

*Mesozonificación Ecológica y Económica para el Desarrollo Sostenible de
la Provincia de Satipo*

Informe temático

Procesamiento digital de imágenes y modelamiento SIG-ZEE

Lizardo Fachín Malaverri



Mesozonificación Ecológica y Económica para el Desarrollo Sostenible de la Provincia de Satipo

Informe temático: **PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES Y MODELAMIENTO SIG**
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 y modelamiento SIG, informe temático. Proyecto Mesozonificación Ecológica y Económica para el Desarrollo Sostenible de la Provincia de Satipo, convenio entre el IIAP, DEVIDA y la Municipalidad Provincial de Satipo. 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.....	3
RESUMEN.....	4
I. OBJETIVOS.....	5
II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	6
2.1 Materiales.....	6
.....	
06	
2.2 Métodos.....	11
.....	
13	
III. ESQUEMA METODOLÓGICO DEL MODELAMIENTO SIG-ZEE.....	12
3.1 Procesamiento digital de imágenes de satélite.....	12
3.2 Modelamiento SIG.....	21
IV. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	69
ANEXOS.....	71

PRESENTACIÓN

En el presente documento se trata de aportar, a través de metodologías y resultados, la comprensión y uso de tecnologías relacionados a temas de procesamiento digital de imágenes de satélite y los Sistemas de Información Geográfica - SIG aplicados a la Zonificación Ecológica y Económica (ZEE) en la Provincia de Satipo, en la Región de Junín. Estos temas tienen una relación directa con la generación, análisis y presentación de los datos de manera tabular y espacial que constituyen parte importante y herramienta de interpretación en los estudios de los aspectos biofísicos y socioeconómicos de determinado territorio. Estas herramientas tecnológicas sirven como medio para ejecutar los modelos y/o metodologías de que se vale la ZEE, para llegar a formular las propuestas con una base científica y que al mismo tiempo sea entendida y usada por los actores involucrados. El entendimiento sobre temas relacionados a la geomática tiene como propósito brindar, de manera holística, a través de la interpretación de imágenes y construcción de mapas, la caracterización del territorio y su entendimiento de forma gráfica - espacial.

El documento ha sido elaborado teniendo en cuenta la revisión de material bibliográfico existente en el tema sobre el procesamiento digital de imágenes de satélite y complementado con trabajo de campo y de gabinete de manera coordinada con el Programa de Ordenamiento Ambiental del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana IIAP-POA; así mismo las sugerencias vertidas en los talleres y cursos de capacitación con los actores del proceso, fueron considerados al momento de presentar los resultados.

RESUMEN

Este informe técnico hace referencia de la metodología empleada en el proceso de Zonificación Ecológica y Económica de la Provincia de Satipo, en el Departamento de Junín, utilizando los Sistemas de Teledetección y los Sistemas de Información Geográfica.

El área en estudio cubre una superficie SIG aproximada de 1 950 090 hectáreas localizadas en la selva alta y es la provincia con mayor parte de bosque en el departamento de Junín. Se sitúa entre las coordenadas 10° 42' 57,44'' Latitud Sur - 75 o 03' 55,24'' Longitud Oeste y 12 o 23' 56,61'' Latitud Sur - 73 o 20' 13,68 Longitud Oeste. Está conformada por valles que forman los ríos: Satipo, Ene, Perené, Tambo y Pangoa. La provincia de Satipo se encuentra a 632 m.s.n.m. variando los pisos ecológicos desde los 400 m.s.n.m. en el distrito de Río Tambo, hasta los 1 400 m.s.n.m. en Pampa Hermosa.

Políticamente limita por el Norte con los Departamentos de Pasco y Ucayali, por el Sur con los departamentos de Huancavelica y Ayacucho. Hacia el Este límite con los departamentos de Ucayali y Ayacucho y hacia el Oeste con las provincias de Chanchamayo, Jauja, Concepción y Huancayo en el Departamento de Junín. En términos generales se ubica en la selva alta tropical en una altitud promedio de 1 000 m.s.n.m. variando la misma de 200 metros más o menos hasta los 3 200. Esta región se caracteriza por presentar diferentes unidades fisiográficas, edáficas, florísticas y socioeconómicas.

La metodología que se empleó en este proceso incorpora herramientas tecnológicas (geomáticas) que hacen uso de imágenes de satélite procesadas, las que sirven de insumo para el análisis del espacio (territorio biofísico y socioeconómico) y que tienen como producto mapas digitales elaborados haciendo uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Se expone las etapas que se sigue para la generación de datos gráficos espaciales y la presentación en mapas temáticos. La metodología se dividió en dos grandes temas o módulos de acuerdo a las técnicas empleadas. En el tema relacionado a Sistemas de Teledetección, se aborda los procesos para la recopilación, procesamiento de imágenes individuales (escenas) y elaboración de un mosaico a partir de las imágenes individuales (Landsat TM). Este mosaico y las imágenes individuales fueron utilizados como insumos dentro de un SIG, que es el proceso por el cual se hace el acondicionamiento, preparación, interpretación, digitalización, edición, codificación, modelamiento y composición de mapas.

I. OBJETIVOS

Preparar imágenes de satélite para su aplicación en la observación, interpretación y análisis del territorio en la provincia de Satipo, mediante el acondicionamiento de imágenes de satélite y la construcción de un mosaico que permita a los intérpretes tener una visión en conjunto del área de estudio para identificar, delimitar, caracterizar y distribuir las unidades del paisaje de acuerdo a la especialidad.

Elaborar mapas sobre temas biofísicos y socioeconómicos de la Provincia de Satipo ayudado de los Sistemas de Información Geográfica.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. MATERIALES

2.1.1. Material Cartográfico:

La cartografía base es utilizada 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 levantado por el Instituto Geográfico Nacional - IGN a escala 1:100 000 que fuera compilada con información satelital que data desde el año 1979 y que viene siendo actualizado constantemente.

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

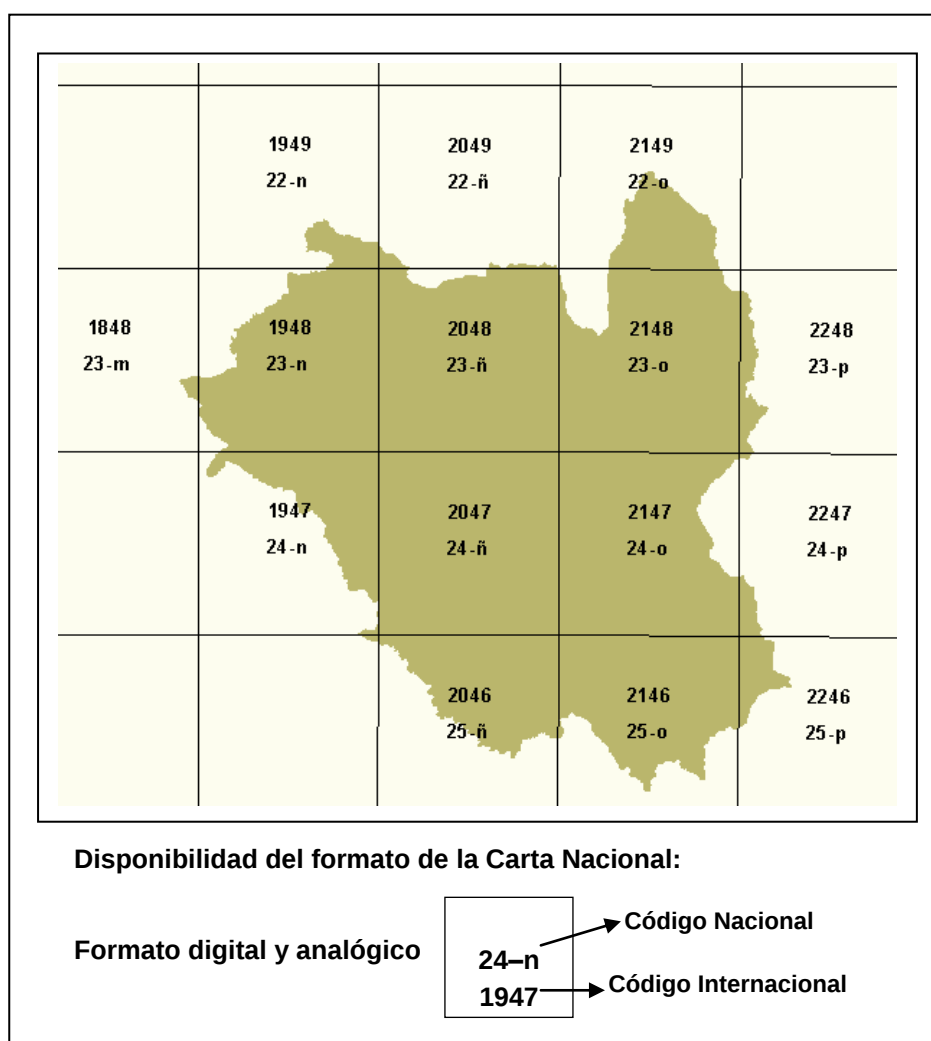


Figura 1: Índice gráfico de la Carta Nacional utilizada en el proyecto

Las características de las hojas que cubren la Provincia de Satipo (15 hojas) son descritas en el cuadro 01:

Cuadro 01: Índice 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	23-m	1848	La Merced	x	x	x	
2	22-n	1949	Bajo Pichanaqui	x	x	x	
3	23-n	1948	Satipo	x	x	x	
4	24-n	1947	Andamarc	x	x	x	
5	22-ñ	2049	Obenteni	x	x	x	
6	23-ñ	2048	Puerto Prado	x	x	x	
7	24-ñ	2047	Quiteni	x	x	x	
8	25-ñ	2046	Mejorada	x	x	x	
9	22-o	2149	Atalaya	x	x	x	
10	23-o	2148	Marobeni	x	x	x	
11	24-o	2147	Campa	x	x	x	
12	25-o	2146	Sin nombre	x	x	x	
13	23-p	2248	Sepahua	x	x	x	
14	24-p	2247	Sin nombre	x	x	x	
15	25-p	2246	Sin nombre	x	x	x	

Los datos que se presentan en la Carta Nacional tienen su origen en un fotolito que es utilizado en el Instituto Geográfico Nacional (IGN) para la elaboración de estos documentos gráficos. Al hacer la digitalización (dibujo) de la misma acarrea un error de 0,08. No todos estos documentos están graficados en el mismo sistema de proyección, por lo cual se tiene que hacer la verificación utilizando algunas opciones que nos brindan los programas SIG. En este caso se utilizó la extensión ProjectionUtility de ArcViewGIS.

En resumen, el Sistema de Proyección utilizada para toda la data base se describe en el cuadro 02:

Cuadro 02. Sistema de proyección

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

La data vectorial digital de la Carta Nacional es facilitada, por lo general en formato *.dxf, la cual tuvo que ser convertida a formato shape o arc compatible con ArcViewGIS y ArcInfo, respectivamente. Cada hoja de la Carta Nacional incluye las coberturas o temas de curvas de nivel, ríos y quebradas (líneas), lagos e islas (polígonos), cotas y señales (puntos). Algunas hojas contienen data de la toponimia (nombres de los ríos), la cual solamente fue utilizada, en este

caso, como referencia para la localización de algunos puntos de interés en la elaboración de los mapas para el trabajo de campo.

2.1.2. Material Satelital:

Se utilizaron imágenes Landsat TM5 del año 2007 las que sirvieron como material base en la interpretación visual de las variables temáticas.

Se tuvo que aplicar correcciones previas 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 (georreferenciación) y mejoramiento radiométrico (igualación del histograma).

Uno de los aspectos técnicos de las imágenes Landsat TM es la disponibilidad de muchas bandas espectrales (multiespectral), en total siete bandas dentro del espectro electromagnético; dentro de las cuales tres pertenecen a la porción del visible (bandas 1,2 y 3), tres a la del infrarrojo cercano (bandas 4,5 y 7) y uno a la del infrarrojo lejano o termal (banda 6), las que a su vez se subdividen en dos bandas (bandas 6L y 6H) las que a diferencia de las demás tienen una resolución espacial de 120 metros. Estas bandas termal no se utilizaron en este proceso ya que no representan importancia para el tipo de trabajo que se realiza.

Inicialmente se utilizaron imágenes del proyecto BIODAMAZ-IIAP para la elaboración de un mosaico de imágenes, sin embargo se tuvo que adquirir nuevas imágenes ya que éstas eran de fecha muy antiguas y por ende significaban una limitación para la interpretación del uso actual de la tierra, por mencionar un caso (cuadros 01 y 02).

Cuadro 03: Lista de imágenes de satélite utilizada en el mosaico de la provincia de Satipo en el Departamento de Junín.

Satélite	Sensor	Imagen (Path_Row)	Fecha captura de la imagen	Fuente
Landsat	TM5	005_068	26/07/1986	BIODAMAZ - IIAP
Landsat	TM5	005_069	26/07/1986	BIODAMAZ - IIAP
Landsat	TM5	006_068	05/08/1993	BIODAMAZ - IIAP

Cuadro 04: Lista de imágenes actualizadas utilizadas en el proyecto.

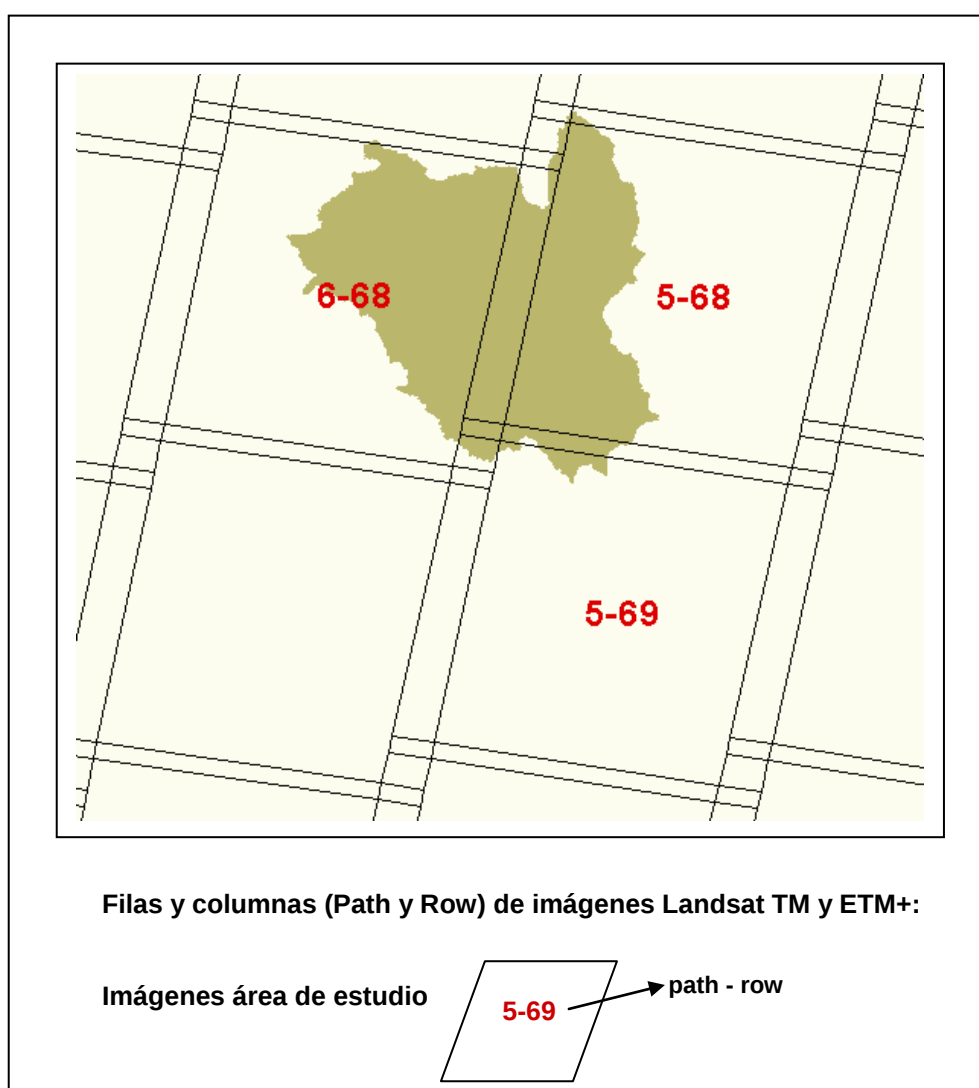
Satélite	Sensor	Imagen (Path_Row)	Fecha captura de la imagen	Fuente
Landsat	TM5	005_068	04/07/2007	GLOVIS-NASA
Landsat	TM5	005_069	04/07/2007	GLOVIS-NASA
Landsat	TM5	006_068	09/06/2007	GLOVIS-NASA

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.

Cuadro 05: 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 TM, están disponibles por escenas individuales que tienen una extensión (superficie) aproximada de 185x185 kilómetros. La nomenclatura utilizada corresponde a una órbita (helio-sincrónica) y un punto de referencia a la línea ecuatorial. El punto de intersección es denominado órbita/punto y está clasificado con números (figura 02).

**Figura 2:** Índice de imágenes Landsat TM (escenas) usadas en la interpretación visual y en la elaboración del mosaico.

2.1.3. Equipos y software:

En el campo 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 pues la generación de información tiene detrás grandes volúmenes de datos los cuales tienen que ser procesados utilizando programas y equipos de cómputo que estén acorde con las exigencias de estos requerimientos. Así tenemos que para la ejecución del proyecto se hizo uso de software y equipos de última generación:

- **Software:**
 - ERDAS IMAGINE v 8.5 (Para el procesamiento digital de imágenes de satélite)
 - ArcViewGIS v 3.3 (Digitalización, acondicionamiento y codificación de vectores)
 - ArcInfo 3.5.1 (Edición de vectores)
 - MapSource v.6.0 (Colecta de datos GPS)
 - ArcGIS 9.3 (Geodatabase)
 - Office 2007 (Procesador de textos u tablas)
- **Equipos informáticos**
 - 1 PC Pentium IV
 - Tablero digitalizador DrawingBoard III Calcom
 - Plotter Hewlett Packard - DesignJet 1055CM
 - GPS Garmin V, MAP 60

2.1.4. Organización de la carpeta matriz:

En el proceso de creación de datos para ser utilizados en el procesamiento digital de imágenes de satélite y para la elaboración de cartografía temática, se generan muchos archivos los cuales tienen que llevar un orden lógico en carpetas, las cuales almacenan a estos archivos que vienen en 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 interfase que utilizan los programas ERDAS IMAGINE y ArcViewGIS para generar las composiciones (mapas) tienen como base archivos *.map y *.apr respectivamente. Estos archivos tienen la particularidad de recuperar los datos (*.shp, *.img, *.jpg, *.tif, entre otros) que generan las composiciones, buscando la ruta donde éstos fueron almacenados previamente. Por las características 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.

Cuadro 06: Estructura de la carpeta matriz: ZEE_OT_SATIPO.

