

# INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA AMAZONIA PERUANA

PROGRAMA DE CAMBIO CLIMÁTICO,  
DESARROLLO TERRITORIAL Y AMBIENTE  
**P R O T E R R A**



## **EVALUACIÓN DE LA DINÁMICA DEL CAMBIO DE LA COBERTURA Y USO DE LA TIERRA DISTRITO DE PADRE ABAD, DEPARTAMENTO DE UCAYALI, PERÚ**

Programa Presupuestal (PP) 0068  
Reducción de la vulnerabilidad y atención  
de emergencias por desastres

Actividad del pp0068 (5005572): desarrollo de investigación  
aplicada para la gestión del riesgo de desastres





**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA AMAZONIA PERUANA**

**PROGRAMA DE CAMBIO CLIMÁTICO, DESARROLLO TERRITORIAL Y AMBIENTE  
(PROTERRA)**

**PROGRAMA PRESUPUESTAL 0068: REDUCCIÓN DE LA  
VULNERABILIDAD Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS POR  
DESASTRES**

**ACTIVIDAD DEL PP0068 (5005572): DESARROLLO DE INVESTIGACIÓN  
APLICADA PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES**

**ACTIVIDAD OPERATIVA:  
EVALUACIÓN DE LA DINÁMICA DEL CAMBIO DE LA COBERTURA Y  
USO DE LA TIERRA**



**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA AMAZONIA PERUANA  
PROGRAMA DE CAMBIO CLIMÁTICO, DESARROLLO TERRITORIAL Y AMBIENTE (PROTERRA)**

**RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD OPERATIVA: EVALUACIÓN DE LA DINÁMICA DEL CAMBIO DE LA COBERTURA Y USO DE LA TIERRA DISTRITO DE PADRE ABAD, DEPARTAMENTO DE UCAYALI, PERÚ**

Elaboración de contenidos : Programa de Cambio Climático, Desarrollo Territorial y Ambiente (PROTERRA)

Colaboración : Juan Palacios Vega, Rocío Jarama Vilcarromero, Ricardo Zárate Gómez, Lizardo Fachín Malaverri, Guiuseppe Torres Reyna, María Marín Pérez, Elmer Méndez Torres

Este libro fue revisado por pares.

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2018-00000

Primera edición

Iquitos, Perú. Diciembre del 2017

© 2017 Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana

Av. José Abelardo Quiñones km. 2.5

Teléfonos: (+51) (65) 265515 / 265516 Fax: (+51) (65) 265527

Iquitos, Perú, 2017

[www.iiap.org.pe](http://www.iiap.org.pe) / E-mail: [proterra@iiap.org.pe](mailto:proterra@iiap.org.pe)

El presente estudio fue financiado con fondos del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana – IIAP

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



# Contenido

<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>6</b>
<b>II. OBJETIVOS</b> .....	<b>7</b>
2.1. OBJETIVO GENERAL .....	7
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	7
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>8</b>
3.1. MATERIALES .....	8
3.1.1. MATERIALES DE GESTIÓN PARA EL ACOPIO DE DATOS .....	8
3.1.2. MATERIALES INTERACTIVOS DE BÚSQUEDA Y DESCARGA DE DATOS EN RED .....	8
3.2. METODOLOGÍA .....	9
3.2.1. ÁREA DE ESTUDIO .....	9
3.2.2. ACONDICIONAMIENTO CARTOGRÁFICO .....	10
3.2.3. CARACTERIZACIÓN DE LA COBERTURA Y USO ACTUAL DE LA TIERRA .....	12
3.2.4. CUANTIFICACIÓN DEL CAMBIO DE LA COBERTURA Y USO DE LA TIERRA .....	13
3.2.5. ESCENARIO DEL CAMBIO DE LA COBERTURA Y USO DE LA TIERRA .....	13
3.3. RESULTADOS .....	14
3.3.1. CARACTERIZACIÓN DE LA COBERTURA Y USO ACTUAL DE LA TIERRA .....	14
<b>IV. CONCLUSIONES</b> .....	<b>27</b>
<b>V. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>28</b>
LISTA DE FIGURAS .....	29
LISTA DE CUADROS .....	29



## I. INTRODUCCIÓN

En los últimos 50 años la preocupación sobre el cambio de cobertura y uso de la tierra (CUT) a nivel global, regional y local ha contribuido a generar mucha investigación sobre el tema, llegando está a concluir, que muchos son los impactos de estos procesos territoriales sobre el clima, sistemas biológicos y el ser humano; los que explican en parte a la vulnerabilidad de los lugares y las personas por las perturbaciones climáticas, económicas o sociopolíticas.

En la Amazonía peruana la ocupación del territorio y el uso de los recursos naturales han generado conflictos ambientales, por el mal uso de la tierra, pues tierras con vocación forestal o de protección son utilizados con fines agropecuarios, trayendo como consecuencia pérdida de la fertilidad y problemas de erosión de suelos en sitios de mayor pendiente, lo cual se manifiesta en el bajo rendimiento de diversos cultivos y abandono de las tierras por los colonos.

En este sentido evaluar la dinámica de cobertura y uso de la tierra se hace una necesidad tanto para cuantificar el cambio producido a través del tiempo, así como, para comprender y predecir el impacto de estos procesos del territorio en el clima, se propone entonces realizar reconstrucciones históricas de estos procesos y proyectar al futuro los

cambios en la cobertura y uso de la tierra (CUT).

Se necesitan datos de uso del suelo para analizar los procesos y problemas que necesitan ser entendidos con el fin de mejorar o mantener las condiciones y el nivel de vida actual del medio ambiente (Halefom *et al.*, 2018).

En el presente estudio se evalúa la dinámica del cambio de cobertura y uso de la tierra en el distrito de Padre Abad, departamento de Ucayali, para lo cual se recopiló información histórica de CUT en el área de estudio, se generó información de CUT al año 2016 utilizando imágenes de satélite, seguidamente se cuantifico e identifico los principales cambios, a esto se sumó variables espaciales explicativas con las cuales se ingresó a modelar la transición potencial y finalmente simular un escenario al año 2022 de CCUT.

La importancia del presente trabajo radicó en obtener un documento que sirva de gestión para el ordenamiento del área estudio, es por eso que el objetivo de este estudio es analizar la dinámica del cambio de cobertura y uso de la tierra en el periodo 2010-2016, en el distrito de Padre Abad, con la finalidad de simular un escenario al año 2022 de CCUT, que explique e identifique los principales cambios que se pudieran dar sobre el área de estudio.



## II. OBJETIVOS

### 2.1. OBJETIVO GENERAL

Análisis de la dinámica del cambio de cobertura y uso de la tierra en el periodo 2010-2016, en el distrito de Padre Abad.

### 2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Recopilación de datos e información de cobertura y uso de la tierra del área del estudio.
- Caracterización de la cobertura y uso actual de la tierra del área de estudio.
- Análisis del cambio de la cobertura y uso de la tierra en el periodo 2010 – 2016 del área de estudio.
- Simulación del cambio de cobertura y uso de la tierra al año 2022 del área de estudio.



## III. MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1. MATERIALES

Los materiales utilizados se dividen en 2 tipos:

a) Materiales de gestión para el acopio de datos y b) Materiales interactivos de búsqueda y descarga de datos en Red.

#### 3.1.1. MATERIALES DE GESTIÓN PARA EL ACOPIO DE DATOS

Se describen como documentos y/o mecanismos que se utilizaron en la gestión y solicitud a las fuentes o entidades tanto públicas como privadas; nacionales, regionales o locales que puedan proveer de datos e información que sirvan como insumos para la ejecución del proyecto.

También se hace mención que el PROTERRA del IIAP es una fuente importante de información, tanto cartográfica como satelital, debido a los proyectos ejecutados en el tiempo en la temática de ordenación del territorio en la amazonía peruana y en consecuencia la generación de una cantidad considerable de información secundaria.

A continuación, se describen a las entidades a las cuales se solicitó datos cartográficos y satelitales del ámbito de estudio del proyecto:

- Dirección General de Ordenamiento Territorial (DGOT) del Ministerio del Ambiente (MINAM), a quienes se solicitó escenas de imágenes de satélite de alta resolución Rapideye, así mismo, de esta fuente se solicitó información cartográfica base a escala 1:100 000 correspondiente al área de estudio.
- Autoridad Regional Ambiental de Ucayali (ARA-Ucayali), Dirección de Gestión del Territorio, Gobierno Regional de Ucayali, a

quienes se les solicitó información cartográfica y satelital.

