agrológica baja, con limitaciones por pendiente y suelo	14	Seleccionar todos los polígonos para cultivo permanente asociado con pastos de calidad agrológica baja, con limitaciones por pendiente y suelo que no hayan sido seleccionados anteriormente.
	Cultivos permanentes: + ... asociado con pastos de calidad agrológica baja, con limitaciones por suelo y potencial piscícola	Zonas productivas	Zonas para cultivo permanente	Zona para cultivo permanente asociado con pastos de calidad agrológica baja, con limitaciones por suelo y potencial piscícola	15	Seleccionar todos los polígonos para cultivo permanente asociado con pastos de calidad agrológica baja, con limitaciones por suelo y potencial piscícola que no hayan sido seleccionados

CAMPOS DE LA COBERTURA UEE RELEVANTES PARA EL MODELAMIENTO ZEE	ATRIBUTOS QUE DEBE CUMPLIR EL CAMPO SELECCIONADO	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	CODIFICACIÓN LEYENDA (ZEECODE)	ALGORITMO
		GRANDES ZONAS (ZONAS_GRAN)	ZONAS (SUB TITULOS) (ZONAS)	ZEE (ZEE)		
				piscícola		anteriormente.
	Cultivos permanentes: + ... asociado con producción forestal de calidad agrológica media con limitaciones por pendiente y suelo	Zonas productivas	Zonas para cultivo permanente	Zona para cultivo permanente asociado con producción forestal de calidad agrológica media con limitaciones por pendiente y suelo	16	Seleccionar todos los polígonos para cultivo permanente asociado con producción forestal de calidad agrológica media con limitaciones por pendiente y suelo que no hayan sido seleccionados anteriormente.
	Cultivos permanentes: + ... asociado con producción forestal de calidad agrológica media con limitaciones por pendiente y suelo, con potencial forestal	Zonas productivas	Zonas para cultivo permanente	Zona para cultivo permanente asociado con producción forestal de calidad agrológica media con limitaciones por pendiente y suelo, con potencial forestal	17	Seleccionar todos los polígonos para cultivo permanente asociado con producción forestal de calidad agrológica media con limitaciones por pendiente y suelo con potencial forestal que no hayan sido seleccionados anteriormente.
	Cultivos permanentes: + ... de calidad agrológica baja con limitaciones por suelo, con potencial piscícola y forestal	Zonas productivas	Zonas para cultivo permanente	Zona para cultivo permanente de calidad agrológica baja con limitaciones por suelo, con potencial piscícola y forestal	18	Seleccionar todos los polígonos para cultivo permanente de calidad agrológica baja con limitaciones por suelo, con potencial piscícola y forestal que no hayan sido seleccionados anteriormente.
	Cultivos permanentes: + ... asociado con producción forestal de calidad agrológica baja con limitaciones por pendiente y suelo	Zonas productivas	Zonas para cultivo permanente	Zona para cultivo permanente asociado con producción forestal de calidad agrológica baja con limitaciones por pendiente y suelo	19	Seleccionar todos los polígonos para cultivo permanente asociado con producción forestal de calidad agrológica baja con limitaciones por pendiente y suelo que no hayan sido seleccionados anteriormente.
	Cultivos permanentes: + ... asociado con producción forestal de calidad agrológica baja con limitaciones por pendiente y suelo, con potencial forestal	Zonas productivas	Zonas para cultivo permanente	Zona para cultivo permanente asociado con producción forestal de calidad agrológica baja con limitaciones por pendiente y suelo, con potencial forestal	20	Seleccionar todos los polígonos para cultivo permanente asociado con producción forestal de calidad agrológica baja con limitaciones por pendiente y suelo, con potencial forestal que no hayan sido seleccionados anteriormente.

CAMPOS DE LA COBERTURA UEE RELEVANTES PARA EL MODELAMIENTO ZEE	ATRIBUTOS QUE DEBE CUMPLIR EL CAMPO SELECCIONADO	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	CODIFICACIÓN LEYENDA (ZEECODE)	ALGORITMO
		GRANDES ZONAS (ZONAS_GRAN)	ZONAS (SUB TITULOS) (ZONAS)	ZEE (ZEE)		
Aptitud productiva	Cultivos permanentes: + ... de calidad agrológica baja, asociado con protección, con limitaciones por suelo con potencial piscícola	Zonas productivas	Zonas para cultivo permanente	Zona para cultivo permanente de calidad agrológica baja, asociado con protección, con limitaciones por suelo con potencial piscícola	21	Seleccionar todos los polígonos para cultivo permanente de calidad agrológica baja, asociado con protección, con limitaciones por suelo con potencial piscícola que no hayan sido seleccionados anteriormente.
	Cultivos permanentes: + ... de calidad agrológica baja, asociado con protección, con limitaciones por suelo y drenaje, con potencial piscícola	Zonas productivas	Zonas para cultivo permanente	Zona para cultivo de calidad agrológica baja, asociado con protección, con limitaciones por suelo y drenaje, con potencial piscícola	22	Seleccionar todos los polígonos para cultivo permanente de calidad agrológica baja, asociado con protección, con limitaciones por suelo y drenaje, con potencial piscícola que no hayan sido seleccionados anteriormente.
	Cultivos permanentes: + ... de calidad agrológica baja, asociado con protección, con limitaciones por pendiente y suelo	Zonas productivas	Zonas para cultivo permanente	Zona para cultivo permanente de calidad agrológica baja, asociado con protección, con limitaciones por pendiente y suelo	23	Seleccionar todos los polígonos para cultivo permanente de calidad agrológica baja, asociado con protección, con limitaciones por pendiente y suelo que no hayan sido seleccionados anteriormente.
	Pastos: + ... de calidad agrológica baja, asociada con protección con limitaciones por suelo	Zonas productivas	Zonas para manejo de pastos	Zonas para Pastos de calidad agrológica baja, asociada con protección con limitaciones por suelo	24	Seleccionar todos los polígonos para producción de pastos de calidad agrológica baja, asociada con protección con limitaciones por suelo que no hayan sido seleccionados anteriormente.
	Producción Forestal: + ... de calidad agrológica baja, asociado con protección, con limitaciones por pendiente y suelo	Zonas productivas	Zonas para producción forestal y otras asociaciones	Producción Forestal de calidad agrológica baja, asociado con protección, con limitaciones por pendiente y suelo	25	Seleccionar todos los polígonos para producción forestal de calidad agrológica baja, asociado con protección, con limitaciones por pendiente y suelo que no hayan sido seleccionados anteriormente.
	Producción Forestal: + ... asociado con cultivos permanentes de calidad agrológica baja con limitaciones por pendiente y suelo	Zonas productivas	Zonas para producción forestal y otras asociaciones	Producción Forestal asociado con cultivos permanentes de calidad agrológica baja con limitaciones por pendiente y suelo	26	Seleccionar todos los polígonos para producción forestal asociado con cultivos permanentes de calidad agrológica baja con limitaciones por pendiente y suelo que no hayan sido seleccionados anteriormente.

