



CDC-UNALM

Centro de Datos para la Conservación
Universidad Nacional Agraria La Molina

Monitoreo de Amenazas a través de Imágenes Satelitales en la Reserva Nacional Pacaya Samiria.

2007



USAID | **PERU**
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMERICA



*The Nature
Conservancy*

SAVING THE LAST GREAT PLACES ON EARTH

AUTORES
(en orden alfabético)

Fernando Regal Gastelumendi
Claudia Véliz Rosas

Este documento debe citarse como:

CDC - UNALM, 2007. Monitoreo de Amenazas a través de Imágenes Satelitales en la Reserva Nacional Pacaya Samiria. Programa Parques en Peligro. The Nature Conservancy – ProNaturaleza – INRENA/Jefatura Reserva Nacional Pacaya Samiria – Centro de Datos para la Conservación de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 27 pp.

Imágenes de la carátula: Imagen LandSat TM y Google Earth,

El Centro de Datos para la Conservación

El Centro de Datos para la Conservación (CDC-UNALM) de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú, es una unidad de manejo de información acerca de la diversidad biológica y ecológica del Perú. Identifica las especies de animales y plantas, así como los ambientes terrestres y acuáticos escasos, vulnerables o de distribución geográfica restringida, y recoge datos sobre las áreas naturales protegidas peruanas. También localiza geográficamente los lugares donde existe alta diversidad de especies o ambientes naturales de importancia.

Para ello, analiza y procesa la información que se produce sobre la diversidad natural peruana, manteniendo un banco de datos permanentemente actualizado y generando una serie de estudios, productos y diversas salidas de información. Esta es puesta a disposición de empresas, instituciones públicas, bancos de desarrollo e inversión, organizaciones no gubernamentales, universidades y otros organismos y personas interesadas en el Perú y en el extranjero.

El programa Parques en Peligro (Parks in Peril)

Desde 1990, el programa Parques en Peligro (PeP) de The Nature Conservancy ha trabajado en 15 países en América Latina y el Caribe, en más de 11 millones de hectáreas de hábitats importantes en peligro, comunidades naturales y especies en algunas de las reservas y áreas protegidas más ricas y más amenazadas del mundo, con el objetivo de lograr la conservación perdurable de la diversidad biológica. La estrategia principal de PeP consiste en fortalecer las organizaciones socias locales en estos sitios, desarrollando capacidades sostenibles. PeP ayuda a consolidar las herramientas, la infraestructura, el personal, la capacidad institucional y técnica, el apoyo local y el financiamiento necesarios para conservar y administrar estas áreas protegidas. Este esfuerzo incluye la participación de las comunidades locales en las decisiones de manejo, las actividades de conservación y las actividades económicas alternativas y promueve el apoyo a la protección de estas áreas. El trabajo con organizaciones socias para promover cambios importantes de políticas que faciliten la conservación exitosa a largo plazo es una parte importante de la agenda del programa PeP.

Con catorce años de experiencia, PeP puede ahora servirse de la fortaleza de su red de organizaciones socias capaces y de los éxitos de la conservación con base en el sitio. Actualmente, PeP está haciendo uso de esta maquinaria de conservación impresionante con el fin de extender sus logros de conservación a aún más áreas biológicamente importantes en la región. Por ejemplo, estamos empleando nuestros sitios de conservación como plataformas desde las cuales lanzar esfuerzos de conservación que afecten a muchos más sitios por medio de sistemas completos de áreas protegidas. Además, PeP está involucrando a sus socios en alianzas de conservación internacionales de organizaciones con visiones similares para hacer frente a los problemas de conservación más urgentes de nuestro tiempo a escala regional.

1 Introducción

El monitoreo de las amenazas a un área natural protegida cubre una serie de dimensiones y éstas van desde el análisis de los cambios registrados en el uso de la tierra hasta el monitoreo de la salud de la diversidad biológica y los objetos de conservación identificados para el área protegida en cuestión.

Para enfrentar parte de esta tarea se vió por conveniente desarrollar varias aproximaciones, identificándose, dada las dimensiones de la Reserva Nacional Pacaya Samiria, al monitoreo de los cambios en el uso de la tierra como una alternativa costo-efectiva ventajosa y conveniente para poder orientar a la administración de la misma en la toma de decisiones para la mejor protección de los objetos de conservación.

Si bien es cierto que desde el inicio de este programa de apoyo a la Reserva Nacional Pacaya Samiria se realizaron estudios a través de la interpretación y análisis de imágenes satelitales, es producto de los esfuerzos conjuntos de la Sociedad Zoológica de Francfort, el INRENA y el CDC-UNALM¹, que se propone una metodología para la evaluación de los cambios en el uso de la tierra que se presentan en áreas naturales protegidas, con la finalidad de identificar las áreas críticas hacia donde deberían concentrarse los esfuerzos de control por parte de la autoridad del ANP.

Cuando se inició el programa PeP, una de las primeras actividades realizadas, fue el monitoreo de amenazas mediante a través de la interpretación de imágenes de sensores remotos como Landsat-TM, continuándose a lo largo del tiempo para poder establecer las tendencias en los procesos de deforestación y la propuesta de las áreas reconocidas como críticas.

Este informe presenta los resultados del análisis de los cambios en el uso de la tierra entre los años 2000 y 2006, consolidado además los resultados de los análisis anteriores.

- ¹ **Hacia un Sistema de Monitoreo Ambiental Remoto Estandarizado para el SINANPE.** Cinco estudios piloto desarrollados por el CDC-UNALM conjuntamente con la Sociedad Zoológica de Francfort y la Intendencia de Areas Naturales Protegidas - INRENA (2002 – 2006).

2 Antecedentes

A lo largo del Programa PeP se han realizado dos tipos de aproximaciones para el desarrollo de este monitoreo. La primera (para los años 1987, 1993 y 2001), donde se evaluó la totalidad del área de la RNPS. Esta aproximación es la que permite, además del análisis de la actividad antrópica, realizar un análisis de la zonificación de la RNPS, pero a la vez toma más tiempo y es más costosa. Después de estos primeros análisis se decidió entonces enfocar el esfuerzo en ciertos lugares denominados áreas críticas. Las áreas críticas son los sectores donde la amenaza al bosque producto de la deforestación es más importante, y su determinación se realiza sobre la base de al menos dos años de análisis pues el nivel de deforestación se define por comparación entre años.

Para la siguiente comparación entre los años 2000 y 2005, se determinaron seis áreas críticas: Nauta, Boca del Samiria, Requena/Jenaro Herrera, Lagunas, Dos de Mayo, y la zona de Bosques de Colinas. Ya que este análisis se centra sólo en un porcentaje de toda la RNPS se realiza en menos tiempo, resulta menos costoso y se desarrolla una identificación más fina del área antrópica así como de los cambios originados por el movimiento de los ríos (bancos de arena, playas), cambios que deben ser descartados del análisis. Si bien es cierto, ya no es posible calcular un área antrópica para la totalidad de la RNPS, se gana precisión al focalizar todos los esfuerzos en aquellas áreas de importancia.

Entre los principales resultados que se obtuvieron de los análisis anteriores se puede mencionar la identificación de cuatro carreteras de extracción forestal que ingresan a la RNPS para el año 2001. Se determinó además el área antrópica encontrada para toda la RNPS para los años 1987, 1993 y 2001. Para 1987 esta área fue de 79 080 Ha, que representaron el 2,41% del área total de la RNPS (3 276 322 Ha RNPS + Zona de Amortiguamiento). Para el año 1993 el área antrópica total fue de 117 227 Ha, que representaron el 3,57% del área total (3 286 625 Ha). Por último para el año 2001 el área antrópica encontrada fue de 102 338 Ha, las cuales representaron el 3,11% del área (3 289 642 Ha). (Para los tres análisis se calculó un área para cada año tomando en cuenta el movimiento de los ríos). Es a partir de este análisis que se determinan las áreas críticas mencionadas.

Entre los principales resultados obtenidos con el análisis de áreas críticas se encuentra el incremento de la actividad antrópica en todas las áreas, siendo la "Boca del Samiria" el área crítica con mayor incremento de superficie antrópica. Por otro lado, el área crítica "Dos de Mayo" fue la que tuvo el menor incremento de superficie antrópica. También se advirtió el incremento del área de carreteras para el periodo 2000 – 2005 información que fue muy útil ya que para los siguientes meses se organizaron operativos al interior de la RNPS con el objetivo de frenar la actividad de la tala ilegal.

3 Metodología de análisis

Para todo el estudio se trabajó con imágenes Landsat TM, con una resolución de 15 por 15 metros para cada píxel. Se definieron las siguientes clases de cobertura:

- **Actividad antrópica:** Áreas cuya respuesta espectral indica una menor biomasa vegetal y cuyas características físicas corresponden a patrones de origen antrópico. Pueden ser áreas agropecuarias, centros poblados, o carreteras.
- **Cuerpos de agua**
- **Playas o bancos de arena**
- **Bosques**

Para la comparación 2000 – 2005 se trabajó con 6 áreas críticas, sin embargo para la última comparación se determinó una nueva área crítica sobre el curso inferior del río Pacaya y los alrededores de la Cocha El Dorado. Estas 7 áreas críticas identificadas encierran un total de 1 161 547 Ha que representan el 34% de la totalidad del área de estudio (RNPS + Zona de amortiguamiento). En la Tabla 1 se observa que la sumatoria de áreas dentro de la RNPS (495 791 ha) es menor que la sumatoria de áreas en la zona de amortiguamiento. En la práctica, el área de estudio cubre el 22.8 % de la RNPS, y el 54.6 % de la Zona de Amortiguamiento.

