



ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA



Ministerio de Medio Ambiente y Agua

Ministerio de Medio Ambiente y Agua

Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad,
Cambios Climáticos y de Gestión y Desarrollo Forestal

Dirección General de Gestión y Desarrollo Forestal

MEMORIA TÉCNICA MAPA DE DEFORESTACIÓN DE BOLIVIA 2010 - 2013



OTCA

Organización del Tratado
de Cooperación Amazónica



“Si no garantizamos el bien estar de la Madre Tierra es imposible garantizar el bienestar de nuestros pueblos que viven en este planeta tierra. He llegado a la conclusión que la Madre Tierra o el Planeta Tierra, va existir sin la vida humana, pero la vida humana no puede existir sin el Planeta Tierra, sin la Madre Tierra”.

(Extraído de la intervención del presidente Evo Morales en la Plenaria del Discurso en ocasión del debate general del 64° periodo de Sesiones de la Asamblea General de las Naciones Unidas – 23 de septiembre de 2009.

Dra. María Alexandra Moreira López

MINISTRA DE MEDIO AMBIENTE Y AGUA

Lic. Gonzalo Rodríguez Cámara

VICEMINISTRO DE MEDIO AMBIENTE, BIODIVERSIDAD, CAMBIOS CLIMÁTICOS Y DE GESTIÓN Y DESARROLLO FORESTAL

M.Sc. Ing. Víctor Ángel Alcoba Cabezas

DIRECCIÓN GENERAL DE GESTIÓN Y DESARROLLO FORESTAL

EQUIPO DE LA SALA DE OBSERVACIÓN BOLIVIA, ORGANIZACIÓN DEL TRATADO DE COOPERACIÓN AMAZÓNICA OTCA

M.Sc. Sergio Mario Ledezma Kravarovic´

Coordinador Técnico Nacional de la Sala de Observación Bolivia / OTCA

Ing. Edgar Daniel Flores Moscoso

Jefe del área de sistemas de teledetección

M.Sc. Susan Cinthia Donaire Apala

Jefe del área de cartografía y sistemas de información geográfica

Ing. Lesli Kuscaya Bellido Solares

Analista en sistemas de teledetección y SIG

Lic. Leonardo Uruchi Morales

Analista en sistemas de teledetección y SIG

Lic. Edwin Cahuaya Sucojaya

Analista en sistemas de información geográfica SIG

Ing. Luis Antonio Troche Márquez

Analista en sistemas de información geográfica SIG

Ing. Miguel David Cárdenas Avilés

Analista II en SIG y sistemas de teledetección

Sra. Giovana Carol Crespo Figueredo

Asistente técnico

Con el apoyo técnico de la DGGDF

Personal :

M.Sc. Freddy Antonio Navia Dávalos
M.Sc. Raúl Lobo Olivera
Ing. Juan Carlos Soria Merubia
Ing. Mariela Flores Tito
Ing. Eva María Rivero Vaca
Lic. Carola Buitrón Aliaga
Lic. Zulma Isabel Condori Márquez
Lic. Eddy Alan Paco Rodríguez
Sr. Walter Osco Frías
Sra. Martha Condori Yarari

Proyectista:

Ing. Rubén Gosálvez Canedo

Especialista en Ecología del Paisaje:

Dr. Humberto Perotto Baldivieso

Con el apoyo de las Instituciones



**Organización de las Naciones Unidas
para la Alimentación y la Agricultura**

PROYECTO: APOYO AL MECANISMO CONJUNTO EN ACCIONES
DE MITIGACION AL CAMBIO CLIMATICO EN LOS
BOSQUES DE BOLIVIA - UNJP/BOL/045/UNJ



**Embajada de Dinamarca
DANIDA**

Indice General

1. Introducción	1
2. Marco Conceptual	3
3. Objetivos	4
4. Metodología	5
4.1. Proceso Metodológico	5
4.2. Pre Procesamiento	6
4.2.1. Corrección de Imágenes	6
4.2.2. Digitalización de Imágenes	8
4.2.3. Validación	11
5. Resultados	13
6. Conclusiones	16
7. Anexo 1. Mapa de Deforestación Periodo 2010-2013 de Bolivia	17

Indice de Tablas

Tabla 1: Tasa de deforestación desde el año 1993 a 2007	2
Tabla 2: Proyección de la superficie y la tasa de deforestación	2
Tabla 3: Características de las imágenes Landsat L8	7
Tabla 4. Distribución de la deforestación 2010 - 2013, por tipo de bosque, Santa Cruz	13
Tabla 5. Distribución de la deforestación 2010 - 2013, por tipo de bosque, Beni	13
Tabla 6. Distribución de la deforestación 2010 - 2013, por tipo de bosque, Pando	14
Tabla 7. Distribución de la deforestación 2010 - 2013, por tipo de bosque, Tarija	14
Tabla 8. Distribución de la deforestación 2010 - 2013, por tipo de bosque, La Paz	14

Indice de Ilustraciones

Ilustración 1. Distribución de imágenes Landsat L8 utilizadas	5
Ilustración 2. Descarga de las imágenes del satélite Landsat L8	6
Ilustración 3. Parámetros técnicos para la reproyección de las imágenes	8
Ilustración 4. Índice Normalizado Diferencial de Vegetación	9
Ilustración 5. Cobertura Fraccional de Sustratos de la Superficie Terrestre	10
Ilustración 6. Modelo Linear de Mezcla Espectral	11
Ilustración 7. Validación de campo	12
Ilustración 8. Deformaciones de la proyección cónica	15
Ilustración 9. Parámetros Proyección Cónica Equivalente de Albers	15



Introducción

La Dirección General de Gestión y Desarrollo Forestal (DGGDF) del Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA) en coordinación con la Sala de Observación Bolivia / OTCA (SoB / OTCA) en el marco del proyecto de “Monitoreo de la Deforestación en la Región Amazónica”, ha desarrollado el Mapa de deforestación a nivel nacional, para el período 2010-2013 determinando la superficie de bosques que se pierde, así como su tasa de deforestación anual.

Este trabajo fue realizado, utilizando como base el Mapa de bosque 2013¹ y delimitando con mayor precisión las áreas deforestadas entre el periodo de 2010 – 2013 (Junio, Julio y Agosto). De acuerdo a los criterios establecidos por la DGGDF y la Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (OTCA), para el monitoreo de la deforestación, la Sala de Observación de

Bolivia identificó la superficie deforestada dentro este período para todo el país.

Después de una sistematización de varios estudios, fue a través de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), que el año 2010 (Roma Italia), mediante el Informe Nacional sobre la Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales FRA-2010, para el Estado Plurinacional de Bolivia,² resaltan datos importantes de la superficie de bosques para el año 2001 de 60.091.307 hectáreas incluyendo a esta superficie las plantaciones forestales extensivas con una superficie aproximada de 4.309 hectáreas. Tomando los datos de la Ex - Superintendencia Forestal y la información de los proyectos SIFORBOL/OIMT y BOLFOR hasta el año 2007, donde establecen valores de la tasa de deforestación desde el año 1993 hasta el año 2007, descritos en la siguiente tabla:

¹) Mapa elaborado por la Sala de Observación – Bolivia, el mismo cuenta con registro **RNRC IGM002** emitido por el Instituto Geográfico Militar y con Resolución Ministerial **No. 047** del 26 de febrero de 2015 otorgado por el Ministerio de Medio Ambiente y Agua.