- GEOGIS Ingenieros SA, a quienes se solicitó el Servicio de Procesamiento de Modelos Digitales de Elevación (DEM) de la zona de estudio. Primero se procedió a la búsqueda y adquisición del DEM Alos Palsar en función a su área de estudio y a los años de toma que se disponen en el catálogo. Asimismo se tomó en cuenta el modo fino (FBS) que se refiere a una resolución espacial de 12,5 m.
- Municipalidad Provincial de Padre Abad, a quienes se les solicitó información cartográfica.

#### 3.1.2. MATERIALES INTERACTIVOS DE BÚSQUEDA Y DESCARGA DE DATOS EN RED

Se describen como las fuentes o servidores que se encuentran en la Web tanto nacionales como internacionales, las cuales proveen en su mayoría de datos e información satelital, esta se encuentra libre para la descarga, ordenada por ubicación geográfica y clasificada por día, mes y año de toma.

A continuación, se enumera las fuentes de la Web de las cuales se obtuvieron datos e información satelital:

- USGS Global Visualización Viewer (<http://glovis.usgs.gov/>), servidor desde el cual se puede descargar imágenes de satélite Landsat, estas se encuentran ordenadas mediante un catálogo de empalmes (path/row), así mismo, se encuentran clasificadas por su resolución temporal (día/mes/año de toma) y cobertura de nubes por escena. Para



iniciar la descarga se debe registrar mediante un usuario y contraseña.

- Catálogo de imágenes del Instituto Nacional de Pesquisas Espaciales de Brasil (<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>), servidor del cual se descargó imágenes de satélite Resource Sat1.
- Geoservidor del Ministerio del Ambiente ([http://geoservidorperu.minam.gob.pe/geoservidor/download\\_raster.aspx](http://geoservidorperu.minam.gob.pe/geoservidor/download_raster.aspx)), en el cual se encuentra el catálogo de imágenes
- Aster Global Digital Elevation Model (ASTER G-DEM), las cuales representan al mapa topográfico mundial de resolución espacial de 30 metros y pueden ser utilizadas en diversas aplicaciones de la superficie del terreno.
- Google Earth Pro, se obtuvo estas imágenes compuestas por superposición de imágenes de satélite, fotografías aéreas e información geográfica proveniente de múltiples datos SIG para ser tomadas como referencia para la identificación de puntos de control para la corrección geométrica de las imágenes RapidEye.

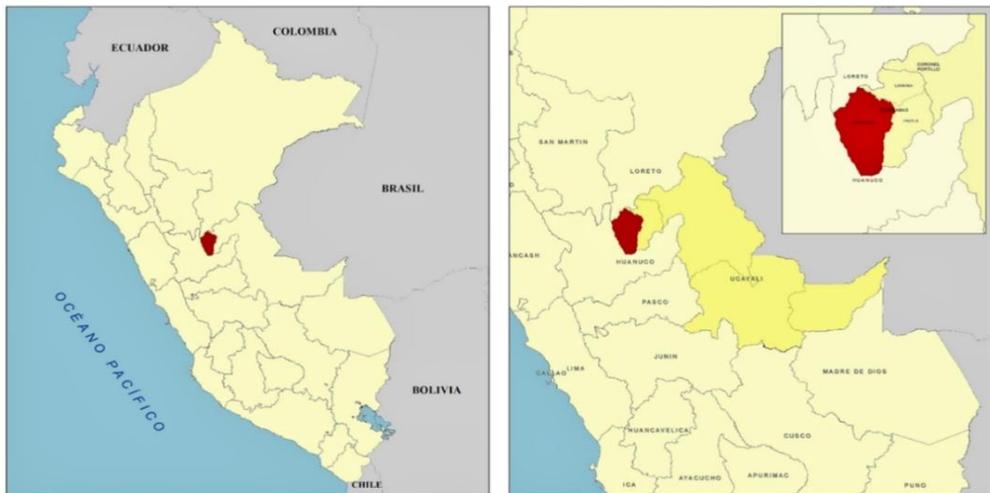
## 3.2. METODOLOGÍA

### 3.2.1. ÁREA DE ESTUDIO

Corresponde al distrito de Padre Abad con su capital Aguaytia y tiene una superficie de 4 663,66 km, lo que representa el 52,86% de la superficie de la provincia de Padre Abad, ubicado en el departamento de Ucayali.

El distrito de Padre Abad, tiene cinco centros poblados principales, Santa Rosa, Huipoca, Boquerón, Previsto y Divisoria.

El área de estudio limita por el norte con la provincia de Ucayali, departamento de Loreto, por el noroeste con el distrito de Curimaná, por el sureste y sur con los distritos de Irazola y Curimaná y la provincia de Puerto Inca, departamento de Huánuco, por el suroeste y oeste con la provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco y provincia de Ucayali, departamento de Loreto (Figura 1).



**Figura 1.** Mapa de ubicación del distrito de Padre Abad, provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali.



### 3.2.2. ACONDICIONAMIENTO CARTOGRÁFICO

Debido a que los datos serán procesados mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) se propone un proceso metodológico de acuerdo a la funcionalidad de los SIG por lo cual se divide las etapas de ingreso y gestión de la información geoespacial, las cuales se detallan a continuación:

#### a. Ingreso de datos geoespaciales

En esta etapa se considera el acopio de dos tipos de datos geoespaciales, los datos de tipo vectoriales y los datos de tipo raster.

##### Acopio de datos de tipo vectorial

En esta etapa se recolectó las capas de información específicamente base fundamental de la Carta Nacional en formato digital, elaboradas por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) a una escala de 1:100 000 las cuales están conformada por capas que representan a ríos, lagos y lagunas (polígonos y líneas), centros poblados (puntos), curvas de nivel y cotas (líneas y puntos); en total se recopiló 05 cuadrantes de la carta nacional actualizadas al 2012 y en formato shapefile.

También se recolectó capas de información base de red hidrográfica (polígonos y líneas), red vial (líneas) y capas de información temática en formato shapefile de los diversos proyectos de Zonificación Ecológica Económica que el IIAP ha desarrollado en el área de estudio.

##### Acopio de datos de tipo raster

En esta etapa se recopila los datos e información en formato raster los cuales representan el mundo real por celdas ordenadas en filas y columnas llamadas pixel en las que a cada una de ellas se le asigna un valor con el cual se puede clasificar para determinar capas de información temática.

A continuación, se detalla los datos tipo raster obtenidos de acuerdo al tipo de imagen, sensor de captación, resolución espacial y resolución temporal.

- Imágenes de satélite Landsat 8, el área de estudio comprende tres escenas de imagen del satélite Landsat 8, sensor OLI, de resolución espacial 30 metros.
- Imágenes de satélite Rapideye, comprendiendo 19 escenas de imágenes del satélite RapidEye, sensor Push Broom Multiespectral, de resolución espacial cinco metros y resolución temporal 20112012, asimismo, cuentan con una precisión geométrica Ortho (3A).
- Imágenes ASTER G-DEM, el área de estudio comprende dos escenas de imágenes ASTER G-DEM, las cuales son S09W76 y S10W76, de resolución espectral una banda pancromática y resolución espacial 30 metros.
- Imágenes DEM ALOS PALSAR, de resolución espacial 12,5 metros.

#### b. Gestión de datos geoespaciales

En el proceso de actualización de los datos cartográficos del proyecto se generan errores e inconsistencias tanto de tipo geométrico como de tipo tabular, los cuales deben pasar por un proceso de acondicionamiento y almacenamiento de los datos, con la finalidad de que cumplan con los estándares cartográficos y puedan ser utilizados en el análisis espacial para la generación de información.

##### Generación de estructuras de almacenamiento

En las etapas de ingreso, generación y actualización de los datos geoespaciales se generan muchos archivos y de distintos formatos, los cuales tienen que llevar un orden lógico y ser almacenados en carpetas y subcarpetas de forma sistemática con la finalidad de su utilización, sostenibilidad y actualización en el tiempo.