Tabla 1 Extensión de las Áreas Críticas dentro y fuera de la RNPS

Área Crítica (AC)	Extensión Has		
	RNPS	Fuera RNPS	Total por AC
AC 1 - Nauta	128 557	93 082	221 639
AC 2 - Boca del Samiria	20 441	0	20 441
AC 3 - Requena / Jenaro Herrera	32 922	140 919	173 841
AC 4 - Lagunas	9 309	93 999	103 308
AC 5 - Dos de Mayo	11 417	0	11 417
AC 6 - Bq. Colinas	130 717	303 070	433 787
AC 7 - Bajo Pacaya / El Dorado	162 428	34 687	197 115
TOTAL	495 791	665 757	1 161 547

Como primera aproximación los datos fueron analizados presentando la evolución temporal del **área antrópica** para cada área crítica (Ver 4.1). Aunque las áreas críticas fueron determinadas para el año 2000, se extrajo la información del área antrópica de 1987 y 1993 al interior de cada área crítica para incluir los valores para efectos de comparación.

En segundo lugar se evaluó la variación neta en términos del porcentaje o **tasa de variación** para cada periodo de análisis, al interior de cada área crítica (Ver 4.2). Para cada par de años fue necesario eliminar los píxeles que fueron ríos o bancos de arena durante cualquiera de los dos años a ser comparados, de esta manera se asegura que sólo se considera la pérdida de bosque por actividad antrópica, y no por el cambio natural del paisaje (causado por la actividad meándrica de los ríos). Es por esta razón por ejemplo, que el área antrópica para el año 2005 en la comparación 2000 – 2005 puede resultar diferente al área antrópica del 2005 para la comparación 2005 – 2006.

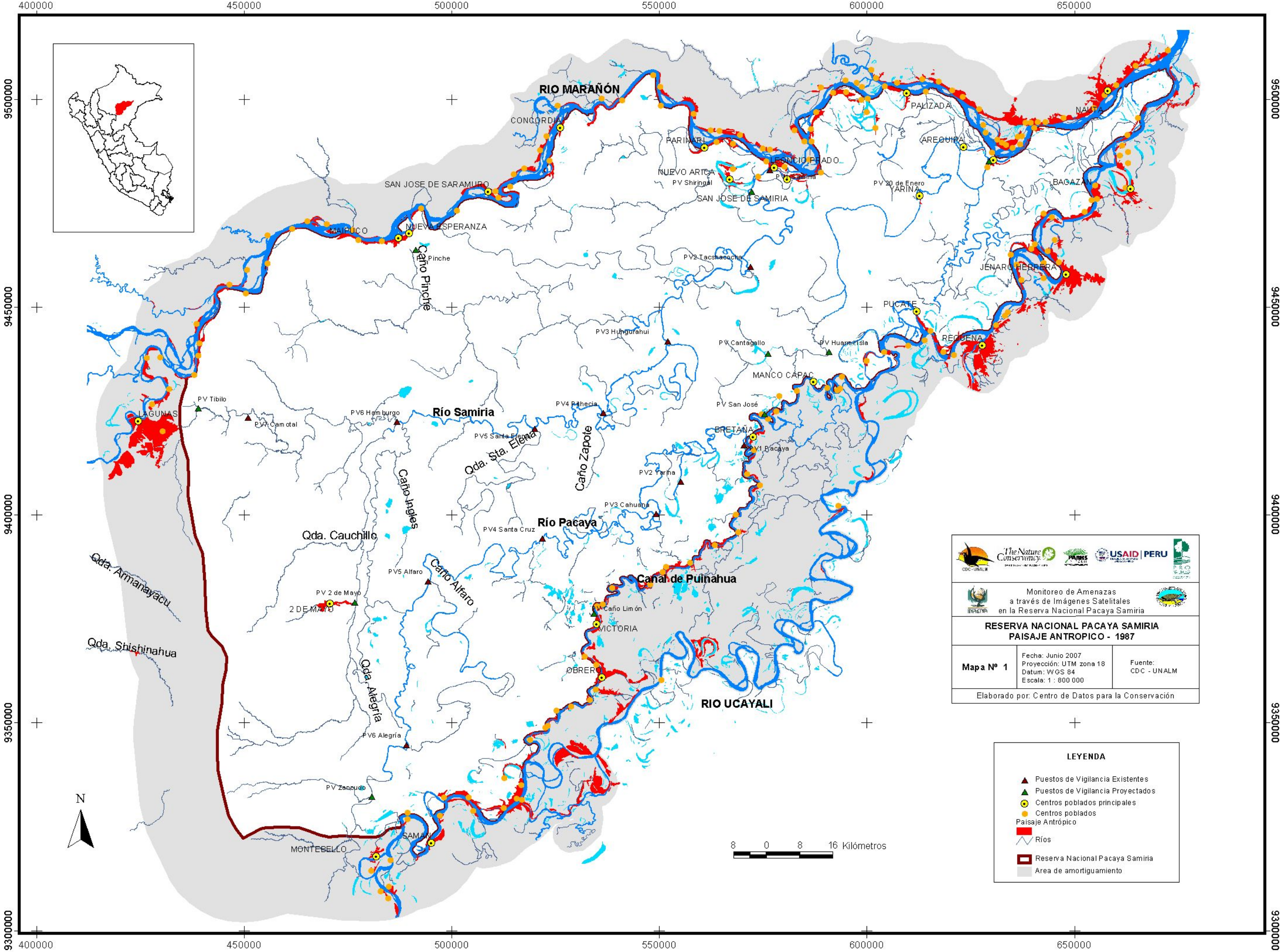
Finalmente, para presentar la pérdida efectiva de bosque al interior de cada área crítica se desarrolla un análisis detallado de la **variación neta** del área antrópica en

cada par de años. La variación neta resulta de restar lo que se perdió de bosque (área que pasan de ser bosque a ser área antrópica) menos lo que se recuperó del bosque (área que pasa de ser antrópica a ser bosque). Este análisis detallado por área crítica proporciona mucha más información (Ver 4.3). De esta manera para cada par de años se describen cuatro procesos:

- **Pérdida de bosque:** Área resultante al contabilizar los píxeles que pasan de ser bosque a ser área antrópica.
- **Recuperación de bosque:** Área resultante al contabilizar los píxeles que pasan de ser área antrópica a ser bosque.
- **Se mantiene como bosque:** Área resultante al contabilizar los píxeles que muestran cobertura vegetal para ambos años en comparación.
- **Se mantiene con actividad antrópica:** Área resultante al contabilizar los píxeles que muestran actividad antrópica para ambos años en comparación.

4 Resultados

En los siguientes Mapas se presenta el resultado de todos los análisis realizados para los años 1987, 1993, 2000, 2005, 2006. Cabe recordar que para los años 1987 y 1993 sólo se identificó el área antrópica para toda la RNPS y las clases “cuerpo de agua” y “playa o banco de arena” fueron separadas pero no conservadas como parte de la clasificación. Para los años 2000, 2005 y 2006 el análisis sí conservó estas clases, pero sólo se realizó al interior de las áreas críticas y no a nivel de toda la RNPS.



Monitoreo de Amenazas
 a través de Imágenes Satelitales
 en la Reserva Nacional Pacaya Samiria

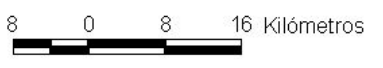
RESERVA NACIONAL PACAYA SAMIRIA
PAISAJE ANTROPICO - 1987

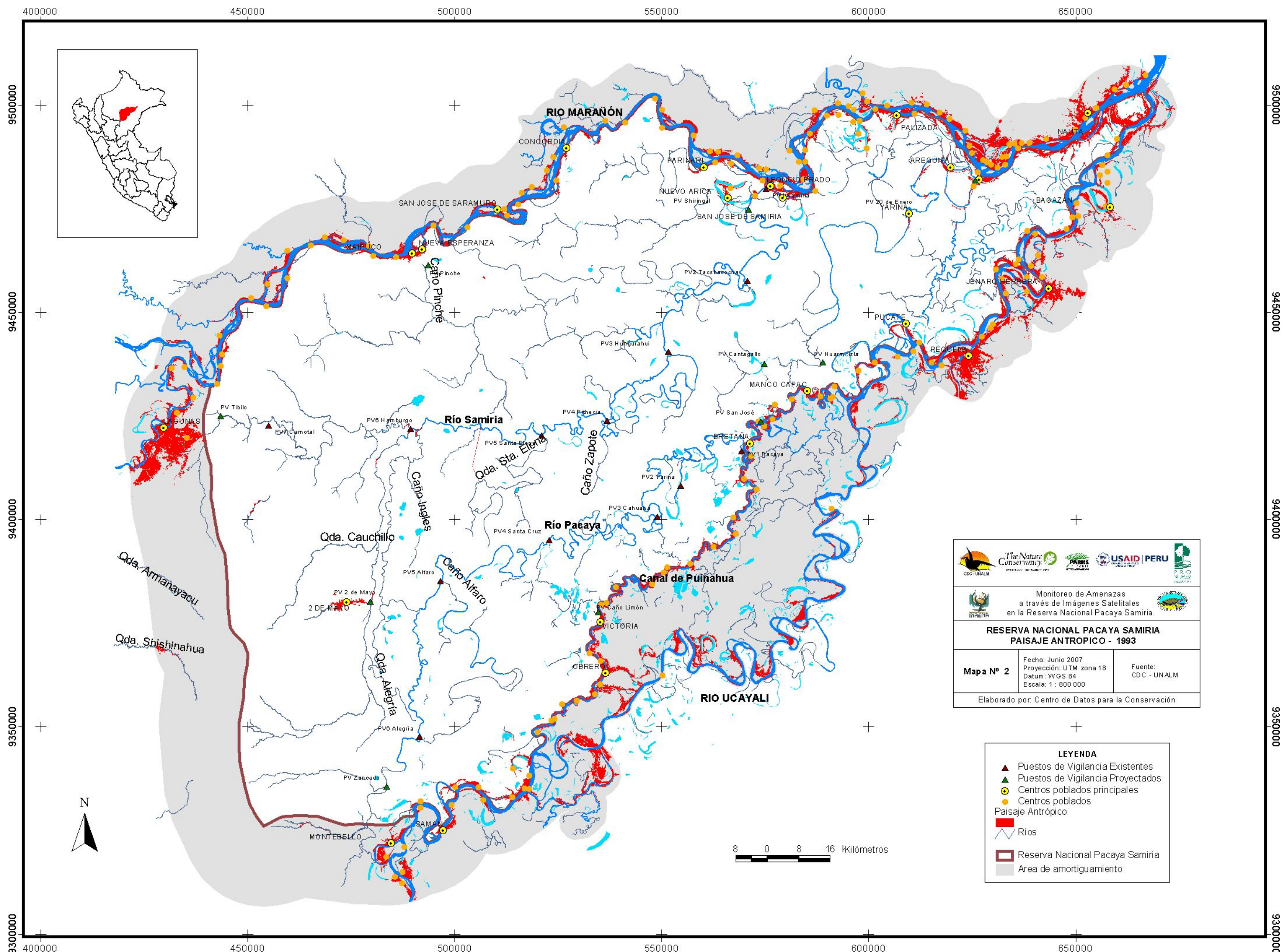
Mapa N° 1	Fecha: Junio 2007	Fuente: CDC - UNALM
	Proyección: UTM zona 18	
	Datum: WGS 84	
Escala: 1 : 800 000		

