

Informe Técnico Final

Producto 3

Mapa de Cambio de Cobertura de la Tierra 1976 – 2008
para el Área de Extensión del Proyecto REDD Amazonía



Presentado a:



Santa Cruz, Julio 2009

Datos generales del Proyecto:

Título del Proyecto:

Mapa de Cambio de Cobertura de la Tierra 1976 – 2008 para el Área de Referencia del Proyecto REDD Amazonía - (Producto 3)

Responsables:

Fundación Amigos de la Naturaleza:

Aspectos Técnicos: Eric Armijo (earmijo@fan-bo.org)

Aspectos Administrativos: Lic. Carmen R. García (cgarcia@fan-bo.org)

Fundación Amigos del Museo Noel Kempff:

Aspectos Técnicos: Lisete Correa (licorrea@museonoelkempff.org)

Aspectos Administrativos: René Rodríguez (rrodriguez@museonoelkempff.org)

Fecha de inicio: 1 de Julio 2009

Duración: 1 meses

Antecedentes

La Fundación Amigos de la Naturaleza Noel Kempff (F.A.N.-Bolivia), mediante su departamento de Cambio Climático y Servicios Ambientales, se encuentra ejecutando el Proyecto Reducción de Emisiones de Deforestación y Degradación - REDD Amazonía, en el área nordeste de Bolivia, y para eso necesita conocer información sobre su cobertura vegetal y cambios ocurridos en su uso.

En los meses de mayo y junio del presente año el Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado ejecutó el "Estudio de Cambio de la Tierra 1976 - 2008 para el área influencia del Proyecto REDD Amazonía (Escenas Landsat - Producto 1). Posteriormente FAN Bolivia, consideró la necesidad de conocer el mismo análisis para el área de influencia de su área de estudio, para lo cual se seleccionaron las imágenes (Landsat 5 ETM) que se muestran a continuación en la Fig.1, las cuales corresponden al análisis del presente producto (Producto 3).

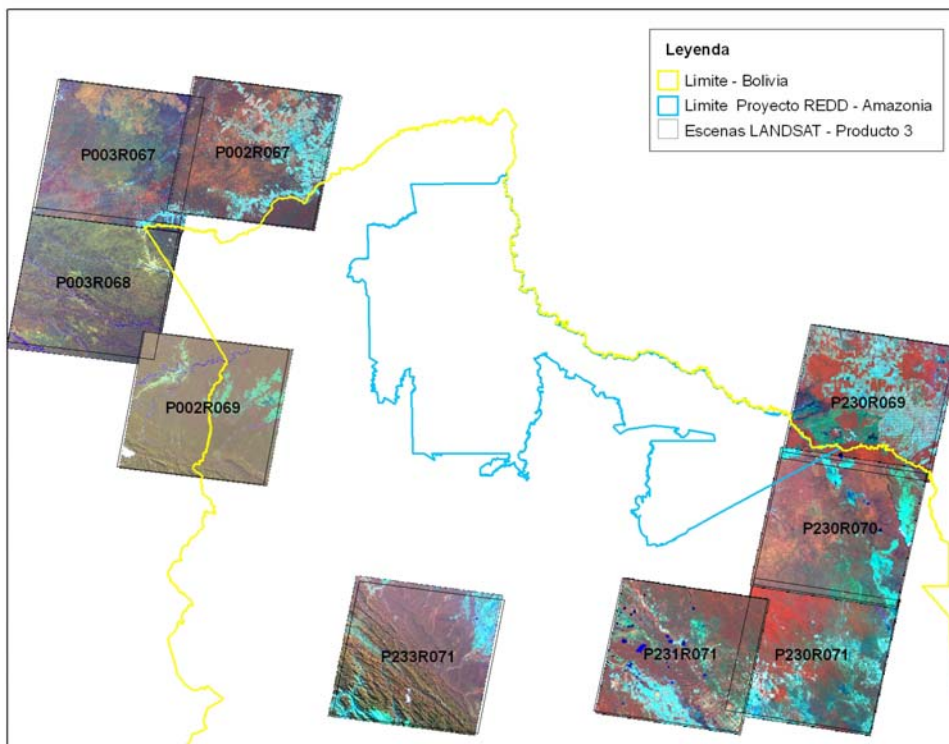


Figura 1. Área de Estudio REDD Amazonía y Escenas del Área de Referencia (Landsat 5)

El presente estudio está basado en procesar y analizar información de productos de teledetección de 9 escenas de imágenes satelitales Landsat del año 2008, que forman el área de referencia del área de influencia del Proyecto REDD Amazonía, actualizando de esta manera la información obtenida en el estudio de línea base (Killeen et al, 2005)

Al finalizar este estudio se tendrá un conocimiento real del estado de conservación de la cobertura vegetal en el área, ya que este es un indicador prioritario y el más factible de ser analizado y monitoreado en un tiempo corto y costos relativamente bajos a través del uso de tecnologías como Teledetección y SIG.