Carpetas	Contenido de las carpetas	Formato de archivos
APR	Composiciones de los mapa en ArcViewGIS	*.apr
AVL	Paleta de colores de las leyendas	*.avl
COVER	Coberturas Arcos y Shapes	*.shp, arcos, *.dxf
DBF	Bases de datos	*.dbf, *.xls
IMG	Imágenes de satélite	*.img, *.tiff, *.fst
JPG	Fotografías	*.jpg, *.tiff, *.bmp
LOGOS	Logos institucionales	*.jpg, *.tiff
MAP	Composiciones de las mapas en ERDAS IMAGINE	*.map
TXT	Textos varios	*.doc

2.2. METODOLOGÍA

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 digital de imágenes de satélite
- Modelamiento SIG - ZEE

Se tuvo en cuenta que durante el proceso metodológico existen ciertas etapas que corresponden a las actividades de gabinete (pre-campo), trabajo de campo y finalmente actividades de gabinete (post-campo), donde se elaboraron los mapas para la publicación y difusión.

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 labor de generar mapas que van a servir como insumos de análisis de la ZEE, hace necesario una organización para la secuencia de procesos. Esta secuencia en la elaboración de los mapas es importante ya que algunos mapas son insumos de otros como es el caso de los mapas intermedios (mapas de evaluación o submodelos) que tienen su origen en los mapas temáticos de las variables física, biológica y socioeconómica.

En ese sentido y con la finalidad de designar un término apropiado a todo este proceso técnico, se ha visto conveniente usar el término:

“Modelamiento SIG-ZEE”, que viene a ser la aplicación de técnicas geomáticas en el desarrollo de la ZEE.

3.1 Procesamiento digital 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 y/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 seleccionaron imágenes de satélite perteneciente a la plataforma: Landsat TM5 y del sensor RADAR, Jers 1 - SAR.
- El formato más común para descargar imágenes de los proveedores es GeoTIFF. Este formato, seguidamente, tuvo que ser exportado al formato *.img que es el formato matriz de ERDAS IMAGINE.
- En la evaluación de 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 (*Anexo 01*).
- Para la selección de las imágenes más adecuadas 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 Amazonía peruana (ámbito de selva alta y selva baja) las condiciones climáticas no siempre son las más óptimas y casi siempre las nubes son una constante, imposibilitando la interpretación visual.
- Por sus características espectrales las imágenes contienen una cantidad de bandas o canales las cuales varían de siete en los sensores TM y ocho en los mejorados (ETM+). En ambos casos las bandas 6L y 6H pertenecen a los canales térmicos, los que no fueron utilizados para la exportación en este ejercicio.

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 con la finalidad de obtener datos para el análisis y la generación de información útil extraída de las mismas.

No siempre las imágenes adquiridas tienen la mejor presentación o aspecto visual para el trabajo de interpretación, es por ello que se hace preciso aplicar ciertas operaciones para corregirlas.

- Las imágenes por lo general son facilitadas, por los proveedores, en formatos crudos (raw) o en algunos casos con ciertas correcciones básicas. Estas imágenes tienen que ser validadas y corregidas con la cartografía base del territorio nacional el cual se sustenta en la Carta Nacional.
- En la selección de las imágenes más adecuadas se consideró el bajo porcentaje de nubes que cubren la escena. Se debe resaltar que en esta zona geográfica de Amazonía peruana es un tanto difícil encontrar imágenes con nula presencia de nubes ya que es una zona de transición entre selva alta y selva baja y las condiciones meteorológicas no siempre son las más adecuadas y casi siempre la presencia de cobertura de nubes imposibilita observar las características de las superficies terrestres.
- 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 multiespectral completa y funcional para la combinación de bandas.

Cuadro 07: Imagen del satélite Landsat, sensor TM5, de fecha 04 de julio de 2007. Órbita/punto 5-68. Nivel de corrección L2. Bandas 1,2,3,4,5 y 7.

LANDSAT_5_TM_20070704_005_068_L2_BAND1.tif.zip
LANDSAT_5_TM_20070704_005_068_L2_BAND2.tif.zip
LANDSAT_5_TM_20070704_005_068_L2_BAND3.tif.zip
LANDSAT_5_TM_20070704_005_068_L2_BAND4.tif.zip
LANDSAT_5_TM_20070704_005_068_L2_BAND5.tif.zip
LANDSAT_5_TM_20070704_005_068_L2_BAND6.tif.zip
LANDSAT_5_TM_20070704_005_068_L2_BAND7.tif.zip

- Con la finalidad de facilitar el trabajo en la manipulación de los datos en cuanto al tamaño de los archivos, se optó por utilizar solamente tres bandas para cada imagen. Por consiguiente, se consideró las bandas 3,4, y 5 en todas las escenas utilizadas.
- De acuerdo a las características espectrales 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.
- 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.

- 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 esto son completamente perceptibles y diferenciables al momento de discriminar o caracterizar los elementos del paisaje. Estas combinaciones de bandas son comúnmente usadas para estudios de vegetación.
- La imagen de RADAR por sus características posee 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).
- La imagen pancromática es la que pertenece al satélite japonés JERS-1 SAR que es utilizado fundamentalmente para estudios geológicos, topográficos o de relieve.
- Todas estas imágenes después de haber sido transformadas al formato adecuado (*.img) se prepararon para ser corregidas geométricamente (georreferenciadas) y mejoradas radiométricamente. El siguiente esquema muestra el sistema de proyección utilizada en el proceso de georreferenciación.

GEORREFERENCIACIÓN:

- La georreferenciación de las imágenes de satélite es quizá el proceso más importante en el procesamiento de imágenes. La 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 hace uso de la cartografía digital transfiriendo los puntos de control terrestre a la imagen sin proyección (imagen cruda). En el tercer caso es parecido al segundo pero la diferencia es que se utiliza la cartografía de la Carta Nacional para localizar los puntos de control terrestre. Finalmente en el cuarto caso se utilizan datos colectados con los GPS para determinar los puntos de control terrestre 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.
- Debido a la disponibilidad de la data cartográfica se utilizó el segundo caso, es decir, se corrigieron las imágenes haciendo uso de la cartografía en formato digital (vectores de la red hidrográfica en formato shape). Se consideró como mínimo la ubicación de 10 a 15 PCT (Puntos de Control Terrestre) o GCP (Ground Control Points), 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 al mismo, tratando de que todos los GCPs se distribuyan homogéneamente en toda la imagen. Teniendo en cuenta estos detalles se procedió al proceso de georreferenciación.
- Siempre se tuvo en cuenta el tamaño de píxel (resolución espacial) de 30 x 30 metros y un RMS (Root Mean Square) o Error Medio Cuadrático de 0,1 píxel. Este error debe ser mínimo de lo contrario el desplazamiento de la imagen es evidente al momento de hacer el empalme con otra imagen adyacente. Para hacer la verificación del proceso se utilizó la cartografía base digital sobreponiéndola con la imagen corregida Figura 03.

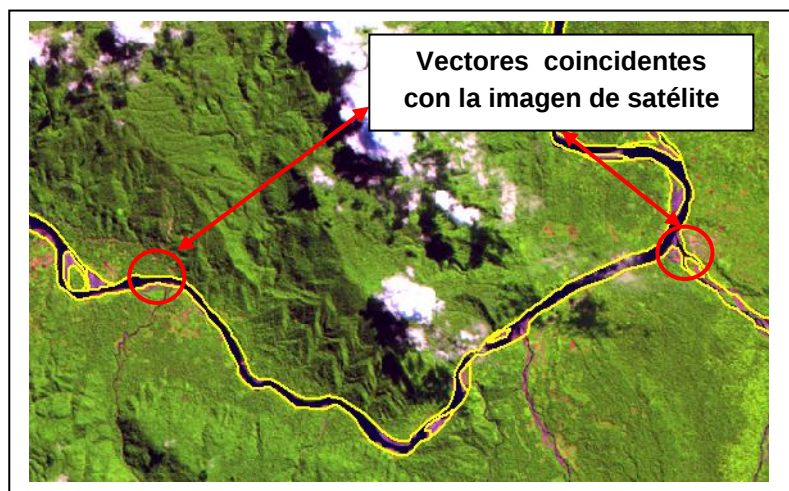


Figura 3: Verificación de la corrección geométrica utilizando la cartografía base sobre la imagen corregida.

- En algunos casos, la coincidencia de la cartografía con la imagen corregida no es la más adecuada, es así que se tiene 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. Se presentan algunos inconvenientes cuando se trata de imágenes que por su naturaleza 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 ende en el resultado.
- Otro aspecto de mencionar si no se da la coincidencia antes mencionada, puede ser debido a que la fuente empleada en la elaboración de la base cartográfica es producto de la interpretación de imágenes antiguas. Por lo general se observa las características de la dinámica fluvial de la zona para determinar este hecho, por consiguiente se tiene que hacer seguidamente el acondicionamiento cartográfico sobre los vectores de los ríos y la red de drenaje.
- Como elemento auxiliar para la evaluación del resultado en el proceso de corrección geométrica, se utilizó la imagen GeoCover de Landsat 5TM que es un conjunto de imágenes trabajadas en el año 2000 obtenidas del servidor GLCF (Global LandCoverFacility) ubicado en la dirección URL siguiente:
<http://glcfapp.umiacs.umd.edu:8080/esdi/index.jsp>

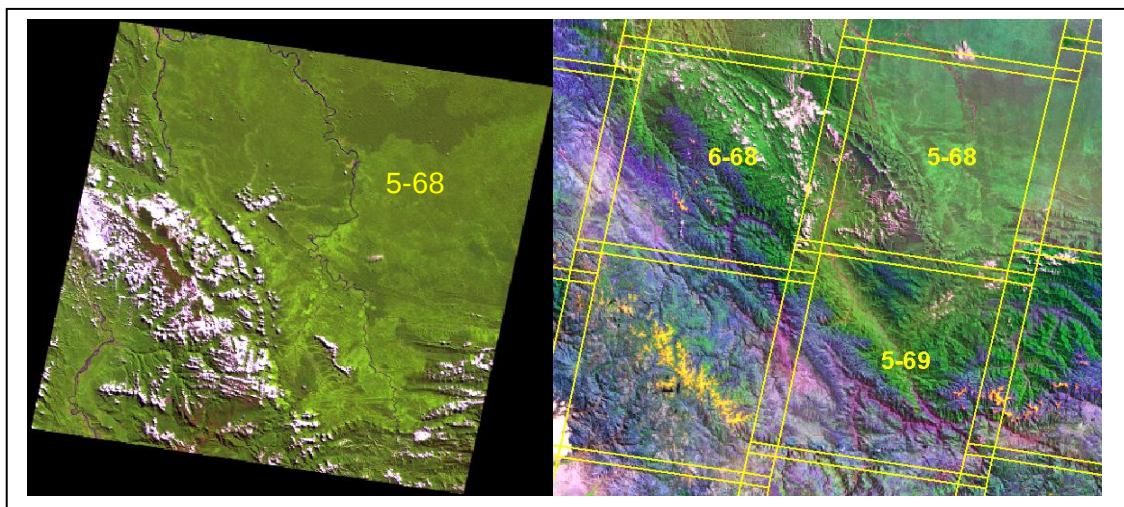


Figura 04: Imagen p005r068_5t_20070704 y GeoCover de la NASA indicando las escenas para Landsat.

- En nuestro caso en particular, para la corrección geométrica se utilizó el programa ERDAS IMAGINE mediante el modelo Polinomial de orden 1 y 2. El modelo de orden 1 sirve mucho para zonas de topografía relativamente plana y no muy rugosa, lo contrario al modelo de orden 2.
- Las imágenes fueron corregidas teniendo en cuenta de no exceder un error medio cuadrático (RMS) mayor a 2.0 es decir que no exceda las dos píxeles. Además se usó un promedio de 10 a 15 puntos de control terrestres (GCPs) visibles y comparables en ambas imágenes.
- El sistema de proyección utilizado en el proceso de corrección geométrica es el que se muestra en el cuadro 07.

Cuadro 08: 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

- De igual manera se tomó como referencia las imágenes trabajadas en el proyecto BIODAMAZ (IIAP) para hacer la verificación de la corrección.

Cuadro 09: Fuente de datos para la georreferenciación.

geo (wgs84_18S)	GCP	RMS	IMG base verificación
005068_5t_20070704.img	11	0,6142	Imágenes BIODAMAZ
005069_5t_20070704.img	15	3,482	Imágenes BIODAMAZ
006068_5t_20070609.img	15	4,2267	Imágenes BIODAMAZ

Dónde: GCP: Punto de Control Terrestre (Ground Control Point)
RMS: Error Medio Cuadrático (Root Mean Square)

3.1.3 Elaboración del mosaico de imágenes de satélite: Se entiende por mosaico de imágenes de satélite al ensamblaje de dos o más escenas con la finalidad de cubrir un área relativamente grande y que con una sola imagen no es posible cubrirla en su totalidad.

- Para elaborar un mosaico de imágenes de satélite se sigue una serie de procesos que tiene su inicio en la preparación de las imágenes (individuales). Aquí se debe considerar algunos aspectos de importancia como; la selección de las imágenes con poco o nulo porcentaje de cobertura de nubes. La fecha de toma de las imágenes debe ser la más reciente, además deben tener las mismas bandas espectrales y la misma cantidad de ellas. En este caso se emplearon todas las bandas espectrales de cada una de las imágenes.

Cuadro 10: Orden de ubicación de las imágenes para realizar el empalme.

Orden de ubicación (empalme)	Satélite	Sensor	Imagen (Path_Row)	Fecha captura de la imagen	Fuente
1ro	Landsat	TM5	005_068	04/07/2007	INPE
2do	Landsat	TM5	005_069	04/07/2007	INPE
3ro	Landsat	TM5	006_068	09/06/2007	INPE

- Se consideró para este caso la superposición de la imagen 1 por debajo de la imagen 2 y ésta por debajo de la imagen 3. 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 limpieza de la imagen (sin nubes) antes que la fecha (reciente).

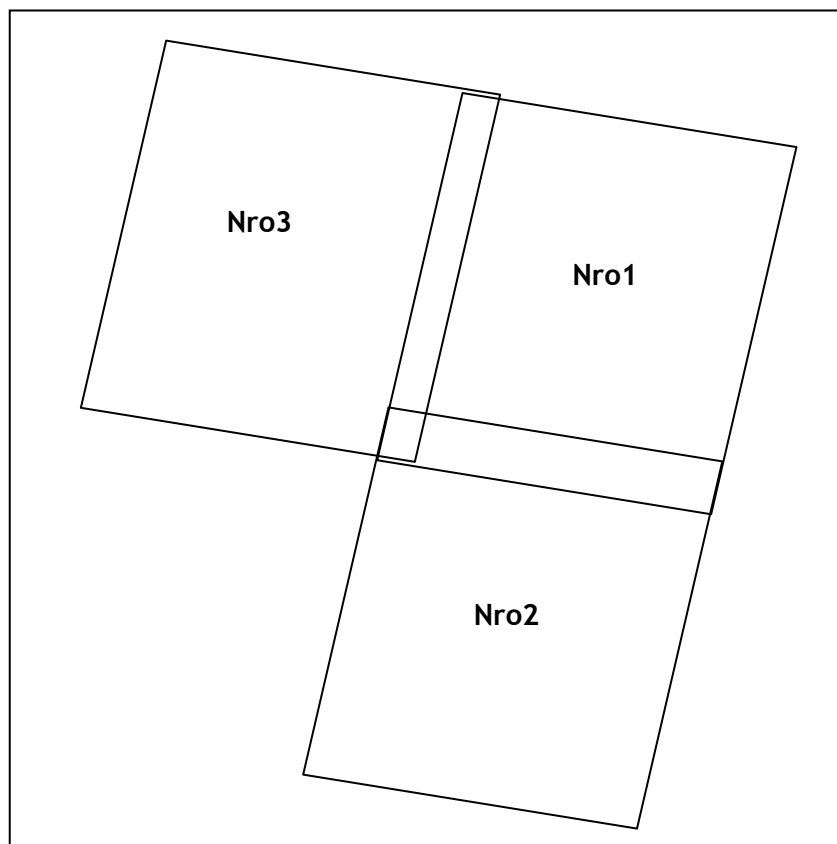


Figura 05: Orden de ubicación de las imágenes para elaborar el mosaico.

- Realizada la corrección geométrica a todas las imágenes y verificando la superposición de las mismas, se procede a aplicar algunos mejoramientos radiométricos empleando para ello algunos algoritmos sugeridos por el software como es: “matchinghistogram”, función que permite igualar el histograma de las imágenes unas con respecto a otras. El algoritmo empleado permite igualar los histogramas de dos imágenes mediante una operación matemática en la “lookuptable”, la cual sirve como una función para igualar un histograma respecto a otro de referencia. Este procedimiento tiene una secuencia y es realizado a cada banda espectral de cada imagen individualmente.
- En principio se tuvo como base la imagen p005r068 (Nro. 1) debido a que ésta presentaba mejor apariencia y contraste, en consecuencia una mejor visualización en pantalla. Con ésta imagen se arregló las imágenes p006r068 (Nro. 3), y la imagen p005r069 (Nro. 2). En la figura 06 se indica por medio de flechas la imagen que sirvió como base para hacer el mejoramiento radiométrico a través de la igualación del histograma, es decir, desde la imagen origen hacia la imagen destino. En este caso se utilizó la imagen Nro1 para mejorar las imágenes Nro 2 y Nro 3.

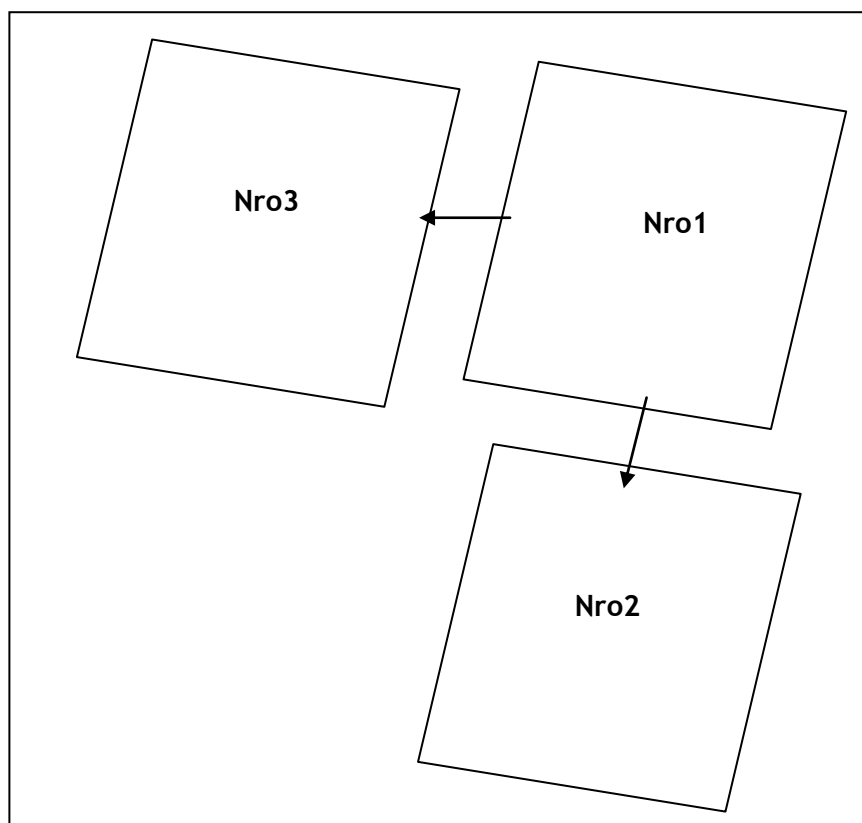


Figura 06: Secuencia de superposición de imágenes para aplicar el mejoramiento radiométrico

- Cada programa tiene sus herramientas de mejoramiento, para este caso se utilizaron las herramientas de ERDAS IMAGINE, las que se describen en la figura 07.