Elaborado por: Centro de Datos para la Conservación

LEYENDA

- ▲ Puestos de Vigilancia Existentes
- ▲ Puestos de Vigilancia Proyectados
- Centros poblados principales
- Centros poblados
- Paisaje Antrópico
- Ríos
- ▭ Reserva Nacional Pacaya Samiria
- ▭ Area de amortiguamiento

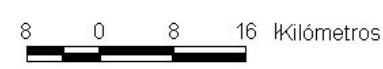


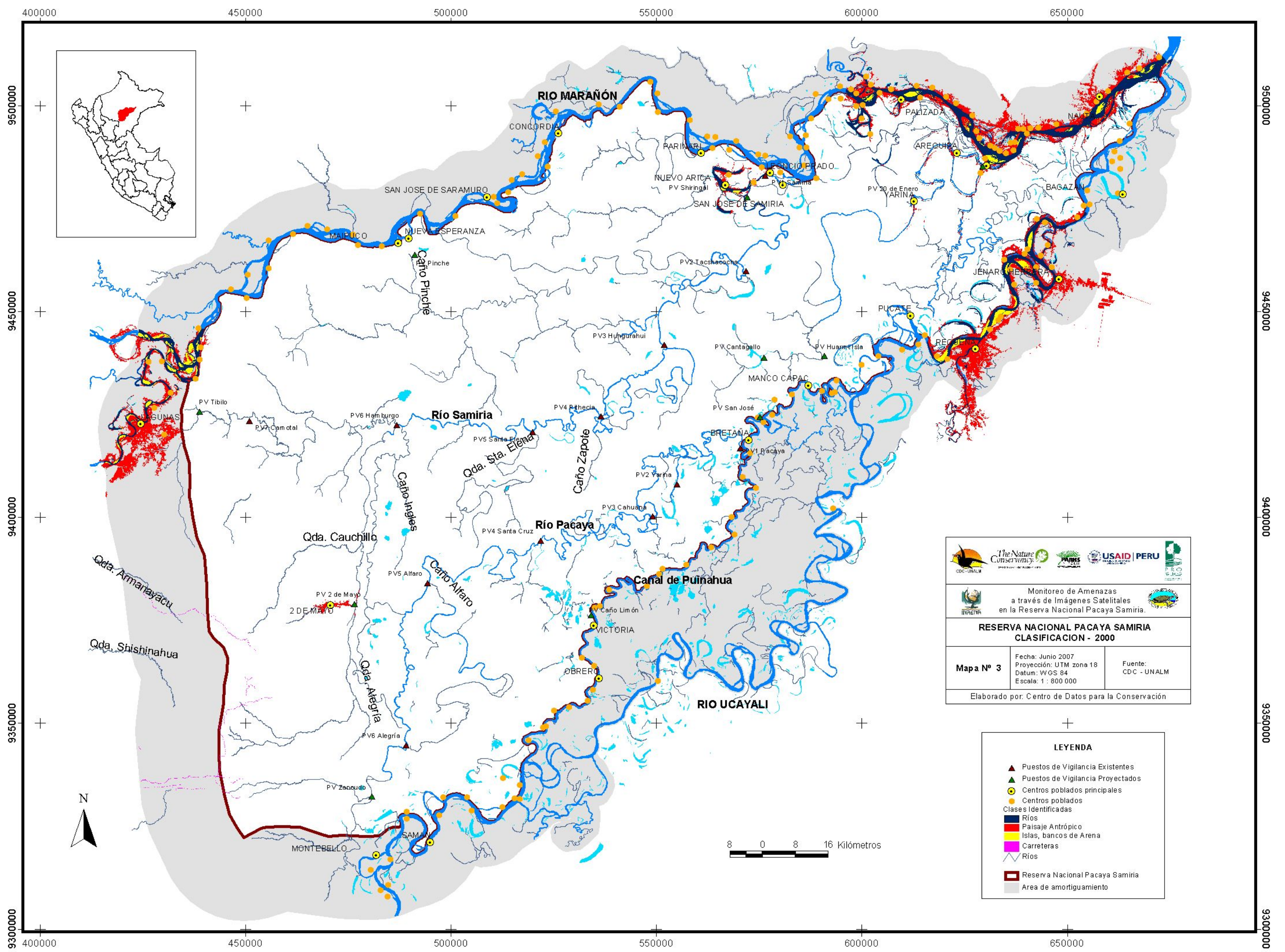


Monitoreo de Amenazas a través de Imágenes Satelitales en la Reserva Nacional Pacaya Samiria.		
RESERVA NACIONAL PACAYA SAMIRIA PAISAJE ANTROPICO - 1993		
Mapa N° 2	Fecha: Junio 2007 Proyección: UTM zona 18 Datum: WGS 84 Escala: 1 : 800 000	Fuente: CDC - UNALM
Elaborado por: Centro de Datos para la Conservación		

LEYENDA

- ▲ Puestos de Vigilancia Existentes
- ▲ Puestos de Vigilancia Proyectados
- Centros poblados principales
- Centros poblados
- Paisaje Antrópico
- Paisaje Antrópico
- ▬ Ríos
- ▭ Reserva Nacional Pacaya Samiria
- ▭ Area de amortiguamiento







Monitoreo de Amenazas
 a través de Imágenes Satelitales
 en la Reserva Nacional Pacaya Samiria.

RESERVA NACIONAL PACAYA SAMIRIA
CLASIFICACION - 2000

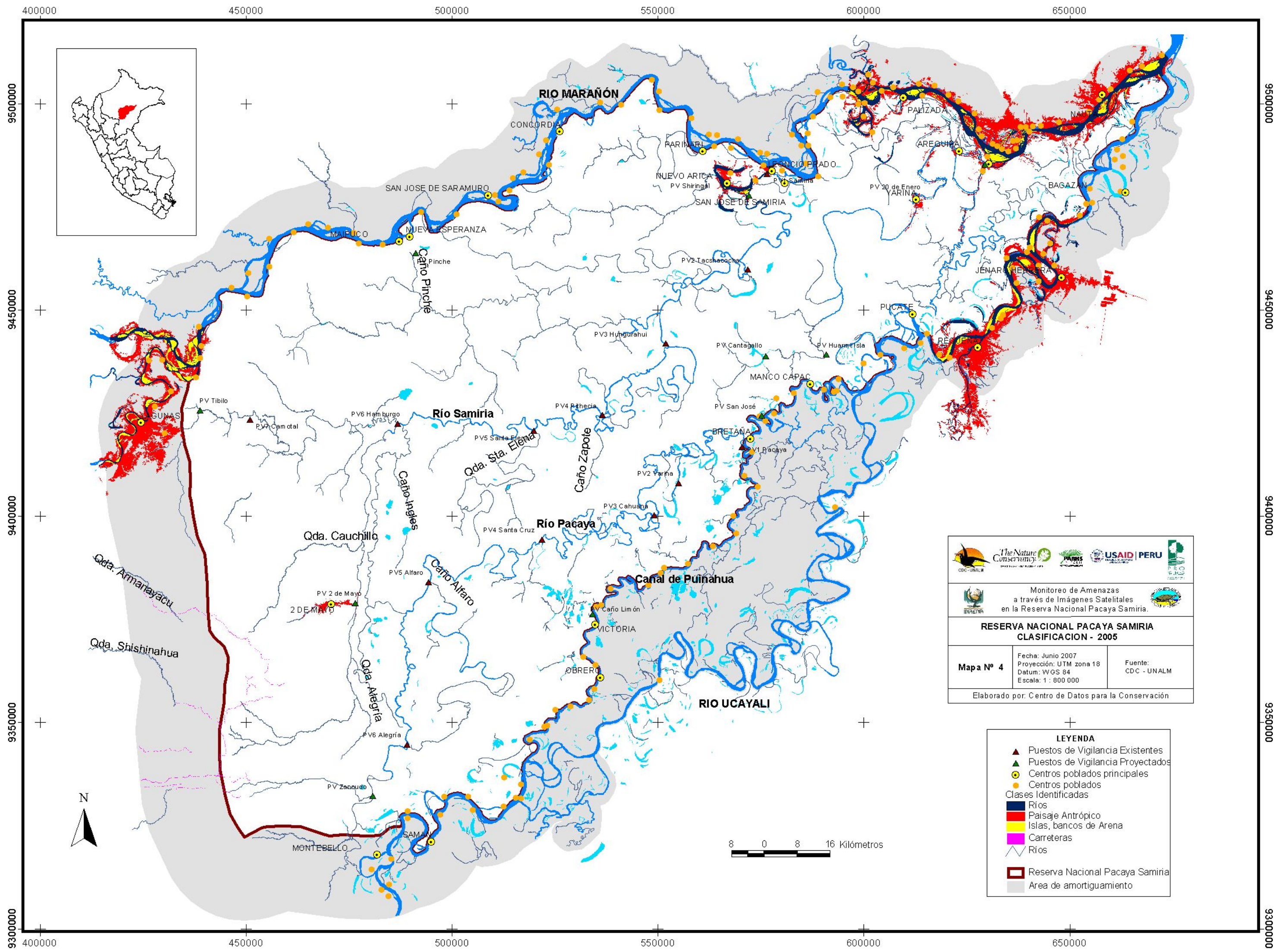
Mapa N° 3	Fecha: Junio 2007	Fuente: CDC - UNALM
	Proyección: UTM zona 18	
	Datum: WGS 84 Escala: 1 : 800 000	

Elaborado por: Centro de Datos para la Conservación

LEYENDA

- ▲ Puestos de Vigilancia Existentes
- ▲ Puestos de Vigilancia Proyectados
- Centros poblados principales
- Centros poblados
- Clases Identificadas
- Ríos
- Paisaje Antrópico
- Islas, bancos de Arena
- Carreteras
- Ríos
- ▭ Reserva Nacional Pacaya Samiria
- ▭ Area de amortiguamiento





Monitoreo de Amenazas
 a través de Imágenes Satelitales
 en la Reserva Nacional Pacaya Samiria.