Justificación

La ejecución del proyecto producirá información digital que podrá ser utilizada para el monitoreo del Cambio de Cobertura de la Tierra para el área de estudio, analizando el estado de conservación actual del área y relacionarlo con la información obtenida para la misma área en los periodos: antes de 1976, 1976-1986, 1986-1991, 1991-2001, 2001-2005 y 2005-2008. Los resultados proporcionarán información base que serán utilizados en la implementación de modelos económicos y espaciales de proyección de la actividad humana.

Objetivos del Proyecto

- Complementar el área de influencia del Mapa de Cambio de Cobertura de la Tierra 1976 – 2008 para el Área del Proyecto REDD Amazonía (Producto 1).
- Identificar el cambio de cobertura de la tierra para el Área de Referencia del Proyecto REDD Amazonía (Producto 3) en el periodo 2008.
- Obtención del mosaico de imágenes (raster digital) con identificación de las transiciones de clases de cobertura de la tierra según los periodos descritos en Killeen et al, 2005 y su respectiva actualización al 2008.
- Cálculo del área de cambio de uso de la tierra, correspondientes a los seis periodos: antes de 1976, 1976-1986, 1986-1991, 1991-2001, 2001-2005 y 2005-2008.

Metodología de trabajo

El equipo técnico del Dpto. de Geografía e Informática ha consolidado una metodología de trabajo, sobre análisis de Cobertura y Cambios de Uso de la Tierra, que ha venido aplicando en una gran variedad de áreas de trabajo en Bolivia y Perú, y que es la que se ha seguido para el presente estudio. Para el tratamiento digital de las imágenes de satélite se trabajó con el software ERDAS Imagine y los procesos que se realizaron son los que se describen a continuación:

Se realizó el download de 9 escenas Landsat 5 del 2008 a ser utilizadas en el presente estudio, (Fig.2), a las cuales se les realizó previamente la corrección geométrica, este proceso fue

realizado con el software ERDAS IMAGINE 9.1, utilizando un modelo polinomial de segundo orden, como imágenes de referencia se utilizaron imágenes orthoretificadas de la base de imágenes del Departamento de Geografía del Museo de HNNKM, obteniéndose para cada proceso de corrección un error cuadrático medio $< a 1$. Para la escena 233-071 se tuvo que utilizar recortes de escenas de diferentes fechas del mismo año (2008) para utilizarlas en áreas con presencia de nubes. Vale aclarar que solamente se analizó el área boliviana, utilizándose el límite internacional para recortar y procesar solamente estos cortes.

A continuación se muestran el Path/Row (Cuadro 1) de las imágenes y la fecha respectiva de cada escena así como el área de estudio del presente proyecto en relación al Producto 1 y el Área del Referencia del Proyecto REDD Amazonía (Fig.2):

	Path	Row	Fecha
1	P002	R067	20080818
2	P002	R069	20080514
3	P003	R067	20080606
4	P003	R068	20080505
5	P230	R069	20080916
6	P230	R070	20080916
7	P230	R071	20080916
8	P231	R071	20081009
9	P233	R071	20080804(Corte1)
			20080820(Corte2)
			20070615(Corte3)

Cuadro 1. Imágenes Landsat 5 utilizadas y su respectiva fecha.