²) Publicación donde si bien indican que no deben ser utilizados con fines oficiales, se menciona a varias instituciones nacionales que fueron incursionando en estudios de deforestación en el país y quienes publicaron algunos datos.

Tabla 1. Tasa de deforestación desde el año 1993 a 2007

Periodo	Tasa de Deforestación anual (ha)	Fuente
Promedio 1993-2000	270.333	Tasa de deforestación de Bolivia 1993-2000; BOLFOR-Superintendencia Forestal 2003
2004	275.128	Avance de la deforestación en Bolivia, Superintendencia Forestal 2004
2005	281.283	Avance de la deforestación en Bolivia, Superintendencia Forestal 2005
2006	307.211	Avance de la deforestación en Bolivia, Superintendencia Forestal 2006
2007	345.376	Avance de la deforestación en Bolivia, Superintendencia Forestal 2007
Promedio 2004-2007	302.249	

Fuente: Informe Nacional, Bolivia FRA 2010.

Nota: Es importante aclarar que solo se cuantificaron las superficies mayores a 4,5 hectáreas, por utilizar diferentes imágenes.

En base a estos resultados se llegó a estimar el año 2010, en la Tabla 2 se detalla los datos y proyectar la superficie de bosque hasta el por periodo.

Tabla 2. Proyección de la superficie y la tasa de deforestación

Periodo	Tasa anual deforestación (ha)	Superficie de bosque (ha)
2000	270.333	60.091.000
2005	281.283	58.734.540
2010	307.674	57.196.172

Fuente: Informe Nacional, Bolivia FRA 2010.

Todos estos datos no contaban con una delimitación de la cobertura de bosques precisa, en este sentido es que a partir de la elaboración del Mapa de la cobertura boscosa 2013, se crea una línea base que sirve de insumo para la planificación, investigación, desarrollo productivo y el desarrollo de políticas públicas, a la hora de generar

estrategias, planes y programas que coadyuven a una adecuada toma de decisiones en la gestión sustentable del desarrollo forestal, que permitirá realizar un seguimiento y monitoreo preciso de la superficie de bosque que disminuye año tras año.



Marco Conceptual

Para desarrollar este trabajo, se han consensuado la definición utilizada para la deforestación la cual se enmarcó el presente trabajo y se coordinó entre el equipo técnico de la SoB y la DGGDF.

Deforestación³

La deforestación es un proceso provocado generalmente por la acción humana, en el que se destruye toda la superficie forestal y/o arbórea de un área determinada, principalmente debido a las talas, quemas y/o chaqueos.

Nota: Es importante señalar que el periodo de análisis de la deforestación es de la época seca, puesto que en ese periodo las imágenes se encuentran con un porcentaje muy bajo y casi nulo de cobertura nubosa, lo que incluye imágenes de los meses de junio, julio y agosto de los años 2010 y 2013, obteniendo una deforestación acumulada. Para el cálculo de la tasa de deforestación anual se realiza la división de la deforestación acumulada 2010-2013 entre los tres periodos mencionados. (2010-2011; 2011-2012; 2012-2013).



Fuente: Elaborado por la SoB

³⁾ Glosario de Temas y Conceptos Ambientales - Una Guía Para la Actualización y la Reflexión. LIDEMA Liga de Defensa del Medio Ambiente, La Paz – Bolivia 2008.

Objetivos



Los objetivos del presente trabajo son:

- Determinar la superficie deforestada a nivel nacional en el periodo 2010-2013.
- Calcular la tasa de deforestación anual del Estado Plurinacional de Bolivia.
- Proporcionar información de deforestación 2010-2013 a nivel nacional y para la región amazónica.



Fuente: Elaborado por la SoB



Metodología

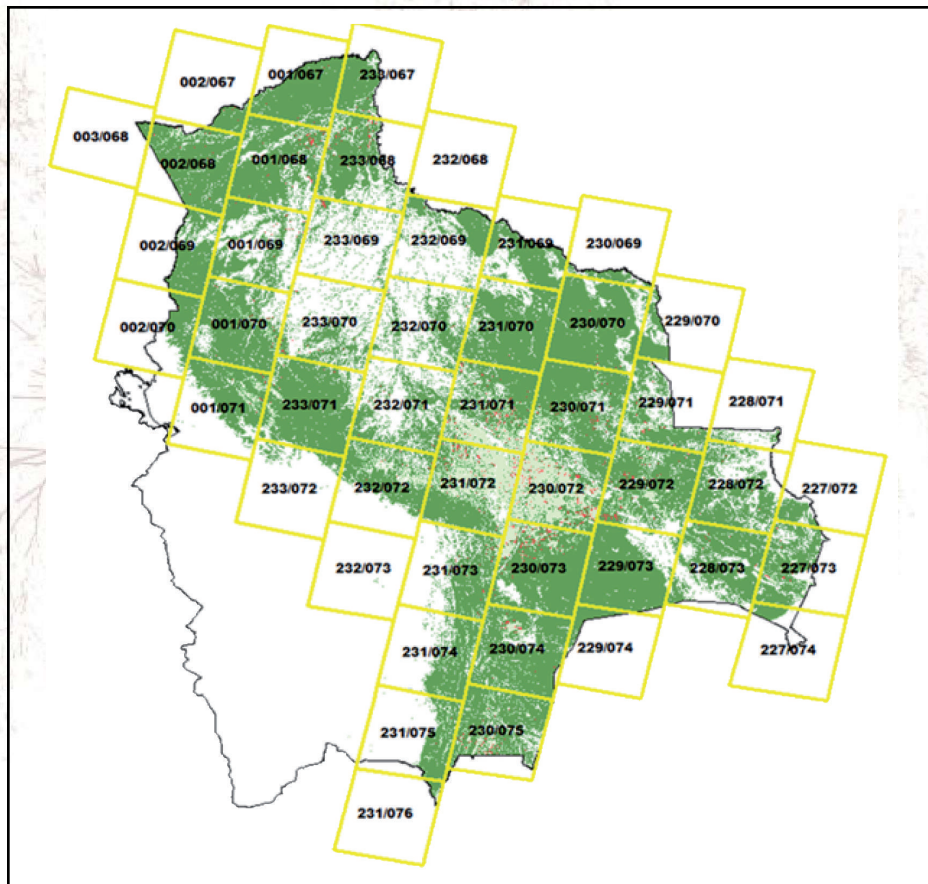
4.1. Proceso metodológico

El proceso metodológico utilizado para la determinación de la deforestación tuvo como base la cobertura boscosa del Mapa de bosque 2013, las imágenes Landsat L8 del periodo seco (Junio, Julio y Agosto) y las

imágenes Landsat L5 utilizadas en el proceso de deforestación del año 2010.