En esta etapa se genera la estructura de almacenamiento que soportará los datos obtenidos en la etapa anterior; de acuerdo a las normas para el tratamiento de datos e información geoespacial se recomienda los siguientes estándares:

- Escala de trabajo aplicada, de 1:50 000.
- Sistema de proyección cartográfica, Universal Transversal Mercator (UTM)
- Elipsoide de Referencia, World Geodetic System (WGS) del año 1984.
- Datum World Geodetic System (WGS) del año 1984.
- Archivos vectoriales en formato estándar shapefile (SHP)
- Archivos raster en formato Tagged Image File Format (TIFF) o Geo Tif.
- Estructura de almacenamiento para el proyecto en general será en el tradicional en carpetas de Windows.
- Estructura de almacenamiento para los datos geográficos e información generada será en base de datos geográfica (Geodatabase de ESRI) y en archivos de lenguaje de marca extensible (XML)
- Proyectos de documentos de mapas elaborados en formato (MXD)
- Documentos de mapas exportados en formato de documento portátil (PDF) y en formato comprimido de imágenes (JPEG).

Con respecto al diseño de estructura de almacenamiento, se generó una estructura de almacenamiento de todos los archivos generados en el estudio, basándose en la utilización de carpetas de Windows y los nombres propuestos de acuerdo a las siglas de los formatos de los archivos que fueron almacenados en estas.

La estructura propuesta se conforma de las siguientes carpetas:

- CUAT, carpeta matriz o raíz en la cual se almacenan todas las demás carpeta y subcarpetas que contienen toda la información correspondiente al proyecto,

hace referencia a las siglas de Cobertura y Uso Actual de la Tierra.

- DOC, carpeta en la cual se almacenan todos los documentos de texto que se generaron en el proyecto, soporta archivos en formato pdf, doc, etc.
- IMG, carpeta en la cual se almacenan documentos de tipo imagen y está conformada por las siguientes subcarpetas:
  - DEM, imágenes que representan Modelos Digital de Elevaciones DEM, las cuales se encuentran en formato tif.
  - SAT, imágenes de satélite en bandas, compuestas, corregidas y mosaicos, en formato tif.
  - RAS, imágenes o capas raster que han sido producto del procesamiento o clasificación realizado a las imágenes de satélite o capas vectoriales transformados a formato raster.
  - JPG, carpeta en la cual se almacena los documentos de imágenes en formato comprimido jpg, que representan mapas o resultados a utilizarse en el complemento de documentos informativos.
- SHP, carpeta en la cual se almacena archivos de capas vectoriales en formato estándar Shapefile.
- DBF, carpeta en la cual se almacena archivos de tablas en formato dbf, xls, etc.

#### Acondicionamiento de cartografía base

Esta etapa consiste en realizar la detección de errores e inconsistencias, así como la limpieza de los mismos.

Se realiza sobre las capas que conforman la base cartográfica; se utiliza la técnica de generación y corrección topológica a cada uno de los tipos de objetos que representan (puntos, líneas y polígonos).

#### Acondicionamiento de cartografía temática

En esta etapa se realiza el acondicionamiento cartográfico y alfanumérico de las capas de información temática de cobertura y uso de la



tierra, utilizando las curvas de nivel y la red hidrográfica principalmente contenidas en el mapa base.

El acondicionamiento cartográfico comprende específicamente la manipulación de los datos a nivel de geometría y de tabla de atributos, lo cual implica la detección y corrección de errores topológicos en la geometría y la detección y corrección de campos vacíos e inconsistencia en la tabla de atributos de cada capa de información temática.

En una primera instancia se realiza un acondicionamiento cartográfico de cada capa temática por separado luego en una segunda fase se realiza la integración de todas las capas del componente físico del proyecto es aquí en el cual mediante el uso de tablas de frecuencias detectaremos las inconsistencias a nivel de atributos.

Teniendo en cuenta la estética en el diseño, el programa permite elegir entre sus múltiples paletas de colores que cuentan con índices de saturación y contraste. Para el caso de leyendas con más de 10 colores se procedió a etiquetar con un código numérico para una mejor lectura del mapa.

### 3.2.3. CARACTERIZACIÓN DE LA COBERTURA Y USO ACTUAL DE LA TIERRA

#### a. Identificación de las categorías de cobertura y uso de la tierra

Se realizó el preprocesamiento de la imagen de satélite para definir y diferenciar los niveles de tonalidades, mediante la modificación del histograma, de tal modo que en la nueva imagen todos los niveles digitales tengan la misma frecuencia; esto se realizó apoyado en el uso de la herramienta Image Analysis, la cual viene integrada al software ArcGIS 10.1, luego se seleccionó la imagen a realizar y se activó la herramienta Stretch, se realizó un remuestreo de los valores de intensidad, igualando la presencia de estos en la imagen.

La clasificación de la imagen se realizó ubicando áreas de entrenamiento, las cuales fueron nombradas de forma general utilizando los niveles de clasificación según la leyenda Corine Land Cover. Para una mejor distribución de las áreas de entrenamiento se generó una grilla 1 km de lado, distribuida en toda el área de estudio.

Con los píxeles correspondientes a las áreas de entrenamiento, se realizó el análisis de consistencia mediante una interpretación bidimensional de los niveles digitales o reflectividades que conforman cada una de las clases muestreadas, seguidamente se generó un archivo de firma o descripción estadística que constan del número de muestras, los promedios y las matrices de covarianza de las clases que derivaron de las muestras identificadas.

La identificación de categorías de cobertura y uso de la tierra, se realizó con los datos verificados anteriormente y aplicando el método de clasificación por el algoritmo de Máxima Verosimilitud, en el cual los valores de píxeles en cada muestra de clases propuestas se deben distribuir normalmente.

#### b. Verificación de las categorías de cobertura y uso de la tierra

Para lograr una mejor consistencia y evaluación de la precisión del mapa de uso actual de la tierra se realizó la validación en campo mediante la elaboración de un itinerario se procedió a la visita y ubicación de los puntos de muestreo, para este caso los puntos en el mapa se ubicaron principalmente en las áreas propuestas para comprobación, en el caso de no accesibilidad la toma del punto se aproximó a un lugar accesible y colindante pero de la misma clase.

Los puntos identificados anteriormente, así como la imagen de satélite y la capa de información temática de uso de la tierra, fueron cargados en el dispositivo GPS lo que permitió dar una ubicación aproximada, una vez



identificado el lugar en el terreno, se procedió a la toma de datos del punto de control utilizando el equipo GPS submétrico con modo de operación estático, intervalo de tiempo de registro por punto de 10 minutos y PDOP menor a 1,4.

Mientras se realizaba la toma de datos, el personal de apoyo iba llenando la ficha técnica del punto, croquis de referencia y toma de registro fotográfico, para luego trasladarse al siguiente punto.

### **3.2.4. CUANTIFICACIÓN DEL CAMBIO DE LA COBERTURA Y USO DE LA TIERRA**

#### **a. Preparación de los datos de ingreso al modelo**

El objetivo del presente procedimiento es exportar o convertir las capas de información vectoriales de cobertura y uso de la tierra de los años 2010 y 2014, mediante el uso de la herramienta Polygon To Raster del módulo Conversion Tools/To Raster del programa ArcGIS. Uno de los parámetros importantes para la aplicación de la herramienta es el de `cell_assignment`, el cual determina el método para asignar un valor a cada celda de la nueva capa raster, el método elegido fue `MAXIMUM_COMBINED_AREA`, debido a que las capas de referencia poseen más de una categoría que pueden determinar un valor por celda creada, y en este caso el valor de la celda es determinado por la categoría que este contenida con mayor área. El tamaño de celda o pixel definido para la conversión fue de 30 metros.

#### **b. Análisis del cambio de cobertura y uso de la tierra Tabulación cruzada**

Teniendo las capas de información raster anteriormente definidas, se procede a generar la matriz de Ponus utilizando la herramienta Tabulate Área del módulo Spaal Analyst Tools/Zonal del programa ArcGIS, el cual genera una tabla de doble entrada en la cual en la primera columna se encuentran los datos de las categorías de t1 y en las siguientes columnas se distribuye los valores de áreas en m<sup>2</sup> de las

categorías de la capa raster correspondiente al t2. Con esta tabla se podrá realizar el análisis del cambio y poder determinar las ganancias y pérdidas por categorías de cobertura y uso de la tierra.

#### **Identificación de cambios de CUT**

Con el fin de cuantificar y obtener la localización geográfica del cambio, se realizó algunos procedimientos con las capas de información generadas en las fases anteriores de los años 2010 y 2016 las cuales fueron denominadas t1 y t2 respectivamente. Para determinar la posición concreta de cada tipo de cambio o estabilidad se realizó la intersección de capas raster utilizando la herramienta Combine del Spaal Analyst Tools/Local del programa ArcGIS, el cual generó una nueva capa raster con todas las combinaciones posibles entre categorías.