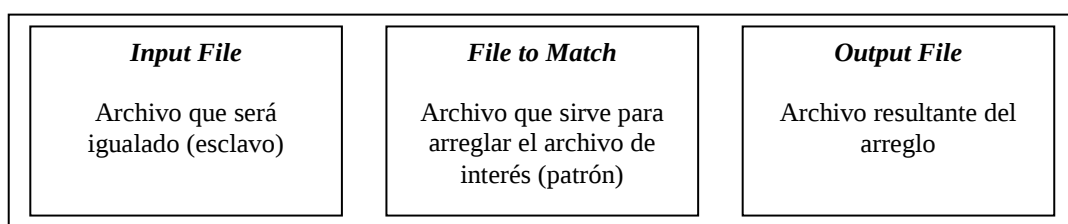


Figura 07: Esquema gráfico empleado en el mejoramiento radiométrico.

- Con las imágenes resultantes del procedimiento de mejoramiento radiométrico se procede a elaborar el mosaico utilizando algunas opciones propuestas por ERDAS IMAGINE (Anexo 2).
- La apariencia visual de las imágenes antes y después de la corrección radiométrica tiene una marcada diferencia. Esto facilita la observación de rasgos, especialmente en las áreas de traslape (Figuras 08 y 09).

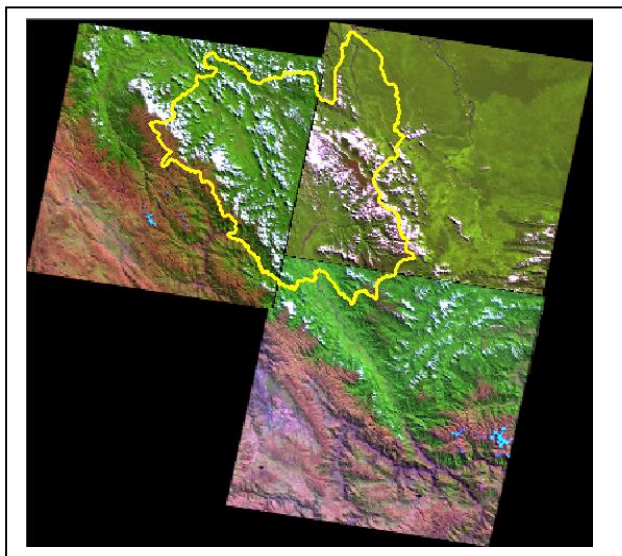


Figura 08: Mosaico sin mejoramiento radiométrico.

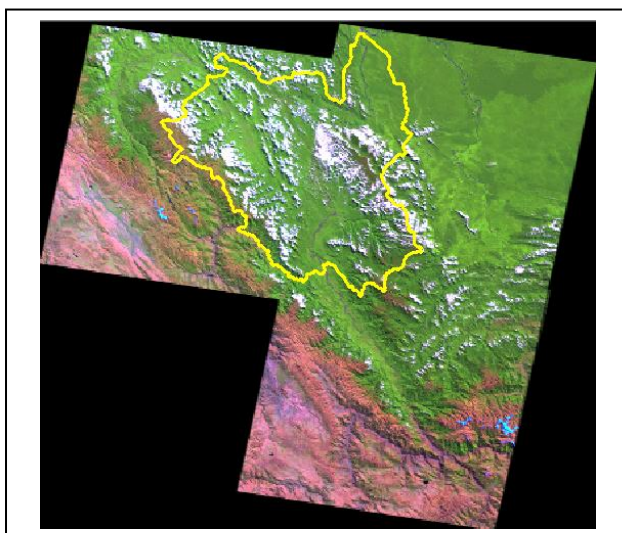


Figura 09: Mosaico con mejoramiento radiométrico:
(Igualación del histograma)

- La imagen de RADAR (Figura 10), usada en el proyecto fue la correspondiente al mosaico de Sudamérica de la zona 116 - año 1995.

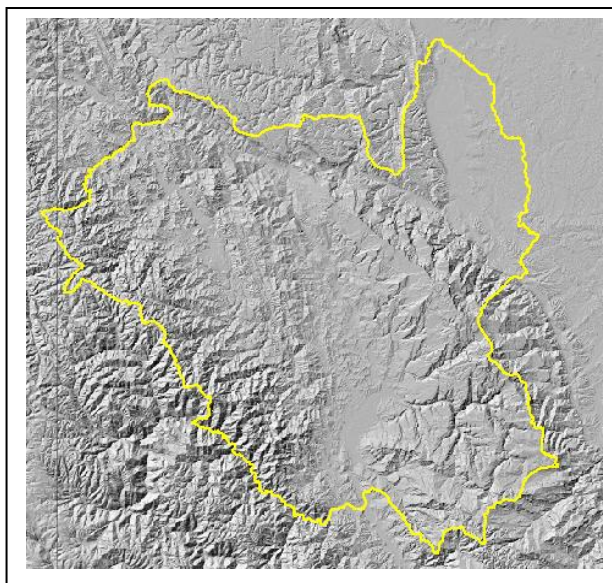


Figura 10: Imagen de RADAR. Jers-1 SAR zona 116
Sudamérica - año 1995.

3.2 Modelamiento SIG - ZEE

3.2.1 Acondicionamiento y preparación del material cartográfico base

Proceso que tiene su inicio en la evaluación y preparación de la información temática y tabular antes de proceder a la interpretación de las imágenes individuales o el mosaico de las mismas para generar 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.

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 haciendo uso de imágenes de satélite ópticas (Landsat TM5) o de RADAR (Jers-1 SAR).
- 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.

Cuadro 08: Lista de grupo interdisciplinario de especialistas encargados de la interpretación temática.

Especialistas	Temas
Ing. Roger Escobedo	Fisiografía. Suelos. Capacidad de Uso Mayor de las Tierras. Aptitud Productiva
Ing. Francisco Reátegui Ing. Percy Martínez	Forestal. Aptitud Productiva.
Ing. Walter Castro Geo. Isabel Quintana	Geología. Geomorfología. Vulnerabilidad.
Ing. Juan Ramírez	Uso Actual. Conflictos de uso.
Blgo. Filomeno Encarnación Blgo. Ricardo Zárate	Vegetación. Valor Bio-ecológico.
Blgo. José Maco	Hidrografía. Clima. Cuencas Hidrográficas.
Econ. Luis Limachi	Socioeconomía. Potencialidades socioeconómicas. Vocación urbana industrial. Vocación Histórica cultural.
Consultores externos	Clima. Fauna. 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) 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.
- Se creó un archivo vector de líneas para cada tema, sin tener en cuenta la hidrografía como parte de este archivo.
- Al momento de interpretar y caracterizar (digitalizar) las unidades, con la misma herramienta de dibujo se asigna un número a éstas para que sirva como referencia al momento de la codificación.
- Inicialmente se elabora el mapa de Fisiografía como tema base en cuanto a la Cartografía ya que es este tema el que considera en su delimitación la relación que existe entre paisaje-suelo. Este tema es luego utilizado por los temas de vegetación y forestal para la delimitación de sus unidades caracterizadas, más no así para Geología que sigue sus patrones de distribución (Figura 10).

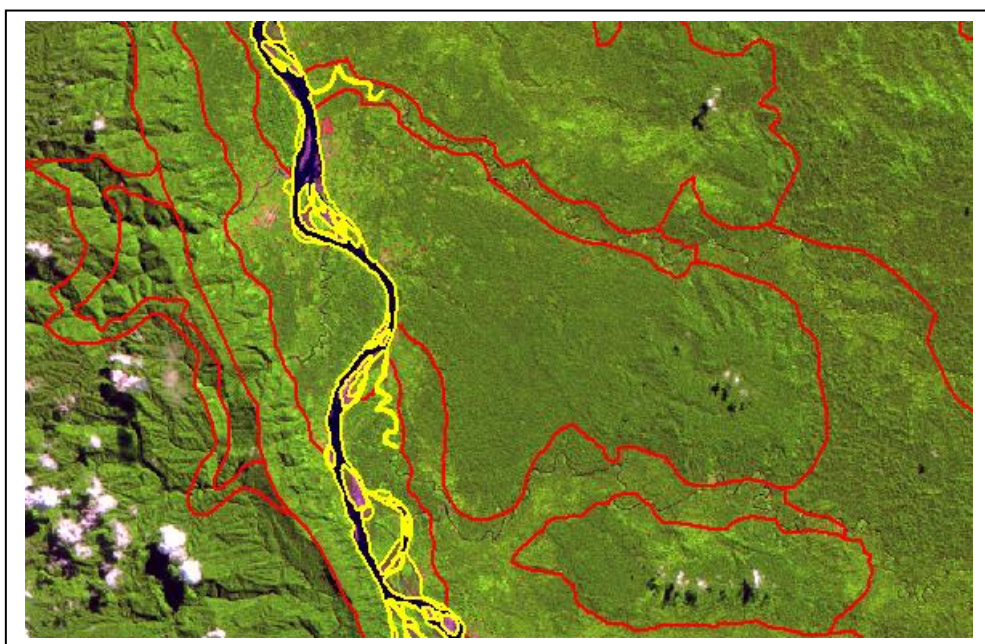


Figura 10. Delimitación de la fisiografía.

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 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.

- Los temas fueron trabajados, en principio en ArcViewGIS y luego en ArcInfo, donde fueron convertidos a formato arc para hacer el pegado con la hidrografía base de polígonos, también éstos en formato arc. Es aquí donde, utilizando el editor de ArcInfo, se hacen las correcciones de las líneas, teniendo siempre en cuenta que la tolerancia de cada cobertura no sea mayor de 10 m ya que puede causar variaciones al momento de correr la topología de la misma.

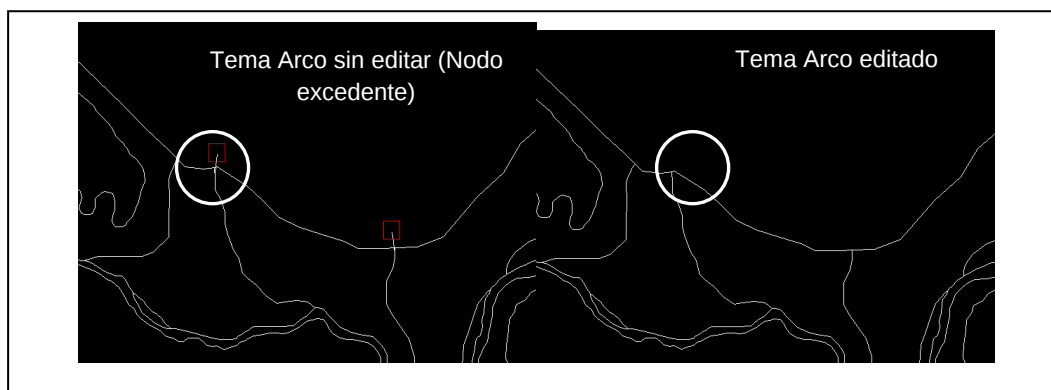


Figura 11. Edición de los arcos

- Culminado el proceso de edición de arcos la cobertura está lista para ser etiquetada (Figura 11). Se crearon las etiquetas para cada polígono donde, seguidamente, se asignaron los atributos de los mismos. El etiquetado de cada polígono se hace en ArcInfo pero la codificación se hace en la tabla de atributos de cada tema empleando ArcViewGIS.
- 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.
- La codificación y descripción de cada tema es potestad del intérprete de cada variable biofísica y socioeconómica pero se debe tener en cuenta el objetivo del trabajo para no describir las unidades con datos que no sean relevantes al estudio (Figura 12).

Attributes of Físio					
Físio code	Des. físio	Subpaisaje	Paisaje	Gran. paisa	Hectares
27	Colinas bajas moderadamente	Colinas bajas	Colinoso del Terciario	Colinoso	123628.401
4	Terrazas Bajas con drenaje bui	Terrazas bajas	Aluvial reciente	Llanura aluvial	144.455
99	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	1087.804
4	Terrazas Bajas con drenaje bui	Terrazas bajas	Aluvial reciente	Llanura aluvial	1395.696
27	Colinas bajas moderadamente	Colinas bajas	Colinoso del Terciario	Colinoso	56745.244
4	Terrazas Bajas con drenaje bui	Terrazas bajas	Aluvial reciente	Llanura aluvial	144.968
4	Terrazas Bajas con drenaje bui	Terrazas bajas	Aluvial reciente	Llanura aluvial	398.154
4	Terrazas Bajas con drenaje bui	Terrazas bajas	Aluvial reciente	Llanura aluvial	37.484
28	Colinas bajas fuertemente dise	Colinas bajas	Colinoso del Terciario	Colinoso	187471.649
4	Terrazas Bajas con drenaje bui	Terrazas bajas	Aluvial reciente	Llanura aluvial	862.326
99	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua	1299.547
4	Terrazas Bajas con drenaje bui	Terrazas bajas	Aluvial reciente	Llanura aluvial	174.859

Campo de codificació

Campos de descripción de los códigos

Figura 12: Tabla de atributos indicando los campos de codificación y descripción de la codificación.

3.2.4 Composición de mapas: Este proceso permite tener los mapas listos para la impresión (plotteo). Se debe tener en cuenta ciertos aspectos o elementos necesarios para que tenga una aceptación, que sea agradable y entendible por el usuario final.

- Es importante tener presente en primer lugar el formato de impresión. Es decir, que tamaño debe ser el adecuado para la presentación de los mapas. Para este caso se ha utilizado el formato de 35x35 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 1:250 000.
- 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 tienen 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 saturar el área de despliegue del mapa.

Cuadro 09: Lista de mapas temáticos de acuerdo a la variable que contiene.

VARIABLES	MAPA (TEMA)
FÍSICOS (TEMÁTICO)	MAPA BASE HIDROGRÁFICO Y DE CENTROS POBLADOS
	MAPA DE GEOLOGÍA
	MAPA DE GEOMORFOLOGÍA
	MAPA DE FISIOGRAFIA
	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 SOCIOECONOMÍA
SUBMODELOS (INTERMEDIOS)	MAPA DE VALOR PRODUCTIVO
	MAPA DE VULNERABILIDAD
	MAPA DE VALOR ECOLÓGICO
	MAPA DE CONFLICTOS DE USO
	MAPA DE VOCACIÓN URBANO E INDUSTRIAL
ZEE	MAPA DE PROPUESTA DE ZEE

Cuadro 10: Lista de submodelos auxiliares.

VARIABLES	MAPAS (TEMAS)
SUBMODELOS AUXILIARES	MAPA DE APTITUD PISCÍCOLA
	MAPA DE POTENCIAL FORESTAL
	MAPA DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS
	MAPA DE DÉFICIT Y EXCESO DE AGUA
	MAPA DE ISOTERMAS
	MAPA DE ISOYETAS
	MAPA DE TURISMO

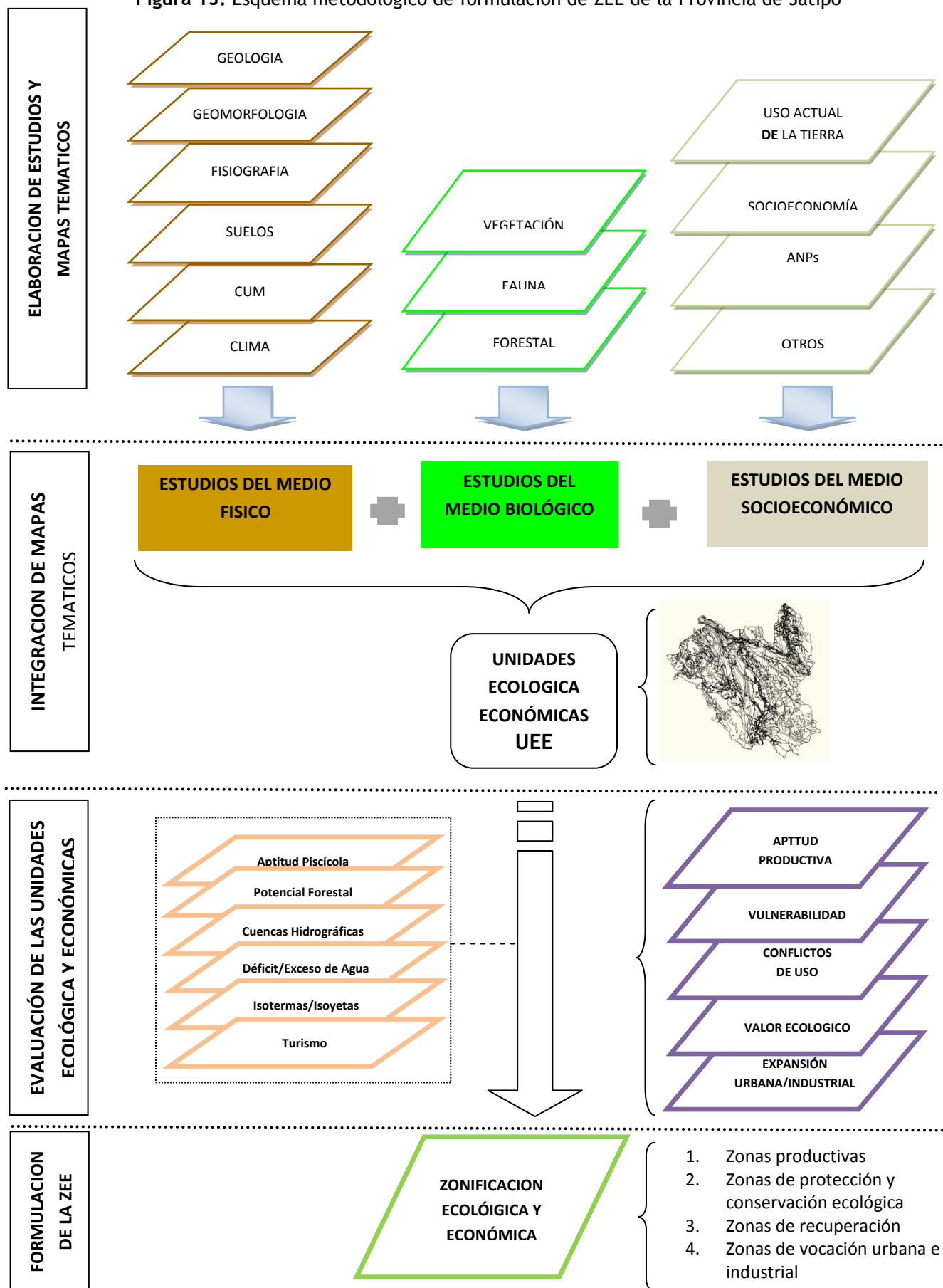
3.2.5 Modelamiento ZEE

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 bien 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 (Figura 13). 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 13: Esquema metodológico de formulación de ZEE de la Provincia de Satipo



3.2.5.1. Generación de la Unidades Ecológicas Económicas - UEE. Secuencia de integración de capas temáticas.

- 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 modelamientos territoriales 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 (programas) SIG es amplia y variada haciendo posible la utilización de diferentes herramientas de programación tales como el ModelBuilder el que permite a través de procesos pre-establecidos construir el modelo final.
- Otra manera de realizar el modelo 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 el modelamiento se ha hecho utilizando las herramientas, que por defecto, tienen los programas.
- Para la unión de los temas (físicos, biológicos y socioeconómicos) se ha seguido el orden que se muestra en la figura 14, solamente como ejemplo. Es decir, 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.