Las imágenes Landsat L8 utilizadas para el análisis de la deforestación fueron 48 como se observa en la Ilustración 1.

Ilustración 1. Distribución de imágenes Landsat L8 utilizadas



Fuente: Elaboración SoB, path/row indice de escenas Landsat L8

El proceso de digitalización se realizó utilizando grillas de 50 x 50 kilometros, con un recubrimiento en la zona de bosque del país de 380 grillas.

La digitalización se trabajo tomando como base la cobertura de bosque 2013, utilizando las imágenes Landsat L5 2010 y Landsat L8 2013, se delimitó de manera precisa la perdida de bosques entre estos dos periodos.

4.2. Pre procesamiento

El pre procesamiento de las imágenes Landsat L8 se las realizó bajo las siguientes etapas.⁴

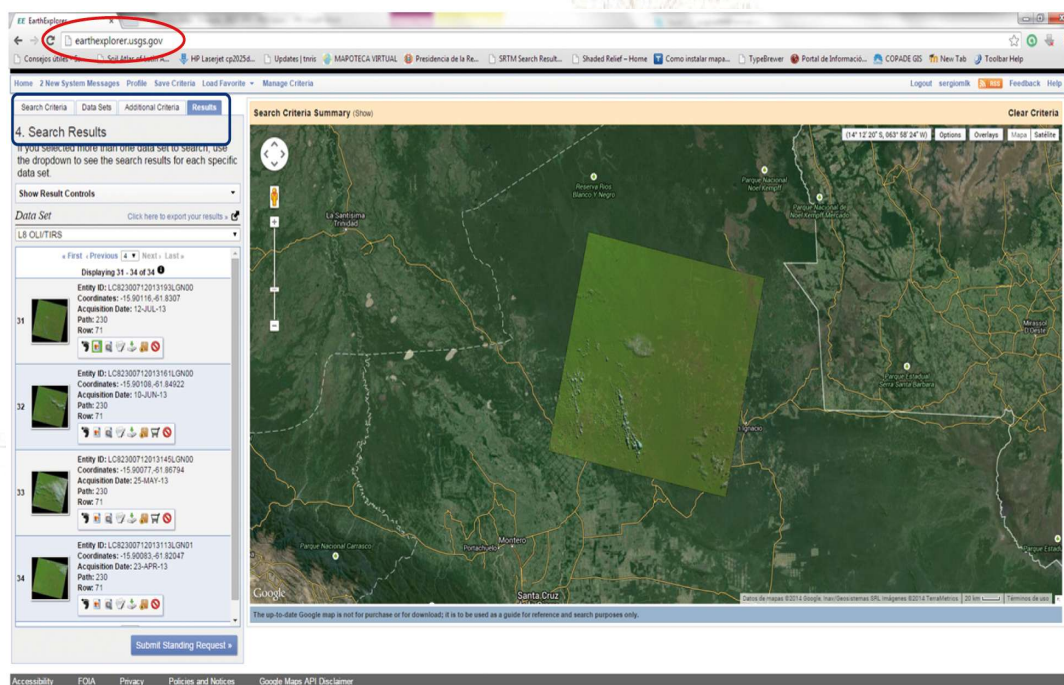
4.2.1. Corrección de imágenes

Inicia con la *obtención de las imágenes de la gestión 2013*, para este fin se ha realizado la descarga de las imágenes Landsat L8⁵, que está compuesto por dos sensores, *Operational Land Imager* (OLI) y *Thermal Infrared Sensor* (TIRS), el primer sensor capta el espectro visible, infrarrojo cercano (IRC) e infrarrojo de onda corta (SWIR), el mismo tiene una resolución de 15 metros en el

pancromático y 30 metros en el multiespectral; el segundo sensor mide la temperatura de la superficie mediante dos bandas 10 y 11 del infrarrojo térmico, que tienen una resolución espacial de 100 metros.

Las imágenes Landsat L8 han sido obtenidas de forma gratuita desde el servidor de EarthExplorer⁶ tomando en cuenta la estacionalidad seca del año (época seca) y el porcentaje de nubes (menor a 15%) que presentan las imágenes. En el Ilustración 2 se detalla las opciones tomadas para la descarga de las imágenes.

Ilustración 2. Descarga de las imágenes del satélite Landsat L8



Nota: Parte superior sitio web EarthExplorer (óvalo en rojo); de izquierda a derecha elección de los criterios de la imagen, selección del sensor y resultado (cuadrado en azul).

Para el almacenaje interno de las imágenes, se ha realizado un análisis de las bandas a utilizarse para discriminar de una manera más óptima la cobertura boscosa, ya que cada imagen está compuesta por 11 bandas (ver Tabla 3). De acuerdo al análisis se ha visto por conveniente realizar la composición

de las 7 primeras bandas de la imagen, por sus características espectrales, que permitieron realzar de mejor manera la cobertura vegetal, para este proceso se ha utilizado la herramienta Layer Stack del software ERDAS.

⁴ Proporcionadas por Viceministerio de Tierras.

⁵ Lanzado el 11 de febrero de 2013 y declarado operacional el 30 de mayo de 2013.

⁶ <http://earthexplorer.usgs.gov/>

Tabla 3. Características de las imágenes Landsat L8

No	Bandas	Resolución Espacial	Características
1	Aerosol costero	30 m	Para estudio detallado de aguas costeras y concentración de aerosoles
2	Azul	30 m	
3	Verde	30 m	
4	Rojo	30 m	
5	Infrarrojo cercano (NIR)	30 m	
6	SWIR 1	30 m	
7	SWIR 2	30 m	
8	Pancromático (Pan)	15 m	
9	Cirrus (Cirrus)	30 m	Detección de la cubierta nubosa de cirros.
10	Infrarrojo térmico (TIRS) 1	100 m	Para medir la evotranspiración y la temperatura de la atmósfera
11	Infrarrojo térmico (TIRS) 2	100 m	