RESERVA NACIONAL PACAYA SAMIRIA
CLASIFICACION - 2005

Mapa N° 4	Fecha: Junio 2007 Proyección: UTM zona 18 Datum: WGS 84 Escala: 1 : 800 000	Fuente: CDC - UNALM
	Elaborado por: Centro de Datos para la Conservación	

LEYENDA

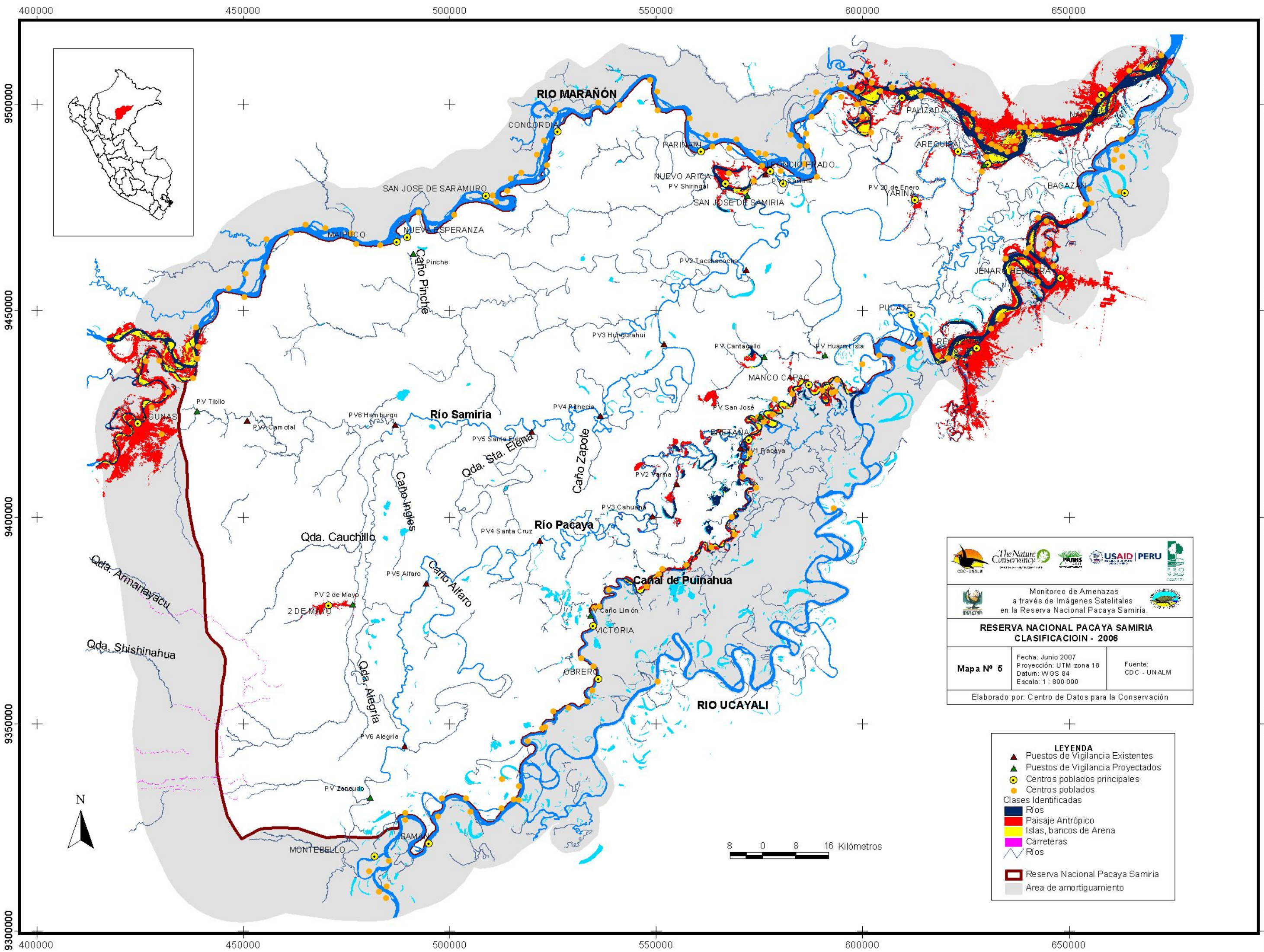
- ▲ Puestos de Vigilancia Existentes
- ▲ Puestos de Vigilancia Proyectados
- Centros poblados principales
- Centros poblados

Clases Identificadas

- Ríos
- Paisaje Antrópico
- Islas, bancos de Arena
- Carreteras
- ∩ Ríos

■ Reserva Nacional Pacaya Samiria
 ■ Area de amortiguamiento





<p>Monitoreo de Amenazas a través de Imágenes Satelitales en la Reserva Nacional Pacaya Samiria.</p>		
<p>RESERVA NACIONAL PACAYA SAMIRIA CLASIFICACION - 2006</p>		
<p>Mapa N° 5</p>	<p>Fecha: Junio 2007 Proyección: UTM zona 18 Datum: WGS 84 Escala: 1 : 800 000</p>	<p>Fuente: CDC - UNALM</p>
<p>Elaborado por: Centro de Datos para la Conservación</p>		

LEYENDA

- ▲ Puestos de Vigilancia Existentes
- ▲ Puestos de Vigilancia Proyectados
- Centros poblados principales
- Centros poblados

Clases Identificadas

- Ríos
- Paisaje Antrópico
- Islas, bancos de Arena
- Carreteras
- ∩ Ríos

- ▭ Reserva Nacional Pacaya Samiria
- ▭ Area de amortiguamiento



4.1 Evolución temporal del área antrópica para cada área crítica (AC)

Este análisis provee de una visión general de los valores absolutos de área deforestada para cada área crítica. Sin embargo, hay que tener en cuenta que en este análisis **sólo se apreciarán tendencias generales** ya que como se verá mas adelante, los valores absolutos aquí presentados enmascaran procesos de cambio de uso del suelo que no son posibles de observar. Por ejemplo, en una AC se puede tener para un año 1000 hectáreas de actividad antrópica y para el siguiente año también 1000 hectáreas. Pero no es lo mismo las 1000 hectáreas en el mismo lugar para ambos años a que se encuentren en lugares distintos, o 1000 hectáreas provenientes de perder 1500 has de bosque y recuperar 500 has, versus 1000 hectáreas provenientes de perder 500 hectáreas de bosque y 500 hectáreas de banco de arena convertidas en área agrícola. Por lo tanto, los valores absolutos aquí presentados reflejan el primer resultado después del análisis de imágenes, mas no deberían ser utilizados para determinar el área deforestada.

4.1.1 Área crítica 1: Nauta

Para esta AC el incremento del área antrópica se da en mayor medida fuera de la RNPS y en menor medida dentro. El área total anual de esta AC junto con la AC 3 Requena / Jenaro Herrera y la AC 4 de Lagunas han registrado para casi todos los años las mayores áreas antrópicas en toda la RNPS tanto en términos absolutos como en términos porcentuales respecto del total del área de estudio. El crecimiento del área antrópica para los últimos años estaría relacionado con el mejoramiento y asfaltado de la carretera Iquitos – Nauta desde el año 2005.

Tabla 2 Área antrópica para el AC Nauta (Ha)

Área Antrópica	1987	1993	2000	2005	2006
TOTAL	13403	23139	21847	30289	30477
Interior RNPS	1476	8378	6560	10271	9919
fuera RNPS	11926	14761	15287	20018	20558

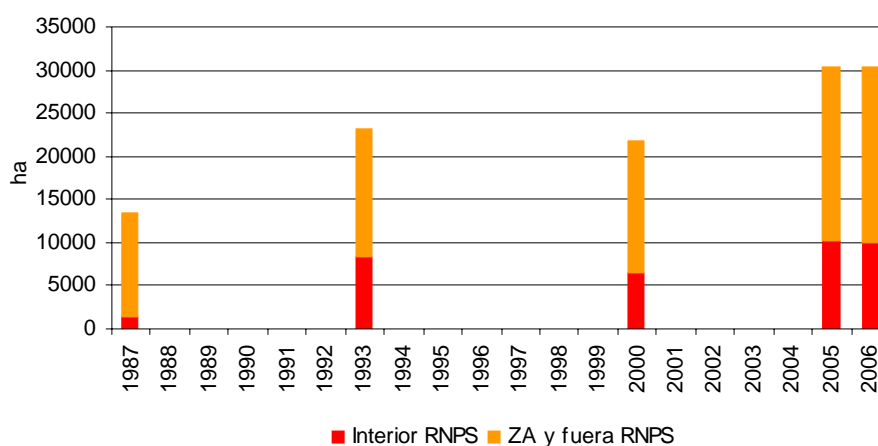


Fig. 1 Evolución temporal del área antrópica para la AC Nauta

4.1.2 Área crítica 2: Boca del Samiria

Esta área crítica se encuentra en su totalidad dentro de la RNPS, es notorio el incremento que se da entre el periodo 2000 – 2005, particularmente en los alrededores de San Martín de Tipishca y Nuevo Arica. Como se verá mas adelante el análisis de la tasa de cambios muestra que esta es un área a la cual hay que prestar atención.