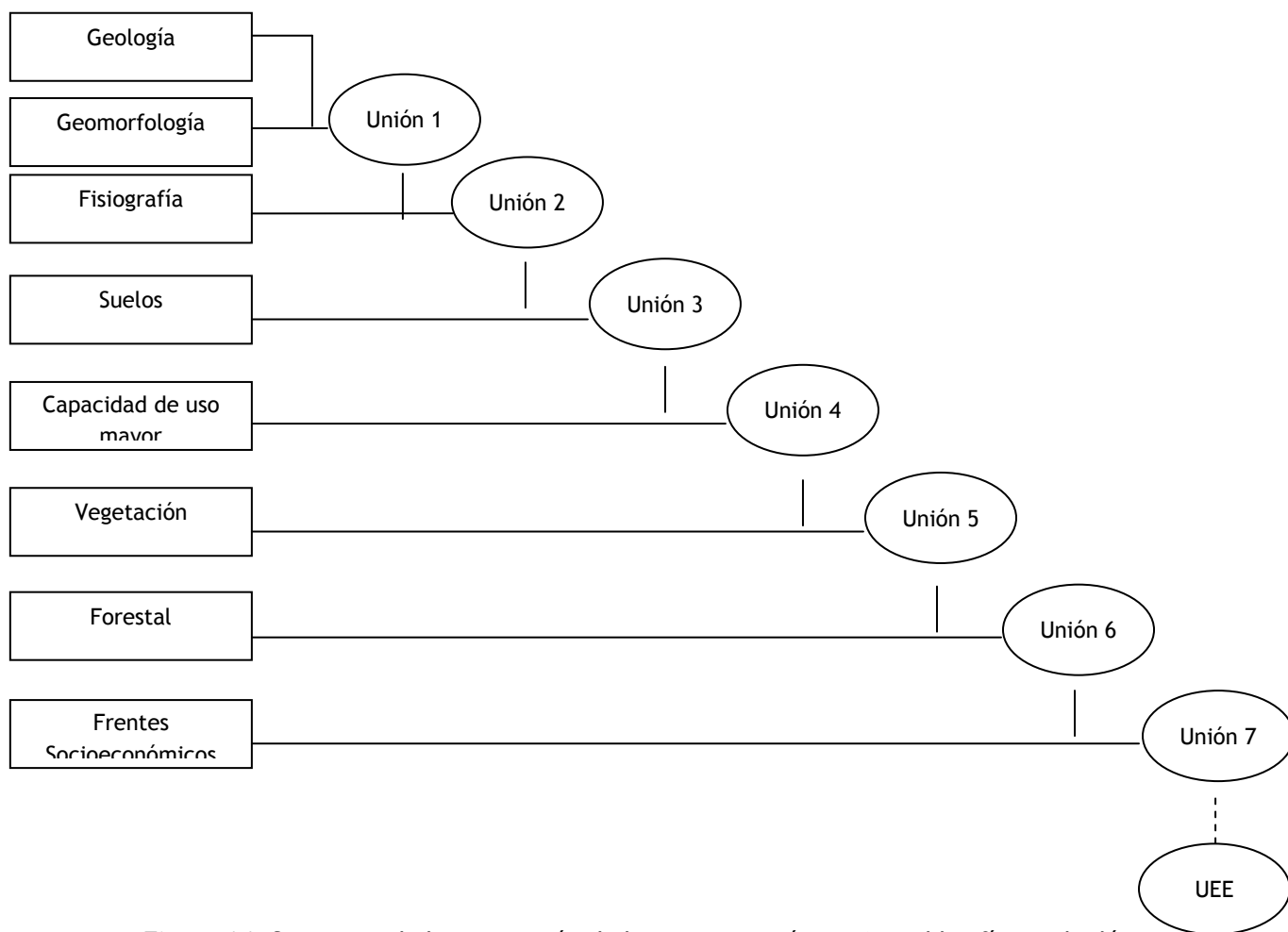


Figura 14: Secuencia de la integración de los mapas temáticos (variables físicas, biológicas y socioeconómicas).

- La unión de estas variables es a nivel de gráficos (mapas) y de los atributos de cada uno de ellos (Figura 15).

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

<i>Geolcode</i>	<i>Des_geol</i>	<i>Geomcode</i>	<i>Des_geom</i>	<i>Fisiocode</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 Mesozoica	49	Ligera a moderadamente disec
9	Formación Chonta	9	Montañas calcareas Mesozoica	49	Ligera a moderadamente disec
9	Formación Chonta	9	Montañas calcareas Mesozoica	49	Ligera a moderadamente disec

3.2.5.2. Generación de los submodelos

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 el cuadro 10:

Cuadro 10: 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 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

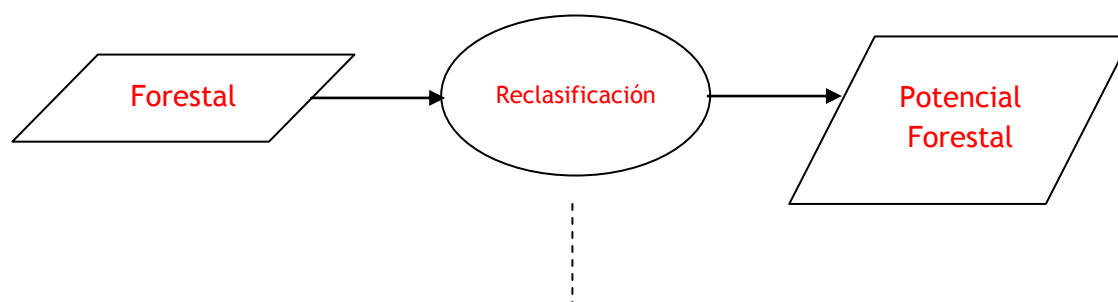
- A) **SUBMODELO DE VALOR PRODUCTIVO (APTITUD PRODUCTIVA):** El propósito de este modelo es evaluar cada UEE utilizando el criterio de valor productivo de recursos renovables, está orientado a identificar qué zonas poseen mayor aptitud para el desarrollo de actividades agrícolas, pecuarias, forestales, 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 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 considerando 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 (Figura 16) 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).

Figura 16: Diagrama que indica el proceso de reclasificación del mapa forestal.



POTENCIAL	VOLUMEN (m ³ /ha)	POTENCIAL FORESTAL
Excelente	= 0 > de 150	MUY ALTO
Muy Bueno	120 - 149.9	ALTO
Bueno	90 - 119.9	MEDIA
Regular	60 - 89.9	BAJO
Pobre	< de 60	MUY BAJO

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 (Cuadro 11):

Cuadro 11: Grados de valores del potencial forestal (los atributos del mapa Forestal en Anexo 9)

GRADO DE POTENCIAL FORESTAL	UNIDAD CARTOGRAFICA DEL TEMA: FORESTAL (FORESCODE)
1.-MUY ALTO (Excelente) = o > de 150 m ³ /ha	3, 4, 5, 7, 10
2.- ALTO (Muy Bueno) De 120 a 149,9 m ³ /ha	2, 11
3.- MEDIO (Bueno) De 90 a 119,9 m ³ /ha	6, 12

GRADO DE POTENCIAL FORESTAL	UNIDAD CARTOGRAFICA DEL TEMA: FORESTAL (FORESCODE)
4.- BAJO (Regular) De 60 a 89,9 m ³ /ha	1, 8, 13, 14, 15
5.- MUY BAJO (Pobre) < de 60 m ³ /ha	9, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22
OTRAS ÁREAS	23, 24, 25, 100, 99

Los resultados obtenidos para el mapa de Potencial Forestal indican que de las 22 unidades de tipos de Bosques identificados en el área de estudio, cinco (5) de se encuentran con grado de potencial Muy Alto o Excelente (= o mayor de 150 m³/ha); dos (2) se encuentran calificadas como Alto o Muy Bueno (de 120 a 149,9 m³/ha); dos (2) calificados como Medio o Bueno (de 90 a 119,9 m³/ha); cinco (5) calificados como Bajo o Regular (de 60 a 89,9 m³/ha) y ocho (8) calificados como Muy Bajo o Pobre (menor de 60 m³/ha). Además existen otras áreas que no califican en la evaluación del 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 van a tener muy bajas condiciones para el desarrollo de la actividad piscícola.

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.

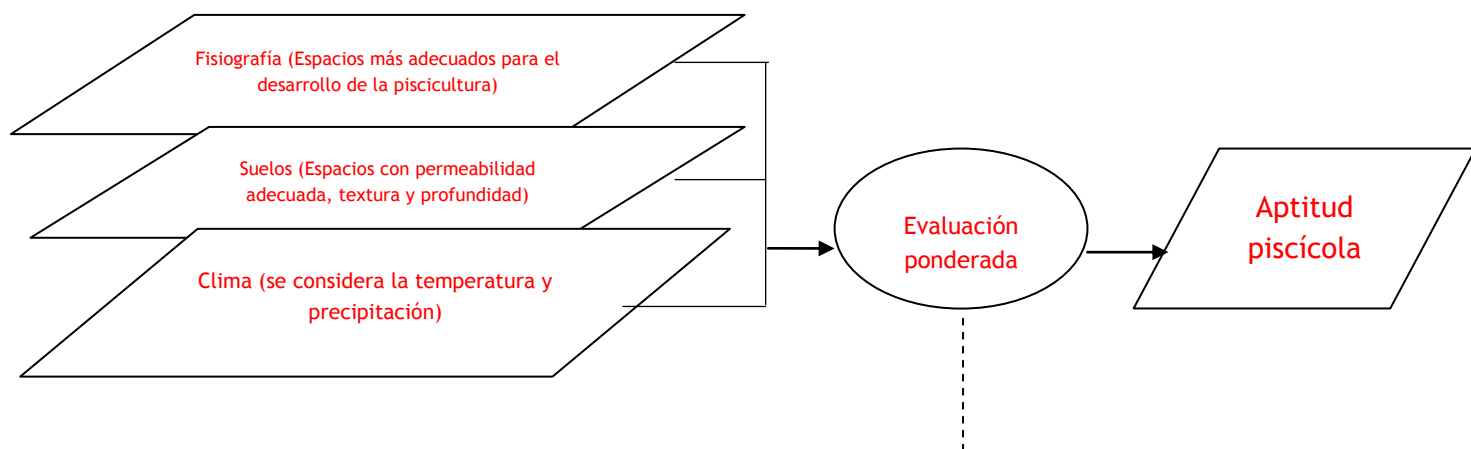
Clima: Permite tener el conocimiento de las áreas que presentan exceso de agua debido a la precipitación pluvial, puesto que la actividad piscícola tendrían sostenibilidad en el tiempo; en cambio, las áreas con déficit de agua, la sostenibilidad en el tiempo de dicha actividad, estaría sujeta a la construcción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

Para determinar el submodelo auxiliar de aptitud piscícola se utilizan variables que son mapas temáticos como es el caso de fisiografía, suelos y clima (Figura 17).

Para el análisis de las variables o evaluación de las capas se precisó hacer las ponderaciones de acuerdo a categorías que indiquen valores de mayores a menores dependiendo de las condiciones y particularidades del territorio.

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

Figura 17: Diagrama que indica el proceso de reclasificación del mapa de potencial acuícola (aptitud piscícola)



RANGOS DE EVALUACIÓN	APTITUD PISCÍCOLA
Entre 2,7 a 3	MUY ALTO
Entre 2,3 a 2,6	ALTO
Entre 1,9 a 2,2	MEDIA
Entre 1,5 a 1,8	BAJO
Entre 1,0 a 1,4	MUY BAJO

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.

Se analizan las unidades cartográficas para cada tema (Fisiografía, Suelos y Clima) y se registran en los cuadros 12 (fisiografía), 13 (suelo) y 14 (Clima):

Cuadro 12: Grados de valores de la aptitud piscícola respecto la variable Fisiografía (Los atributos del mapa de Fisiografía están en una tabla en el Anexo 4).

GRADO DE VALORES: FISIOGRAFÍA	UNIDAD CARTOGRAFICA DEL TEMA: FISIOGRAFÍA (FISIOCODE)
3,0	30, 44, 45
2,9	
2,8	25
2,7	
2,6	
2,5	27
2,4	
2,3	
2,2	26, 46
2,1	
2,0	48
1,9	
1,8	
1,7	13, 23
1,6	
1,5	24
1,4	
1,3	6, 10, 12, 15, 19, 29, 35, 49, 51
1,2	
1,1	36
1,0	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 11, 14, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 28, 31, 32, 33, 34, 37, 40, 41, 42, 43, 47, 50, 52

Cuadro 13: Grados de valores de la aptitud piscícola respecto la variable Suelo (Los atributos del mapa de Suelos están en una tabla en el Anexo 5)

GRADO DE VALORES: SUELOS	UNIDAD CARTOGRAFICA DEL TEMA: SUELOS (SUELOCODE)
3,0	
2,9	
2,8	1, 2, 4, 5, 6, 7
2,7	
2,6	
2,5	
2,4	21
2,3	3, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 33
2,2	
2,1	8
2,0	9, 22
1,9	10

GRADO DE VALORES: SUELOS	UNIDAD CARTOGRAFICA DEL TEMA: SUELOS (SUELOCODE)
1,8	11, 15, 16, 17, 30
1,7	
1,6	12, 14, 19, 20
1,5	
1,4	
1,3	
1,2	13, 34, 35, 37
1,1	18, 23, 24, 25, 36
1,0	

Cuadro 14: Grados de valores de la aptitud piscícola respecto la variable Clima (Los atributos del mapa de Suelos están en una tabla en el Anexo 6)

GRADO DE VALORES: CLIMA	UNIDAD CARTOGRAFICA DEL TEMA: CLIMA (CLIMACODE)
3,0	
2,9	
2,8	
2,7	2, 3, 4, 5
2,6	
2,5	
2,4	
2,3	6, 7
2,2	
2,1	
2,0	8, 9
1,9	
1,8	
1,7	1
1,6	
1,5	
1,4	
1,3	
1,2	
1,1	
1,0	

Seguidamente y con los datos de los cuadros 12, 13 y 14, correspondiente a los rangos de fisiografía, suelos y clima respectivamente se procede a establecer el promedio para determinar los diferentes niveles de importancia con relación a la aptitud piscícola, de acuerdo a los siguientes criterios:

MUY ALTA: Rango entre 2,7 a 3,0
 ALTA: Rango entre 2,3 a 2,6
 MEDIA: Rango entre 1,8 a 2,2
 BAJA: Rango entre 1,4 a 1,7
 MUY BAJA: Rango entre 1,0 a 1,3

Utilizando las tablas de grados de valores producto de las ponderaciones, se procede a agrupar los sectores con “Muy Alta Aptitud Piscícola” los que servirán como referencia para el submodelo de aptitud productiva.

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 crean un campo de codificación y descripción los cuales serán llenados teniendo en cuenta los submodelos auxiliares mencionados.

- 1ro. Del mapa de CUM Se seleccionan las unidades de Capacidad de Uso Mayor de las Tierras (CUM) y se las describe en la Aptitud Productiva como “Áreas aptas ...” y no “Tierras aptas ...” como se suele describir en la CUM.
- 2do. Del mapa de Potencial Forestal, se debe tener en cuenta solamente aquellos espacios que arrojan el potencial maderero “Muy Alto (Excelente)” y “Alto (Muy Bueno)”. Estos datos se obtienen de la tabla de grados de valores del potencial forestal. En la descripción de la aptitud productiva estos espacios deben indicar el potencial maderero correspondiente.
- 3ro. Del mapa de Aptitud Piscícola, se debe tener en cuenta aquellos espacios que arrojan la aptitud piscícola “Muy Alta” y “Alta”. Al igual que el caso forestal, se debe hacer notar en la descripción que estos espacios tienen “Alto” potencial piscícola.

B) SUBMODELO DE VALOR ECOLÓGICO: 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.

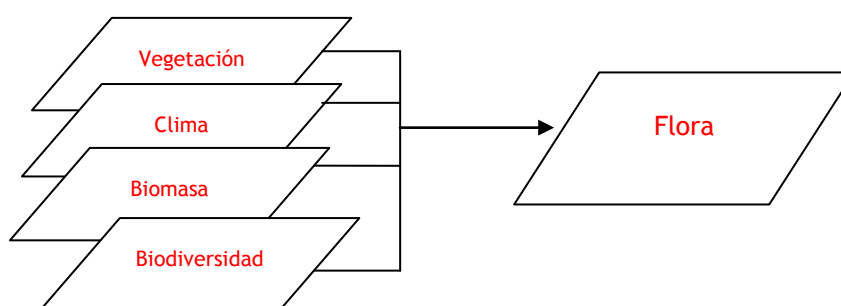
Procedimiento para la evaluación de la UEE:

Para hacer la evaluación de este submodelo, se usaron mapas temáticos así como submodelos auxiliares que finalmente sirvieron como estructura del submodelo propiamente.

En este sentido, para el submodelo de flora se utilizaron los mapas de vegetación, clima, biomasa y diversidad. También se usó el mapa de fauna y se creó el submodelo auxiliar de cabecera de cuenca.

A continuación se describe la utilidad y procedimiento para la elaboración de cada uno de los submodelos auxiliares para fauna y los submodelos auxiliares, incluida fauna, para el submodelo de valor ecológico:

- Para genera el submodelos auxiliar de FLORA se utilizaron los mapas de Vegetación, Clima, Biomasa y 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 (Cuadro 15).

Cuadro 15: Rangos de valores de la vegetación para el submodelo de flora (Los atributos del mapa de Vegetación están en Anexo 7)

GRADO DE VALORES: VEGETACIÓN	UNIDAD CARTOGRAFICA DEL TEMA: VEGETACIÓN (VEGETCODE)
3,0	
2,9	14
2,8	
2,7	
2,6	2, 5, 13
2,5	2, 4, 5, 8, 9, 11, 13, 27, 28
2,4	
2,3	
2,2	
2,1	1, 3, 6, 7, 10, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 100
2,0	
1,9	
1,8	
1,7	
1,6	
1,5	
1,4	
1,3	
1,2	4, 6, 100
1,1	
1,0	

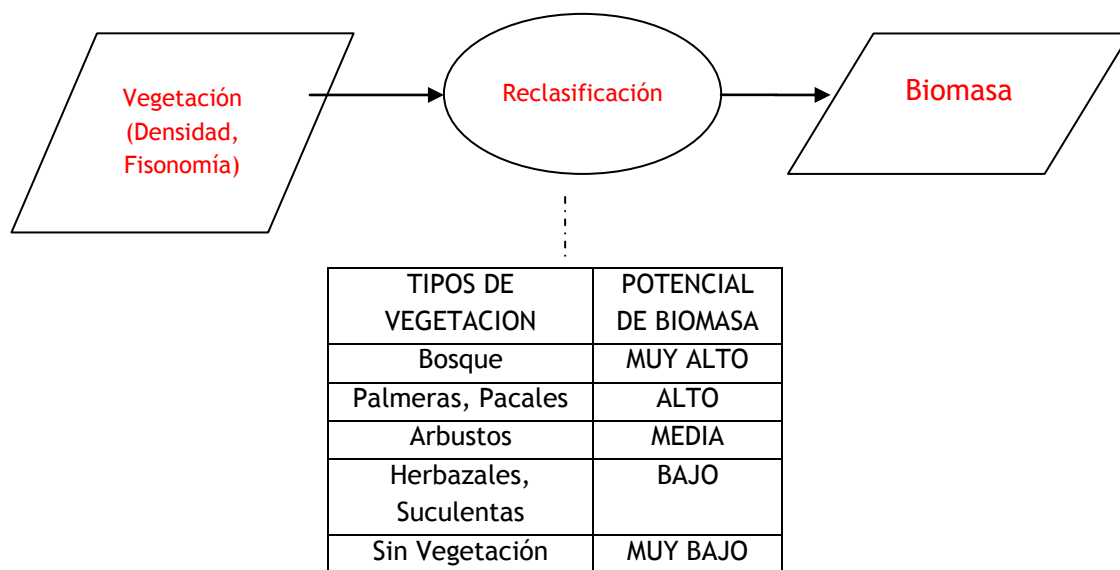
- Mapa de **CLIMA**; proporciona información sobre las características climatológicas mediante la identificación de los tipos de climas, poniendo especial énfasis en la caracterización termo-pluviométrica, con la finalidad de conocer y permitir tener elementos de técnicos tendientes al aprovechamiento en actividades agropecuarias y forestales dentro del proceso ZEE (Cuadro 16)

Cuadro 16: Rangos de valores de la clima para el submodelo de flora (Los atributos del mapa de Clima están en el Anexo 7).