CAMPOS DE LA COBERTURA UEE RELEVANTES PARA EL MODELAMIENTO ZEE	ATRIBUTOS QUE DEBE CUMPLIR EL CAMPO SELECCIONADO	NIVEL 2 ZONAS (SUB TITULOS)		NIVEL 3 ZEE (ZEE)	CODIFICACIÓN LEYENDA (ZEECODE)	ALGORITMO
		NIVEL 1 GRANDES ZONAS (ZONAS_GRAN)	(ZONAS)			
	Producción Forestal: + ... de calidad agrológica baja, asociado con protección, con limitaciones por pendiente y suelo, con potencial forestal	Zonas productivas	Zonas para producción forestal y otras asociaciones	Producción Forestal de calidad agrológica baja, asociado con protección, con limitaciones por pendiente y suelo, con potencial forestal	27	Seleccionar todos los polígonos para producción forestal de calidad agrológica baja, asociado con protección, con limitaciones por pendiente y suelo, con potencial forestal que no hayan sido seleccionados anteriormente.
	Protección: + ... de cochas y lagunas	Zona de protección y conservación ecológica	Zona de protección y conservación ecológica	Zona para protección de cochas y lagunas	33	Seleccionar todos los polígonos para protección de cochas y lagunas que no hayan sido seleccionados anteriormente.
	Protección: + ... con limitaciones por pendiente y suelo	Zona de protección y conservación ecológica	Zona de protección y conservación ecológica	Zona para protección con limitaciones por pendiente y suelo	34	Seleccionar todos los polígonos para protección con limitaciones por pendiente y suelo que no hayan sido seleccionados anteriormente.
	Protección: + ... por suelo e inundación	Zona de protección y conservación ecológica	Zona de protección y conservación ecológica	Zona para protección por suelo e inundación	35	Seleccionar todos los polígonos para protección por suelo e inundación que no hayan sido seleccionados anteriormente.
	Protección: + ... por suelo y drenaje	Zona de protección y conservación ecológica	Zona de protección y conservación ecológica	Zona para protección por suelo y drenaje	36	Seleccionar todos los polígonos para protección por suelo y drenaje que no hayan sido seleccionados anteriormente.
	Protección: + ... asociada con cultivos permanentes con limitaciones por pendiente y suelo	Zona de protección y conservación ecológica	Zona de protección y conservación ecológica	Zona para protección asociada con cultivos permanentes con limitaciones por pendiente y suelo	37	Seleccionar todos los polígonos para protección asociada con cultivos permanentes con limitaciones por pendiente y suelo que no hayan sido seleccionados anteriormente.
	Protección: + ... asociada con producción forestal con limitaciones por pendiente y suelo	Zona de protección y conservación ecológica	Zona de protección y conservación ecológica	Zona para protección asociada con producción forestal con limitaciones por pendiente y suelo	38	Seleccionar todos los polígonos para protección asociada con producción forestal con limitaciones por pendiente y suelo que no hayan sido seleccionados anteriormente.
	Pesca comercial	Zonas productivas	Zonas para producción pesquera	Zona para pesca comercial	28	Seleccionar todos los polígonos de cuerpos de agua que sean identificados para pesca comercial
	Pesca de subsistencia	Zonas productivas	Zonas para producción pesquera	Zona de pesca de subsistencia	28	Seleccionar todos los polígonos de cuerpos de agua que sean identificados para pesca de subsistencia

3.2.5.3. Asignación de tipos de uso:

Los tipos de uso que se sugieren a cada Zona Ecológica y Económica deben ir en la base de datos y está determinada en niveles de clasificación:

Uso recomendable: Cuando la zona presenta aptitud para la categoría de uso en referencia y cuyo manejo apropiado produce un mínimo impacto.

Uso recomendable con restricciones: Cuando la zona presenta determinadas aptitudes para la categoría de uso en referencia, pero su implementación masiva presenta limitaciones, sea por los impactos negativos potenciales, restricciones legales o las probabilidades de éxito de la actividad.

Uso no recomendable: Cuando la zona no presenta aptitud para la categoría de uso y/o los impactos negativos de su implementación son altos.

No aplicable: Cuando la categoría de uso no tiene posibilidad real para ser implementada en la zona (Ej. Agricultura en ambientes acuáticos).

Estos niveles de calificación están basados en la interpretación y análisis técnico de las características físicas, biológicas, socioeconómicas y legales del territorio, en concordancia con el D:S: N° 087-2004-PCM

Los tipos de uso se determinan de acuerdo a las características propias del área de estudio y mediante las observaciones en los talleres con los especialistas que han elaborado los mapas. Para este caso se han determinado los siguientes tipos de uso.

Tabla N° 18. Tipos de uso sugeridos para la ZEE.

TIPOS DE USO
AGRICULTURA ANUAL
AGRICULTURA PERENNE
GANADERÍA
EXTRACCIÓN DE MADERAS
EXTRACCIÓN DE PRODUCTOS NO MADERABLES
AGROFORESTERÍA
AGROSILVOPASTURA
PESCA DE SUBSISTENCIA
PESCA COMERCIAL
PISCICULTURA
TURISMO

EXPLOTACIÓN MINERA
CONSERVACIÓN
REFORESTACIÓN Y/O FORESTACIÓN
CAZA DE SUBSISTENCIA
INVESTIGACIÓN
INFRAESTRUCTURA VIAL
INFRAESTRUCTURA URBANO INDUSTRIAL
ACTIVIDAD PETROLERA

IV. CONCLUSIONES

La geo informática a través de los Sistemas de Información Geográfica y Teledetección han sido los instrumentos tecnológicos que han facilitado grandemente el estudio y entendimiento del territorio de la zona de selva de Huánuco. Este es un territorio muy complejo debido a que está ubicado, en buena parte de su extensión en selva alta aunque hay zonas de llano amazónico. Es en la parte alta donde se ha tenido algunos inconvenientes en el uso de imágenes de satélite ópticas para la interpretación visual ya que en buena parte del año del año la presencia de cobertura de nubes es continua. Debido a este hecho se ha utilizado imágenes de RADAR para poder tener una noción de la constitución del territorio, principalmente para la elaboración de mapas como fisiografía y geomorfología.

La hidrografía es la base cartográfica de todo proyecto SIG. Ésta debe ser la más reciente y debe ser acondicionada de tal manera que sirva como insumo para otro mapa que es el de fisiografía. Teniendo esta base, es decir, el mapa fisiográfico ya es posible construir los otros mapas temáticos pues de esta manera no se tendrán mayores inconvenientes al momento de hacer la integración o la unión de los mapas y generar la UEE.