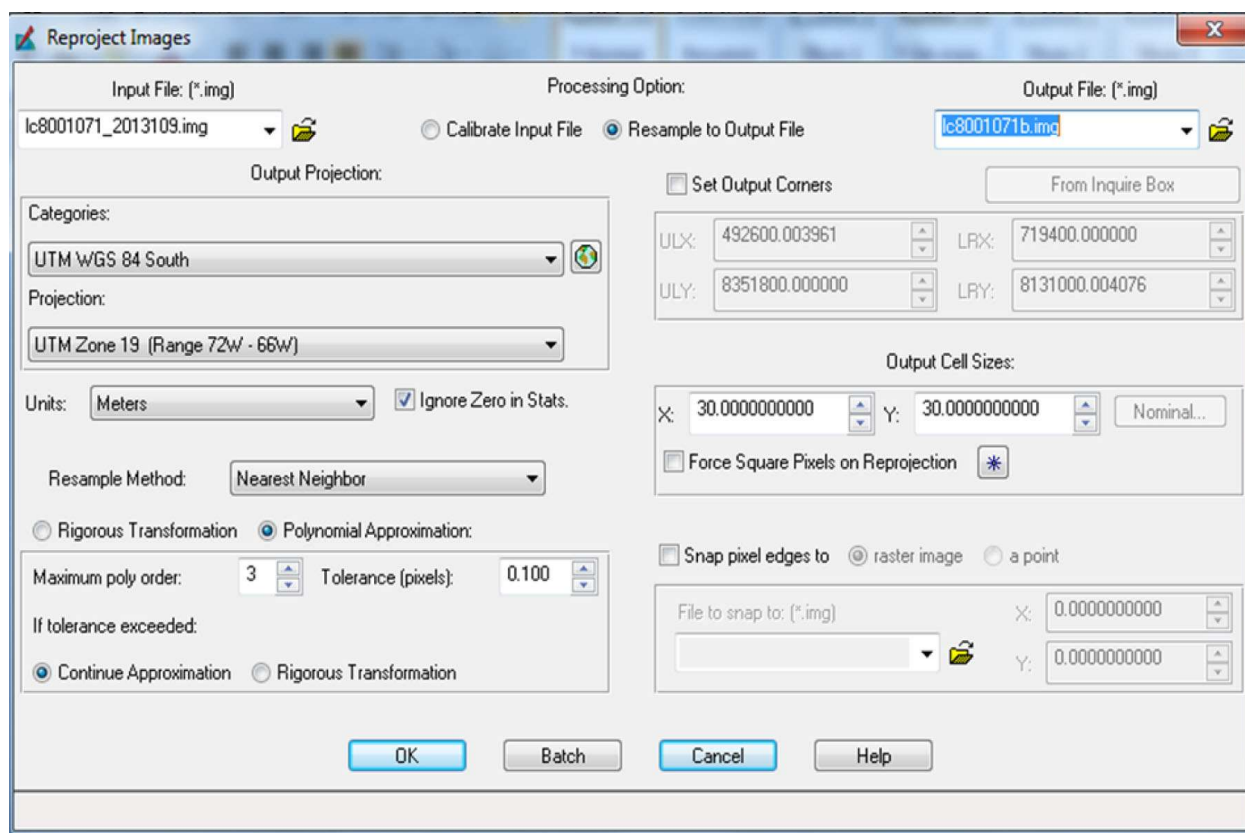
Fuente: Descripción y corrección de productos Landsat L8, LDCM (Landsat data continuity mission) Versión 1.0, Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC. 2013

Tomando en cuenta que el cálculo de la reflectividad real de una cubierta captada por un sensor espacial está condicionado por el comportamiento de la atmósfera, se realizaron las *correcciones atmosféricas* mediante el procedimiento de modelos físicos de transferencia radiativa, utilizando la herramienta ATCOR, la misma, reduce la influencia de la iluminación atmosférica y solar, mejorando los resultados en los algoritmos de la clasificación. A continuación se realizó la conversión de los niveles digitales a valores de reflectancia para que se remueva el efecto producido por el ángulo solar, compensando de esta manera las diferencias en los valores de la irradiancia solar extra-atmosférica.

Posteriormente se realizó la *corrección geométrica* de las imágenes, en dos etapas: la primera al analizar las imágenes se observa que se encuentran ubicadas en el hemisferio Norte por lo que se reprojecan al sistema correcto (hemisferio Sur), con la herramienta Reprojet de ERDAS. (Ver Ilustración 3)

La segunda con el fin de obtener una mayor precisión cartográfica de las imágenes, se realiza la georeferenciación, aplicando la metodología que consiste en adquirir puntos de control a través de imágenes satelitales que se encuentran georeferenciadas; para este paso se utiliza la herramienta de AUTOSYNC que permite la alineación de dos o más imágenes de diferentes tipos, por medio de la generación de ciertos de puntos de paso entre imágenes, para lograr este paso, las imágenes de referencia utilizadas fueron las ortorectificadas a nivel nacional de la gestión 2001, donde su error no supera los 50 metros, para la transferencia de los niveles digitales se utilizó el método del *vecino más próximo*. Una vez georeferenciadas las imágenes, se realizó el control de calidad de la distribución del error de los puntos de control y el error medio cuadrático general, que por defecto se muestra en píxeles y se verifica que los valores sean inferiores a 1 pixel.

Ilustración 3 . Parámetros técnicos para la reproyección de las imágenes



Fuente: Extraído del proceso de reproyección por la Sala de Observación Bolivia

4.2.2. Digitalización de imágenes

Para obtener la cobertura de deforestación 2013, se realizó la digitalización manual sobre las imágenes satelitales procesadas, aplicando en algunas escenas nuevamente el método de la *clasificación supervisada*.

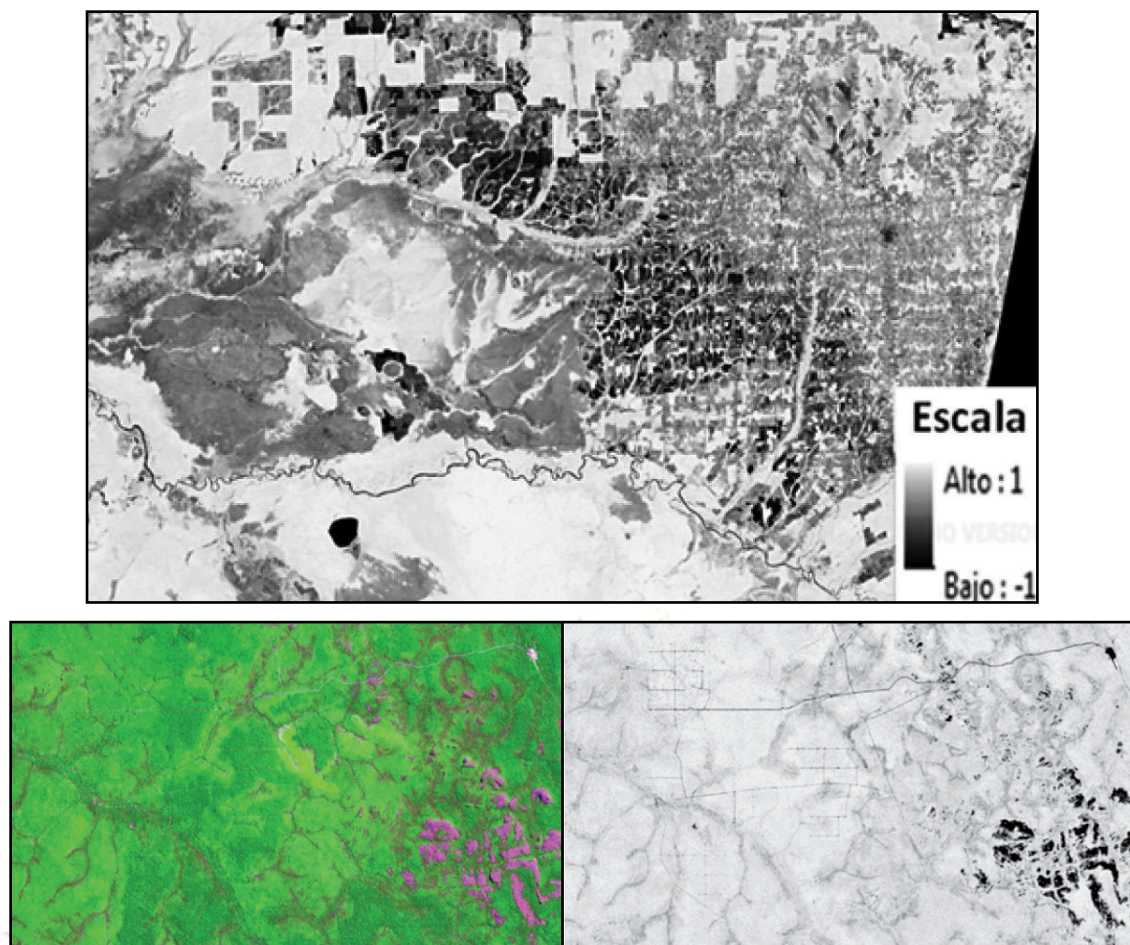
Asimismo en algunas áreas se utilizó el cálculo del *Índice Normalizado Diferencial de Vegetación*⁷ (NDVI), proceso con el cual se diferenció mejor la cobertura de agua y sombra, además de identificar la vegetación vigorosa y la vegetación senescente porque estas coberturas tienen diferentes respuestas de reflectancia; en la Ilustración 4 se puede observar que los valores del NDVI oscilan entre -1 a 1, se distingue que los valores