### **3.2.5. ESCENARIO DEL CAMBIO DE LA COBERTURA Y USO DE LA TIERRA**

Se propuso un modelo de predicción de escenario a futuro (2022) utilizando un algoritmo de Autómatas Celulares el cual viene incorporado en el módulo MOLUSCE que es ejecutado en el programa QGIS versión 2.18; para el presente proyecto el MOLUSCE fue utilizado para detectar el cambio en el uso de la tierra entre los años 2010 y 2016 y medirlo mediante otras variables espaciales explicativas que influyen de alguna manera tales como la pendiente, subpaisaje fisiográfico, altitud relativa, distancias a las carreteras, centros poblados y ríos principales, a continuación se detalla el procedimiento que implicó la generación del escenario:

#### **a. Ingreso y análisis estadísticos de variables explicativas**

En esta etapa se ingresan los mapas inicial (t1) y final (t2) de CUT al modelo, así como las variables espaciales, se verifica la geometría y coincidencia de todas las capas de información de entrada. Seguidamente se verifica la



correlación existente entre las variables espaciales en donde se describirá tanto la fuerza como la dirección de la relación, previamente se realizó una prueba de normalidad. Para el presente estudio la técnica de análisis estadístico fue mediante la prueba de Spearman, para datos no paramétricos utilizando el programa Sigmaplot.

#### **b. Medición del cambio**

A partir de las capas inicial y final de cobertura y uso de la tierra se obtendrá las estadísticas del cambio, posteriormente se generará una Matriz de Transición o de relaciones de cambio la cual se calcula mediante una multiplicación de matrices y expresa las relaciones de cambio existentes entre las diferentes coberturas y usos de la tierra. Así mismo, en esta etapa se generará un mapa de cambio de la cobertura y uso de la tierra en el periodo de estudio.

#### **c. Modelamiento de la transición potencial**

Para el presente estudio se utilizó el de Red Neuronal Artificial (ANN) del módulo MOLUSCE del programa QGIS. Para lo cual se definieron el modelo de muestreo y número de muestras. El algoritmo de aprendizaje analiza la precisión alcanzada en los conjuntos de muestras y validaciones de entrenamiento, almacena la mejor red neuronal en la memoria. El proceso de entrenamiento finaliza cuando la mejor precisión es alcanzada.

#### **d. Simulación de cobertura y uso futuro**

En esta etapa se aplicó el modelo de Automatas Celulares, el cual se basa en el algoritmo

probabilístico Monte Carlo. El mapa de potencial de transición muestra la probabilidad o el potencial de cambiar de una clase de cobertura o uso de la tierra a otra. Los valores del potencial de transición oscilan entre 0 (bajo potencial de transición de cambio) a 100 (alto potencial de transición).

Los mapas de potencial de transición se producirán a partir de los correspondientes cambios en la cobertura y uso de la tierra.

### **3.3. RESULTADOS**

#### **3.3.1. CARACTERIZACIÓN DE LA COBERTURA Y USO ACTUAL DE LA TIERRA**

##### **a. Identificación de las categorías de cobertura y uso de la tierra**

Con respecto a la clasificación se obtuvo como resultado las clases definidas cobertura y uso, realizando posteriormente una reclasificación y adaptándola a los niveles de la leyenda de Corine Land Cover (Tabla 1).

##### **b. Caracterización del Uso Actual de la Tierra**

Las clases de cobertura y uso del territorio que fueron tomadas en cuenta en la clasificación, se basan en la leyenda CORINE Land Cover, propuestas por el MINAM, la cual pretende uniformizar los usos de cobertura y usos de la tierra en los procesos de Zonificación Ecológica Económica para el Ordenamiento Territorial.



**Tabla 1.** Propuesta de Leyenda de Uso y Cobertura de la Tierra - Perú (MINAM, 2012) y adaptada para el estudio en el distrito de Padre Abad

NIVEL I	NIVEL II	NIVEL III
1 Áreas artificializadas	11 Áreas urbanizadas	111 Tejido urbano continuo
		112 Tejido urbano discontinuo
	12 Áreas industriales e infraestructura	121 Áreas industriales o comerciales
2 Áreas agrícolas	22 Cultivos permanentes	221 Cultivos de palma aceitera
		222 Cultivos de plátano
		223 Cultivos de cacao
		224 Cultivos de café
	23 Pastos	
	24 Áreas agrícolas heterogéneas	
3 Bosques y áreas mayormente naturales	31 Bosques	311 Bosque denso bajo
		313 Bosque denso alto
	34 Áreas sin o con poca vegetación	341 Áreas arenosas naturales
4 Áreas húmedas	41 Áreas húmedas continentales	411 Áreas pantanosas
		413 Vegetación acuática sobre cuerpos de agua
5 Superficies de agua	51 Aguas continentales	511 Ríos

Se lograron clasificar 15 categorías de CUT, cinco pertenecen al nivel I, nueve pertenecen al nivel II y 13 al nivel III (Tabla 2).

Las categorías de Bosque denso alto y Bosque denso bajo, poseen la mayor superficie con 177 391,29 ha y 142 964,20 ha, correspondiente al 37,60% y 30,31% respectivamente del área total, y la categoría que posee la menor área corresponde a las Áreas industriales o comerciales con 82,34 ha que equivalen al 0,02%, es importante mencionar también que la categoría Áreas agrícolas heterogéneas contempla una superficie de 65 763,45 ha correspondiente al 13,94%.

A continuación, se describe los tipos de categorías de cobertura y uso de la tierra para el distrito de Padre Abad, las cuales figuran en el mapa de Uso Actual de la Tierra (Figura 2).

## 1. Áreas artificializadas

### 1.1. Áreas urbanizadas

#### 1.1.1. Tejido urbano continuo

Esta categoría presenta una extensión de 408,72 ha, equivalente al 0,09% de la superficie total estudiada. Está constituida básicamente por infraestructura ubicada en la carretera Federico Basadre hasta el centro poblado Yurac desde la ciudad de Aguaytia, ubicado a 162 km de la ciudad de Pucallpa, en el de la carretera Federico Basadre. Tiene la sede de la comuna



provincial, que incluye a los centros poblados mayores Santa Rosa, Boqueron, Huipoca, Divisoria y Previsto que tienen alcaldía delegada. En Boqueron funciona una sucursal de la Universidad Nacional de Ucayali-UNU, con tres carreras profesionales (contabilidad, administración e ingeniería agrícola), con alrededor de 200 alumnos. Asimismo, la provincia cuenta con 14 establecimientos de

salud con internamiento para 40 camas, con 22 médicos y 16 obstetras, para una población aproximada de 56 mil personas. Cuenta con servicios de energía eléctrica, comercios, restaurantes, bancos, hospedaje, transporte y un área industrial para procesamiento primario de frutos de palma aceitera, maíz, cacao y plátano.

**Tabla 2.** Categorías por niveles de Cobertura y Uso de la Tierra adaptada al estudio del distrito de Padre Abad, leyenda de Cobertura y Uso de la Tierra - Perú (MINAM, 2012).