La etapa de Modelamiento ZEE requiere de mucho cuidado. Es necesario tener las UEE bien caracterizadas, ya que los resultados de los análisis están sujetos a los datos que ésta contiene. Los atributos de ésta deben ser coherentes, pues de lo contrario el resultado podría salir equivocado. Para que esto no ocurra en la etapa de integración de los datos (generación de la UEE) se tiene que hacer el arreglo de las inconsistencias desde el una perspectiva gráfica y de tablas. Se debe procurar que éstos tengan coherencia y hablan entre sí; es decir, que las unidades caracterizadas coincidan con la de todos los mapas. *Ej. Si en el mapa de fisiografía tenemos colina alta, en el mapa forestal debe ser bosque de colina alta y no una descripción diferente.*

Mediante el Modelamiento ZEE se obtuvo 43 unidades de las cuales 29 le corresponden a las Zonas Productivas, siendo 10 con potencial para el cultivo en limpio, 13 para cultivos permanentes, 1 para pastos, 3 para producción forestal y otras asociaciones y 2 para producción de pesca. En lo que a zonas para protección y conservación ecológica se han identificado 9 zonas, mientras que para recuperación solamente 3 fueron identificadas. Finalmente 2 zonas corresponden a la categoría de vocación urbana industrial.

Se han elaborado 26 mapas en formato A0 de todos los temáticos, submodelos y la propuesta de ZEE, además de otros que sirvieron como insumos auxiliares en el proceso de análisis.

V. RECOMENDACIONES

Como hemos visto, las imágenes de satélite representan, en cierta manera, el inicio de la interpretación temática. Es por este motivo que se recomienda el uso de imágenes muy actuales, en especial para hacer la caracterización del uso actual.

Los límites, así como la hidrografía son requisitos indispensables tenerlos bien definidos antes de iniciar la interpretación temática y la digitalización de los mismos, ya que no tener éstos bien definidos significa problemas posteriores y trabajo adicional para hacer la actualización cartográfica.

Es necesaria la participación de las instituciones involucradas en los proyectos ZEE proporcionando los datos espaciales en formato digital para ser considerados desde un inicio en la generación de la data gráfica, de lo contrario esto significa que no se van a tener todos los datos que se requieren.

Que los talleres de consulta recojan información no solo sobre la ZEE sino también sobre las observaciones de los mapas temáticos, de tal manera esto pueda ser un filtro para la creación de los submodelos de evaluación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BUZAI, Ernts. La Exploración Geodigital. 1ª. ed. Buenos Aires: Sud América, 2000. 179 pp.

CHUVIECO, Emilio. Fundamentos de Teledetección Espacial. 3ª. ed. Madrid: Rialp S.A. 1996. 568 pp.

CHUVIECO, Emilio. Teledetección Ambiental. La observación de la Tierra desde el Espacio. 1ª. ed. Madrid: HUROPE S.L. 2002. 586 pp.

ERDAS Inc. Field Guide. 5a ed. Atlanta: ERDAS Inc. 1999. 292 pp.

ESRI Inc. ARCVIEW GIS. Using ArcView GIS. 1a. ed. Redlands: ESRI Inc. 1996. 350 pp.

FACHIN, Lizardo; RODRIGUEZ, Fernando y LIMACHI, Luis. Módulos de práctica para el curso de Ordenamiento Ambiental. Versión 3.0. Iquitos. 2006. 113 pp.

IIAP. Zonificación de Bosques del Departamento de San Martín. 1ª. ed. Iquitos. 1997.

IIAP, BIODAMAZ. Manual para la elaboración de mosaicos de imágenes de satélite Landsat TM para la selva baja peruana. Documento Técnico Nro. 03. serie IIAP-BIODAMAZ. 1ª. ed. Iquitos: Dominios Publicidad. 2004. 120 pp.

IIAP - GOBIERNO REGIONAL DE SAN MARTÍN. Las Potencialidades y limitaciones del departamento de San Martín. Zonificación Ecológica Económica como base para el Ordenamiento Territorial. 1ª. ed. Lima: Punto y Grafía S.A.C. 2009. 208 pp.

IIAP - PRODATU. Zonificación Ecológica y Económica. Tocache hacia el desarrollo sostenible. 1ª. ed. Lima. 2006. 144 pp.

NASA. Landsat 7. Science data user handbook. Disponible en:

<http://landsathandbook.gsfc.nasa.gov/handbook.html> Fecha de consulta 02 de junio de 2010.

ONERN. Clasificación de las Tierras el Perú. 1ª. ed. Lima: Editorial ONERN. 1982. 113 pp.

ROGERO, Victor. Cartografía y Geodesia Satelital. 1ª. ed. Lima: Editorial y Productora Grafía "Nuevo Mundo". 1995. 231 pp.

TCA. Zonificación Ecológica - Económica. Instrumento para la conservación y el desarrollo sostenible de los recursos de la Amazonía. Memorias de la reunión regional. 1ª. ed. Manaus. 1994. 382 pp.

TCA. Propuesta metodológica para la Zonificación Ecológica - Económica para la amazonía. Memorias del seminario taller. 1ª. ed. Santafé de Bogotá. 1996. 265 pp.

TCA - BID. Manual de Zonificación Ecológica - Económica para la amazonía peruana. 1ª. ed. Lima. 1998. 153 pp.

USGS. Imágenes satelitales Landsat. Disponible en:

<http://www.imagenesgeograficas.com/Landsat.html> Fecha de consulta 02 de junio de 2010.

ANEXOS

Anexo N° 1. Recurso web para la descarga de imágenes de satélite.

Para poder tener una idea de las condiciones de las imágenes distribuidas por el INPE se hace uso de una interfase que permite visualizar las imágenes a manera de quicklooks (vistas rápidas)

<http://www.inpe.br/> existiendo el vínculo <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>, antes de hacer estas visitas es preciso registrarse para poder recibir las respuestas a al correo electrónico indicándonos la manera cómo descargar las imágenes, después de haber realizado el pago respectivo.



Anexo N° 2. Tabla de atributos del mapa de Geología.

MAPA DE GEOLOGÍA	
CODIGO	DESCRIPCIÓN DE GEOLOGÍA
1	Depósitos aluviales recientes
2	Depósitos lacustres
3	Depósitos palustres
4	Depósitos aluviales subrecientes
5	Depósitos glaciáricos
6	Depósitos aluviales pleistocénicos
7	Formación Ucayali
8	Formación Ipururo
9	Unidad volcánico sedimentaria
10	Formación Chambira
11	Formación Yahuarango
12	Formación Vivian
13	Formación Chonta
14	Grupo Oriente
15	Formación Sarayaquillo
16	Grupo Pucará
17	Formación Ene
18	Grupo Tarma
19	Intrusivos granito granodioritas
20	Intrusivo Tonalita Monzogranito
21	Grupo Ambo
22	Complejo Marañón
99	Cuerpos de agua

Anexo N° 3. Tabla de atributos del mapa de Geomorfología.