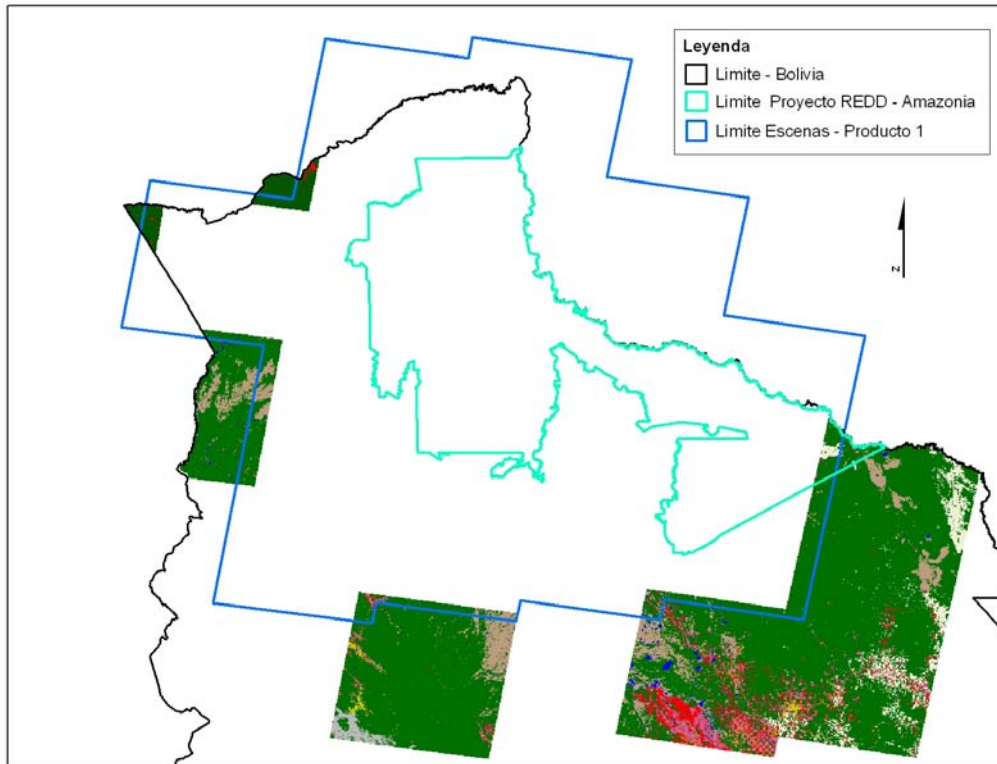


Figura 2. Área del Proyecto REDD Amazonía (límite celeste) y producto del presente estudio – Área de Referencia

El análisis digital (clasificación de las imágenes) para generar el Mapa de Cambio de Cobertura de la Tierra fue realizado con la metodología de clasificación no supervisada que utiliza el algoritmo Isodata; los datos fueron agrupados en 125 clases y posteriormente asignados a las clases identificadas, haciendo un análisis espacial y espectral. Las clases de cobertura que fueron identificadas en el análisis visual de las imágenes originales para el mapa de cobertura y cambio de uso de la tierra fueron:

Tipos de Cobertura

Bosque: Incluye todas las coberturas naturales donde predomina la vegetación arbórea

Deforestación: Son áreas donde la cobertura natural ha sido intervenida por el hombre, principalmente para el establecimiento de agricultura y ganadería, hasta el 2008.

Sabanas: Cobertura compuesta por extensos pastizales y árboles dispersos. La vegetación esta conformada por plantas herbáceas, esencialmente gramíneas de gran altura, arbustos más o menos dispersos y árboles aislados.

Puna: Extensión de terreno seco, llano y con escasa vegetación de los Andes.

Cambio en Sabanas: Cambio producido en sabanas por actividades humanas, hasta el 2008.

Cerrado: Complejo de sabanas y vegetación arbórea abierta.

Cambio en Cerrado: Cambio producido en el Cerrado por actividades humanas, hasta el 2008.

No Bosque Natural (NBN): Áreas naturales que no presentan vegetación arbórea, ejemplo: arena de ríos, áreas degradadas naturalmente.

Humedales: Áreas que son temporal o permanentemente inundadas

Cuerpos de Agua: Incluye todos los cuerpos de agua (lagunas, ríos, represas y otros).

Figura 3. Clases obtenidas de la clasificación de las imágenes Landsat 2008.

El Mapa de Cambio de Cobertura de la Tierra fue realizado mediante la metodología de clasificación no supervisada (ver Anexo 1) que utiliza el algoritmo Isodata del software para procesamiento de imágenes ERDAS IMAGINE; esto debido a que no se contaba con la información de campo suficiente para poder determinar las diferentes áreas de entrenamiento e identificar los diversos componentes del paisaje. Se utilizó el módulo CLASSIFIER/UNSUPERVISED CLASSIFICATION, se definió un número de 125 clases en la combinación de bandas 4,5,3 que corresponden a los canales RGB y con un número 100 iteraciones; estos parámetros dieron una clasificación muy similar a la imagen original.