GRADO DE VALORES: CLIMA	UNIDAD CARTOGRAFICA DEL TEMA: CLIMA (CLIMACODE)
3,0	
2,9	
2,8	
2,7	
2,6	
2,5	7
2,4	6
2,3	
2,2	1, 3, 4
2,1	5
2,0	8, 9
1,9	
1,8	2
1,7	4
1,6	
1,5	1
1,4	
1,3	
1,2	
1,1	
1,0	

- 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 submodelo auxiliar de flora tuvo que ser construido sobre la base de los tipos de vegetación respecto a su densidad y fisonomía. Con la finalidad de identificar las áreas que presentan mayor biomasa se ha elaborado un diagrama donde se grafica la secuencia en la utilización de las variables que involucran este submodelo auxiliar.



Para determinar el potencial de biomasa (Expresada en valores: Muy Alto, Alto, Medio, Bajo y Muy Bajo) se determina la clase del potencial de biomasa expresada en valores numéricos que van de 1,0 para aquellos espacios sin presencia de vegetación (Muy Bajo potencial) y 3,0 para aquellas comunidades consideradas con Muy Alto potencial por sus características de densidad y fisonomía.

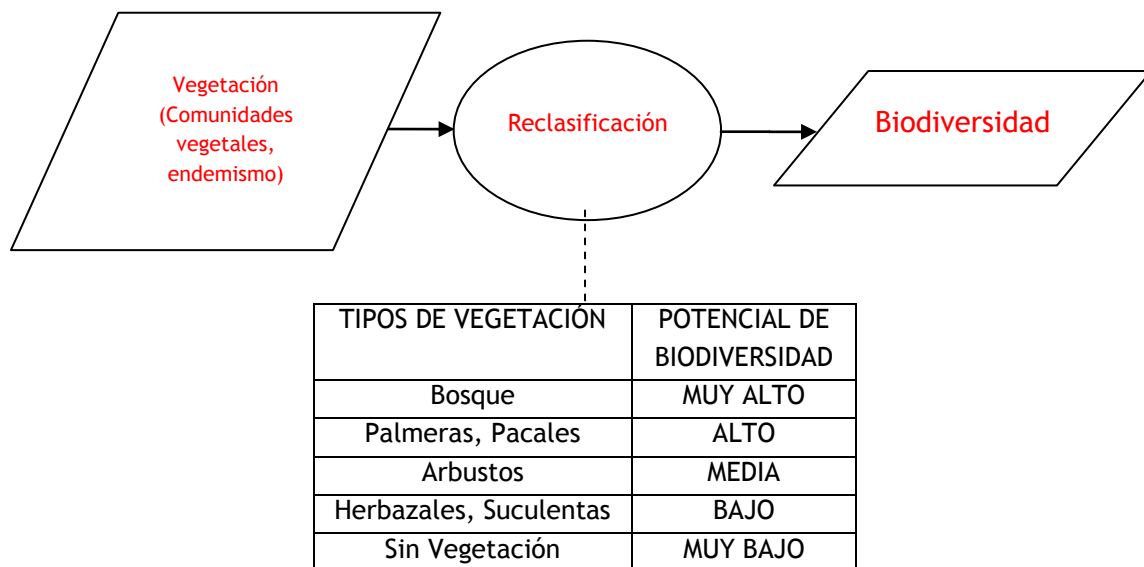
Se hace una reclasificación en base a la tabla de grados de valores de potencial de biomasa (Cuadro 17).

Este tipo de evaluación aparentemente utiliza la subjetividad en la evaluación, la misma que puede arrojar resultados igual de subjetivos. En este caso fue decisión del especialista considerar los tipos de vegetación cuyo potencial de Biomasa tenga los valores más adecuados de acuerdo a su experiencia y apreciación técnica.

Cuadro 17: Rangos de valores de biomasa para el submodelo de flora (Los atributos del mapa de Vegetación están en el Anexo 8)

GRADO DE VALORES: BIOMASA	UNIDAD CARTOGRAFICA DEL TEMA: VEGETACIÓN (VEGETCODE)
3,0	
2,9	
2,8	
2,7	2, 5, 13
2,6	1, 2, 6, 8, 9, 10, 11, 100
2,5	3, 4, 7, 27, 100
2,4	
2,3	
2,2	14
2,1	20, 21, 22, 23, 24, 26
2,0	14
1,9	25
1,8	
1,7	16, 17, 18, 19
1,6	
1,5	
1,4	27
1,3	
1,2	4, 6, 100
1,1	2, 4, 28
1,0	

- Mapa de **BIODIVERSIDAD** (comunidades vegetales). En este estudio en particular y como submodelo auxiliar de flora 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 (Cuadro 18). Al igual que el submodelo auxiliar de potencial de biomasa, aquí se considera los tipos de vegetación para su reclasificación.

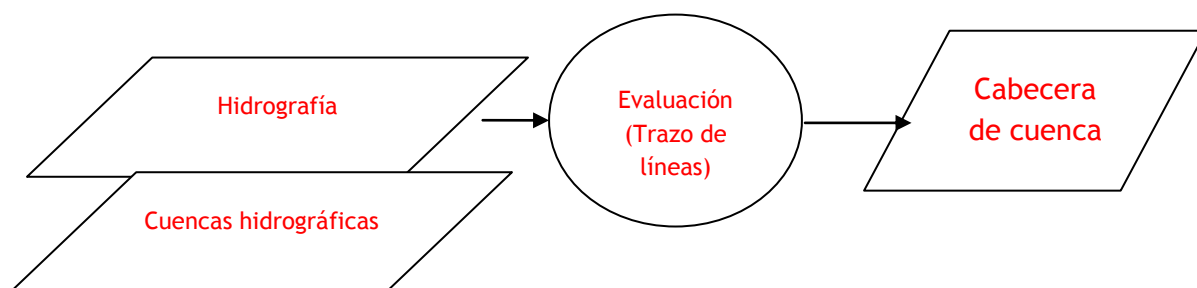


Se hace una reclasificación en base a la tabla de grados de valores de potencial de biodiversidad.

Cuadro 18: Rangos de valores de biodiversidad para el submodelo de flora (Los atributos del mapa de Vegetación están en el Anexo 8).

GRADO DE VALORES: BIODIVERSIDAD	UNIDAD CARTOGRAFICA DEL TEMA: VEGETACIÓN (VEGETCODE)
3,0	
2,9	
2,8	
2,7	1, 2, 3, 5, 6, 7, 10, 13, 27, 100
2,6	2, 4, 5, 8, 9, 11, 13, 100
2,5	
2,4	
2,3	
2,2	16, 17, 18, 19
2,1	20, 21, 22, 23, 24, 25, 26
2,0	14
1,9	
1,8	
1,7	15
1,6	2, 4, 27, 28
1,5	
1,4	4, 6, 100
1,3	
1,2	
1,1	
1,0	

- Mapa de **FAUNA**, proporciona información sobre una lista de especies endémicas y amenazadas según criterio del INRENA, UICN y especies CITES. El mapa de comunidades de fauna caracteriza claramente cuatro unidades: Comunidades de fauna primaria, secundaria, terciaria y fauna residual. De estas cuatro comunidades la primaria es la que contiene las especies de mayor importancia. De aquí se seleccionan los sectores que tienen mayor representatividad para construir el submodelo auxiliar de fauna. Los valores que se asignan para cada unidad van de 1,0 a 3,0 donde los valores de más bajos son aquellos espacios donde existe nula presencia de fauna y los valores mayores lo contrario (Anexo 12).
- Mapa de **CABECERA DE CUENCA HIDROGRÁFICA**, el cual proporciona información sobre la importancia bio-ecológica para el mantenimiento del ciclo hidrológico. Para este el estudio en la Provincia de Satipo este submodelo auxiliar 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). 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 (Anexo 12).

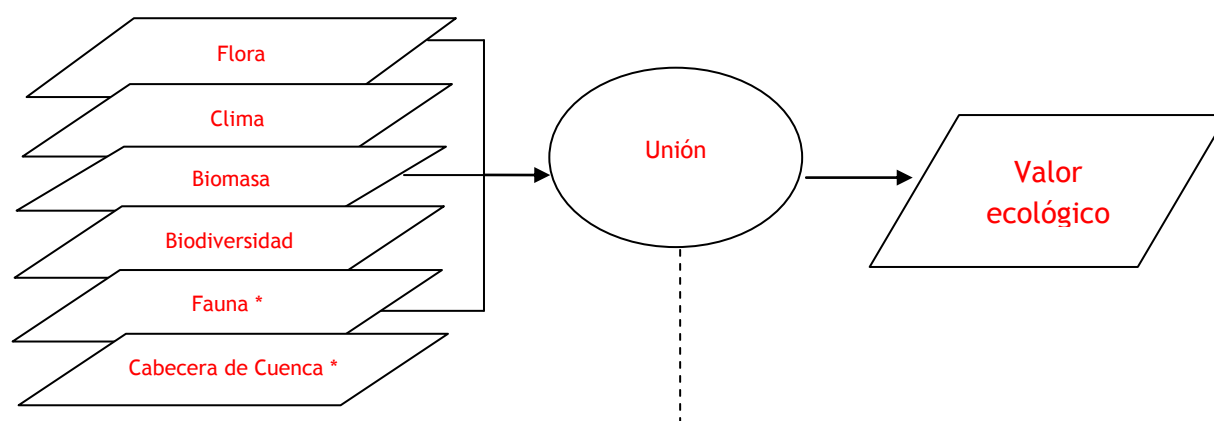


Integración de los datos para generar el submodelo de Valor Ecológico.

La integración de los submodelos auxiliares se hace en la base de la UEE creando un campo de codificación y descripción los cuales se llenarán en función de los resultados obtenidos de la evaluación de los submodelos auxiliares necesarios en este caso en particular:

Si bien es cierto cada submodelos auxiliar es construido individualmente y cumple un propósito específico, en este caso los submodelos auxiliares para vegetación (flora), clima, biomasa y biodiversidad se analizaron en un primer nivel. Seguidamente sobre este resultado y en el modelamiento ZEE se analizaron los submodelos de Fauna y Cabecera de cuenca.

Ejemplo: Esquema del sub modelo de Valor Ecológico



UNIDAD ECOLÓGICA ECONÓMICA (UEE)	MAPA DE VEGETACIÓN (FLORA)	MAPA DE CLIMA	MAPA DE BIOMASA	MAPA DE BIODIVERSIDAD	MAPA FAUNA*	MAPA DE CABECERA DE CUENCA*	POTENCIAL VALOR ECOLÓGICO
UEE-01	Bosque siempre verde de colinas (Amazónicos)	B2w B'4 a'	Según mapa de vegetación	Según mapa de vegetación	Bosque primario o intacto	Cabecera de cuenca	Muy alto
UEE-02							
UEE-03							
.....							
UEE-n							

* Temas analizados en el modelamiento ZEE

- C) **SUBMODELO DE VULNERABILIDAD:** El propósito de esta evaluación es identificar la ocurrencia de fenómenos naturales y entropogénicos 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 al grado de resistencia a los proceso exógenos y endógenos de los materiales litológicos que se ha considerado 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 (Cuadro 19) .

Cuadro 19: Rangos de valores de geología para el submodelo de vulnerabilidad (Los atributos del mapa de Geología están en el Anexo 3)

GRADO DE VALORES: GEOLOGÍA	UNIDAD CARTOGRAFICA DEL TEMA: GEOLOGÍA (GEOLCODE)
3,0	1
2,9	2
2,8	3
2,7	
2,6	
2,5	4
2,4	
2,3	
2,2	5, 6
2,1	
2,0	2, 7
1,9	1, 8
1,8	18, 19, 20, 21
1,7	
1,6	1, 12, 15, 17
1,5	14, 16, 21
1,4	1, 13
1,3	10
1,2	1, 9, 11
1,1	
1,0	

- 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 (Cuadro 20).

Cuadro 20: Rangos de valores de fisiografía para el submodelo de vulnerabilidad (Los atributos del mapa de Fisiografía están en el Anexo 4).

GRADO DE VALORES: FISIOGRAFÍA	UNIDAD CARTOGRAFICA DEL TEMA: FISIOGRAFÍA (FISIOCODE)
3,0	2, 4, 5, 17, 18, 32, 33, 34, 40, 41, 42, 43, 44, 53
2,9	1, 3, 5, 9, 14, 16, 22, 31, 47, 49
2,8	8, 21, 37
2,7	
2,6	6, 7, 11, 15, 20, 28, 36, 40, 52
2,5	6, 19, 35
2,4	10, 51
2,3	
2,2	26, 50
2,1	25, 27
2,0	12, 23, 29, 40, 49
1,9	
1,8	
1,7	15, 17, 48
1,6	46
1,5	23
1,4	44
1,3	
1,2	30, 45
1,1	
1,0	

- Mapa de **CLIMA**. Caracteriza los grados de intensidad y continuidad de los límites de precipitación pluvial (Cuadro 21).

Entre los factores climáticos, la precipitación pluvial es uno de los principales aplicables a la calificación de la vulnerabilidad. Áreas con altas precipitaciones están expuestas a mayor vulnerabilidad que aquellas con baja precipitación. En proceso fue considerado los siguientes niveles:

Muy Alto, > 5 000 mm/año

Alto, entre 4 000 a 5 000 mm/año

Medio, 3 000 a < 4 000 mm/año

Bajo, entre 2 000 a < menos de 3 000 mm/año

Muy Bajo, < 2 000 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.

Cuadro 21: Rangos de valores de clima para el submodelo de vulnerabilidad (Los atributos del mapa de Clima están en el Anexo 7).

GRADO DE VALORES: CLIMA	UNIDAD CARTOGRAFICA DEL TEMA: CLIMA (CLIMACODE)
3,0	
2,9	5, 6, 7, 8, 10, 12, 13, 15, 17, 18, 20
2,8	
2,7	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 13
2,6	
2,5	14, 16, 18, 20
2,4	3, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 13, 15, 17, 18, 19, 20
2,3	1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20
2,2	1, 3, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 20, 21
2,1	1, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20
2,0	
1,9	
1,8	
1,7	
1,6	
1,5	
1,4	
1,3	1, 3, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 15
1,2	
1,1	
1,0	

- 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 (Cuadro 22).

En la vegetación la fisonomía, cobertura, estratificación y sotobosque son parámetros que califican el grado 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. De 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, 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 de erosivos.

Cuadro 22: Rangos de valores de vegetación para el submodelo de vulnerabilidad (Los atributos del mapa de Vegetación están en el Anexo 8).

GRADO DE VALORES: VEGETACIÓN	UNIDAD CARTOGRAFICA DEL TEMA: VEGETACIÓN (VEGETCODE)
3,0	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13,14, 15, 16, 17, 18, 19, 20
2,9	10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21
2,8	1, 3, 5, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20
2,7	3, 5, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20
2,6	12, 13, 16
2,5	
2,4	
2,3	1, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 15
2,2	2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 15, 17, 18, 19
2,1	
2,0	1, 3, 5, 7
1,9	3
1,8	3, 6
1,7	3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12
1,6	2, 3, 5, 7
1,5	7
1,4	
1,3	
1,2	
1,1	
1,0	

Integración de los datos para generar el submodelo de Vulnerabilidad.

En las UEEs se tiene los atributos de los mapas involucrados 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 submodelo auxiliar:

Por ejemplo tenemos que los valores para cada UEE evaluada respecto de cada submodelo utilizados:

UEE	V_GEOLOGIA (x2)	V_FISIOGRAFIA (x2)	V_CLIMA	V_VEGETACION	PROMEDIO	VULNERABILIDAD
1	1,4	3,0	2,7	2,7	2,4	4
2	1,9	3,0	2,7	2,7	2,6	4
3	1,7	3,0	2,7	2,7	2,5	4

Seguidamente se aplica una sumatoria simple y se saca el promedio de los valores.

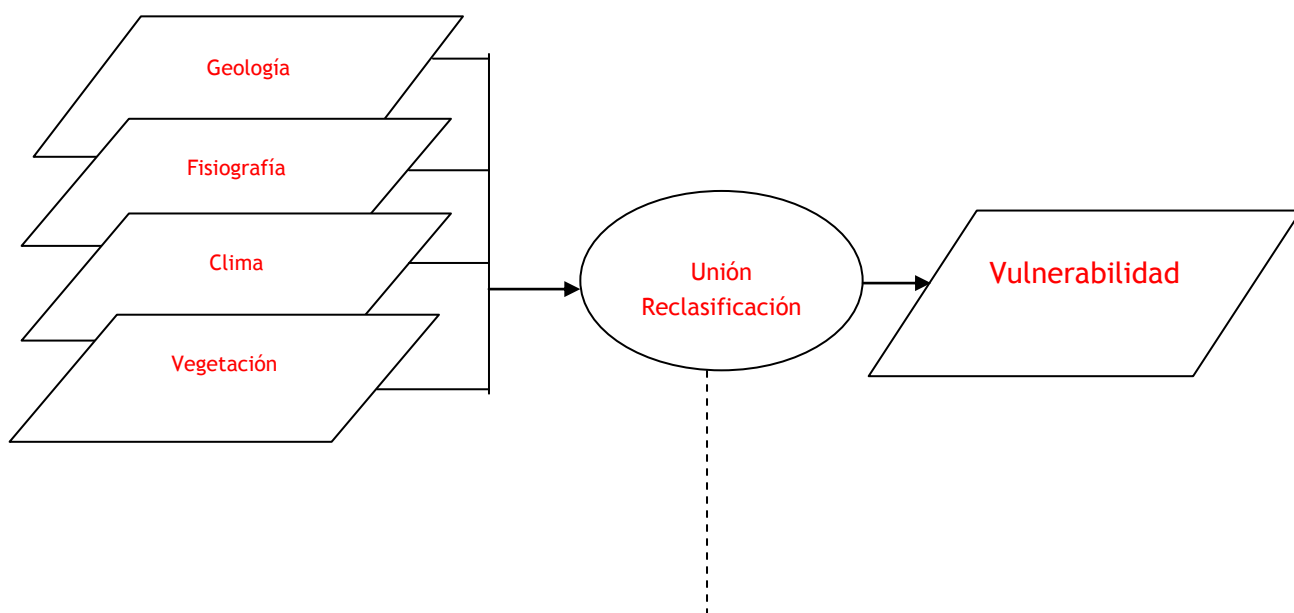
$$\text{VULNERABILIDAD} = (v_{\text{geo}} \times 2 + v_{\text{fisio}} \times 2 + v_{\text{clima}} + v_{\text{vegeta}}) / 6$$

Seguidamente se aplica una sumatoria simple y se saca el promedio de los valores. Con la tabla de valores se identifica la categoría a que corresponde la vulnerabilidad. Estos resultados deben ir en la base de datos de la UEE correspondientes al tema vulnerabilidad.