MAPA DE GEOMORFOLOGÍA			
CODIGO	DESCRIPCIÓN DE GEOMORFOLOGÍA	MORFOGÉNESIS	MORFOESTRUCTURA
1	Barras semilunares	Modelado fluvial	Llano Amazónico
2	Islas	Modelado fluvial	Llano Amazónico
3	Llanura de inundación fluvial	Modelado fluvial	Cordillera Subandina
4	Llanura no inundable pleistocénica	Modelado fluvial	Llano Amazónico
5	Glacis	Modelado de laderas y vertientes	Cordillera Subandina
6	Cubetas fluvio - lacustres y palustres	Modelado lacustre - endorréico	Llano Amazónico
7	Colinas erosionales	Modelado de disección	Llano Amazónico
8	Planicie erosiva pleistocénica	Modelado de disección	Llano Amazónico
9	Islas	Modelado fluvial	Cordillera subandina
10	Fondo de valle fluvial	Modelado fluvial	Cordillera Subandina
11	Llanura no inundable pleistocénica	Modelado fluvial	Cordillera Subandina
12	Planicie erosiva pleistocénica	Modelado fluvial	Cordillera Subandina
13	Cubetas fluvio - lacustres y palustres	Modelado lacustre - endorréico	Cordillera Subandina
14	Montañas kársticas mesozoicas	Modelado kárstico	Cordillera Subandina
15	Montañas detríticas mesozoicas	Modelado litológico	Cordillera Subandina
16	Montañas estructurales plegadas	Modelado tectónico	Cordillera Subandina
17	Colinas estructurales - plegadas	Modelado tectónico	Cordillera Subandina
18	Domo	Modelado tectónico	Cordillera Subandina
19	Valle glaciar	Modelado glaciar	Cordillera Oriental
20	Fondo de valle fluvial	Modelado fluvial	Cordillera Oriental
21	Montañas kársticas paleozoicas	Modelado kárstico	Cordillera Oriental
22	Montañas detríticas paleozoicas	Modelado litológico	Cordillera Oriental
23	Montañas ígneas volcánicas	Modelado litológico	Cordillera Oriental
24	Montañas y colinas ígneas intrusivas	Modelado litológico	Cordillera Oriental
25	Montañas metamórficas	Modelado litológico	Cordillera Oriental
99	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua

Anexo N° 4. Tabla de atributos del mapa de Fisiografía.

MAPA DE FIOGRAFÍA						
CODIGO	DESCRIPCIÓN DE LA FIOGRAFÍA	PAISAJE	GRAN PAISAJE	PROVINCIA FIOGRÁFICA	SUB PAISAJE	UNIDAD CLIMÁTICA
1	Montañas altas de laderas empinadas, de tierras frías perhúmedas	Montañas altas	Relieve montañoso (Cordillera oriental)	Cordillera andina	Laderas empinadas	Tierras frías perhúmedas
2	Montañas altas de laderas muy empinadas, de tierras frías perhúmedas	Montañas altas	Relieve montañoso (Cordillera oriental)	Cordillera andina	Laderas muy empinadas	Tierras frías perhúmedas
3	Montañas altas de laderas extremadamente empinadas, de tierras frías perhúmedas	Montañas altas	Relieve montañoso (Cordillera oriental)	Cordillera andina	Laderas extremadamente empinadas	Tierras frías perhúmedas
4	Montañas altas de cimas convexas, de tierras frías perhúmedas	Montañas altas	Relieve montañoso (Cordillera oriental)	Cordillera andina	Cimas convexas	Tierras frías perhúmedas
5	Valles intramontanos de drenaje bueno a moderado, de tierras frías perhúmedas	Valle intermontano	Relieve montañoso (Cordillera oriental)	Cordillera andina	Drenaje bueno a moderado	Tierras frías perhúmedas
6	Talud - Escarpe de tierras frías perhúmedas	Talud - Escarpe	Relieve montañoso (Cordillera oriental)	Cordillera andina	Talud - Escarpe	Tierras frías perhúmedas
7	Montañas altas de laderas empinadas, de tierras áridas a sub húmedas	Montañas altas	Relieve montañoso (Cordillera oriental)	Cordillera andina	Laderas empinadas	Tierras Áridas a Sub Húmedas
8	Montañas altas de laderas muy empinadas, de tierras áridas a sub húmedas	Montañas altas	Relieve montañoso (Cordillera oriental)	Cordillera andina	Laderas muy empinadas	Tierras Áridas a Sub Húmedas
9	Montañas altas de laderas extremadamente empinadas, de tierras áridas a sub húmedas	Montañas altas	Relieve montañoso (Cordillera oriental)	Cordillera andina	Laderas extremadamente empinadas	Tierras Áridas a Sub Húmedas
10	Valles intramontanos de drenaje bueno a moderado, de áridas a sub húmedas	Valle intermontano	Relieve montañoso (Cordillera oriental)	Cordillera andina	Drenaje bueno a moderado	Tierras Áridas a Sub Húmedas
11	Montañas altas de laderas empinadas, de tierras cálida a templada	Montañas altas	Relieve montañoso (Cordillera oriental)	Cordillera andina	Laderas empinadas	Tierras cálido a templado
12	Montañas altas de laderas muy empinadas, de tierras cálida a templada	Montañas altas	Relieve montañoso (Cordillera oriental)	Cordillera andina	Laderas muy empinadas	Tierras cálido a templado
13	Montañas altas de laderas extremadamente empinadas, de tierras cálida a templada	Montañas altas	Relieve montañoso (Cordillera oriental)	Cordillera andina	Laderas extremadamente empinadas	Tierras cálido a templado
14	Montañas bajas de laderas moderadamente empinadas, de tierras cálida a templada	Montañas bajas	Relieve montañoso (Cordillera oriental)	Cordillera andina	Laderas moderadamente empinadas	Tierras cálido a templado
15	Montañas bajas de laderas empinadas, de tierras cálida a templada	Montañas bajas	Relieve montañoso (Cordillera oriental)	Cordillera andina	Laderas empinadas	Tierras cálido a templado
16	Montañas bajas de laderas muy empinadas, de tierras cálida a templada	Montañas bajas	Relieve montañoso (Cordillera oriental)	Cordillera andina	Laderas muy empinadas	Tierras cálido a templado
17	Montañas bajas de laderas extremadamente empinadas, de tierras cálida a templada	Montañas bajas	Relieve montañoso (Cordillera oriental)	Cordillera andina	Laderas extremadamente empinadas	Tierras cálido a templado
18	Talud - Escarpe, de tierras cálida a templada	Talud - Escarpe	Relieve montañoso (Cordillera oriental)	Cordillera andina	Talud - Escarpe	Tierras cálido a templado
19	Domo, de tierras cálida a templada	Domo	Relieve montañoso (Cordillera oriental)	Cordillera andina	Domo	Tierras cálido a templado
20	Colinas altas de ligera a moderadamente disectadas, de tierras cálida a templada	Colinas altas	Relieve montañoso (Cordillera oriental)	Cordillera andina	Ligera a moderadamente disectadas	Tierras cálido a templado
21	Colinas altas fuertemente disectadas, de tierras cálida a templada	Colinas altas	Relieve montañoso (Cordillera oriental)	Cordillera andina	Fuertemente disectadas	Tierras cálido a templado
22	Colinas bajas ligera a moderadamente disectadas, de tierras cálida a templada	Colinas bajas	Relieve montañoso (Cordillera oriental)	Cordillera andina	Ligera a moderadamente disectadas	Tierras cálido a templado
23	Colinas bajas fuertemente disectadas, de tierras cálida a templada	Colinas bajas	Relieve montañoso (Cordillera oriental)	Cordillera andina	Fuertemente disectadas	Tierras cálido a templado
24	Valle intermontano de drenaje bueno a moderado, de tierras cálida a templada	Valle intermontano	Relieve montañoso (Cordillera oriental)	Cordillera andina	Drenaje bueno a moderado	Tierras cálido a templado
25	Montañas altas de laderas moderadamente empinadas, de tierras cálida a templada	Montañas altas	Relieve montañoso y colinado (Cordillera subandina)	Cordillera andina	Laderas moderadamente empinadas	Tierras cálido a templado
26	Montañas altas de laderas empinadas, de tierras cálida a templada	Montañas altas	Relieve montañoso y colinado (Cordillera subandina)	Cordillera andina	Laderas empinadas	Tierras cálido a templado
27	Montañas altas de laderas muy empinadas, de tierras cálida a templada	Montañas altas	Relieve montañoso y colinado (Cordillera subandina)	Cordillera andina	Laderas muy empinadas	Tierras cálido a templado
28	Montañas altas de laderas extremadamente empinadas, de tierras cálida a templada	Montañas altas	Relieve montañoso y colinado (Cordillera subandina)	Cordillera andina	Laderas extremadamente empinadas	Tierras cálido a templado
29	Montañas altas de laderas fuertemente disectadas, de tierras cálida a templada	Montañas altas	Relieve montañoso y colinado (Cordillera subandina)	Cordillera andina	Laderas fuertemente disectadas	Tierras cálido a templado
30	Montañas bajas de laderas fuertemente inclinadas, de tierras cálida a templada	Montañas bajas	Relieve montañoso y colinado (Cordillera subandina)	Cordillera andina	Laderas fuertemente inclinadas	Tierras cálido a templado