Tabla 3 Área antrópica para el AC Boca del Samiria (Ha)

Área Antrópica	1987	1993	2000	2005	2006
TOTAL	962	936	1452	1925	2410
Interior RNPS	962	936	1452	1925	2410
fuera RNPS	0	0	0	0	0

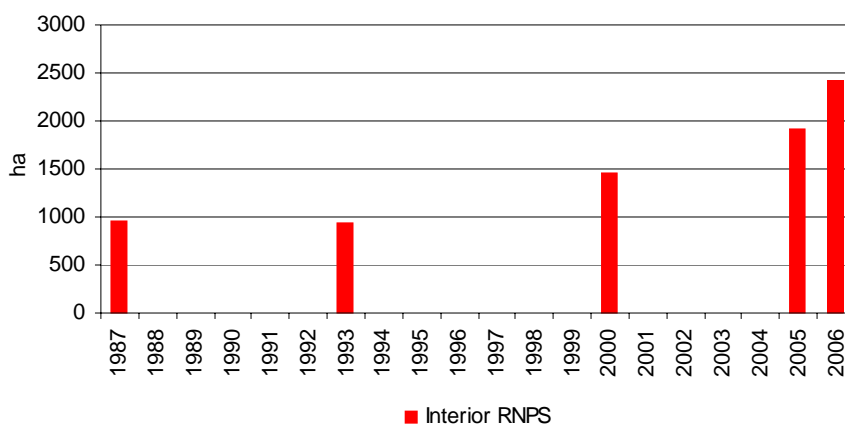


Fig. 2 Evolución temporal del área antrópica para la AC Boca del Samiria

4.1.3 Área crítica 3: Requena / Jenaro Herrera

De manera similar a la AC 1 los mayores incrementos ocurren fuera del área. Junto con la AC 1 y la AC 4 constituyen las áreas críticas con mayor área antrópica reportada. Esta área crítica como la AC 1 son importantes centros comerciales en el ámbito de la reserva, lo cual explica en parte tales incrementos.

Tabla 4 Área antrópica para el AC Requena / Jenaro Herrera (Ha)

Área Antrópica	1987	1993	2000	2005	2006
TOTAL	13425	17910	22157	27105	27655
Interior RNPS	1681	2891	3193	4079	4155
fuera RNPS	11744	15019	18963	23027	23500

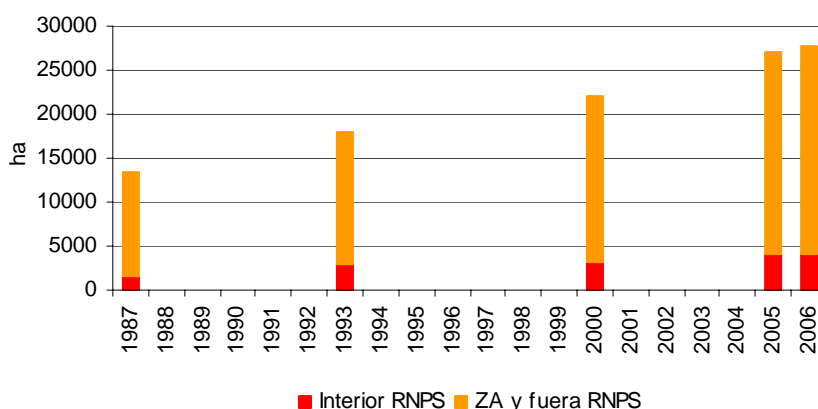


Fig. 3 Evolución temporal del área antrópica para la AC Requena / Jenaro Herrera

4.1.4 Área crítica 4: Lagunas

Esta área crítica ubicada al este de la RNPS presenta la mayor área antrópica en el área de amortiguamiento, tanto en términos absolutos como en términos porcentuales. La zona de Lagunas es la segunda puerta de entrada para quien desea ingresar a la RNPS siendo además una de las principales actividades la del turismo.

Tabla 5 Área antrópica para el AC Lagunas (Ha)

Área Antrópica	1987	1993	2000	2005	2006
TOTAL	11629	15411	16624	23245	24513
Interior RNPS	553	461	383	614	673
fuera RNPS	11076	14950	16241	22632	23840

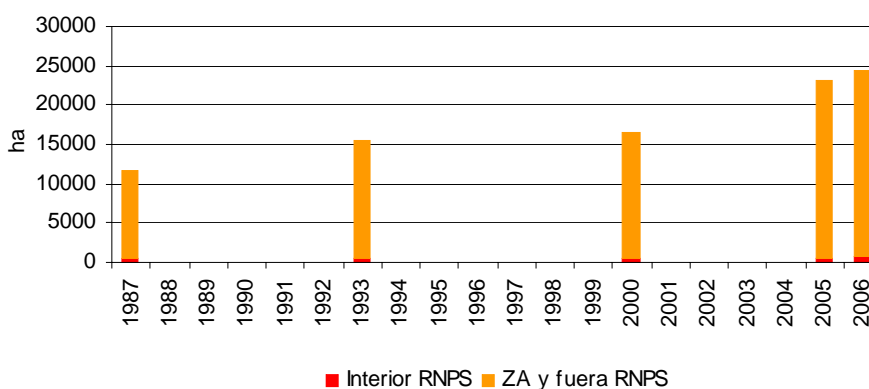


Fig. 4 Evolución temporal del área antrópica para la AC Lagunas

4.1.5 Área crítica 5: Dos de Mayo

Aún cuando en términos absolutos y porcentuales constituye una de las menores áreas antrópicas, su monitoreo es de vital importancia por su ubicación al interior de la RNPS y cerca a la zona de extracción maderera. A lo largo de los años de estudio se observa la tendencia al incremento, y como se verá mas adelante esto se refleja también en la tasa de incremento anual.

Tabla 6 Área antrópica para el AC Dos de Mayo (Ha)

Área Antrópica	1987	1993	2000	2005	2006
TOTAL	801	941	942	1011	1076
Interior RNPS	801	941	942	1011	1076
ZA y fuera RNPS	0	0	0	0	0

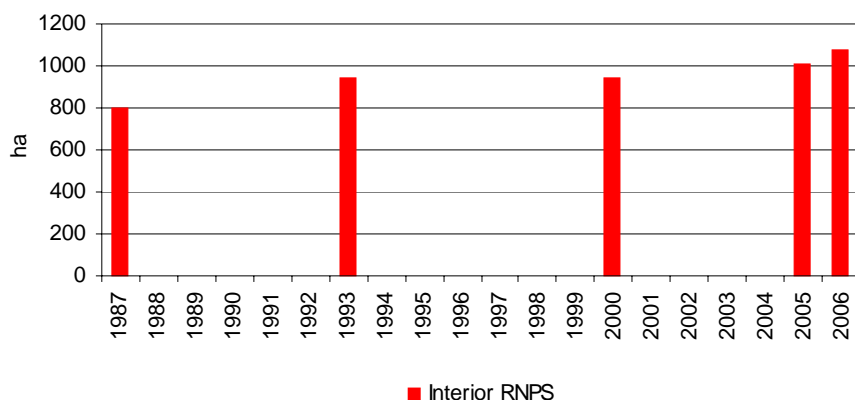


Fig. 5 Evolución temporal del área antrópica para la AC Dos de Mayo

4.1.6 Área crítica 6: Bosques Colinas

En esta AC el análisis se centra en las carreteras presentes en la zona colinosa. Es evidente que para esta área crítica se aprecia un incremento en los valores absolutos del área antrópica. Para los años 1987 y 1993 el área antrópica identificada corresponde a áreas agrícolas en la quebrada Shinshinahua.

Tabla 7 Área antrópica para el AC Bosques Colinas (Ha)

Área Antrópica	1987	1993	2000	2005	2006
TOTAL	111	294	912	1189	1225
Interior RNPS	0	0	426	533	550
fuera RNPS	111	294	486	655	675

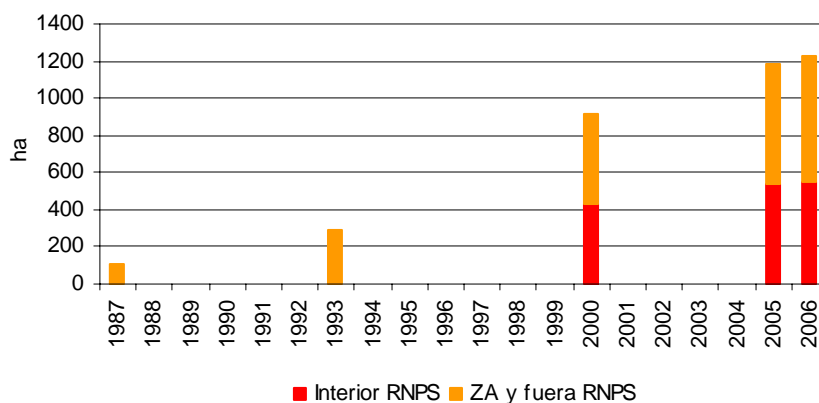


Fig. 6 Evolución temporal del área antrópica para la AC Bosques Colinas

4.1.7 Área crítica 7: Puinahua/Bajo Pacaya/ El Dorado

Esta nueva área crítica fue identificada sólo para el último periodo de análisis, sin embargo ya que se contaba con el análisis para toda la RNPS para los años 1987 y 1993, se separó el área antrópica para ambos años para efectos de comparación. El incremento al interior de la RNPS ocurrió debido a la presencia de quemas en las zonas del Bajo Pacaya (áreas adyacentes a la ribera del río Pacaya y norte de la

Cocha Yarina) y en la zona de la Cocha El Dorado y caño Llanchama. Todas las quemadas ocurrieron a fines del año 2005 e inicios del año 2006 (Del Aguila com. pers.) y en el caso de las riberas del río Pacaya fueron ocasionados por parte de los infractores.