NIVEL I	NIVEL II	NIVEL III	SUPERFICIE (ha)	PORCENTAJE (%)
1 Áreas artificializadas	11 Áreas urbanizadas	111 Tejido urbano continuo	408,72	0,09
		112 Tejido urbano discontinuo	211,45	0,04
	12 Áreas industriales e infraestructura	121 Áreas industriales o comerciales	82,34	0,02
2 Áreas agrícolas	22 Cultivos permanentes	221 Cultivo de palma aceitera	9 588,43	2,03
		222 Cultivo de plátano	26 674,34	5,65
		223 Cultivo de cacao	1 257,39	0,27
		224 Cultivo de café	732,52	0,16
	23 Pastos		17 945,52	3,80
	24 Áreas agrícolas heterogéneas		65 760,06	13,94
3 Bosques y áreas mayormente naturales	31 Bosques	311 Bosque denso bajo	142 956,83	30,31
		313 Bosque denso alto	177 382,15	37,60
	34 Áreas sin o con poca vegetación	341 Áreas arenosas naturales	168,59	0,04
4 Áreas húmedas	41 Áreas húmedas continentales	411 Áreas pantanosas	17 729,27	3,76
		413 Vegetación acuática sobre cuerpos de agua	5 109,67	1,08
5 Superficies de agua	51 Aguas continentales	511 Ríos	5 712,29	1,21
<b>TOTAL SUPERFICIE SIG</b>			<b>471 719,58</b>	<b>100,00</b>

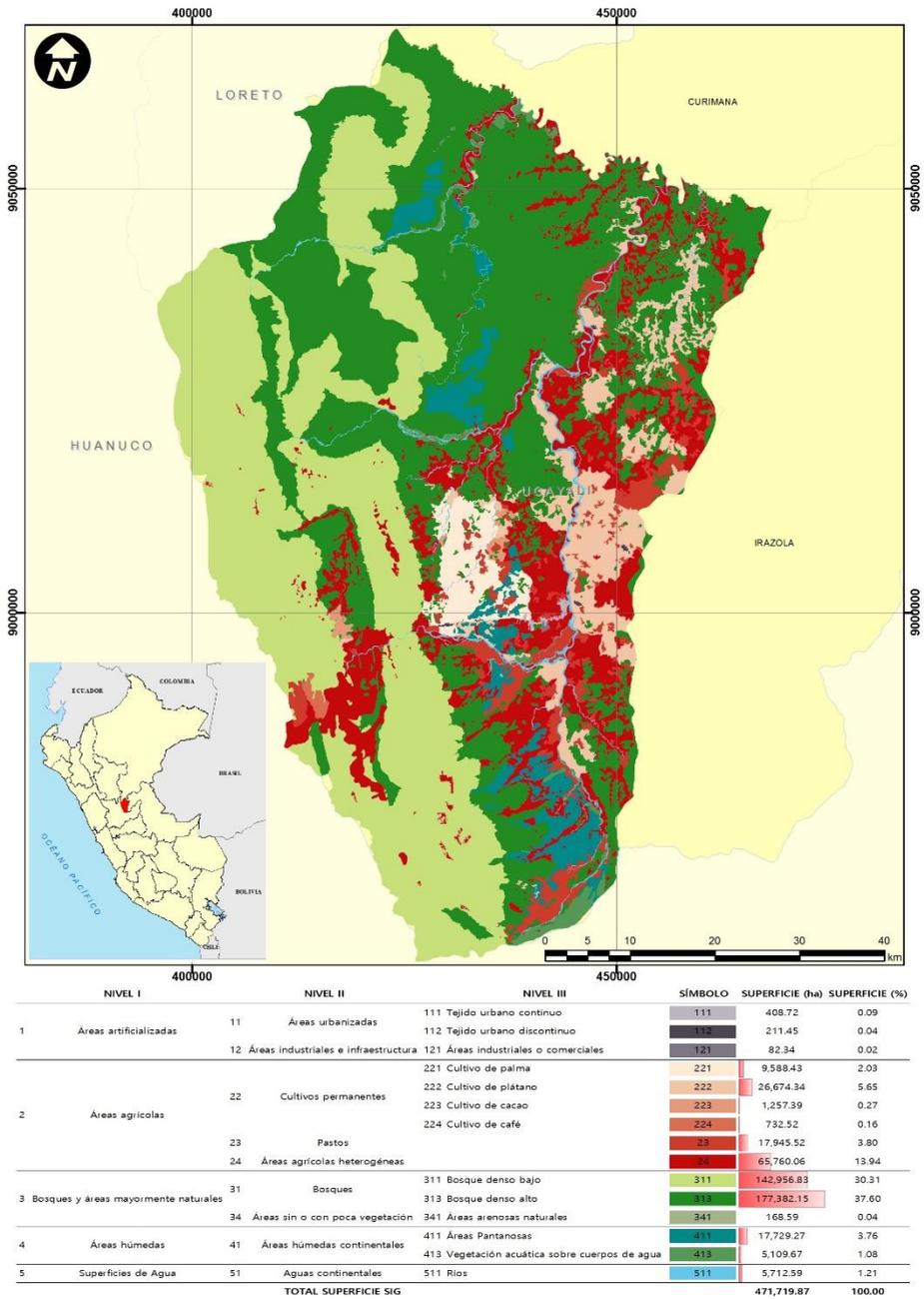


Figura 2. Mapa de Uso Actual de la Tierra del distrito de Padre Abad.



### 1.1.2. Tejido urbano discontinuo

Comprende una superficie de 211,45 ha, que representa el 0,04% del ámbito del estudio.

Está conformado por la sumatoria de las áreas urbano rurales de los caseríos que están ubicados a lo largo de los siguientes tramos de carretera: Previsto, Nuevo Bellavista, Mariscal Cáceres, Previsto, Hidayacu, Mariela; Pampa Yurac, Yurac, Barrio Unido, Aguas Verdes, Huipoca.

## 1.2. Áreas industriales e infraestructura

### 1.2.1. Áreas industriales o comerciales

Conformada por el predio de la Empresa OLPASA, consorcio ubicado en el centro poblado de Boqueron, que brinda asistencia técnica especializada a los palmicultores agremiados en la Asociación de Palmicultores del valle de Shambillo (ASPASH). Empresa que realiza la extracción primaria y comercialización del aceite crudo de los frutos de la palma aceitera, y orienta el control y manejo de las plantaciones de sus asociados. Así también,

dentro de esta categoría está ubicada la asociación, la cual cubre una extensión de 82,34 ha, equivalente al 0,02% de la superficie estudiada.

## 2. Áreas agrícolas

### 2.2. Cultivos permanentes

#### 2.2.1. Cultivo de Palma aceitera

Abarca unas 9 588,43 ha (2,03% del área). Este cultivo es promocionado por el Programa de Desarrollo Alternativo, con el apoyo de UNODC, DEVIDA y el Gobierno Local, que paulatinamente viene reemplazado al cultivo de hoja de coca con buenos resultados. Las plantaciones generalmente se instalan en terrenos con bosques secundarios (purmas), que anteriormente estuvieron con cultivos de coca. Los centros poblados con mayor abundancia de cultivos de palma son Paujil, Santa Trinidad de Mediación, Boqueron, Río Blanco, Micaela Bastidas, San Pedro Alto, Santa Anita Alta, San Pedro Alto, Pampa Yurac, Mariela, Miraflores y Bajo Shambillo.



Figura 3. Cultivo de palma aceitera en el centro poblado Libertad.



**Figura 4.** Cultivo de plátano ubicado en el centro poblado Centro Yurac.

### 2.2.2. Cultivo de plátano

Abarca una superficie de 26 674,34 ha (5,65 % del área). Es el cultivo que ocupa la mayor cobertura en el área de estudio, lo que le convierte en la principal actividad económica de la zona. La variedad más cultivada es el bellaco de cinco gajos, que tiene amplia demanda en el mercado de Lima. Los sectores con mayores áreas de cultivo se concentran en la cercanía de los centros poblados de Nuevo Bellavista, Nuevo Progreso, San Antonio, San Antonio Alto, Nuevo Paraíso, Nueva Delicia, Puerto Tigre, Nueva Unión, Sapoyacu, Puerto Azul, Nueva Singa, Tanga rana, Alto Huacamayo, Nueva Chonta, Nueva Primavera, Valle Pampa Hermosa, Cedruyo, Barrio Unido, Aguaytia, Miguel Grau, Shanana, Tarhuaquillo, Valle de Sión y Los Olivos.

### 2.2.3. Cultivo de cacao

El cultivo de Cacao tiene una extensión aproximada de 1 257,39 ha, equivalente al 0,27 % de la superficie total estudiada. Se

encuentran instaladas en las cercanías de Aguaytia, Barrio Unido, Rio Blanco, Mediación, Bajo Shambillo, y en las cercanías al centro poblado de Previsto y Chancadora. Es otro cultivo promocionado por DEVIDA como alternativa al cultivo de la coca.

### 2.2.4. Cultivo de café

Este cultivo se halla en una extensión de 732,52 ha (0,16% del área de estudio), esta superficie se encuentra localizada en las inmediaciones de los centros poblados Margarita, San Padro de Huayhuante y Minas de sal.

### 2.3. Pastos

Esta área corresponde a 17 945,52 ha, lo que representa el 3,80 % del total del área de estudio. Comprende las áreas cubiertas con hierba densa de composición florística dedicadas al pastoreo permanente por un período de dos o más años. La especie producida es *Brachiaria decumbens* (braquearia) y se le considera la segunda



actividad productiva del ámbito de estudio en cuanto a extensión de área cultivada. La concentración de pastizales están en los centros poblados de Tarhuaquillo, Varadero, Shanana, Huacamaillo, Bajo Shambillo, Río Blanco, Santa Anita, San Pedro, Primavera, Nuevo Porvenir, Unión, Puerto Azul, Pindayo, Algodón y Alto Guayabal alternativa al cultivo de la coca.