31	Montañas bajas de laderas moderadamente empinadas, de tierras cálida a templada	Montañas bajas	Relieve montañoso y colinado (Cordillera subandina)	Cordillera andina	Laderas moderadamente empinadas	Tierras cálida a templado
32	Montañas bajas de laderas empinadas, de tierras cálida a templada	Montañas bajas	Relieve montañoso y colinado (Cordillera subandina)	Cordillera andina	Laderas empinadas	Tierras cálida a templado
33	Montañas bajas de laderas muy empinadas, de tierras cálida a templada	Montañas bajas	Relieve montañoso y colinado (Cordillera subandina)	Cordillera andina	Laderas muy empinadas	Tierras cálida a templado
34	Montañas bajas de laderas extremadamente empinadas, de tierras cálida a templada	Montañas bajas	Relieve montañoso y colinado (Cordillera subandina)	Cordillera andina	Laderas extremadamente empinadas	Tierras cálida a templado
35	Montañas bajas de cima convexa, de tierras cálida a templada	Montañas bajas	Relieve montañoso y colinado (Cordillera subandina)	Cordillera andina	Cima convexa	Tierras cálida a templado
36	Cuesta, de tierras cálida a templada	Cuesta	Relieve montañoso y colinado (Cordillera subandina)	Cordillera andina	Cuesta	Tierras cálida a templado
37	Valles intramontanos de drenaje bueno a moderado, de tierras cálida a templada	Valles intramontanos	Relieve montañoso y colinado (Cordillera subandina)	Cordillera andina	Drenaje bueno a moderado	Tierras cálida a templado
38	Valle intermontano de drenaje muy pobre, de tierras cálida a templada	Valle intermontano	Relieve montañoso y colinado (Cordillera subandina)	Cordillera andina	Drenaje muy pobre	Tierras cálida a templado
39	Abanico terraza proximal, de tierras cálida a templada	Abanico terraza	Relieve montañoso y colinado (Cordillera subandina)	Cordillera andina	Proximal	Tierras cálida a templado
40	Abanico terraza ligeramente disectada Nivel 1, de tierras cálida a templada	Abanico terraza	Relieve montañoso y colinado (Cordillera subandina)	Cordillera andina	Ligeramente disectada Nivel 1	Tierras cálida a templado
41	Abanico terraza ligeramente disectada Nivel 2, de tierras cálida a templada	Abanico terraza	Relieve montañoso y colinado (Cordillera subandina)	Cordillera andina	Ligeramente disectada Nivel 2	Tierras cálida a templado
42	Abanico terraza moderada a fuertemente disectada, de tierras cálida a templada	Abanico terraza	Relieve montañoso y colinado (Cordillera subandina)	Cordillera andina	Moderada a fuertemente disectada	Tierras cálida a templado
43	Domo, de tierras cálida a templada	Domo	Relieve montañoso y colinado (Cordillera subandina)	Cordillera andina	Domo	Tierras cálida a templado
44	Talud - Escarpe, de tierras cálida a templada	Talud - Escarpe	Relieve montañoso y colinado (Cordillera subandina)	Cordillera andina	Talud - Escarpe	Tierras cálida a templado
45	Colinas altas ligera a moderadamente disectada, de tierras cálida a templada	Colinas altas	Relieve montañoso y colinado (Cordillera subandina)	Cordillera andina	Ligera a moderadamente disectada	Tierras cálida a templado
46	Colinas altas fuertemente disectadas, de tierras cálida a templada	Colinas altas	Relieve montañoso y colinado (Cordillera subandina)	Cordillera andina	Fuertemente disectadas	Tierras cálida a templado
47	Estructurales, de tierras cálida a templada	Estructurales	Relieve montañoso y colinado (Cordillera subandina)	Cordillera andina	Estructurales	Tierras cálida a templado
48	Lomadas, de tierras cálida a templada	Lomada	Relieve montañoso y colinado (Cordillera subandina)	Cordillera andina	Lomada	Tierras cálida a templado
49	Colinas bajas ligera a moderadamente disectadas, de tierras cálida a templada	Colinas bajas	Relieve montañoso y colinado (Cordillera subandina)	Cordillera andina	Ligera a moderadamente disectadas	Tierras cálida a templado
50	Colinas bajas fuertemente disectada, de tierras cálida a templada	Colinas bajas	Relieve montañoso y colinado (Cordillera subandina)	Cordillera andina	Fuertemente disectada	Tierras cálida a templado
51	Colinas bajas estructurales, de tierras cálida a templada	Colinas bajas	Relieve montañoso y colinado (Cordillera subandina)	Cordillera andina	Estructurales	Tierras cálida a templado
52	Terrazas altas ligera a moderadamente disectadas, de tierras cálida a templada	Terrazas altas	Relieve plano ondulado	Cordillera andina	Ligera a moderadamente disectadas	Tierras cálida a templado
53	Terrazas altas de drenaje muy pobre, de tierras cálida a templada	Terrazas altas	Relieve plano ondulado	Cordillera andina	Drenaje muy pobre	Tierras cálida a templado
54	Terrazas medias de drenaje bueno a moderado, de tierras cálida a templada	Terrazas medias	Relieve plano ondulado	Cordillera andina	Drenaje bueno a moderado	Tierras cálida a templado
55	Terrazas medias de drenaje imperfecto a pobre, de tierras cálida a templada	Terrazas medias	Relieve plano ondulado	Cordillera andina	Drenaje imperfecto a pobre	Tierras cálida a templado
56	Terrazas medias de drenaje muy pobre, de tierras cálida a templada	Terrazas medias	Relieve plano ondulado	Cordillera andina	Drenaje muy pobre	Tierras cálida a templado
57	Playas, Playones o Bancos de arena, de tierras cálida a templada	Playas, Playones o Bancos de arena	Llanura aluvial de los ríos Huallaga y Monzón	Cordillera andina	Playas, Playones o Bancos de arena	Tierras cálida a templado
58	Islas, de tierras cálida a templada	Islas	Llanura aluvial de los ríos Huallaga y Monzón	Cordillera andina	Islas	Tierras cálida a templado
59	Terrazas bajas de drenaje bueno a moderado, de tierras cálida a templada	Terrazas bajas	Llanura aluvial de los ríos Huallaga y Monzón	Cordillera andina	Drenaje bueno a moderado	Tierras cálida a templado
60	Terrazas bajas de drenaje imperfecto a pobre, de tierras cálida a templada	Terrazas bajas	Llanura aluvial de los ríos Huallaga y Monzón	Cordillera andina	Drenaje imperfecto a pobre	Tierras cálida a templado