Las 125 clases resultantes fueron agrupadas, haciendo un análisis espacial y espectral, a partir de las cuales se obtuvieron las 9 clases (coberturas naturales y cambios de cobertura) para las imágenes del 2008 (Fig.3). Para esta reclasificación se utilizó el módulo INTERPRETER /GIS ANALYSIS/RECODE; en aquellas zonas donde existió dificultad para separar las diversas clases identificadas en la clasificación no supervisada se utilizó la técnica REGION GROW para agrupar las clases manualmente.

Para cada imagen clasificada se forma de manera automática una "tabla de atributos" en que aparecen los nombres de las clases y el número de píxeles por clase, producto de un proceso

automatizado, la clasificación supervisada, mas la clasificación no supervisada, por medio de la discriminación y/o agrupación de píxeles.

Todos los pasos de tratamiento de las imágenes se trabajaron con una resolución espacial de 30 metros y una unidad mínima de 2 hectáreas, utilizando filtros de generalización para el producto final (Clump – Eliminate, ERDAS 9.1).

La tabla en que se muestra la cantidad de cada tipo de cobertura del suelo es producto de la exportación de la "tabla de atributos" en que cada clase corresponde a un tipo de cobertura de suelo y la superficie obtenida en hectáreas no es más que la sumatoria de los píxeles por clase de cobertura.

Debido a diferentes factores como ser la escala, fuente, proyección, etc., las coberturas existentes de límites entre Bolivia y Brasil - Perú no coinciden con el límite real en las imágenes de satélite analizadas (Landsat). Es por esto que para la delimitación del área de estudio se generó un nuevo límite a partir de la recodificación e interpretación visual y digitalización de las imágenes del mosaico de imágenes Landsat 5 (2008), ya que los ríos son el límite natural en estas zonas fronterizas.

Resultados:

Los resultados obtenidos a partir del estudio del cambio de uso de la cobertura (Producto 3, Fig.2) fueron fusionados geográficamente con el Producto 1, dando continuidad y consistencia al análisis de las clases de cobertura presentes en el siguiente mosaico de imágenes clasificadas (Fig. 4 y Anexo 2).