## 2.2. Áreas agrícolas heterogéneas

Esta unidad presenta una extensión SIG de 65 760,06 ha, equivalente al 13,94 % del distrito de Padre Abad. Se presentan fraccionadas, distribuidas en todo el distrito y cercanas a las ciudades, centros poblados, redes carrozables del distrito y a lo largo de toda la cuenca del río Aguaytia. Son unidades que reúnen dos o más clases de coberturas agrícolas y naturales, dispuestas en un patrón intrincado de mosaicos geométricos que hace difícil su separación en coberturas individuales; los arreglos geométricos están relacionados con el tamaño reducido de los predios, las condiciones locales de los suelos, las prácticas de manejo utilizadas y las formas locales de tenencia de la tierra.

Entre las especies representativas más frecuente de este frente figuran una variedad de cultivos como yuca, papaya, cocona, piña, coco, te, algodón, cítricos, arroz, pijuayo/fruto, pijuayo/palmito, maíz y caña de azúcar.

## 3. Bosques y áreas mayormente naturales

### 3.1. Bosques

#### 3.1.1. Bosque denso bajo

Esta Unidad muestra una extensión SIG de 142 956,83 ha, equivalente al 30,31 % de la superficie estudiada. Son bosques que se desarrolla en terrazas medias y altas. La fisonomía de esta vegetación se caracteriza por ser bosques altamente diversos de estructura baja a mediano que se desarrollan sobre las montañas. Este frente se distribuye a lo largo de flanco oeste del distrito de Padre Abad desde el sector sur al norte, casi de una manera continua. Predominan las siguientes familias botánicas: Melastomataceae, Arecaceae, Euphorbiaceae, Clusiaceae, Rubiaceae, Fabaceae, Burseraceae, Moraceae, Urcaceae, Meliaceae, Sapotaceae, Lauraceae, Myrsicaceae, entre otras.



Figura 5. Cultivo de cacao ubicado en el centro poblado Libertad.



**Figura 6.** Categoría de uso Pastos ubicados en el centro poblado Algodón.

### 3.1.2. Bosque denso alto

Esta Unidad muestra una extensión SIG de 177 382,15 ha, equivalente al 37,60 % de la superficie estudiada. Son bosques que se desarrolla en terrazas medias y altas, colinas altas y bajas y montañas.

La fisonomía de esta vegetación se caracteriza por ser bosques altamente diversos de estructura alta dominada por árboles; lo conforman bosques con tres estratos que se traslapan irregularmente.

Este frente se distribuye de norte a sur en el distrito, principalmente hacia la parte norte y central.

Predominan las siguientes familias botánicas: Fabaceae, Rubiaceae, Urcaceae, Melastomataceae, Annonaceae, Myricaceae, Calophyllaceae, Vochysiaceae, Lauraceae, Lecythidaceae, Euphorbiaceae, Sapotaceae,

Rubiaceae, Bignoniaceae, Clusiaceae, Nyctaginaceae, Sterculiaceae, entre otras.

### 3.4. Áreas sin o con poca vegetación

#### 3.4.1. Áreas arenosas naturales

Esta Unidad muestra una extensión SIG de 168,59 ha, equivalente al 0,04% de la superficie estudiada. Está conformada por terrenos bajos y planos, constituido principalmente por suelos arenosos, por lo general desprovistos de vegetación o cubiertos por una vegetación de arbustal ralo y bajo. Se localizan en los cauces de los ríos grandes y medianos. Son utilizados parcialmente para el cultivo de especies de corto período vegetativo como: maíz, sandía, frijol, caupi, maní, entre otros. Está conformada por terrazas planas y cóncavas, con suelos impermeables arcillosos y de mal drenaje. Por su interconexión con los ríos o lagunas, con frecuencia se mantiene anegadas como consecuencia de las intensas lluvias. Presentan diversos tipos de vegetación herbáceas



arbustivas adaptadas a estos ecosistemas inundables. Se localizan principalmente en las cuencas de los ríos Aguaytia, Yuracyacu, Blanco y Cachiyacu.

#### 4. Áreas húmedas

##### 4.1. Áreas húmedas continentales

###### 4.1.1. Áreas pantanosas

Esta clase muestra una extensión SIG de 17 729,27 ha, equivalente al 3,76% de la superficie estudiada. Corresponden a los llamados bosques de tipo varilla-aguajal, ubicados en parches laterales de la llanura de inundación del río Aguaytia y Yuracyacu, en las planicies depresionadas de inundación recientes y sub-recientes. Tiene una amplia distribución en el distrito, principalmente en la zona Sur del área de estudio.

Las familias botánicas más representativas son: Euphorbiaceae, Melastomataceae, Arecaceae, Fabaceae, Rubiaceae, Genaceae, Myrtaceae, Anacardiaceae, Clusiaceae, Sapotaceae, Elaocarpaceae, Malpighiaceae, Myrsicaceae, Apocynaceae, Moraceae, Myrsinaceae,

Rapateaceae, Annonaceae, Araliaceae, Cyperaceae, entre otras.

###### 4.1.2. Vegetación acuática sobre cuerpos de agua

Esta clase muestra una extensión SIG de 5 109,67 ha, equivalente al 1,08% de la superficie estudiada. Están ubicadas aledañas a los ríos Aguaytia, Yuracyacu, Blanco y Cachiyacu e islas del distrito.

Comprende vegetación desde herbazales hasta bosques que se desarrollan en las terrazas bajas, denominadas complejo sucesional ribereño herbazal-bosque y bosques inundables de terrazas bajas.

Corresponden a esta unidad las familias:

Fabaceae, Poaceae, Asteraceae, Melastomataceae, Bignoniaceae, Combretaceae, Euphorbiaceae, Moraceae, Urcaceae, Araceae, Convolvulaceae, Heliconiaceae, Lythraceae, Malpighiaceae, Piperaceae, Rubiaceae, Sapindaceae, Smilacaceae, Solanaceae, Ulmaceae, Annonaceae, Myrsicaceae, entre otras.



Figura 7. Categoría áreas pantanosas varillal – aguajal.



**Figura 8.** Vegetación acuática.

## 5. Superficies de agua

### 5.1. Aguas continentales

#### 5.1.1. Ríos

En el presente estudio esta categoría corresponde una superficie de 5 712,59 ha y representa 1,21 % de la superficie estudiada.

Se distribuye de forma dispersa en las cuencas de los ríos Aguaytia, Yuracyacu, Blanco y Cachiyacu.

#### a. Cuanficación del cambio de la cobertura y uso de la tierra

En el periodo de evaluación 2010 – 2016 ocurrieron cambios considerables en la cobertura y uso de las tierras del distrito de Padre Abad. En la tabla 3, se observa que en el año 2010 se tenían siete categorías de uso de la tierra según la clasificación CORINE Land Cover.

**Tabla 3.** Superficie de las categorías de cobertura y uso de la tierra (CUT) para el año 2010.

Cobertura y uso de la tierra (GORE UCAYALI, 2010)	AREA (ha)	%
Tejido Urbano Continuo	332.43	0.07
Cultivos Permanentes Arboreos	71595.88	15.18
Otras Areas	942.28	0.20
Bosque denso alto	186008.56	39.45
Bosque denso bajo	208528.01	44.22
Lagunas, Lagos y Ciénagas Naturalmente Estacionales	12.34	0.00
Rios	4108.30	0.87
<b>TOTAL</b>	<b>471527.80</b>	<b>100.00</b>

Las áreas con tejido urbano se incrementaron a 276 ha en el año 2016, y solamente 53 ha cambiaron a monocultivo de palma, plátano, pastos y áreas agrícolas con cultivos anuales y permanentes.



Las áreas con cultivo permanente arbóreo tuvieron cambios considerables al 2016, aproximadamente 25 946 ha cambiaron a áreas agrícolas heterogéneas (combinación de diversos cultivos anuales y permanentes, pastos y espacio de bosque natural), 26 733 ha cambiaron a monocultivos de cultivos de palma, plátano y cacao, 11 874 ha cambiaron a pastos para ganadería, y 413 ha se convirtieron en tejido urbano y áreas industriales.