negativos tendrán la cobertura de agua, debido a que tiene una mayor reflectividad en la banda roja del espectro visible (en la imagen se observa de color negro), en el caso de las nubes el valor es cercano a 0 dado que en ambas bandas tienen valores similares (color gris), los valores positivos no muy altos corresponden al suelo descubierto ó con vegetación rala (color gris oscuro) y la vegetación densa, húmeda y bien desarrollada presenta los valores muy cerca a 1 (en la imagen se observa en tonos blanquesino), aplicando este proceso se pudo detectar con mayor facilidad las áreas con tala selectiva y la apertura de vías o sendas.

⁷) En siglas anglosajonas se denomina *Normalized Difference Vegetation Index*; está en función de la energía absorbida o reflejada por las plantas en el espectro del infrarrojo cercano (R_{IRC}) y en el canal rojo del espectro visible (R_{RVIS}), determinada en la siguiente fórmula:

$$NDVI = \frac{R_{IRC} - R_{RVIS}}{R_{IRC} + R_{RVIS}}$$

Ilustración 4. Índice Normalizado Diferencial de Vegetación



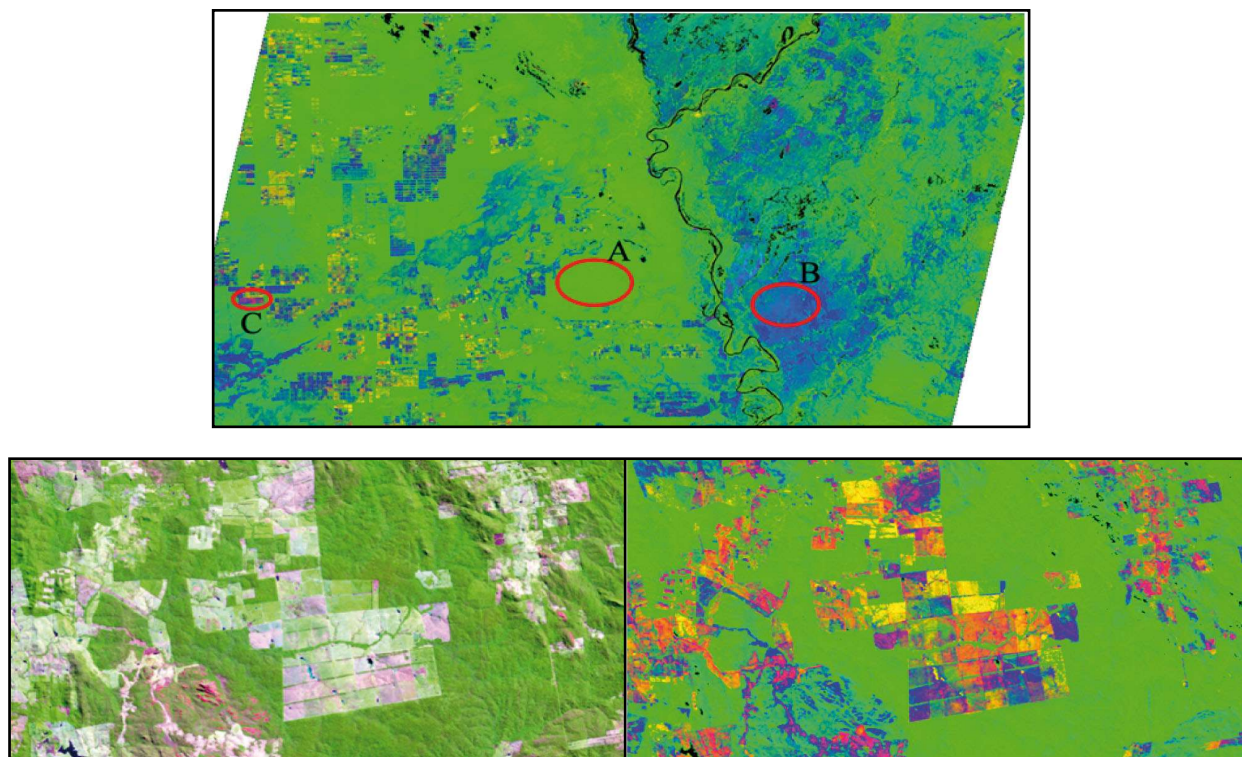
Fuente: Elaboración propia, ilustración superior cálculo del NDVI de la imagen Landsat L8 de path y row 230 y 069 respectivamente. Ilustraciones inferiores de izquierda a derecha: imagen Landsat L8 combinación de bandas 6,5,4 en RGB y su representación con el cálculo NDVI

Otra insumo auxiliar utilizado fue el cálculo de la *Cobertura Fraccional de Sustratos de la Superficie Terrestre*⁸ aplicando el software *Claslite*, en el resultado se distinguen tres clases de coberturas: vegetación viva (vegetación fotosintética), vegetación muerta o senescente (vegetación no fotosintética)

y suelo (sustrato expuesto), ver Ilustración 5. Estas imágenes ayudan a distinguir de mejor manera la vegetación y así optimizar la selección de las áreas de entrenamiento, lo que discrimina también de mejor forma son las áreas deforestadas.