61	Islas de Tierras cálidos húmedas	Islas	Llanura aluvial de los ríos Pachitea, Ucayali y afluentes	Cuenca de sedimentación del amazonas	Islas	Tierras cálidos húmedas
62	Meandros abandonados colmatados, de tierras cálidas húmedas	Meandros abandonados colmatados	Llanura aluvial de los ríos Pachitea, Ucayali y afluentes	Cuenca de sedimentación del amazonas	Meandros abandonados colmatados	Tierras cálidos húmedas
63	Playas, Playones o Bancos de arena, de tierras cálida húmedas	Playas, Playones o Bancos de arena	Llanura aluvial de los ríos Pachitea, Ucayali y afluentes	Cuenca de sedimentación del amazonas	Playas, Playones o Bancos de arena	Tierras cálidos húmedas
64	Complejo de orillares, de tierras cálida húmedas	Complejo de orillares	Llanura aluvial de los ríos Pachitea, Ucayali y afluentes	Cuenca de sedimentación del amazonas	Complejo de orillares	Tierras cálidos húmedas
65	Terrazas bajas de drenaje bueno a moderado, de tierras cálida húmedas	Terrazas bajas	Llanura aluvial de los ríos Pachitea, Ucayali y afluentes	Cuenca de sedimentación del amazonas	Drenaje bueno a moderado	Tierras cálidos húmedas
66	Terrazas bajas de drenaje imperfecto, de tierras cálida húmedas	Terrazas bajas	Llanura aluvial de los ríos Pachitea, Ucayali y afluentes	Cuenca de sedimentación del amazonas	Drenaje imperfecto	Tierras cálidos húmedas
67	Terrazas bajas de drenaje pobre, de tierras cálida húmedas	Terrazas bajas	Llanura aluvial de los ríos Pachitea, Ucayali y afluentes	Cuenca de sedimentación del amazonas	Drenaje pobre	Tierras cálidos húmedas
68	Terrazas bajas de drenaje muy pobre, de tierras cálida húmedas	Terrazas bajas	Llanura aluvial de los ríos Pachitea, Ucayali y afluentes	Cuenca de sedimentación del amazonas	Drenaje muy pobre	Tierras cálidos húmedas
69	Terrazas bajas - pantanos, de tierras cálida húmedas	Terrazas bajas	Llanura aluvial de los ríos Pachitea, Ucayali y afluentes	Cuenca de sedimentación del amazonas	Pantanos	Tierras cálidos húmedas
70	Terrazas medias de drenaje bueno a moderado, de tierras cálida húmedas	Terrazas medias	Relieve plano-ondulado	Cuenca de sedimentación del amazonas	Drenaje bueno a moderado	Tierras cálidos húmedas
71	Terrazas medias de drenaje imperfecto a pobre, de tierras cálida húmedas	Terrazas medias	Relieve plano-ondulado	Cuenca de sedimentación del amazonas	Drenaje imperfecto a pobre	Tierras cálidos húmedas
72	Terrazas medias con zonas de mal drenaje, de tierras cálida húmedas	Terrazas medias	Relieve plano-ondulado	Cuenca de sedimentación del amazonas	Con zonas de mal drenaje	Tierras cálidos húmedas
73	Terrazas altas ligera a moderadamente disectadas, de tierras cálida húmedas	Terrazas altas	Relieve plano-ondulado	Cuenca de sedimentación del amazonas	Ligera a moderadamente disectadas	Tierras cálidos húmedas
74	Terrazas altas fuertemente disectadas, de tierras cálida húmedas	Terrazas altas	Relieve plano-ondulado	Cuenca de sedimentación del amazonas	Fuertemente disectadas	Tierras cálidos húmedas
75	Terrazas altas con zonas de mal drenaje, de tierras cálida húmedas	Terrazas altas	Relieve plano-ondulado	Cuenca de sedimentación del amazonas	Con zonas de mal drenaje	Tierras cálidos húmedas
76	Colinas bajas - lomadas, de tierras cálida húmedas	Colinas bajas	Relieve colinado	Cuenca de sedimentación del amazonas	Lomadas	Tierras cálidos húmedas
77	Colinas bajas ligera a moderadamente disectadas, de tierras cálida húmedas	Colinas bajas	Relieve colinado	Cuenca de sedimentación del amazonas	Ligera a moderadamente disectadas	Tierras cálidos húmedas
78	Colinas bajas fuertemente disectadas, de tierras cálida húmedas	Colinas bajas	Relieve colinado	Cuenca de sedimentación del amazonas	Fuertemente disectadas	Tierras cálidos húmedas
79	Colinas bajas de cimas agudas, de tierras cálida húmedas	Colinas bajas	Relieve colinado	Cuenca de sedimentación del amazonas	Cimas agudas	Tierras cálidos húmedas
80	Colinas bajas de cimas convexas, de tierras cálida húmedas	Colinas bajas	Relieve colinado	Cuenca de sedimentación del amazonas	Cimas convexas	Tierras cálidos húmedas
81	Colinas altas moderadamente disectadas, de tierras cálida húmedas	Colinas altas	Relieve colinado	Cuenca de sedimentación del amazonas	Moderadamente disectadas	Tierras cálidos húmedas
82	Colinas altas fuertemente disectadas, de tierras cálida húmedas	Colinas altas	Relieve colinado	Cuenca de sedimentación del amazonas	Fuertemente disectadas	Tierras cálidos húmedas
99	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua