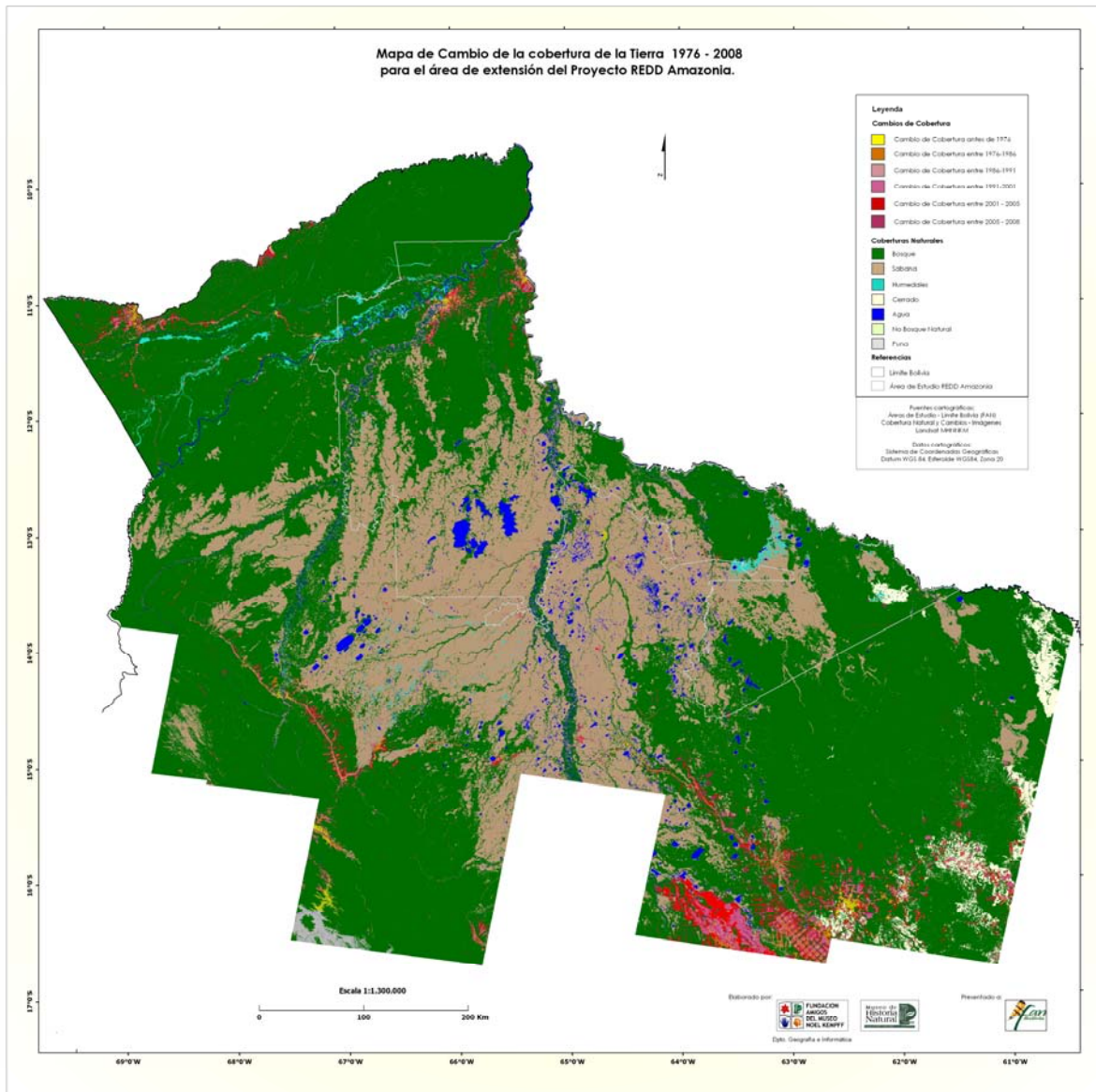


Fig. 4 Mapa de Cambio de Cobertura de la Tierra 1976 – 2008 para el Área Total de Estudio del Proyecto REDD Amazonía.

A continuación se presenta una tabla (Cuadro 2) donde se puede ver las diferentes clases de cobertura con su correspondiente área (ha) y su porcentaje en relación al área total.

Cobertura natural	Superficie (ha)	%
Bosque	28.059.410	65,36
Cerrado	606.663	1,41
Sabana	11.126.126	25,92
Humedales	297.508	0,69
Puna	112.183	0,26
Cuerpos de Agua	857.775	2,00
No Bosque Natural	1.129	0,00
Deforestación por periodos		
Deforestación antes del 76	85.856	0,20
Deforestación 76-86	113.743	0,26
Deforestación 86-91	259.503	0,60
Deforestación 91-01	414.402	0,97
Deforestación 01-05	436.470	1,02
Deforestación 05 - 08	246.344	0,57
Cambio de uso		
Cambio Cerrado antes del 76	22.542	0,05
Cambio Cerrado 76-86	6.898	0,02
Cambio Cerrado 86-91	22.010	0,05
Cambio Cerrado 91-01	33.309	0,08
Cambio Cerrado 01-05	49.272	0,11
Cambio Cerrado 05-08	13.727	0,03
Cambio en Sabana 86-91	19.658	0,05
Cambio en Sabana 91-01	31.070	0,07
Cambio en Sabana 01-05	67.194	0,16
Cambio en Sabana 05-08	49.864	0,12
Total	42.932.657	100

Cuadro 2. Superficie por tipo de cobertura y su respectivo porcentaje para toda el área de estudio

Según los resultados obtenidos, de los casi 43 millones de hectáreas de superficie total en estudio, el 65 % esta cubierto por bosques, un 26 % por sabanas y un 1,5 % de cerrado, siendo estas 3 coberturas naturales las que presentan mayor superficie.

A continuación se presentan los cambios en cobertura natural ocurridos para los periodos antes de 1976, 1976-1986, 1986-1991, 1991-2001, 2001-2005 y 2005-2008 (Cuadro 3.):

Cambio de Cobertura por Periodo	Superficie en ha.	%
Cambio antes del 1976	108.399	5,79
Cambio 1976-1986	120.641	6,44
Cambio 1986-1991	301.171	16,09
cambio 1991-2001	478.781	25,58
Cambio 2001-2005	552.936	29,54
Cambio 2005-2008	309.935	16,56
TOTAL	1.871.862	100

Cuadro 3. Superficie de Cambio de cobertura de la tierra por periodo para toda el área de estudio

Analizando el cambio de coberturas descritos en Killen et al, 2005, se observa que el periodo comprendido entre los años 2001-2005, es el que presenta mayor cambio de cobertura (29,54 % del total), siendo que el periodo 1991-2001 es más extenso, presenta un menor cambio de cobertura (25,58 %). Por otro lado, el tercer periodo con mayor cambio en la cobertura es el comprendido entre los años 2005-2008 con un 16, 5 % del total de superficie estudiada.