⁸) Software CLASLITE desarrollado por Carnegie Institution for Science, institución que se ha dedicado a más de una década a la investigación biofísica y realizado trabajos de campo enfocados al mapeo satelital automatizado para determinar los componentes más importantes de la estructura del bosque tropical

Ilustración 5. Cobertura Fraccional de Sustratos de la Superficie Terrestre



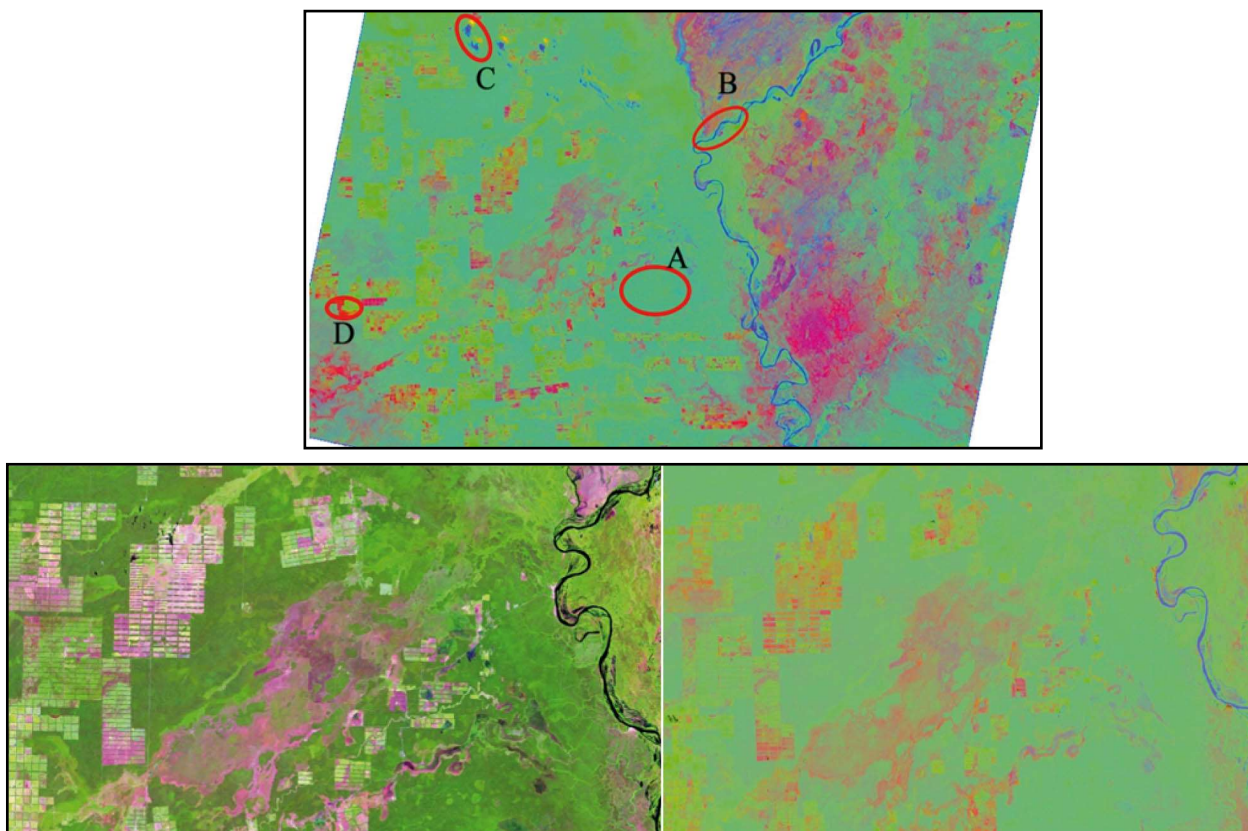
Fuente: Elaboración propia. Ilustración superior imagen Landsat L8 de path y row 227 y 074 respectivamente, procesada con el software Claslite, inciso A cobertura de vegetación viva, inciso B vegetación con anomalía y el inciso C suelo. Ilustración inferior de izquierda a derecha representación de una escena Landsat L8 y su representación del cálculo de la Cobertura Fraccional de Sustratos de la Superficie Terrestre, ClasLite.

Por último se utilizó el *Modelo Linear de Mezcla Espectral*⁹ permitiendo aislar los tres principales componentes de una imagen: suelo, agua/sombra y vegetación;

para esta metodología se define el pixel más puro posible para cada componente, ver Ilustración 6.

⁹ Metodología desarrollado por el Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais INPE, ha desarrollado el software TerraAmazon que es una plataforma de libre distribución que apoya los proyectos gubernamentales de monitoreo forestal de la Amazonia brasileña; contiene herramientas para la clasificación del uso de la tierra y de la cubierta terrestre así como para realizar operaciones espaciales con datos vectoriales. <http://www.inpe.br/>

Ilustración 6. Modelo Linear de Mezcla Espectral



Fuente: Elaboración propia, ilustración superior imagen Landsat L8 de path y row 227 y 074 respectivamente, procesada con el software TerraAmazon; inciso A cobertura de vegetación, inciso B agua, inciso C sombra y el inciso D suelo. Ilustración inferior de izquierda a derecha representación de una escena Landsat L8 y su representación del cálculo del modelo lineal de mezcla espectral de TerraAmazon.

La clases de nubes y sombras fueron analizadas utilizando imágenes (Landsat L8) con fechas de toma próximas a la imagen procesada, complementando la información faltante a través de la interpretación visual y la digitalización a la cobertura de bosque, no bosque, deforestación 2010 y deforestación 2013. Además de utilizar otras imágenes de alta resolución de periodos intermedios entre el 2010 y 2013.¹⁰

Cada cobertura se integró en una geodatabase para realizar el control de la topología, sobre todo en las uniones de las grillas, verificando la continuidad de las coberturas evitando de esta manera la sobreposición entre cada una de las capas cartografiadas. (Bosque, deforestación 2010, deforestación 2013 y no bosque)

4.2.3. Validación

Para evaluar la exactitud temática de la cobertura de bosques y las unidades deforestadas al año 2013, se realizaron dos viajes de campo a los departamentos de Santa Cruz y La Paz respectivamente. Para la validación de campo se obtuvieron puntos de control en campo al momento de revisar la cobertura de bosque utilizando para ello el método de muestreo no lineal estratificado. En campo se georeferenciaron, utilizando un GPS navegador, las áreas con pérdida de la cobertura de bosque levantando los datos técnicos como ser: coordenadas X, Y, asimismo se tomaron fotografías georeferenciadas del entorno a los puntos de validación (Ilustración 7 departamento de Santa Cruz y departamento de La Paz).

¹⁰⁾ Imágenes de Google Earth, Imagery, ortofotos y otros insumos disponibles.

Ilustración 7. Validación de campo



Fuente: Elaboración por la SoB.