Anexo N° 5. Tabla de atributos del mapa de Suelos.

MAPA DE SUELOS		
CODIGO	SERIE	TAXON
1	San Antonio	Lithic Udorthents
2	Nipón I	Lithic Udorthents
3	Porvenir	Typic Udorthents
4	Cascarilla	Typic Udorthents
5	Pedregal	Typic Udorthents
6	Azada	Mollic Fluvaquents
7	Aguajal	Typic Endoaquents
8	Río Codo	Typic Udifluents
9	Ñejilla	Aquic Udifluents
10	Monzon	Typic Udifluents
11	Gavilan	Typic Dystrudepts
12	Nueva Honoria	Typic Dystrudepts
13	Esperanza	Typic Dystrudepts
14	Tournavista	Typic Dystrudepts
15	Mono	Typic Dystrudepts
16	Campo Verde	Typic Dystrudepts
17	La Unión	Typic Dystrudepts
18	Monterrico	Typic Dystrudepts
19	Macuya	Typic Dystrudepts
20	Bolaina	Typic Dystrudepts
21	Inti	Typic Dystrudepts
22	Wincomayo	Typic Dystrudepts
23	Liana	Typic Dystrudepts
24	Pampamarca	Typic Eutrudepts
25	Carbajal	Typic Eutrudepts
26	Santa Rosa de Pata	Typic Eutrudepts
27	Palestina	Typic Eutrudepts
28	Nueva Victoria	Typic Eutrudepts
29	Nuevo Porvenir	Aquic Dystric Eutrudepts
30	Santa Juliana	Dystric Eutrudepts
31	Carretera	Aquertic Dystrudepts
32	Terraza	Fluventic Eutrudepts
33	Piscuya	Fluventic Eutrudepts
34	San Antonio - Santa Juliana	Lithic Udorthents - Dystric Eutrudepts
35	Palmichi - Rellano	Lithic Udorthents - Typic Dystrudepts
36	Tipsa - Wincomayo	Lithic Ustorthents - Typic Dystrudepts
37	Tipsa - Misceláneo	Lithic Ustorthents - Misceláneo
38	Capirona - Ñejilla	Typic Udifluents - Aquic Udifluents
39	Puente - Rellano	Lithic Udorthents - Typic Dystrudepts
40	Pasto - Cantos Rodados	Typic Dystrudepts - Typic Dystrudepts
41	Wincomayo - Tipsa	Typic Dystrudepts - Lithic Ustorthents
42	Inti - Nipón I	Typic Dystrudepts - Lithic Udorthents
43	Vista Alegre - Nipón I	Typic Dystrudepts - Lithic Udorthents
44	Milano - La Loma	Typic Dystrudepts - Typic Udorthents
45	Milano - Nipón I	Typic Dystrudepts - Typic Udorthents
46	Maroma - Nipón I	Typic Dystrudepts - Lithic Udorthents
47	Pacae - Nipón I	Typic Dystrudepts - Lithic Udorthents
48	Gavilan - Aguajal	Typic Dystrudepts - Typic Endoaquents
49	San Jose - Pueblo Nuevo	Typic Eutrudepts - Typic Eutrudepts
50	Nueva Honoria - Guayaba	Typic Dystrudepts - Typic Eutrudepts
51	Pampa Hermosa - Sacha Aguaje	Typic Dystrudepts - Aeric Epiaquents
52	La Unión - Aguajal	Typic Dystrudepts - Typic Endoaquents
53	Bello Horizonte - Pampa Hermosa	Typic Hapludalfs - Typic Dystrudepts
54	Río Tigre - Calera I	Typic Eutrudepts - Lithic Udorthents
55	Santa Juliana - San Antonio	Dystric Eutrudepts - Lithic Udorthents
56	Santa Rita - Santa Rosa Alta	Lithic Eutrudepts - Lithic Udorthents
57	Wincomayo - Tomay Rica	Typic Dystrudepts - Lithic Ustorthents
58	Capirona - Gramalote - Ñejilla	Typic Udifluents - Typic Fluvaquents - Aquic Udifluents
59	Misceláneo	Misceláneo
99	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua

Anexo N° 6. Tabla de atributos del mapa de Capacidad de Uso.

MAPA DE CAPACIDAD DE USO MAYOR DE LAS TIERRAS	
CODIGO	SIMBOLOGÍA
1	A2s
2	A2si
3	A3i - Xiw
4	A3s
5	A3s - Xsw
6	A3sc
7	A3sc - Xes
8	A3si
9	A3sc - P3esc
10	A3si - Xsi
11	C2es - F2es
12	C2es - P2es
13	C3es - F3es
14	C3es - P3es
15	C3es - Xes
16	C3s
17	C3s - P3s
18	C3s - Xs
19	C3s - Xsw
20	F3es - C3es
21	F3es - Xes
22	P3s-Xs
23	Xes
24	Xes - C3esc
25	Xes - F3es
26	Xiw
27	Xsi
28	Xsw
99	Cuerpos de agua

Anexo N° 7. Tabla de atributos del mapa de Cuencas Hidrográficas.