Tabla 8 Área antrópica para el AC Puinahua/Bajo Pacaya/El Dorado (Ha)

Área Antrópica	1987	1993	2006
TOTAL	2864	5687	9065
Interior RNPS	1114	2629	6139
ZA y fuera RNPS	1751	3058	2927

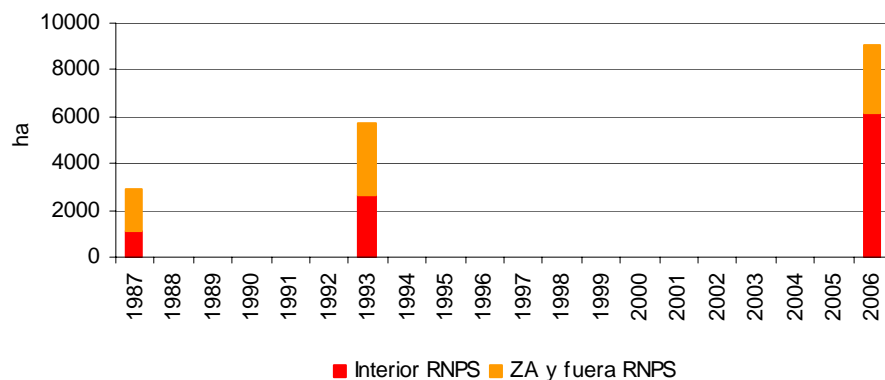


Fig. 7 Evolución temporal del área antrópica para la AC Bajo Pacaya / El Dorado

4.2 Análisis de tasas de cambio

En éste análisis se presenta la variación del área antrópica para cada par de años. Este análisis provee de un indicador estándar comparable entre años y entre sitios. El indicador “porcentaje de cambio” se calculó restando para cada par de años, el área mas reciente menos el área más antigua y dividiéndola entre el área más antigua. No fue posible realizar la comparación para los años 1987 y 1993 debido a que, como se mencionó en la sección métodos, se requiere de la identificación de los píxeles que conforman el cambio natural, proceso que no se llevó a cabo durante tales años.

Tabla 9 Análisis de tasas de cambio por pares de años para cada área crítica.

Área Crítica (AC)	Actividad antrópica (Ha)		Variación neta	% de cambio	Actividad antrópica (Ha)		Variación neta	% de cambio
	2000	2005			2005	2006		
AC 1- Nauta	20606	28492	7886	38%	27783	29630	1847	7%
AC 2 - Boca del Samiria	1176	1912	736	63%	1909	2218	309	16%
AC 3 - Requena/Jenaro Herrera	21475	26000	4525	21%	25387	27335	1947	8%
AC 4 - Lagunas	15907	22145	6238	39%	22972	24237	1265	6%
AC 5 - Dos de Mayo	942	1011	69	7%	1011	1076	65	6%
AC 6 - Bosques Colinas	912	1189	277	30%	1189	1225	36	3%
AC 7 – Puinahua/Bajo Pacaya/El Dorado					0	9065		

Sin embargo las tasas de cambio que se obtienen en la Tabla 9 no pueden todavía compararse entre sí, ya que la primera comparación refleja el cambio ocurrido durante cinco años, mientras que la última columna de % de cambio estaría reflejando una tasa anual. Así, para el periodo 2000 – 2005, cada tasa de cambio se dividió entre cinco para obtener las tasas anuales que se muestran en la siguiente tabla de *tasas de cambio anual*.

Tabla 10 Análisis de tasas de cambio anual para cada área crítica

Área Crítica (AC)	% de cambio anual	
	00-05	05-06
AC 1- Nauta	7,7%	7%
AC 2 - Boca del Samiria	12,5%	16%
AC 3 - Requena/Jenaro Herrera	4,2%	8%
AC 4 - Lagunas	7,8%	6%
AC 5 - Dos de Mayo	1,5%	6%
AC 6 - Bosques Colinas	6,1%	3%

De esta última tabla se desprende que para el último período de análisis, el área con el menor incremento es el AC 6 de los Bosques de Colinas. Además, al igual que para el análisis anterior (2000 – 2005) el AC 2 Boca del Samiria sigue siendo el área con la mayor tasa de cambio (16%) tasa que ha aumentado respecto a la encontrada en el periodo anterior (12.5% de tasa anual). Estas tasas de cambio hacen referencia al porcentaje que representa la variación neta entre un par de años, respecto del total de área antrópica al inicio del periodo.

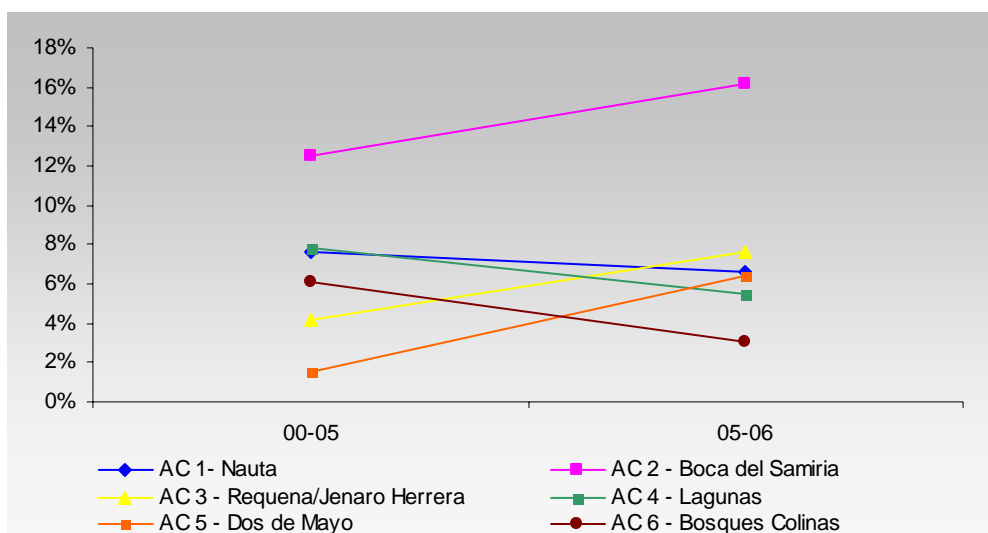


Fig. 8 Tasas anuales de cambio para cada Área Crítica en los períodos 2000 – 2005 y 2005 - 2006

El primer análisis sobre el cambio en el área antrópica (Ver 4.1) muestra de manera general que durante todo este tiempo ha existido una tendencia creciente del área antrópica. Sin embargo, a pesar de que existen incrementos, el análisis de tasas de cambio anual sugiere que para algunas zonas tales incrementos empiezan a mostrar un proceso de “desaceleración”. Si bien la tasa de cambio existe y es en todos los casos es positiva, el incremento del último periodo en evaluación es menor que en el periodo 2000 – 2005 al menos para las áreas de Nauta, Lagunas y el Bosque de Colinas. Para otras áreas como la AC 2 – Boca del Samiria, ocurre el proceso inverso: el incremento existe y cada año es mayor (mayor tasa de cambio anual).

Para el caso particular del AC 6 –Bosques de Colinas, se ha realizado un análisis de las tasas de cambio anuales para la longitud y el número de segmentos hallados entre el período 2000 – 2005 y 2005 – 2006. Al no contar con análisis anuales entre los años 2000 y 2005 se ha asumido un comportamiento uniforme a lo largo de los cinco años.

Tabla 11 Tasa de cambio anual de la longitud total de carreteras en el AC 6

Longitud carreteras	Longitud (km)			% de cambio (1 año)	Longitud (km)		% de cambio (1 año)
	2000	2005	% Tcambio (5 años)		2005	2006	
Total	155.7	204.3	31.2%	6%	204.3	210.0	2.8%
Interior RNPS	75.4	94.0	24.7%	5%	94.0	96.6	2.9%
ZA y fuera RNPS	80.3	110.3	37.4%	7%	110.3	113.4	2.8%

Tabla 12 Tasa de cambio anual del número de segmentos de las carreteras en el AC 6

Nº segmentos	2000	2005	% de cambio (5 años)	% de cambio (1 año)	2005	2006	% de cambio (1 año)
Total	19	24	26%	5.3%	24	24	0.0%
Interior RNPS	12	16	33%	6.7%	16	16	0.0%
ZA y fuera RNPS	7	8	14%	2.9%	8	8	0.0%

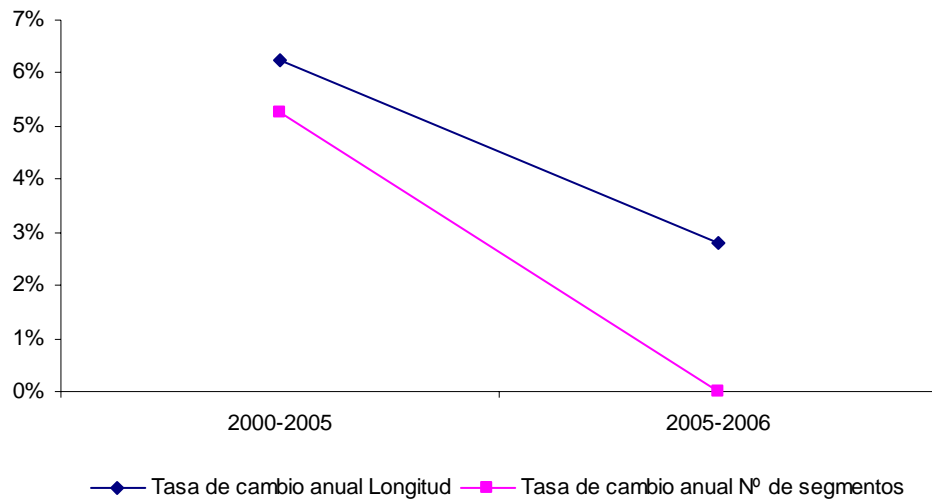


Fig. 9 Variación en la tasa de cambio anual de longitud y número de segmentos de carreteras

Los valores de tasas de cambio anuales, señalan que el incremento de la longitud en los viales de extracción es menor en el período 2005 – 2006 en comparación con el incremento ocurrido entre los años 2000 – 2005. En el último periodo de análisis el incremento en kilómetros fue de 5.7 km, mientras que en los cinco años anteriores el incremento fue de 48.6 km (9.7 km por año aproximadamente). Sin embargo, el número de segmentos no ha variado durante el último año lo cual indica que siguen siendo utilizadas.