Ejemplo: Tabla de categorías de vulnerabilidad:

VALOR DE VULNERABILIDAD	GRADO DE VULNERABILIDAD	CATEGORÍA DE VULNERABILIDAD
3,0	5	Vulnerable
2,9		
2,8		
2,7		
2,6	4	Moderadamente Vulnerable
2,5		
2,4		
2,3		
2,2	3	Medianamente Estable/Vulnerable
2,1		
2,0		
1,9		
1,8	2	Moderadamente Estable
1,7		
1,6		
1,5		
1,4	1	Estable
1,3		
1,2		
1,1		
1,0		

Esquema del submodelo de Vulnerabilidad



UNIDAD ECOLÓGICA ECONÓMICA (UEE)	VALOR GEOLOGÍA	VALOR FISIOGRAFÍA	VALOR CLIMA	VALOR VEGETACIÓN	GRADO DE VULNERABILIDAD	CATEGORÍA DE VULNERABILIDAD
UEE-01	1,4	3,0	2,0	2,6	4	Moderadamente vulnerable
UEE-02						
.....						
UEE-n						

D) 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 (Cuadro 23).

Procedimiento para la evaluación de la UEE:

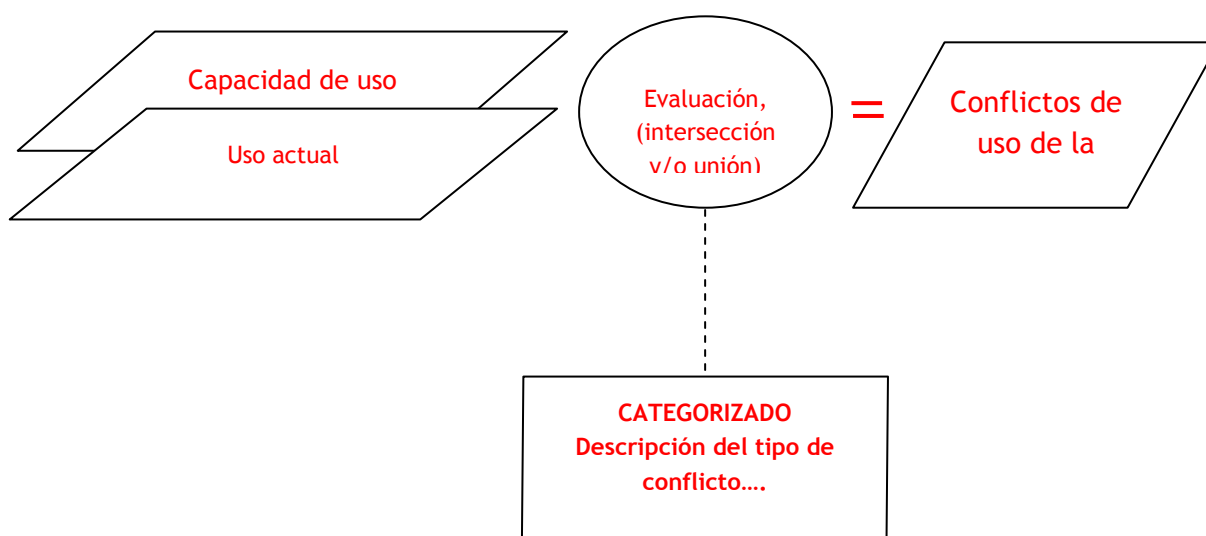
Para hacer la evaluación de cada UEE utilizando el criterio de conflicto de uso, se debe utilizar los temáticos que para este caso son dos: Capacidad de Uso Mayor de las Tierras y Uso Mayor de las Tierras.

- 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 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 12). Integración de los datos para generar el submodelo de Conflictos de Uso. Con los atributos de los mapas de Capacidad de Uso Mayor y el mapa de Uso Actual se va a generar el análisis del conflicto existente.

Cuadro 23: Códigos de los mapas de Capacidad de Uso Mayor que se intersectan con el Uso Actual para dar el Tipo de Conflicto de Uso.

CODIGOS DE CAPACIDAD DE USO MAYOR	CODIGOS DE USO ACTUAL	CODIGO DE CONFLICTO DE USO
5	1, 2, 3, 4	1
2,3	4	2
13, 17	1, 2, 3, 4, 7	3
5, 11, 17	3, 4, 7	4
1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17	1, 2, 3, 4, 5, 7	5



Ejemplo: Matriz para evaluar las UEE con criterio de conflictos de uso

UNIDAD ECOLÓGICA ECONÓMICA (UEE)	CATEGORIA EN MAPA DE CAPACIDAD DE USO MAYOR DE LA TIERRA	CATEGORIA EN MAPA DE USO ACTUAL DE LA TIERRA	CATEGORIA DE CONFLICTO AMBIENTAL
UEE-01	A2sw - C3s	agropecuario	Zona sin conflicto
UEE-02	X e - F2 se	agropecuario	Zona de conflicto por uso agropecuario de asociación de tierras de protección con tierras forestales
UEE-03	Xwi	agropecuario	Zona de conflicto por uso agropecuario de tierras de protección
UEE-04	C3s - P3s - Xwi	Agropecuario	Zona sin conflicto
UEE-05	Xes - F2 se	Agropecuario	Zona de conflicto por uso agropecuario de asociación de tierras de protección con tierras forestales
.....			
UEE-n			

E) 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:

Para el caso de este estudio solamente se han considerado las zonas donde existen centros poblados urbano ya establecidos físicamente y donde las características de los mismos son de zonas planas, sin problemas de erosión o inundación, además que poseen servicios básicos de agua, desagüe, servicio eléctrico; así como infraestructura vial que permite hacer que éstos sean más accesibles a los mercados y a los flujos económicos.

3.2.5.3. Integración de los submodelos y generación de las UEEs

3.2.5.4. Formulación de la propuesta ZEE

El modelamiento o “método de exclusión” es un proceso que ha venido siendo mejorado en los diferentes estudios de ZEE que ha realizado el IIAP y en esta etapa se hace uso interactivo de las diferentes coberturas temáticas, utilizando la información gráfica y tabular. El análisis gráfico y tabular no sería posible de no desarrollar modelos que mediante superposición de coberturas, nos permitan corroborar las hipótesis planteadas y validar el modelo final de ZEE (Cuadro 24).

Modelamiento SIG

Para realizar el modelamiento se debe tener en cuenta el Cuadro 26, donde de manera secuencial se van seleccionando los campos de cobertura UEE que son relevantes para el modelado y su respectiva variable para seguidamente ir llenando los registros en los tres niveles de calificación (Cuadro 25) con los algoritmos respectivos.

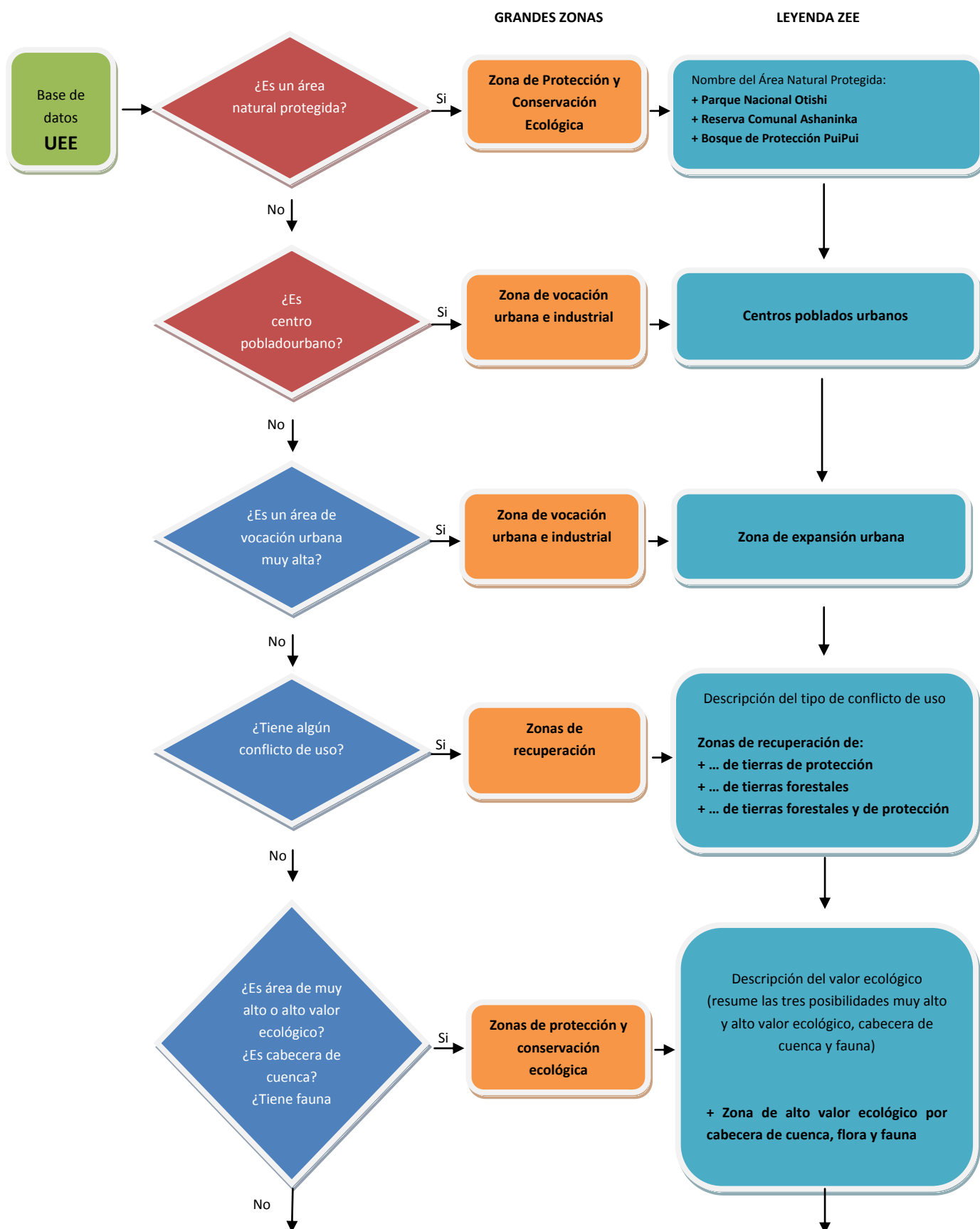
Cuadro 24: Descripción de los campos adicionales necesarios para el modelamiento para de ZEE.

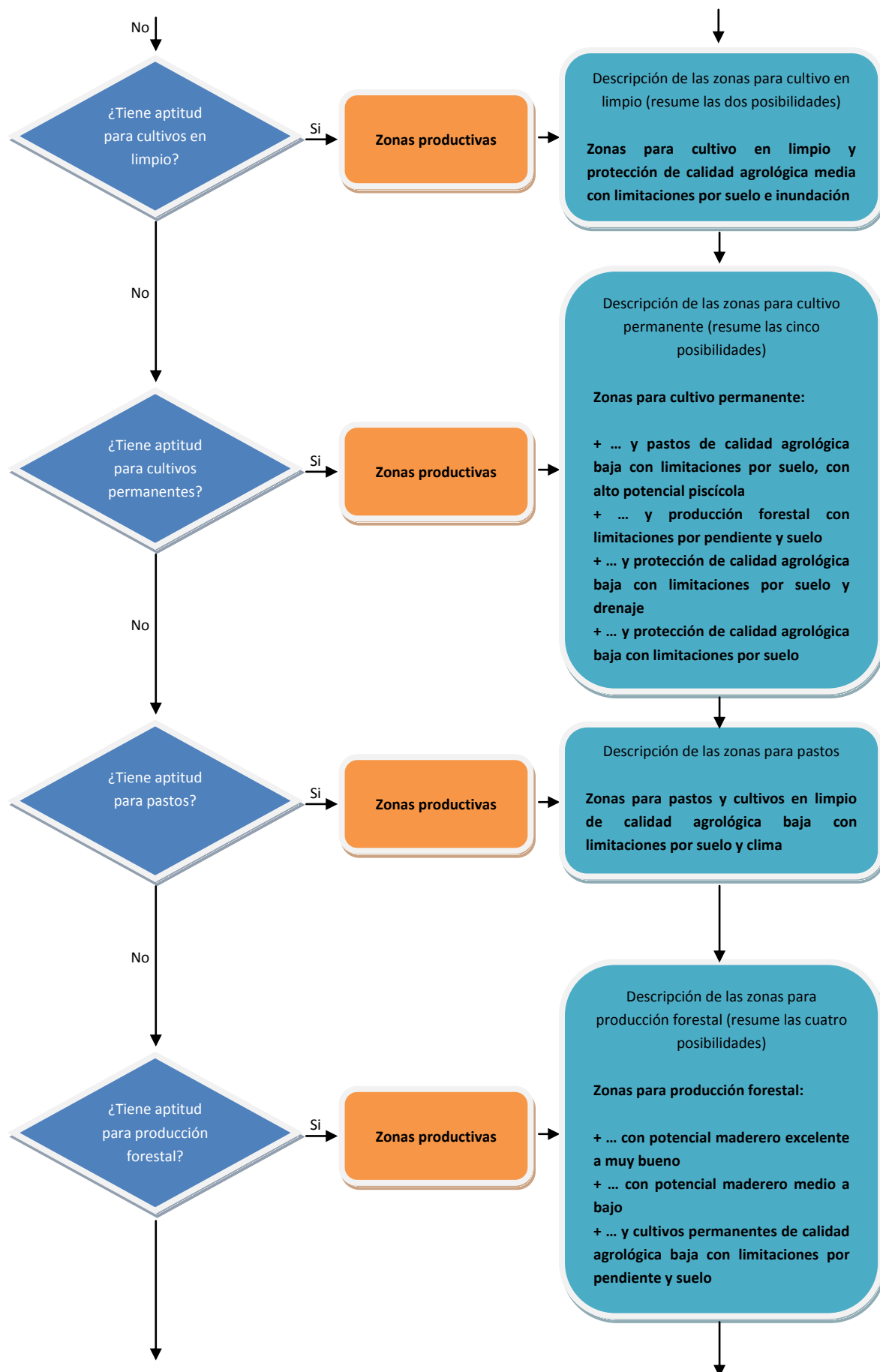
GRANDES ZONAS	ZONAS	ZEE
LEYENDA NIVEL 1 Este nivel contiene los campos o columna con el título de las grandes agrupaciones en la leyenda del mapa ZEE: • Zonas productivas • Zonas de protección y conservación ecológica • Zonas de recuperación • Zona urbana o industrial	LEYENDA NIVEL 2 Este nivel recoge el nombre de los subtítulos de la leyenda del primer nivel en las Zonas productivas: • Zonas de producción agropecuaria • Zonas de producción forestal y otras asociaciones • Zonas para producción pesquera • Otras áreas productivas	LEYENDA NIVEL 3 Este nivel contiene el nombre final de las Zonas Ecológicas Económicas (ZEE), es decir es la desagregación más extendida de la leyenda: • 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...

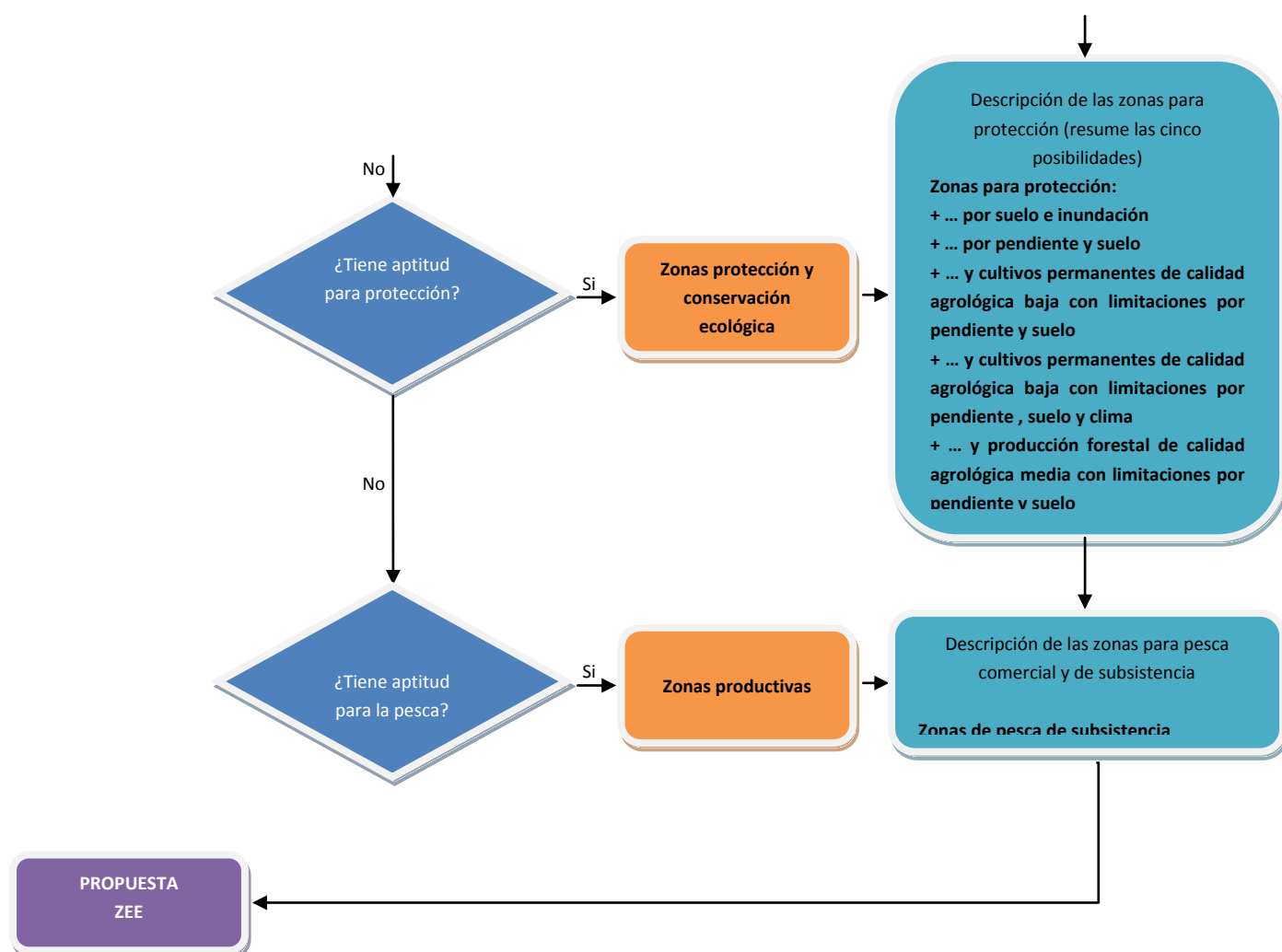
Teóricamente el método de modelamiento de la ZEE por exclusión utiliza solamente algunos campos de la base de datos del mapa UEE. En ese sentido se debe seleccionar solamente estos campos.