Nota: Fotografía superior validación de campo en el departamento de Santa Cruz; fotografía inferior validación de campo en el departamento de La Paz



Resultados

La deforestación obtenida entre el periodo 2010 y 2013, a nivel nacional, alcanzó una superficie de 487.812 ha, el departamento con mayor deforestación durante este

periodo es Santa Cruz con 340.565 ha y esta se localiza principalmente en la región del norte integrado, el chaco y la región chiquitana. Las superficies de deforestación para el departamento por tipo de bosque tienen la siguiente distribución:

Tabla 4 . Distribución de la deforestación 2010 – 2013, por tipo de bosque, Santa Cruz

No	Tipo de bosque	Superficie deforestada ha.
1	Bosque Amazónico	94.510
2	Bosque Chiquitano	96.659
3	Bosque Chaqueño	134.157
4	Bosque Tucumano-Boliviano	5.185
5	Bosque de Yungas	1.049
6	Bosque Seco Interandino	458
7	Bosque de Llanuras	89
8	Bosque de Pantanal	8.458
Total superficie deforestada		340.565

Fuente: Elaboración propia, SoB.

El segundo departamento con mayor deforestación y que ha ido incrementando en los últimos años hasta alcanzar una superficie de 73.930 ha, es Beni, principalmente en la región Oeste (sobre la

carretera San Borja-Yucumo, Yucumo-Rurrenabaque). Las superficies de deforestación para el departamento por tipo de bosque tienen la siguiente distribución:

Tabla 5 . Distribución de la deforestación 2010 – 2013, por tipo de bosque, Beni

No	Tipo de bosque	Superficie deforestada ha.
1	Bosque Amazónico	61.021
2	Bosque de Llanuras Inundables	11.562
3	Bosque de Yungas	1.347
Total superficie deforestada		73.930

Fuente: Elaboración propia, SoB.

El tercer departamento con mayor deforestación en este periodo es Pando con 35.563 ha, ubicadas en el bosque amazónico.

Las superficies de deforestación para el departamento por tipo de bosque tienen la siguiente distribución:

Tabla 6. Distribución de la deforestación 2010 – 2013, por tipo de bosque, Pando

No	Tipo de bosque	Superficie deforestada ha
1	Bosque Amazónico	35.563
Total superficie deforestada		35.563

Fuente: Elaboración propia, SoB.

El cuarto departamento es Tarija con una mayor presión en la región del chaco donde la deforestación en este periodo alcanzo 20.529 ha. Las superficies de deforestación para el departamento por tipo de bosque tienen la siguiente distribución:

Tabla 7. Distribución de la deforestación 2010 – 2013, por tipo de bosque, Tarija

No	Tipo de bosque	Superficie deforestada ha
1	Bosque Chaqueño	12.973
2	Bosque Tucumano-Boliviano	7.524
3	Bosque Seco Interandino	32
Total superficie deforestada		20.529

Fuente: Elaboración propia, SoB.

El quinto departamento es La Paz con una mayor presión en la región de los yungas donde la deforestación en este periodo alcanzo 12.109 ha. Las superficies de deforestación para el departamento por tipo de bosque tienen la siguiente distribución:

Tabla 8. Distribución de la deforestación 2010 – 2013, por tipo de bosque, La Paz

No	Tipo de bosque	Superficie deforestada ha
1	Bosque de Yungas	7.341
2	Bosque Amazónico	3.864
3	Bosque de Llanuras Inundables	904
Total superficie deforestada		12.109

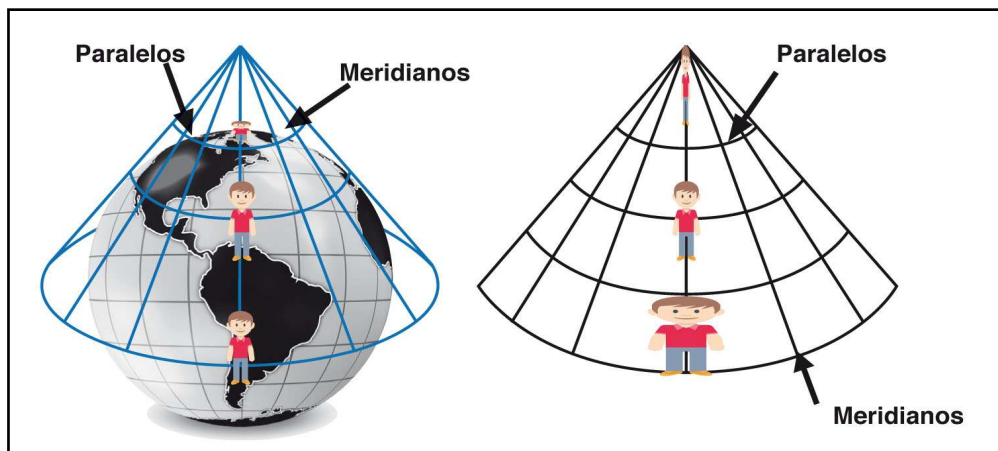
Fuente: Elaboración propia, SoB.

Cochabamba junto a Chuquisaca son los últimos departamentos con superficies de bosques deforestadas entre el 2010 – 2013; Cochabamba principalmente la presión sigue siendo el trópico con 3.144 ha, de las cuales 2.400 ha pertenecen al bosque amazónico y 706 ha en bosques de yungas. Mientras que en Chuquisaca la superficie pérdida alcanza a los 1.972 ha, de las cuales 1.300 ha estan en bosque tucumano-boliviano y 672 ha en bosque Chaqueño.

Para el cálculo de superficie deforestada se utilizó la proyección Cónica Equivalente de

Albers que por sus características conserva las superficies del área representada a pesar de presentar deformaciones en las distancias como en los ángulos. Esta proyección al ser cónica se representa por medio de una figura semicircular, donde los meridianos son líneas rectas en forma de radio y los paralelos son arcos de circunferencias, la escala de deformación aumenta a medida que se aleja del paralelo o paralelos estándar, es decir la distorsión aumenta cuanto más se aleje de los paralelos estándar (ver Ilustración 8).