Los cambios más importantes en el distrito, desde el punto de vista de pérdida de cobertura, ocurrieron en áreas de bosque. Las áreas de bosque denso bajo, fueron cambiados a 11 434 ha de áreas agrícolas heterogéneas, 853 ha de bosque pasaron a pasto para ganadería y aproximadamente 1 416 ha cambiaron a monocultivos de café, cacao, plátano y palma en orden de mayor a menor superficie. Las áreas de bosque denso alto cambiaron a 27 636 ha de áreas agrícolas heterogéneas, aproximadamente 5 029 ha cambiaron a pastos para ganadería, y 9 829 ha cambiaron a monocultivos de plátano, palma y cacao, en orden de mayor a menor superficie.

De las áreas categorizadas como ríos, aproximadamente 559 ha que corresponden a áreas inundables periódicamente, 425 ha cambiaron a áreas agrícolas heterogéneas y 134 ha son actualmente pastos para ganadería; y el resto de áreas, que abarcan áreas inundables temporalmente, 200 ha cambiaron a monocultivo de plátano, palma y cacao.

Otras áreas como relictos de bosque o mosaicos de cultivos cambiaron a 358 ha de pasto, monocultivos de palma y plátano.

### b. Escenario del cambio de la cobertura y uso de la tierra

El modelo de generación de escenarios requirió dos capas de información en formato raster de CUT de los años 2010 y 2016 las cuales fueron generalizadas a cuatro clases o categorías de CUT 1) Áreas artificializadas, 2) Áreas agrícolas, 3) Bosques y áreas mayormente naturales y 4) Superficies de agua (Figura 9).

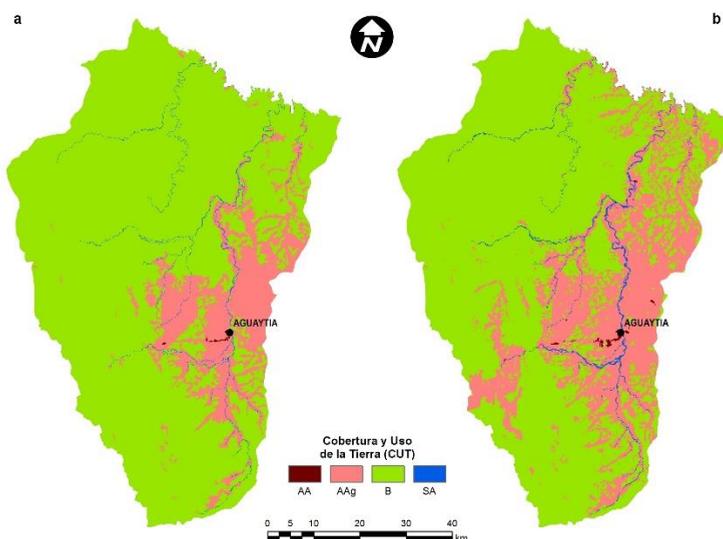
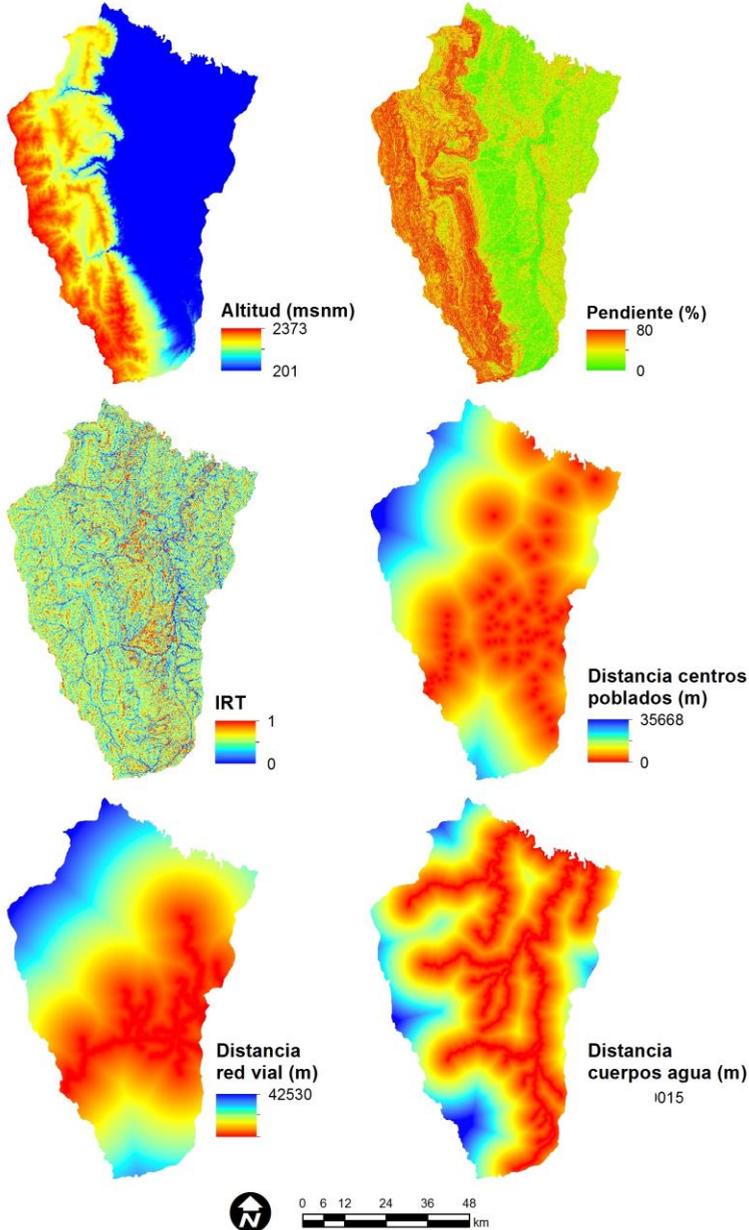


Figura 9. Distribución de la cobertura y uso de la tierra, a) 2010 y b) 2016.



Así también se obtuvieron seis variables espaciales explicativas obtenidas a partir del estudio fisiográfico y del DEM, todas estas en formato raster (Figura 10), 1) Distancia a los centros poblados (DCP), 2) Distancia a la red vial (DRV), 3) Distancia a los cuerpos de agua navegables (DCA), 4) Altitud relativa (A), 5) Pendiente (P) y 6) Índice Relativo Topográfico (IRT).



**Figura 10.** Variables espaciales explicativas incluidas en el modelo de escenario de cambio de cobertura y uso de la tierra al 2022.

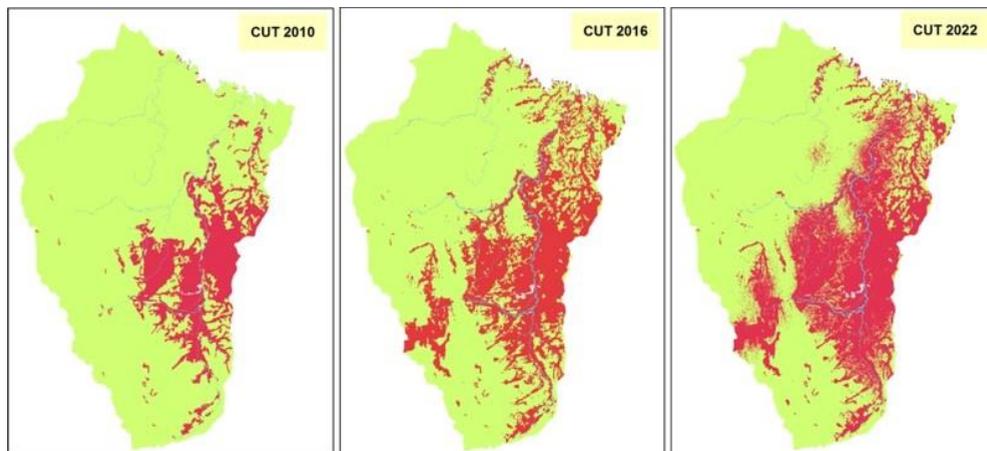


Con la finalidad de modelar y explicar la influencia de las variables anteriormente generadas en algún tipo de cambio, se aplicó un análisis de correlación del cual se puede observar que la distancia a los centros poblados se correlaciona en un 85% a la distancia a la red vial, lo cual indica una relación directa entre estas variables, lo que comprueba la cercanía que existe entre los centros poblados y su red vial; otra relación directa importante es aquella entre la pendiente y la altitud relativa, comprobando que al aumentar la altitud en una determinada distancia aumenta también la pendiente; Así también, se puede observar que la distancia a los cuerpos de agua se relaciona directamente con la altitud relativa con un 63%, lo cual indica que las zonas de mayor altitud en el área de estudio están alejadas de las riberas. Además cabe mencionar que la variable IRT no se correlaciona con las demás variables (Tabla 4).