Mediante un diagrama de flujo se puede seguir los pasos que se siguen para construir la propuesta de ZEE mediante el método de exclusión selectiva (Cuadro 25):

Diagrama de flujos para la formulación de la ZEE mediante el método de exclusión selectiva.







LEYENDA





Cuadro 25: Secuencia de selección sucesiva para la formulación de ZEE (Método de Exclusión Selectiva).

CAMPOS DE LA COBERTURA UEE RELEVANTES PARA EL MODELAMIENTO ZEE	ATRIBUTOS QUE DEBE CUMPLIR EL CAMPO SELECCIONADO	NIVEL 1 GRANDES ZONAS (gran_zona)	NIVEL 2 ZONAS (SUB TITULOS) (zonas)	NIVEL 3 ZEE (zee)	CODIFICACIÓN LEYENDA (zeecode)	ALGORITMO
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 Otishi Reserva Comunal Ashaninka Bosque de Protección PuiPui	13 14 15	Seleccionar las ANPs y reemplazar el campo zee con los nombres de ANPs.
Expansión urbana y/o Industrial	Centros poblados urbanos	Zona de vocación urbano industrial	Zona de vocación urbano industrial	Centros poblados urbanos	26	Seleccionar todos los polígonos o UEEs que representen centros poblados urbanos.
	Muy alto	Zona de vocación urbano industrial	Zona de vocación urbano industrial	Zonas de expansión urbana y/o industrial	25	Seleccionar todos los polígonos con vocación urbano industrial alta que no hayan sido seleccionados previamente como ANPs.
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	22	Seleccionar todos los polígonos con vocación para protección con usos agropecuario que no hayan sido previamente seleccionados como ANPs, vocación urbano y/o industrial muy alto, así como centros poblados urbanos.
	Zonas de conflicto por uso agropecuario de tierras forestales	Zona de recuperación	Zona de recuperación	Zonas de recuperación de tierras forestales	23	Seleccionar todos los polígonos de vocación forestal con uso agropecuario que no hayan sido previamente seleccionados como ANPs, vocación urbano y/o industrial muy alto, así como centros poblados urbanos.
	Zonas de conflicto por uso agropecuario de asociación de tierras de protección y forestal	Zona de recuperación	Zona de recuperación	Zonas de recuperación de tierras forestales y de protección	24	Seleccionar todos los polígonos de vocación forestal y protección con uso agropecuario que no hayan sido previamente seleccionados como ANPs, vocación urbano y/o industrial muy alto, así como centros poblados urbanos.
Valor Ecológico, Cabecera de Cuenca y Fauna abundante	Muy alto y alto valor ecológico Cabecera de Cuenca Fauna (Bosque primario intacto)	Zona de protección y conservación ecológica	Zona de protección y conservación ecológica	Zonas de alto valor ecológico por cabecera de cuenca, flora y fauna	16	Seleccionar todos los polígonos de “muy alto” y “alto” valor ecológico que no hayan sido previamente seleccionados como ANPs, vocación urbano y/o industrial muy alto, centros poblados urbanos y las zonas con conflictos de uso.
	Cultivos en limpio: + ... de calidad agrológica media con limitaciones por	Zonas productivas	Zonas para cultivo en limpio	Zona para cultivo en limpio y protección de calidad agrológica	1	Seleccionar todas los polígonos para cultivos en limpio que no hayan sido previamente seleccionados como ANPs, vocación urbano y/o industrial muy alto, centros poblados urbanos, las zonas con

CAMPOS DE LA COBERTURA UEE RELEVANTES PARA EL MODELAMIENTO ZEE	ATRIBUTOS QUE DEBE CUMPLIR EL CAMPO SELECCIONADO	NIVEL 1 GRANDES ZONAS (gran_zona)	NIVEL 2 ZONAS (SUB TITULOS) (zonas)	NIVEL 3 ZEE (zee)	CODIFICACIÓN LEYENDA (zeecode)	ALGORITMO
	suelo e inundación + ... de calidad agrológica media, asociadas con tierras de protección con limitaciones por suelo e inundación			media, con limitaciones por suelo e inundación		conflictos de uso y las zonas de muy alto, alto valor ecológico, las cabeceras de cuenca y las zonas con presencia de fauna
	Cultivos permanentes: + ... asociados con pastos de calidad agrológica baja con limitaciones por suelo, con alto potencial piscícola	Zonas productivas	Zonas para cultivo permanente	+ ... y pastos de calidad agrológica baja con limitaciones por suelo, con alto potencial piscícola.	2	Seleccionar todos los polígonos para cultivos permanentes que no hayan sido previamente seleccionados como ANPs, vocación urbano y/o industrial muy alto, centros poblados urbanos, las zonas con conflictos de uso y las zonas de muy alto, alto valor ecológico, las cabeceras de cuenca, las zonas con presencia de fauna y cultivos en limpio.
	Cultivos permanentes: + ... asociados con tierras para producción forestal con limitaciones por pendiente y suelo	Zonas productivas	Zonas para cultivo permanente	+ ... y producción forestal con limitaciones por pendiente y suelo	3	Seleccionar todos los polígonos para cultivos permanente que no hayan sido previamente seleccionados como ANPs, vocación urbano y/o industrial muy alto, centros poblados urbanos, las zonas con conflictos de uso y las zonas de muy alto, alto valor ecológico, las cabeceras de cuenca, las zonas de presencia de fauna y cultivos en limpio y el cultivo permanente ya seleccionado
	Cultivos permanentes: + ... de calidad agrológica baja, asociados con tierras de protección con limitaciones por suelo y drenaje	Zonas productivas	Zonas para cultivo permanente	Zonas para cultivo permanente: + ... y protección de calidad agrológica baja con limitaciones por suelo y drenaje.	4	Seleccionar todos los polígonos para cultivos permanente que no hayan sido previamente seleccionados como ANPs, vocación urbano y/o industrial muy alto, centros poblados urbanos, las zonas con conflictos de uso y las zonas de muy alto, alto valor ecológico, las cabeceras de cuenca, las zonas de presencia de fauna y cultivos en limpio y el cultivo permanente ya seleccionado
	Cultivos permanentes: + ... de calidad agrológica baja, asociados con tierras de protección con limitaciones por suelo	Zonas productivas	Zonas para cultivo permanente	+ ... y protección de calidad agrológica baja con limitaciones por suelo.	5	Seleccionar todas los polígonos para cultivos permanente que no hayan sido previamente seleccionados como ANPs, vocación urbano y/o industrial muy alto, centros poblados urbanos, las zonas con conflictos de uso y las zonas de muy alto, alto valor ecológico, las cabeceras de cuenca, las zonas de presencia

CAMPOS DE LA COBERTURA UEE RELEVANTES PARA EL MODELAMIENTO ZEE	ATRIBUTOS QUE DEBE CUMPLIR EL CAMPO SELECCIONADO	NIVEL 1 GRANDES ZONAS (gran_zona)	NIVEL 2 ZONAS (SUB TITULOS) (zonas)	NIVEL 3 ZEE (zee)	CODIFICACIÓN LEYENDA (zeecode)	ALGORITMO
						de fauna y cultivos en limpio y el cultivo permanente ya seleccionado
	Cultivos permanentes: + ... de calidad agrológica baja, asociados con tierras de protección con limitaciones por pendiente y suelo	Zonas productivas	Zonas para cultivo permanente	+ ... y protección de calidad agrológica baja con limitaciones por pendiente y suelo.	6	Seleccionar todas los polígonos para cultivos permanente que no hayan sido previamente seleccionados como ANPs, vocación urbano y/o industrial muy alto, centros poblados urbanos, las zonas con conflictos de uso y las zonas de muy alto, alto valor ecológico, las cabeceras de cuenca, las zonas de presencia de fauna y cultivos en limpio y el cultivo permanente ya seleccionado
	Pastos: + ... y cultivos en limpio de calidad agrológica baja con limitaciones por suelo y clima	Zonas productivas	Zonas para manejo de pastos	Zonas para Pastos: + ... y cultivos en limpio de calidad agrológica baja con limitaciones por suelo y clima	7	Seleccionar todas los polígonos para pastos que no hayan sido previamente seleccionados como ANPs, vocación urbano y/o industrial muy alto, centros poblados urbanos, las zonas con conflictos de uso y las zonas de muy alto, alto valor ecológico, las cabeceras de cuenca, las zonas de presencia de fauna, cultivos en limpio y cultivos permanente
	Producción Forestal: + ... con potencial maderero muy bueno + ... con potencial maderero excelente	Zonas productivas	Zonas para producción forestal y otras asociaciones	Zonas para producción forestal: + ... con potencial maderero excelente a muy bueno	8	Seleccionar todas los polígonos para producción forestal que no hayan sido previamente seleccionados como ANPs, vocación urbano y/o industrial muy alto, centros poblados urbanos, las zonas con conflictos de uso y las zonas de muy alto, alto valor ecológico, las cabeceras de cuenca, las zonas de presencia de fauna, cultivos en limpio, cultivos permanente y pastos
	Producción Forestal: + ... con potencial maderero medio a bajo	Zonas productivas	Zonas para producción forestal y otras asociaciones	+ ... con potencial maderero medio a bajo	9	Seleccionar todas los polígonos para producción forestal que no hayan sido previamente seleccionados como ANPs, vocación urbano y/o industrial muy alto, centros poblados urbanos, las zonas con conflictos de uso y las zonas de muy alto, alto valor ecológico, las cabeceras de cuenca, las zonas de presencia de fauna, cultivos en limpio, cultivos permanente, pastos y producción forestal ya seleccionado

CAMPOS DE LA COBERTURA UEE RELEVANTES PARA EL MODELAMIENTO ZEE	ATRIBUTOS QUE DEBE CUMPLIR EL CAMPO SELECCIONADO	NIVEL 1 GRANDES ZONAS (gran_zona)	NIVEL 2 ZONAS (SUB TITULOS) (zonas)	NIVEL 3 ZEE (zee)	CODIFICACIÓN LEYENDA (zeecode)	ALGORITMO
Aptitud productiva	Producción Forestal: + ... asociados con tierras para cultivo permanente de calidad agrológica baja con limitaciones por pendiente y suelo	Zonas productivas	Zonas para producción forestal y otras asociaciones	+ ... y cultivo permanente de calidad agrológica baja con limitaciones por pendiente y suelo	10	Seleccionar todas los polígonos para producción forestal que no hayan sido previamente seleccionados como ANPs, vocación urbano y/o industrial muy alto, centros poblados urbanos, las zonas con conflictos de uso y las zonas de muy alto, alto valor ecológico, las cabeceras de cuenca, las zonas de presencia de fauna, cultivos en limpio, cultivos permanente, pastos y producción forestal ya seleccionado
	Producción Forestal: + ... asociados con tierras para protección con limitaciones por pendiente y suelo	Zonas productivas	Zonas para producción forestal y otras asociaciones	+ ... y protección con limitaciones por pendiente y suelo	11	Seleccionar todas los polígonos para producción forestal que no hayan sido previamente seleccionados como ANPs, vocación urbano y/o industrial muy alto, centros poblados urbanos, las zonas con conflictos de uso y las zonas de muy alto, alto valor ecológico, las cabeceras de cuenca, las zonas de presencia de fauna, cultivos en limpio, cultivos permanente, pastos y producción forestal ya seleccionado
	Protección: + ... por suelo e inundación	Zona de protección y conservación ecológica	Zona de protección y conservación ecológica	Zonas de protección. + ... por suelo e inundación	17	Seleccionar todas los polígonos para protección que no hayan sido previamente seleccionados como ANPs, vocación urbano y/o industrial muy alto, centros poblados urbanos, las zonas con conflictos de uso y las zonas de muy alto, alto valor ecológico, las cabeceras de cuenca, las zonas de presencia de fauna, cultivos en limpio, cultivos permanente, pastos y producción forestal
	Protección: + ... por pendiente y suelo	Zona de protección y conservación ecológica	Zona de protección y conservación ecológica	+ ... por pendiente y suelo	18	Seleccionar todas los polígonos para protección que no hayan sido previamente seleccionados como ANPs, vocación urbano y/o industrial muy alto, centros poblados urbanos, las zonas con conflictos de uso y las zonas de muy alto, alto valor ecológico, las cabeceras de cuenca, las zonas de presencia de fauna, cultivos en limpio, cultivos permanente, pastos, producción forestal y protección ya seleccionado

CAMPOS DE LA COBERTURA UEE RELEVANTES PARA EL MODELAMIENTO ZEE	ATRIBUTOS QUE DEBE CUMPLIR EL CAMPO SELECCIONADO	NIVEL 1 GRANDES ZONAS (gran_zona)	NIVEL 2 ZONAS (SUB TITULOS) (zonas)	NIVEL 3 ZEE (zee)	CODIFICACIÓN LEYENDA (zeecode)	ALGORITMO
	Protección: + ... por pendiente, asociado con cultivos permanentes de calidad agrológica baja con limitaciones por pendiente y suelo	Zona de protección y conservación ecológica	Zona de protección y conservación ecológica	+ ... y cultivo permanente de calidad agrológica baja con limitaciones por pendiente y suelo	19	Seleccionar todas los polígonos para protección que no hayan sido previamente seleccionados como ANPs, vocación urbano y/o industrial muy alto, centros poblados urbanos, las zonas con conflictos de uso y las zonas de muy alto, alto valor ecológico, las cabeceras de cuenca, las zonas de presencia de fauna, cultivos en limpio, cultivos permanente, pastos, producción forestal y protección ya seleccionado
	Protección: + ... por pendiente, asociado con cultivos permanentes de calidad agrológica baja con limitaciones por pendiente, suelo y clima	Zona de protección y conservación ecológica	Zona de protección y conservación ecológica	+ ... y cultivo permanente de calidad agrológica baja con limitaciones por pendiente, suelo y clima	20	Seleccionar todas los polígonos para protección que no hayan sido previamente seleccionados como ANPs, vocación urbano y/o industrial muy alto, centros poblados urbanos, las zonas con conflictos de uso y las zonas de muy alto, alto valor ecológico, las cabeceras de cuenca, las zonas de presencia de fauna, cultivos en limpio, cultivos permanente, pastos, producción forestal y protección ya seleccionado
	Protección: + ... por pendiente y suelo, asociado con producción forestal de calidad agrológica media con limitaciones por pendiente y suelo	Zona de protección y conservación ecológica	Zona de protección y conservación ecológica	+ ... y producción forestal de calidad agrológica media con limitaciones por pendiente y suelo	21	Seleccionar todas los polígonos para protección que no hayan sido previamente seleccionados como ANPs, vocación urbano y/o industrial muy alto, centros poblados urbanos, las zonas con conflictos de uso y las zonas de muy alto, alto valor ecológico, las cabeceras de cuenca, las zonas de presencia de fauna, cultivos en limpio, cultivos permanente, pastos, producción forestal y protección ya seleccionado
	Pesca de subsistencia	Zonas productivas	Zonas para producción pesquera	Zona de pesca de subsistencia	12	Seleccionar las zonas de aptitud para pesca de subsistencia. Cuerpos de agua polígonos

3.2.5.4. 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.

Los tipos de uso se determinan de acuerdo a las características propias del área de estudio y en un taller con los especialistas que han elaborado los mapas.

TIPOS DE USO	
●	AGRICULTURA ANUAL
◐	AGRICULTURA PERENNE
◑	GANADERIA
○	APROVECHAMIENTO FORESTAL
◐	APROVECHAMIENTO DE PRODUCTOS NO MADERABLES
◑	AGROFORESTERIA
◐	AGROSILVOPASTURA
■	PESCA DE SUBSISTENCIA
■	PESCA COMERCIAL
○	ACUICULTURA
●	TURISMO
◐	ACTIVIDAD MINERA
●	CONSERVACION
●	REFORESTACION
◐	CAZA DE SUBSISTENCIA
●	INVESTIGACION
○	INFRAESTRUCTURA VIAL
○	INFRAESTRUCTURA URBANO INDUSTRIAL
◐	ACTIVIDAD PETROLERA

IV. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- BUZAI, E. 2000. La Exploración Geodigital. 1ª. ed. Buenos Aires : Sud América. 179 pp.
- CHUVIECO, E. 1996. Fundamentos de Teledetección Espacial. 3ª . ed. Madrid: Rialp S.A. 568 pp.
- CHUVIECO, E. 2002. Teledetección Ambiental. La observación de la Tierra desde el Espacio. 1ª .ed. Madrid: HUROPÉ S.L. 586 pp.
- ERDAS Inc. 1999. Field Guide. 5a ed. Atlanta: ERDAS Inc. 292 pp.
- ERDAS Inc. 1999. Tour Guide. 5a. ed. Atlanta: ERDAS Inc. 290 pp.
- ESRI Inc.1990. Understanding GIS.The ARC/INFO Method.Self-study workbook. 1a. ed. Redlands: ESRI Inc. 540 pp.
- ESRI Inc. PC ARC/INFO. 1994. Command References. 4a. ed. Redlands: ESRI Inc. 852 pp.
- ESRI Inc. ARCVIEW GIS. 1996. Using ArcView GIS. 1a. ed. Redlands: ESRI Inc. 350 pp.
- FACHIN, L.; F. RODRIGUEZ, F. y L. LIMACHI. 2006. Módulos de práctica para el curso de Ordenamiento Ambiental. Versión 3.0. Iquitos. 113 pp.
- IIAP. 1997. Zonificación de Bosques del Departamento de San Martín. 1ª. ed. Iquitos.
- IIAP - BIODAMAZ. 2004. 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. 120 pp.
- IIAP - GOBIERNO REGIONAL DE SAN MARTÍN. 2009. 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. 208 pp.
- IIAP - CONSEJO TRANSITORIO DE ADMINISTRACIÓN REGIONAL DE MADRE DE DIOS. 2001. Propuesta de Zonificación Ecológica Económica como base para el Ordenamiento Territorial. Madre de Dios camino al desarrollo sostenible. 1ª. ed. Lima: Impresiones C.E.T.A. 135 pp.
- IIAP - GOBIERNO REGIONAL DE UCAYALI.2003. Propuesta de Zonificación Ecológica Económica de la Cuenca del Río Aguaytía. 1ª.ed. Lima: FIMART S.A.C. 125 pp.

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

INRENA.1995. Guía Explicativa del Mapa Forestal. 1ª. ed. Lima.

INRENA. 1995. Ecológico del Perú. Guía Explicativa. 1ª. ed. Lima.

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

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

TCA. 1994. 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. 382 pp.

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

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

USGS. Imágenes satelitales Landsat. Disponible en:
<http://www.imagenesgeograficas.com/Landsat.html> Fecha de consulta 02 de junio de 2010.