Ilustración 8. Deformaciones de la proyección cónica



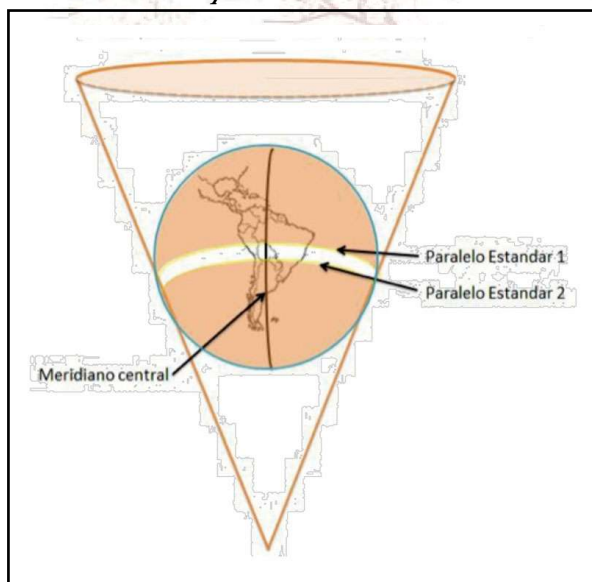
Fuente: Proyecciones Cartográficas, <http://repasosdegeografia.blogspot.com/2010/08/proyecciones-cartograficas.html>, 2010

Las características más importantes de esta proyección para mantener la equivalencia del área son:

- Tiene arcos concéntricos para los paralelos y radios igualmente espaciados para los meridianos.
- Los paralelos no están igualmente espaciados, sino que están más lejos entre los paralelos estándar y más cerca en los límites norte y sur.¹¹

En áreas pequeñas es difícil demostrar la diferencia entre la proyección equivalente y la proyección conforme, no obstante al realizar diferentes ejercicios se observó que para el país las diferencias son considerables. Si bien para Bolivia no se ha normalizado los parámetros de esta proyección, se utilizaron los mismos parámetros técnicos que se manejan en la Proyección Cónica Conforme de Lambert para Bolivia¹², obteniendo resultados favorables (Ver Ilustración 9).

Ilustración 9. Parámetros Proyección Cónica Equivalente de Albers



Fuente: Melisa Amparo Zamora Churata, 2013.

Parámetros cartográficos utilizados en la proyección Cónica Equivalente de Albers:

♦ Falso Este:	1.000.000 m
♦ Falso Norte:	0 m
♦ Meridiano central:	64° 00' de Longitud Oeste
♦ 1er. Paralelo Estándar:	11° 30' de Latitud Sur
♦ 2do. Paralelo Estándar:	21° 30' de Latitud Sur
♦ Latitud de origen:	24° 00' de Latitud Sur

Datum de referencia: Sistema Geodésico Mundial del año 1984 (WGS84).

¹¹) David Hernández López, Geodesia y Cartografía Matemática.

¹²) Melisa Amparo Zamora Churata, Análisis de la Deformación Lineal y Superficial de la Proyección Cónica Conforme de Lambert para Bolivia, 2013

Conclusiones



Realizado el análisis de la cobertura de bosque del país la deforestación entre el periodo 2010 – 2013 alcanzo a una superficie de 487.812 ha, que aproximadamente representa a una tasa de deforestación de 163.000 ha/año aproximadamente.

Comparando con los valores proyectados en la Tabla 2 en base al Informe Nacional, Bolivia FRA 2010 proyectaba para el año 2010 una tasa anual de deforestación que alcanzaba a unas 307.000 ha/año, comparando con los datos obtenidos en este estudio, se observa que la tasa de deforestación llega un 53% del valor proyectado al 2010.

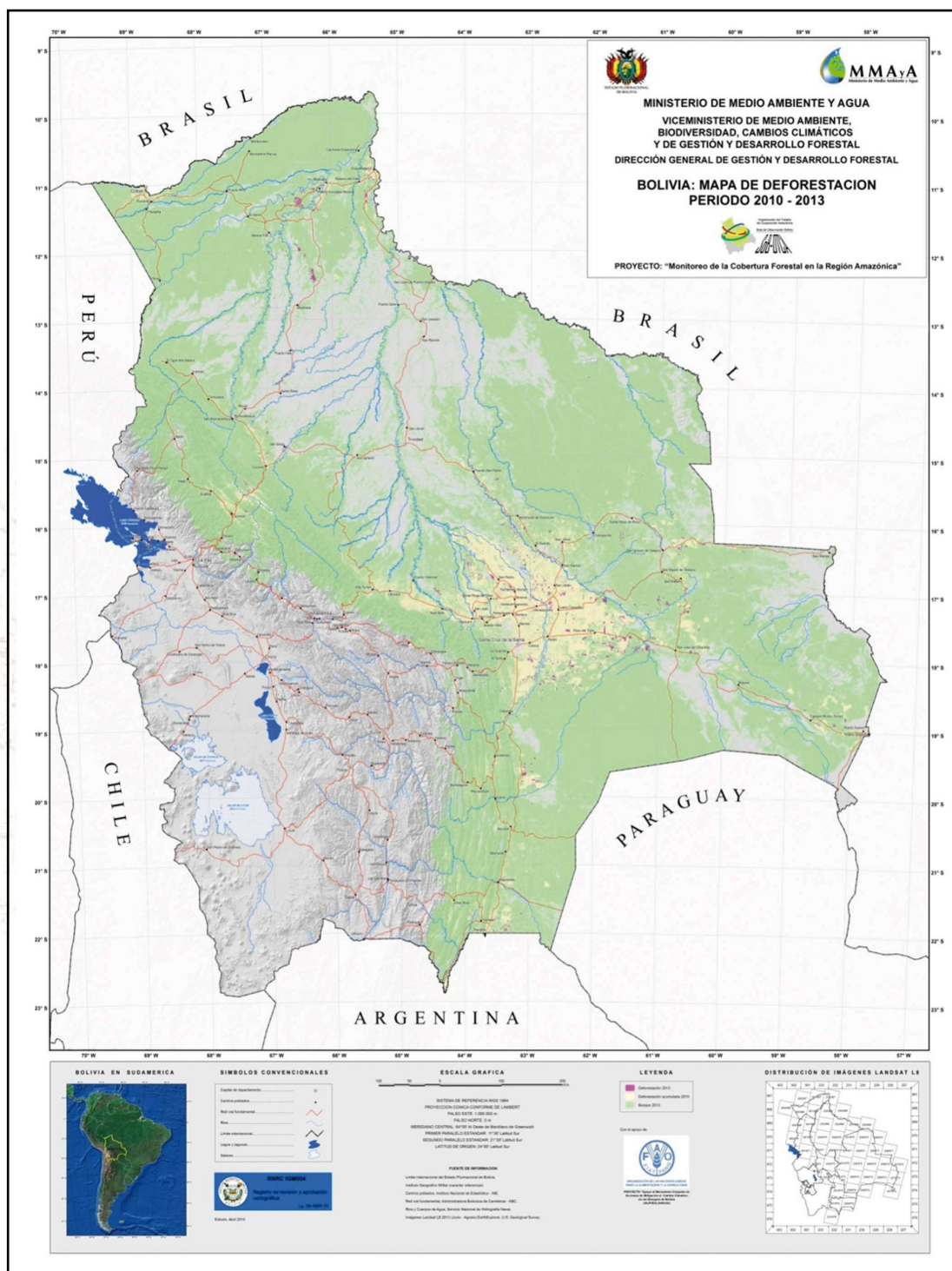


Fuente: Elaboración por la SoB.



Anexo

Mapa de deforestación periodo 2010-2013 de Bolivia



Ampliación de una de las zonas de forestación del departamento de Santa Cruz (Región Este).