MAPA DE CUENCAS HIDROGRÁFICA	
NOMBRE DE LAS CUENCAS	
Quebrada Huchubo	
Quebrada Pacal	
Río Ahuashi	
Río Ayamiria	
Río Chinchao	
Río Chinobamba	
Río Chontayacu	
Río Jarahuasi	
Río La Morada	
Río Magdalena	
Río Monzón	
Río Pachitea	
Río Pata	
Río Pozuzo	
Río Pucayacu	
Río Santa Isabel	
Río Shebonya	
Río Sungaroyacu	
Río Tulumayo	
Río Yanajanca	
Río Yanayacu	
Río Yuyapichis	
Otro	

Anexo N° 8. Tabla de atributos del mapa de Clima.

MAPA DE CLIMA		
CODIGO	DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD CLIMÁTICA	SIMBOLOGÍA
1	SuperHúmedo con déficit pequeño en invierno. Cálido muy lluvioso en verano	ArA'a'
2	SuperHúmedo con déficit pequeño en invierno. Templado frío, lluvioso en verano	ArB'2a'
3	Húmedo con déficit moderado en invierno. Semicálido, lluvioso en verano	B3wB'4a'
4	Ligeramente Húmedo con déficit pequeño en invierno. Cálido, lluvioso en verano	B1rA'a'
5	Moderadamente Húmedo con déficit pequeño en invierno. Cálido, lluvioso en verano	B2rA'a'
6	Moderadamente Húmedo con déficit moderado en invierno. Cálido, lluvioso en verano	B2wA'a'
7	Moderadamente Húmedo con déficit grande en invierno. Semi frío, lluvioso en verano	B2s2B'1a'
8	Seco con déficit grande en invierno. Semi cálido, lluvioso en verano	Ds2B'4b'4

Anexo N° 9. Tabla de atributos del mapa Forestal.

MAPA FORESTAL	
CODIGO	DESCRIPCIÓN FORESTAL
1	Bosque húmedo de llanuras meandricas
2	Bosque húmedo de terrazas bajas inundables
3	Bosque húmedo de terrazas medias
4	Bosque húmedo de terrazas altas
5	Bosque húmedo de colinas bajas ligera a moderadamente disectada
6	Bosque húmedo de colinas bajas fuertemente disectada
7	Bosque húmedo de colinas altas ligera a moderadamente disectadas
8	Bosque húmedo de colinas altas fuertemente disectadas
9	Bosque húmedo de montañas bajas de laderas moderadamente empinadas a empinadas
10	Bosque húmedo de montañas bajas de laderas empinadas a muy empinadas y extremadamente empinadas
11	Bosque húmedo de montañas altas de laderas moderadamente empinadas a empinadas
12	Bosque húmedo de montañas altas de laderas muy empinadas a extremadamente empinadas
13	Pantano Herbaceo - Arbustivo
14	Aguajal
15	Matorral
16	Pajonal
100	Area intervenida - Deforestación
200	Area intervenida
99	Cuerpos de agua

Anexo N° 10. Tabla de atributos del mapa de Vegetación.

MAPA DE VEGETACIÓN		
CODIGO	DESCRIPCIÓN DE LA VEGETACIÓN	FISONOMIA
1	Herbazal pantanoso de la cuenca amazónica	Herbazal
2	Palmeral pantanoso (Aguajal denso) de la cuenca amazónica	Palmeral
3	Bosques de planicies no inundables de la cuenca amazónica	Bosque
4	Bosques de colinas bajas de la cuenca amazónica	Bosque
5	Bosques de colinas altas de la cuenca amazónica	Bosque
6	Palmeral pantanoso (Aguajal denso) de la cordillera subandina	Palmeral
7	Bosques de abanico terrazas de la cordillera subandina	Bosque
8	Bosques de colinas bajas de la cordillera subandina	Bosque
9	Bosques de colinas altas de la cordillera subandina	Bosque
10	Bosques de montañas bajas de la cordillera subandina	Bosque
11	Bosques de montañas altas de la cordillera subandina	Bosque
12	Bosques de colinas bajas de la cordillera oriental	Bosque
13	Bosques de colinas altas de la cordillera oriental	Bosque
14	Bosques de montañas altas de la cordillera oriental	Bosque
15	Bosques de montañas bajas de la cordillera oriental	Bosque
16	Bosques pequeños de montañas altas de de la cordillera oriental	Bosque - Arbustal
17	Arbustales altoandinos	Arbustal
18	Pajonales altoandinos	Herbazal
19	Comunidades dispersas de arbustos suculentos y espinosos subsexofíticos	Arbustal
20	Palmeral pantanoso (aguajal) del Huallaga (relieve plano-ondulado)	Palmeral
21	Complejo de vegetación sucesional riparia	Herbazal - Arbustal - Bosque
22	Bosques inundable por aguas claras y blancas	Bosque
100	Complejo de vegetación de chacras y purmas	Herbazal - Arbustal - Bosque
200	vegetación intervenida altoandinas	Herbazal - Arbustal
99	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua

Anexo N° 11. Tabla de atributos del mapa de Fauna.

MAPA DE FAUNA	
CODIGO	DESCRIPCIÓN DE FAUNA
1	Bosque primario intacto asociado a arbustal y herbazal intactos
2	Bosque primario moderadamente alterado
3	Bosque primario muy alterado asociado a bosque secundario
4	Bosque residual asociado a purmas, chacras y pastizales
5	area natural protegida
99	Cuerpos de agua

Anexo N° 12. Tabla de atributos del mapa de Uso Actual.

MAPA DE USO ACTUAL	
CODIGO	TIPO DE USO ACTUAL
1	Uso agropecuario con predominio de cultivo de arroz y maíz
2	Uso agropecuario con predominio de cultivo de plátano y cacao
3	Uso agropecuario con predominio de cultivo de café
4	Uso agropecuario con predominio de cultivos altoandinos
5	Uso agropecuario con predominio ganadero
6	Uso agropecuario con predominio de cultivos de subsistencia
7	Uso agropecuario con predominio de cultivo de coca
8	Areas con pastoreo de subsistencia altoandina
9	Uso forestal en áreas concesionadas
10	Aprovechamiento informal de productos del bosque
11	Areas con poca intervención humana
12	Area de conservación en ANP
13	Areas con uso urbano
99	Cuerpos de agua

Anexo N° 13. Tabla de atributos del mapa de Potencialidades Socioeconómicas.

POTENCIALIDADES SOCIOECONÓMICAS	
CODIGO	POTENCIAL SOCIOECONÓMICO
1	Potencialidad nivel alto
2	Potencialidad nivel medio
3	Potencialidad nivel bajo

Anexo N° 14. Tabla de atributos del mapa de Potencial Forestal.

MAPA DE POTENCIAL FORESTAL	
CODIGO	POTENCIAL
1	Muy alto potencial forestal
2	Alto potencial forestal
3	Medio potencial forestal
4	Bajo potencial forestal
5	Muy bajo potencial forestal
99	Cuerpos de agua