4.3 Análisis de cambio de uso del suelo por área crítica

Como se ha mencionado anteriormente los valores absolutos enmascaran procesos de pérdida y ganancia de bosque los cuales se describen en este apartado. Cada una de las variaciones netas presentadas en el análisis de tasas de cambios pueden ser evaluadas en términos de cuánto se perdió de bosque y cuanto se recuperó naturalmente. Por ejemplo, en la Tabla 9 se tiene para el periodo 2005 – 2006, una variación neta de 1847,39 Ha para la AC 1 Nauta. Si se observa en la siguiente tabla las 1847,39 Ha provienen de restar la pérdida de bosque menos la recuperación de bosque.

En las siguientes paginas se encuentran los cuadros resumen de los valores obtenidos para cada área crítica, dentro y fuera de la RNPS.

4.3.1 Área crítica 1: Nauta

Tabla 13 Cambio de uso del suelo para la AC1

AC 1 - Nauta	TOTAL		
	2000 - 2005	2000 - 2005 por año	2005 - 2006
Pérdida de bosque	10314,18	2062,84	2812,84
Recuperación de bosque	2428,40	485,68	965,45
Variación neta	7885,78	1577,16	1847,39
Se mantuvo como antrópico	18177,48	3635,50	26817,37
Se mantuvo como bosque	162420,82	32484,16	160901,08

Tabla 14 Cambio de uso del suelo para la AC1 al interior de la RNPS

AC 1 - Nauta	Interior RNPS		
	2000 - 2005	2000 - 2005 por año	2005 - 2006
Pérdida de bosque	4807,53	961,51	1098,38
Recuperación de bosque	1128,74	225,75	832,88
Variación neta	3678,80	735,76	265,50
Se mantuvo como antrópico	4839,39	967,88	8406,09
Se mantuvo como bosque	106898,83	21379,77	106126,52

Tabla 15 Cambio de uso del suelo para la AC1 en la Zona de Amortiguamiento y fuera la RNPS

AC 1 - Nauta	ZA y fuera de RNPS		
	2000 - 2005	2000 - 2005 por año	2005 - 2006
Pérdida de bosque	5506,65	1101,33	1714,46
Recuperación de bosque	1299,67	259,93	132,57
Variación neta	4206,98	841,40	1581,89
Se mantuvo como antrópico	13338,09	2667,62	18411,28
Se mantuvo como bosque	55521,99	11104,40	54774,56

4.3.2 Área crítica 2: Boca del Samiria (toda el área se encuentra dentro)

Tabla 16 Cambio de uso del suelo para la AC2

AC 2 - Boca del Samiria		TOTAL	
Cambio de uso	2000 - 2005	2000 - 2005 por año	2005 - 2006
Pérdida de bosque	1040,13	208,03	365,85
Recuperación de bosque	303,84	60,77	57,02
Variación neta	736,29	147,26	308,84
Se mantuvo como antrópico	872,35	174,47	1852,29
Se mantuvo como bosque	15153,44	3030,69	15106,48

4.3.3 Área crítica 3: Requena / Jenaro Herrera

Tabla 17 Cambio de uso del suelo para la AC3

AC 3 - Requena / Jenaro Herrera		TOTAL	
Cambio de uso	2000 - 2005	2000 - 2005 por año	2005 - 2006
Pérdida de bosque	6741,77	1348,35	2240,42
Recuperación de bosque	2216,75	443,35	292,95
Variación neta	4525,02	905,00	1947,47
Se mantuvo como antrópico	19257,82	3851,56	25094,25
Se mantuvo como bosque	129285,32	25857,06	128868,86

Tabla 18 Cambio de uso del suelo para la AC3 al interior de la RNPS

AC 3 - Requena / Jenaro Herrera		Interior RNPS	
Cambio de uso	2000 - 2005	2000 - 2005 por año	2005 - 2006
Pérdida de bosque	1417,59	283,52	405,09
Recuperación de bosque	691,09	138,22	142,54
Variación neta	726,50	145,30	262,55
Se mantuvo como antrópico	2335,75	467,15	3713,94
Se mantuvo como bosque	24662,05	4932,41	24786,74

Tabla 19 Cambio de uso del suelo para la AC3 en la Zona de Amortiguamiento y fuera la RNPS

AC 3 - Requena / Jenaro Herrera		ZA y fuera de RNPS	
Cambio de uso	2000 - 2005	2000 - 2005 por año	2005 - 2006
Pérdida de bosque	5324,18	1064,84	1835,33
Recuperación de bosque	1525,66	305,13	150,41
Variación neta	3798,52	759,70	1684,91
Se mantuvo como antrópico	16922,07	3384,41	21380,31
Se mantuvo como bosque	104623,27	20924,65	104082,12

4.3.4 Área crítica 4: Lagunas

Tabla 20 Cambio de uso del suelo para la AC4

AC 4 - Lagunas		TOTAL	
Cambio de uso	2000 - 2005	2000 - 2005 por año	2005 - 2006

Pérdida de bosque	7469,08	1493,82	1310,22
Recuperación de bosque	1231,00	246,20	45,70
Variación neta	6238,08	1247,62	1264,52
Se mantuvo como antrópico	14675,83	2935,17	22926,44
Se mantuvo como bosque	67241,03	13448,21	66856,84

Tabla 21 Cambio de uso del suelo para la AC4 al interior de la RNPS

Cambio de uso	Interior RNPS		
	2000 - 2005	2000 - 2005 por año	2005 - 2006
Pérdida de bosque	329,36	65,87	65,79
Recuperación de bosque	19,76	3,95	1,08
Variación neta	309,60	61,92	64,71
Se mantuvo como antrópico	280,51	56,10	598,32
Se mantuvo como bosque	8392,16	1678,43	8341,70

Tabla 22 Cambio de uso del suelo para la AC4 en la Zona de Amortiguamiento y fuera la RNPS

Cambio de uso	ZA y fuera de RNPS		
	2000 - 2005	2000 - 2005 por año	2005 - 2006
Pérdida de bosque	7139,72	1427,94	1244,43
Recuperación de bosque	1211,24	242,25	44,62
Variación neta	5928,48	1185,70	1199,81
Se mantuvo como antrópico	14395,32	2879,06	22328,12
Se mantuvo como bosque	58848,86	11769,77	58515,14

4.3.5 Área crítica 5: Dos de Mayo (toda el área se encuentra dentro)

Tabla 23 Cambio de uso del suelo para la AC5

Cambio de uso	TOTAL		
	2000 - 2005	2000 - 2005 por año	2005 - 2006
Pérdida de bosque	234,47	46,89	66,20
Recuperación de bosque	164,99	33,00	1,31
Variación neta	69,48	13,90	64,89
Se mantuvo como antrópico	776,75	155,35	1009,91
Se mantuvo como bosque	10240,90	2048,18	10339,70

4.3.6 Área crítica 6: Bosques Colinas

Tabla 24 Cambio de uso del suelo para la AC6

Cambio de uso	TOTAL		
	2000 - 2005	2000 - 2005 por año	2005 - 2006
Pérdida de bosque	277,27	55,45	36,29
Recuperación de bosque	0,56	0,11	0,00
Variación neta	276,71	55,34	36,29
Se mantuvo como antrópico	911,30	182,26	1188,56
Se mantuvo como bosque	432597,83	86519,57	432562,10

Tabla 25 Cambio de uso del suelo para la AC6 al interior de la RNPS

AC 6 - Bosques de Colinas		Interior RNPS	
Cambio de uso	2000 - 2005	2000 - 2005 por año	2005 - 2006
Pérdida de bosque	107,39	21,48	16,90
Recuperación de bosque	0,00	0,00	0,00
Variación neta	107,39	21,48	16,90
Se mantuvo como antrópico	426,06	85,21	533,45
Se mantuvo como bosque	130183,25	26036,65	130166,35

Tabla 26 Cambio de uso del suelo para la AC6 en la Zona de Amortiguamiento y fuera la RNPS

AC 6 - Bosques de Colinas		ZA y fuera de RNPS	
Cambio de uso	2000 - 2005	2000 - 2005 por año	2005 - 2006
Pérdida de bosque	169,88	33,98	19,40
Recuperación de bosque	0,56	0,11	0,00
Variación neta	169,32	33,86	19,40
Se mantuvo como antrópico	485,24	97,05	655,11
Se mantuvo como bosque	302414,58	60482,92	302395,75

4.3.7 Área crítica 7: Bajo Pacaya / El Dorado

Tabla 27 Cambio de uso del suelo para la AC7

AC 7 - Bajo Pacaya / El Dorado		TOTAL
Cambio de uso	2005 - 2006	
Pérdida de bosque	9065,41	
Recuperación de bosque	0,00	
Variación neta	9065,41	
Se mantuvo como antrópico	0,00	
Se mantuvo como bosque	172381,93	

Tabla 28 Cambio de uso del suelo para la AC7 al interior de la RNPS

AC 7 - Bajo Pacaya / El Dorado		Interior RNPS
Cambio de uso	2005 - 2006	
Pérdida de bosque	6138,54	
Recuperación de bosque	0,00	
Variación neta		
Se mantuvo como antrópico		
Se mantuvo como bosque	147925,78	

Tabla 29 Cambio de uso del suelo para la AC7 en la Zona de Amortiguamiento y fuera la RNPS