**Tabla 4.** Matriz de correlación de Spearman de variables espaciales explicativas

	DCA	DRV	P	A	IRT
DCP	0,489	0,815	0,393	0,475	-0,022
DCA		0,251	0,424	0,633	-0,047
DRV			0,278	0,312	0,006
P				0,660	0,027
A					0,069

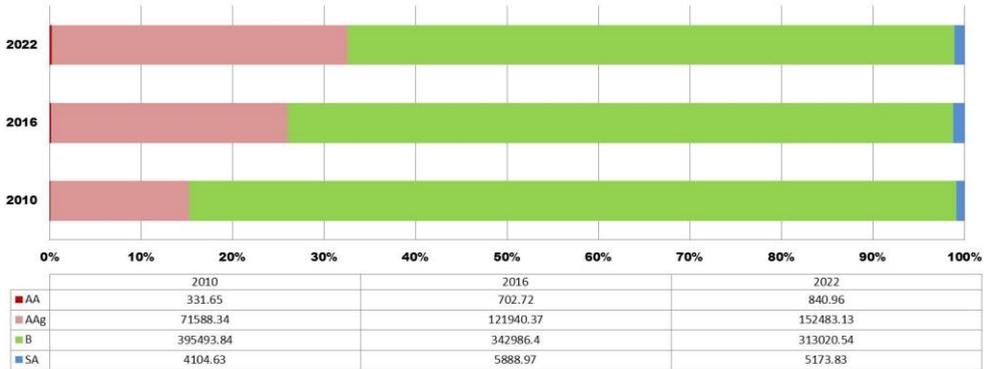
Teniendo en cuenta los resultados de transición potencial basado en las probabilidades del cambio y los motores que influyen en el mismo (variables explicativas), los resultados del escenario (Figura 11) indican que, si la tendencia actual continúa para el año 2022 se perderían alrededor de 29 967 ha de la clase Bosque las cuales pasarían a Áreas agrícolas (Figura 12). Lo cual se puede explicar principalmente por la influencia de las variables espaciales de tipo socioeconómicas como la cercanía a la carretera Federico Basadre, ríos principales como el Aguaytia y centros poblados, así como, aspectos de relieve o fisiográficos propicios para ciertos cultivos principalmente plátano, café y cacao.



**Figura 11.** Comparación de mapas de cobertura y uso de la tierra (CUT) años 2010, 2016 y proyectado al año 2022, notándose el incremento de cultivos agrícolas en áreas de bosque.



**Figura 12.** Distribución de la superficie y comparación de los CUT de los años 2010, 2016 y 2022 (modelado).



## IV. CONCLUSIONES

- Al año 2016 las clases de CUT que predominan son los Bosques denso alto y bajo con 177 382 y 142 956 ha respectivamente, así también las Áreas agrícolas heterogéneas y el cultivo de plátano con 65 760 y 26 674 ha respectivamente.
- Los principales cambios son de Bosque denso alto y bajo a Áreas agrícolas heterogéneas, así también de Bosque denso alto a Cultivo de plátano y pastos para ganadería.
- Al 2022 unas 16 643,88 ha de Bosque pasaran a ser Áreas agrícolas.



## V. BIBLIOGRAFÍA

- Ariza, A. 2013. *Descripción y Corrección de Productos Landsat 8 LDCM (Landsat Data Connuity Mission) versión 1.0*. UNSPIDER. Bogota.
- Briceño, F. 2005. Las cadenas de Markov en el análisis de cambios y asignación de usos de la tierra. *Revista Geográfica Venezolana*, 46(1): 35-45.
- Dirección General de Ordenamiento Territorial. 2013. *Guía Técnica para el Uso de las Imágenes RapidEye*. Lima.
- García, M. L.; Brondo, J. É.; Pérez, M. A. 2012. *Satélites de Teledetección para la Gestión del Territorio*. Canarias, España: Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Aguas del Gobierno de Canaria. Canarias.
- Halefom, A., Teshome, A., Sisay, E., & Ahmad, I. (2018). Dynamics of land use and land cover change using remote sensing and GIS: a case study of Debre Tabor Town, South Gondar, Ethiopia. *Journal of Geographic Information System*, 10(02), 165.
- Lucchese, L.; Mitra, S. 2001. "A New Method for Color Image Equalization", In Proc. Of 2001 Int'l Conference on Image Processing (ICIP 2001). Thessaloniki. p. 133-136.
- MacEachren, A. 1994. *Visualization in modern cartography*. Pergamon Press, Inc. Oxford.
- Maguire, D. J.; Bay, M.; Goodchild, M. F. 2005. *GIS, spaal analysis and modeling*. ESRI Press. Redlands.
- Mancebo, S.; Ortega, E.; Valentin, A. C.; Marn, B.; Martin, L. 2008. *Libro SIG: aprendiendo a manejar los SIG en la gestión ambiental*. Madrid.
- Paegelow, M; Camacho, M. T.; Menor, J. 2003. Cadenas de Markov, evaluación multicriterio y evaluación multiobjetivo para la modelización prospectiva del paisaje. *GeoFocus*, 3: 22-44.
- Ponus Jr., R. G.; Shusas, E.; McEachern, M. 2004. Detecting important categorical land changes while accounng for persistence. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 101 (2004): 251–268.
- Ramírez-Sánchez, H. U.; García-Guadalupe M. E.; Villalpando-Piña, G. 2013. Evaluación espacio-temporal de vegetación y uso de suelo de la cuenca río Caliente, Jalisco, México. *Investigaciones Geográficas (Esp)*, 59: 43- 55.
- Velázquez, A.; Mas, J. F.; Díaz, J. R.; Mayorga, R.; Alcántara, P. C.; Castro, R.; Fernández, T.; Bocco, G.; Ezcurra, E.; Palacio, J. L. 2002. Patrones y tasas de cambio de uso del suelo en México. *Gaceta Ecológica*, 62: 21-37.



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Mapa de ubicación del distrito Padre Abad, Provincia Padre Abad, departamento Ucayali	9
<b>Figura 2.</b>	Mapa de Uso Actual de la Tierra del Distrito Padre Abad.	17
<b>Figura 3.</b>	Cultivo de palma aceitera en el centro poblado Libertad.	18
<b>Figura 4.</b>	Cultivo de plátano ubicado en el centro poblado Centro Yurac.	19
<b>Figura 5.</b>	Cultivo de cacao ubicado en el centro poblado Libertad.	20
<b>Figura 6.</b>	Categoría de uso Pastos ubicados en el centro poblado Centro Algodón.	21
<b>Figura 7.</b>	Categoría áreas pantanosas varillal – aguajal.	22
<b>Figura 8.</b>	Vegetación acuática.	23
<b>Figura 9.</b>	Distribución de la cobertura y uso de la tierra, a) 2010 y b) 2016.	24
<b>Figura 10.</b>	Variables espaciales explicativas incluidas en el modelo de escenario de cambio de cobertura y uso de la tierra al 2022.	24
<b>Figura 11.</b>	Comparación de mapas de cobertura y uso de la tierra (CUT) años 2010, 2016 y proyectado al año 2022, notándose el incremento de cultivos agrícolas en áreas de bosque.	26
<b>Figura 12.</b>	Distribución de la superficie y comparación de los CUT de los años 2010, 2016 y 2022 (modelado).	27

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b>	Propuesta de Leyenda de Uso y Cobertura de la Tierra - Perú (MINAM, 2012) y adaptada para el estudio en el Distrito Padre Abad.	16
<b>Tabla 2.</b>	Categorías por niveles de Cobertura y Uso de la Tierra adaptada al estudio del Distrito Padre Abad, leyenda de Cobertura y Uso de la Tierra - Perú (MINAM, 2012).	17
<b>Tabla 3.</b>	Superficie de las categorías de cobertura y uso de la tierra (CUT) para el año 2010.	23
<b>Tabla 4.</b>	Matriz de correlación de Spearman de variables espaciales explicativas.	26