ANEXOS

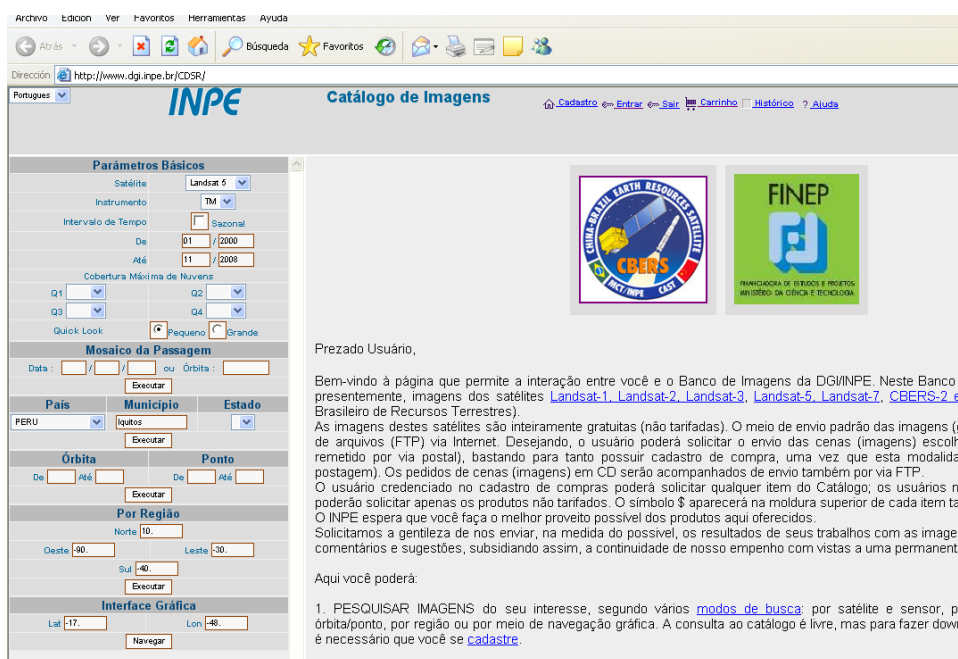
ANEXO 01

Adquisición de Imágenes de Satélite Landsat (INPE - BRASIL)

Para adquirir imágenes Landsat se tiene que llenar el formato que a continuación se muestra. En nuestro caso trabajamos con imágenes del satélite Landsat 5 y el sensor TM, las cuales fueron proporcionadas en formato GEOTIFF, la adquisición fue mediante la compra al Instituto Nacional de Pesquisas Espaciales (INPE) de Brasil, el costo de cada escena fue de 100 Reales.

Formulário de Pedidos de Imagens LANDSAT								
Recebido em:	___/___/___		Não preencha os campos sublinhados. Uso interno.			Número de controle:		
Aceito em:	___/___/___					Referência:		
Empresa: Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP)						CNPJ:		
Nome: Francisco Reátegui Reátegui						CPF:		
Endereço: Av. Abelardo Quiñones s/n Km. 2.5 Iquitos, Maynas, Loreto, Perú.								
Telefone: 051(65)26-3641			Ramal:		Projeto/PT (Interno): Z. E. E			
Fax: 051 (65) 26-5527			E-mail para contacto: freategui@iiap.org.pe					
Endereço para remessa: Av. Abelardo Quiñones s/n Km. 2.5 Iquitos, Maynas, Loreto, Perú.								
Tipo de usuário:	Interno ()	Particular ()	E. Pública ()	E. Privada ()	Universidade ()	Estrangeiro (X)	ONG ()	Fomentador ()
Área de atuação:								
Item	Base/Ponto	Data/Passagem	Formato	Mídia	Landsat	Valor (R\$)	Order/Arquivo	
1	2/68	2007-07-31	GEOTIFF		TM5			
2	2/69	2007-07-31	GEOTIFF		TM5			
3	3/67	2007-08-23	GEOTIFF		TM5			
4	3/68	2007-08-23	GEOTIFF		TM5			
11	5/64	2007-08-21	GEOTIFF		TM5			
12	5/66	2007-08-21	GEOTIFF		TM5			
Total desta folha (R\$):								
Total geral (R\$):								
Observações adicionais:								
Termo de compromisso: Declaro estar de acordo com as Condições de Fornecimento para distribuição de imagens de satélites pela FUNCATE.								
Data: _17_/ _04_/ _2008_ Assinatura e carimbo:								

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 02

- *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 (*MatchingOption*) 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 *Matchingmethod* se selecciona *OverlapAreas*, 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 cutlineexist* 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.

ANEXO 03. Atributos del mapa de Geología.

GEOLCODE	DESCRIPCIÓN DEL MAPA DE GEOLOGÍA
1	Depósitos aluviales recientes
2	Depósitos aluvialesubrecientes
3	Depósitos aluviales Pleistocénicos
4	Formación Satipo
5	Formación Río Picha
6	Formación Ipururo
7	Formación Chambira
8	Formación Yahuarango
9	Formación Chonta
10	Grupo Oriente
11	Grupo Pucará
12	Formación Ene - Río Tambo
13	Grupo Copacabana
14	Plutones de granodioritas y tonalitas
15	Grupo Tarma
16	Plutones de granitos y monzogranitos
17	Grupo Ambo
18	Grupo Cabanillas
19	Grupo San José
20	Complejo Marañón
21	Depósitos glaciáricos
99	Cuerpos de agua

ANEXO 04. Atributos del mapa de Fisiografía.

FISIOCODE	DESCRIPCIÓN DEL MAPA DE FISIOGRAFIA	
1	Montañas altas Laderas empinadas	Relieve Montañoso (Cordillera Oriental)
2	Montañas altas Laderas muy empinadas	Relieve Montañoso (Cordillera Oriental)
3	Montañas altas Laderas empinadas	Relieve Montañoso (Cordillera Oriental)
4	Montañas altas Laderas muy empinadas	Relieve Montañoso (Cordillera Oriental)
5	Montañas altas Laderas extremadamente empinadas	Relieve Montañoso (Cordillera Oriental)
6	Montañas bajas Laderas moderadamente empinadas	Relieve Montañoso y Colinado (Cordillera Subandina)
7	Montañas bajas Laderas empinadas	Relieve Montañoso (Cordillera Oriental)
8	Montañas bajas Laderas muy empinadas	Relieve Montañoso (Cordillera Oriental)
9	Montañas bajas Laderas extremadamente empinadas	Relieve Montañoso (Cordillera Oriental)
10	Colinas altas Ligera a moderadamente disectadas	Llanura aluvial de los ríos Ene y Perene
11	Colinas altas Fuertemente disectadas	Relieve Montañoso (Cordillera Oriental)
12	Colinas bajas Ligera a moderadamente disectadas	Llanura aluvial de los ríos Ene y Perene
13	Valle intramontano Drenaje imperfecto a pobre	Llanura aluvial del ríos Tambo y afluentes
14	Talud	Relieve Montañoso (Cordillera Oriental)
15	Montañas altas Laderas moderadamente empinadas	Llanura aluvial de los ríos Ene y Perene
16	Montañas altas Laderas empinadas	Relieve Montañoso (Cordillera Oriental)
17	Montañas altas Laderas muy empinadas	Relieve Montañoso (Cordillera Oriental)
18	Montañas altas Laderas extremadamente empinadas	Relieve Montañoso (Cordillera Oriental)
19	Montañas bajas Laderas moderadamente empinadas	Relieve Montañoso (Cordillera Subandina)
20	Montañas bajas Laderas empinadas	Relieve Montañoso (Cordillera Oriental)
21	Montañas bajas Laderas muy empinadas	Relieve Montañoso y Colinado (Cordillera Subandina)
22	Montañas bajas Laderas extremadamente empinadas	Relieve Montañoso y Colinado (Cordillera Subandina)
23	Altillanura Peniplanicie ligeramente disectada	Relieve plano-ondulado
24	Altillanura Peniplanicie fuertemente disectada	Llanura aluvial del ríos Tambo y afluentes
25	Abanico Terraza ligeramente disectada Anbanico Terraza	Relieve colinado

26	Abanico Terraza moderada a fuertemente disectada Anbanico Terraza	Relieve plano-ondulado
27	Abanico Terraza Ligera a moderadamente disectada	Relieve colinado
28	Colinas altas Fuertemente disectada	Relieve Montañoso y Colinado (Cordillera Subandina)
29	Colinas bajas Ligera a moderadamente disectada	Relieve Montañoso (Cordillera Subandina)
30	Terrazas altas Ligera a moderadamente disectadas	Relieve colinado
31	Talud	Relieve Montañoso y Colinado (Cordillera Subandina)
32	Playas, playones o bancos de arena playas, playones o bancos de arena	Relieve Montañoso y Colinado (Cordillera Subandina)
33	Islas	Relieve Montañoso y Colinado (Cordillera Subandina)
34	Terrazas bajas Drenaje bueno a moderado	Relieve Montañoso y Colinado (Cordillera Subandina)
35	Montañas bajas Laderas moderadamente empinadas	Relieve Montañoso (Cordillera Subandina)
36	Montañas bajas Laderas empinadas	Relieve Montañoso y Colinado (Cordillera Subandina)
37	Montañas bajas Laderas muy empinadas	Relieve Montañoso y Colinado (Cordillera Subandina)
40	Terrazas bajas Drenaje bueno a moderado	Relieve Montañoso y Colinado (Cordillera Subandina)
41	Islas	Relieve Montañoso y Colinado (Cordillera Subandina)
42	Playas, playones o bancos de arena playas, playones o bancos de arena	Relieve Montañoso y Colinado (Cordillera Subandina)
43	Terrazas bajas Drenaje bueno a moderado	Relieve Montañoso y Colinado (Cordillera Subandina)
44	Terrazas medias Drenaje bueno a moderado	Relieve colinado
45	Terrazas altas Ligera a moderadamente disectadas	Relieve colinado
46	Terrazas altas Fuertemente disectada	Relieve plano-ondulado
47	Talud	Relieve Montañoso y Colinado (Cordillera Subandina)
48	Colinas bajas Lomadas	Relieve plano-ondulado
49	Colinas bajas Ligera a moderadamente disectadas	Llanura aluvial de los ríos Ene y Perene
50	Colinas bajas Fuertemente disectadas	Relieve Montañoso y Colinado (Cordillera Subandina)
51	Colinas altas Moderadamente disectadas	Llanura aluvial del ríos Tambo y afluentes
52	Colinas altas Fuertemente disectadas	Relieve Montañoso y Colinado (Cordillera Subandina)
99	Cuerpos de agua	

ANEXO 05. Atributos del mapa de Suelos.

SUELOCODE	SERIE DEL SUELO	SOIL TAXON
1	Calabaza	LithicUdorthents
2	Calera I	LithicUdorthents
3	Calera II	LithicUstorthents
4	Nipon I	LithicUdorthents
5	Canuja	LithicUdorthents
6	Betania	LithicUdorthents
7	Ca±a Brava	TypicUdifluvents
8	Ricardo Palma	TypicDystrudepts
9	Capirushiari	TypicDystrudepts
10	Naranja	TypicDystrudepts
11	Monterrico	TypicEutrudepts
12	Cutivirene	TypicDystrudepts
13	Avispa	TypicDystrudepts
14	Guaba	TypicDystrudepts
15	Colina	TypicDystrudepts
16	Samairéne	TypicDystrudepts
17	Cushiréne	TypicDystrudepts
18	Ratteri	TypicDystrudepts
19	Llaylla	TypicEutrudepts
20	Anapati	TypicEutrudepts
21	Calitus	LithicEutrudepts
22	Palta	FluventicEutrudepts
23	Shicapaja	TypicPaleudults
24	Pacales	TypicPaleudults
25	Colinas Rojas	TypicPaleudults
26	Nipon I - Calera I	LithicUdorthents - LithicUdorthents
27	Toldo Pampa - Papa	LithicUdorthents - LithicUdorthents
28	Mango - Piña	LithicUdorthents - TypicDystrudepts
29	Granados - Charcal	LithicUdorthents - TypicEpiaquepts
30	Richiare - San Pascual	TypicDystrudepts - TypicDystrudepts
31	Buenos Aires - Mango	TypicDystrudepts - LithicUdorthents
32	Noni - Esmeralda	TypicDystrudepts - LithicEutrudepts
33	Samaniato - Calera II	LithicHaplustepts - LithicUstorthents
34	Colina - Colina Roja	TypicDystrudepts - TypicPaleudults
35	Pacales - Colina	TypicPaleudults - TypicDystrudepts
36	Pacales - Shicapaja	TypicPaleudults - TypicPaleudults
37	Misceláneo	Misceláneo
99	Cuerpos de agua	

ANEXO 06. Atributos del mapa de Capacidad de Uso Mayor de las Tierras.

CAPUCODE	SIMBOLOGIA CAPACIDAD DE USO MAYOR
1	A2si
2	F2s
3	F2es
4	Xsi
5	Xes
6	A2si - Xsi
7	C3s - P3s
8	C3es - F2es
9	C3s - Xs
10	C3s - Xsw
11	C3es - Xes
12	F2es - C3es
13	F2es - Xes
14	P3sc - A2sc
15	Xes - C3es
16	Xes - C3esc
17	Xes - F2es
99	Cuerpos de agua

ANEXO 07. Atributos del mapa de Clima.

CLIMACODE	SIMBOLOGIA	DESCRIPCIÓN DE CLIMA
1	C1s2 A'a'	Semi seco y cálido; déficit grande de agua en invierno
2	B2r B'4 a'	Moderadamente húmedo y semi cálido; déficit pequeño de agua
3	B3r B'4 a'	húmedo y semi cálido; déficit pequeño de agua
4	B2w B'4 a'	Moderadamente húmedo y semi cálido; déficit moderado de agua en invierno
5	B3r B'2 a'	húmedo y templado frío; déficit pequeño de agua en invierno
6	B4r B'1 a'	Muy húmedo y semi frígido; sin déficit de agua
7	B4r A'a'	Muy húmedo y cálido; déficit pequeño de agua
8	B3r B'1 a'	húmedo y semi frígido; déficit pequeño de agua
9	B1w C'1 a'	húmedo y frígido; déficit de agua moderado en invierno

ANEXO 08. Atributos del mapa de Vegetación.

VEGETCODE	DESCRIPCIÓN DE VEGETACIÓN
1	Bosques de colinas intermontanas
2	Bosques de colinas subandinas (amazónicas)
3	Bosques de montañas andinas (Cordillera Oriental)
4	Bosques de montañas subandinas (amazónicas)
5	Bosques siempreverde de colinas (amazónicas)
6	Bosques de colinas de la cordillera andina (Oriental)
7	Bosques de piedemonte andino (Cordillera Oriental)
8	Bosques de piedemonte subandino (Perené)
9	Bosques de piedemonte subandino (amazónicos)
10	Bosques de planicies de la cordillera oriental (Perené)
11	Bosques de planicies inundables del Tambo (amazónicas)
13	Bosques siempreverde de planicies Tambo (amazónicas)
14	Bosques subxerofíticos del Ene y Perené
15	Complejo de comunidades sucesionales riparias de aguas blancas del Perené, Ene y Tambo
16	Comunidades densas de bambúes o pacales densos de piedemonte subandinos (amazónicas)
17	Comunidades densas de bambúes o pacales densos en colinas (amazónicas)
18	Comunidades densas de bambúes o pacales densos en planicies (amazónicas)
19	Comunidades densas de bambúes o pacales densos subandinos (amazónicas)
20	Comunidades mixtas de bambúes o pacales mixtos de piedemonte subandinos (amazónicas)
21	Comunidades mixtas de bambúes o pacales mixtos en colinas (amazónicas)
22	Comunidades mixtas de bambúes o pacales mixtos en colinas subandinas (amazónicas)
23	Comunidades mixtas de bambúes o pacales mixtos en montañas subandinas (amazónicas)
24	Comunidades mixtas de bambúes o pacales mixtos en planicies (amazónicas)
25	Comunidades mixtas de bambúes o pacales mixtos en planicies inundables amazónicas
26	Comunidades mixtas de bambúes o pacales mixtos subandinos (amazónicas)
27	Matorrales y herbazales en montañas andinas
28	Pajonales andinos
99	Cuerpos de agua
100	Deforestación

ANEXO 09. Atributos del mapa Forestal.

FORESCODE	DESCRIPCIÓN DEL MAPA FORESTAL	TIPOS DE BOSQUE
1	Bosque Húmedo de Terrazas bajas inundables	Bosque puro
2	Bosque Húmedo de Terrazas medias	Bosque puro
3	Bosque Húmedo de Terrazas altas	Bosque puro
4	Bosque Húmedo de Colinas bajas ligera y moderadamente disectadas	Bosque puro
5	Bosque Húmedo de Colinas altas ligera y moderadamente disectadas	Bosque puro
6	Bosque Húmedo de Colinas altas fuertemente disectadas	Bosque puro
7	Bosque Húmedo de Montañas bajas moderadamente empinadas	Bosque puro
8	Bosque Húmedo de Montañas bajas empinadas	Bosque puro
9	Bosque Húmedo de Montañas altas	Bosque puro
10	Bosque Húmedo con Paca de Terrazas medias	Pacal puro
11	Bosque Húmedo con Paca de Terrazas altas	Pacal puro
12	Bosque Húmedo con Paca de Colinas bajas ligera y moderadamente disectadas	Pacal puro
13	Bosque Húmedo con Paca de Colinas bajas fuertemente disectadas	Pacal puro
14	Bosque Húmedo con Paca de Colinas altas ligera y moderadamente disectadas	Pacal puro
15	Bosque Húmedo con Paca de Colinas altas fuertemente disectadas	Pacal puro
16	Bosque Húmedo con Paca de Montañas altas	Pacal puro
17	Bosque Húmedo con Paca de Montañas bajas empinadas	Pacal puro
18	Pacal Húmedo de Terrazas medias	Pacal puro
19	Pacal Húmedo de Colinas bajas ligera y moderadamente disectadas	Pacal puro
20	Pacal Húmedo de Colinas altas fuertemente disectadas	Pacal puro
21	Pacal de Montañas bajas empinadas	Pacal puro
22	Bosque Sub humedo de Valle Intramontano	Otras areas
23	Matorral	Otras areas
24	Pajonales alto andinos	Otras areas
25	Playas, playones o bancos de arena	Otras areas
99	Cuerpos de agua	Otras areas
100	Areas intervenidas - Deforestación	Otras areas

ANEXO 10. Atributos del mapa de Fauna.

CUENCACODE	DESCRIPCIÓN DE CABECER DE CUENCA
10	Cabecera de cuenca
20	No cabecera de cuenca

ANEXO 11. Atributos del mapa de Cabecera de Cuencas Hidrográficas.

FAUNACODE	DESCRIPCION DE FAUNA
1	Bosque primario intacto
2	Bosque primario alterado
3	Bosque primario muy alterado asociado con bosque secundario
4	Bosque residual asociado con purmas, chacras y pastizales
5	Áreas Naturales Protegidas
44	Islas
99	Cuerpos de agua

ANEXO 12. Atributos del mapa Uso Actual.

USOCODE	DESCRIPCIÓN DEL MAPA DE USO ACTUAL
1	Frente productivo de predominio del café
2	Frente productivo de predominio del cultivo de frutos tropicales
3	Frente productivo de predominio del cultivo de coca
4	Frente productivo de predominio del cultivo de subsistencia
5	Frente ganadero
6	Uso urbano
7	Áreas con otros tipos de uso
99	Cuerpos de agua