AC 7 - Bajo Pacaya / El Dorado		ZA y fuera de RNPS
Cambio de uso	2005 - 2006	
Pérdida de bosque	2926,87	
Recuperación de bosque	0,00	
Variación neta	2926,87	

En la siguiente Figura se ha graficado la pérdida de bosque anual para ambos periodos en evaluación y para cada área crítica. Se observa que las áreas críticas de Nauta, Boca del Samiria, Requena/Jenaro Herrera y Dos de Mayo presentan un incremento en los valores de pérdida anual de bosque para el período 2005 – 2006. Las áreas críticas de Lagunas y Bosques de Colinas experimentan una menor pérdida de bosque en el último periodo de evaluación si se compara con el periodo 2000 - 2005

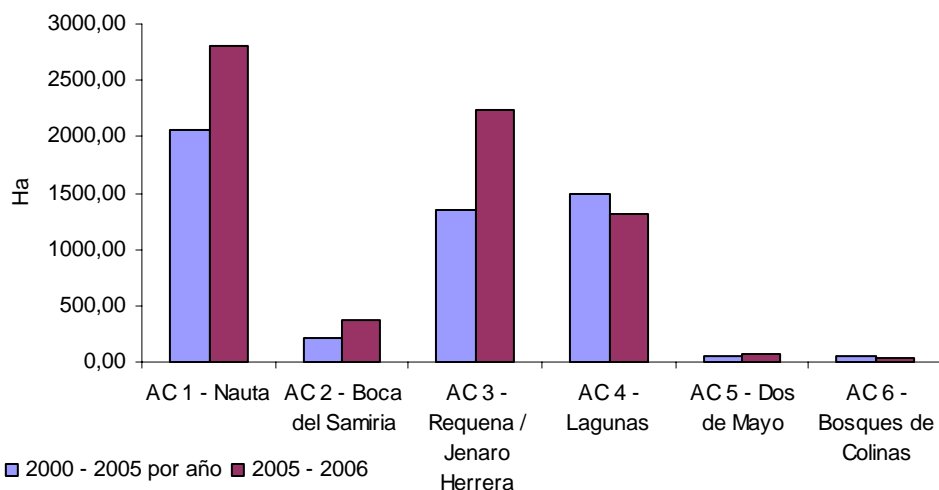


Fig. 10 Pérdida anual de bosque para cada Área Crítica periodos 2000 - 2005 / 2005 - 2006

Si se analiza la pérdida anual de bosque al interior de la RNPS por área crítica, se observa que la tendencia es similar a lo que ocurre en totalidad del área crítica, a excepción de Lagunas que mantiene la pérdida de bosque en 66 Ha anuales aproximadamente.

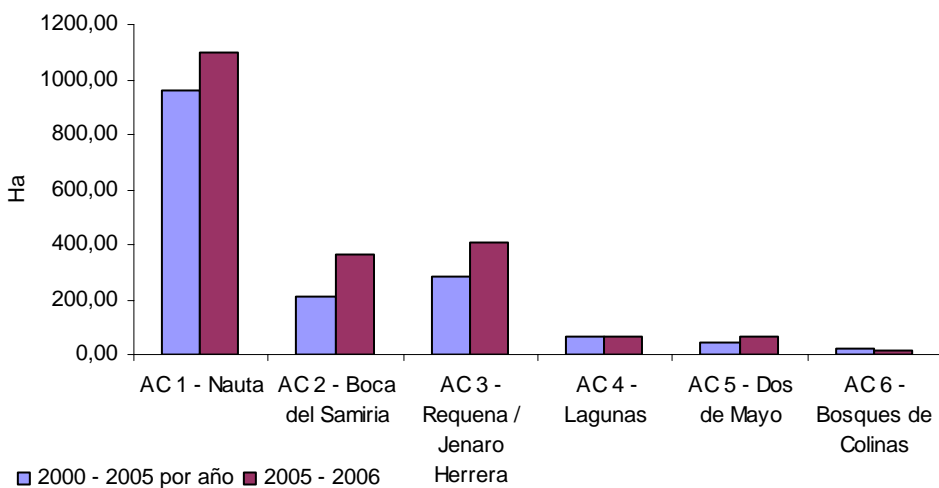
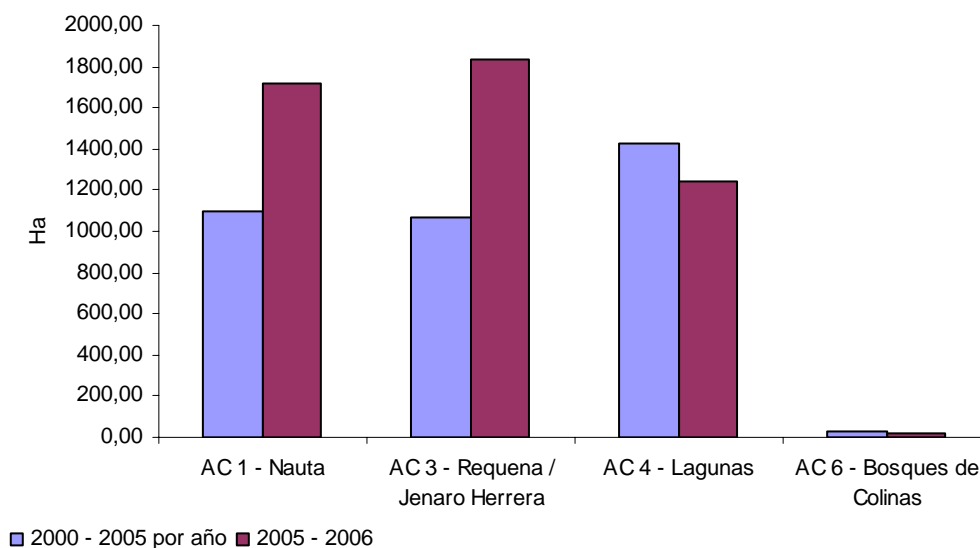


Fig. 11 Pérdida anual de bosque para cada Área Crítica al interior de la RNPS periodos 2000 - 2005 / 2005 - 2006

Al analizar la pérdida de bosque fuera de la RNPS para cada área crítica también se observa una tendencia similar, una mayor pérdida de bosque para el último periodo de evaluación. Sin embargo, también se observa que los mayores valores de pérdida de bosque (en Has) se han dado fuera de la RNPS siendo el área crítica de Requena/Jenaro Herrera la que registra la mayor pérdida con 1835 Ha.



**Fig. 12 Pérdida anual de bosque para cada Área Crítica fuera de la RNPS
períodos 2000 - 2005 / 2005 - 2006**

No se ha incluido en los gráficos el área crítica 7 ya que solo existe el análisis para el periodo 2005 – 2006. Sin embargo, merece especial atención dado que es el área que registra la mayor pérdida de bosque (9065,4 Ha dentro y fuera de la RNPS) y a su vez la mayor pérdida de bosque al interior de la RNPS (6138 Ha)

5 Conclusiones

Para el periodo 2005 – 2006 el área crítica que muestra la mayor tasa de cambio anual del área deforestada, fue el AC 2 Boca del Samiria. La tasa de incremento encontrada es mayor a la que se encontró para el periodo 2000 – 2005. En segundo lugar se encuentra el AC.

La pérdida anual de bosque para las áreas críticas de Nauta, Requena, Boca del Samiria y Dos de Mayo ha aumentado en el último periodo de evaluación, mientras que la pérdida de bosque para todas las áreas críticas se concentra en su mayoría fuera de la RNPS excepto para el área crítica 7 cuya mayor pérdida de bosque se concentra al interior de la RNPS.

6 Bibliografía

CDC-UNALM 1990. Metodología para la evaluación del impacto de la actividad humana en áreas protegidas de la Amazonía peruana. Proyecto auspiciado por la Comunidad Económica Europea.

CDC - UNALM, 2005. Diseño de un Plan de Monitoreo de la Salud de la Biodiversidad en la Reserva Nacional Pacaya Samiria. Centro de Datos para la Conservación – UNALM y The Nature Conservancy. Lima, 136 pág.

INRENA, SZF, CDC-UNALM. 2006. Hacia un Sistema de Monitoreo Ambiental Remoto Estandarizado para el SINANPE. Cinco estudios piloto desarrollados por el CDC-UNALM conjuntamente con la Sociedad Zoológica de Francfort y la Intendencia de Areas Naturales Protegidas por el Estado (2002 – 2006).

INRENA, SZF, CDC-UNALM. 2006. Hacia un Sistema de Monitoreo Ambiental Remoto Estandarizado para el SINANPE. Piloto V: Parque Nacional Manu, Parque Nacional Alto Purús, Reserva Comunal Purús y Santuario Nacional Megantoni (2000-2005). Lima-Perú. 66 pág.

INRENA, SZF, CDC-UNALM. 2005. Hacia un Sistema de Monitoreo Ambiental Remoto Estandarizado para el SINANPE. Fase IV: Parque Nacional Bahuaja - Sonene, Reserva Nacional Tambopata y Reserva Comunal Amarakaeri (2000-2005).

INRENA, SZF, CDC-UNALM. 2005. Hacia un Sistema de Monitoreo Ambiental Remoto Estandarizado para el SINANPE. Fase III Parques Nacionales Otishi y Yanachaga Chemillen, Reservas Comunales Yanesha, Asháninka y Machiguenga, Bosques de Protección San Matías San Carlos y Pui Pui (1990-2000).

INRENA, SZF, CDC-UNALM. 2003. Hacia un Sistema de Monitoreo Ambiental Remoto Estandarizado para el SINANPE. Piloto II: Parque Nacional Manu, Parque Nacional Alto Purús, Reserva Comunal Purús (1990-2000).

INRENA, SZF, CDC-UNALM. 2003. Hacia un Sistema de Monitoreo Ambiental Remoto Estandarizado para el SINANPE. Fase I: Parque Nacional Bahuaja - Sonene, Reserva Nacional Tambopata y Reserva Comunal Amarakaeri (1990 – 2000)