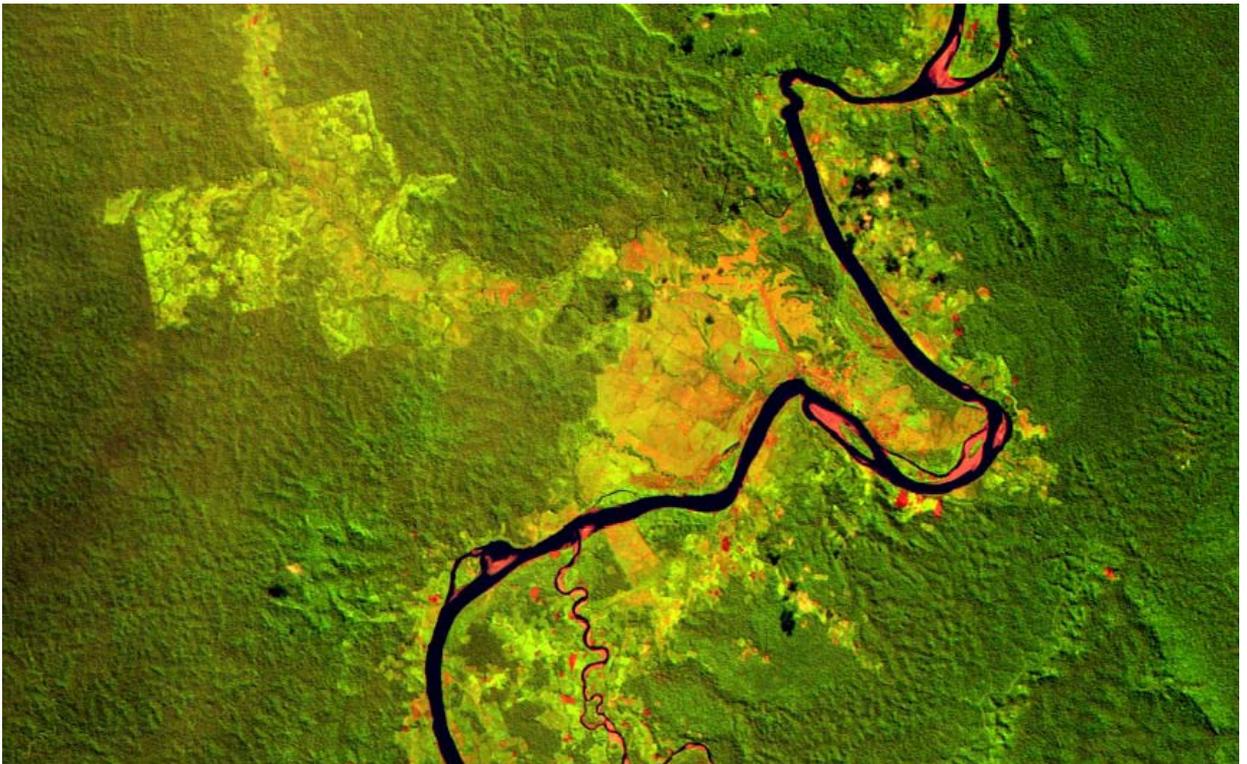




WWF – Oficina de Programa Perú

**ANALISIS DE CAMBIOS DE PAISAJE:
TOURNAVISTA – CAMPO VERDE Y SU AREA DE INFLUENCIA
Pérdida y Fragmentación de Bosques : (1963 – 2000)**

INFORME TECNICO



Junio 2003

Lima - Perú

Análisis de cambios de paisaje: Tournavista - Campo Verde y su área de influencia – Pérdida y fragmentación de bosques: 1963-2000

Resumen Ejecutivo

Entre los años 1954 y 2000 un total de 56,000 Ha de bosques amazónicos de tierras bajas fueron destruidos en nombre del desarrollo. Esto se debió principalmente a las actividades de remoción del bosque a gran escala conducidas por Roy Le Torneau con el propósito de extracción maderera y apertura de terrenos para crianza de ganado.

La colonización Tournavista y el desarrollo no planificado del camino entre Tournavista y Campo Verde tuvieron un severo impacto en la cobertura forestal de la región. Más aún, este desarrollo ha contribuido a la degradación del bosque y su fragmentación, previniendo y reduciendo la viabilidad a largo plazo de estos ecosistemas.

El análisis detallado de la dinámica de fragmentación ha revelado que las funciones primarias del bosque han sido alteradas y que en nuestros días, menos del 5% de los parches de vegetación remanentes podrían sostener especies y procesos ecológicos sensibles a los efectos de borde. Adicionalmente, la magnitud de la pérdida de bosques habrían convertido a esta área en una barrera para la dispersión de especies amenazadas y poco conocidas.

Debe reconocerse que después del abandono de la colonización Tournavista se recuperó en cierto grado la cobertura forestal, sin embargo, las funciones del ecosistema boscoso no se habrían recuperado en el corto plazo como consecuencia del agresivo patrón de deforestación registrado en el área.

Se requerirán análisis de mayor resolución espacial y temporal para identificar áreas con potencial para restauración ecológica. Sin embargo, cualquier iniciativa dirigida a mejorar la resiliencia y funciones ecológicas del bosque demandará ingentes cantidades de dinero y recursos técnicos. Más aún, en tanto las condiciones subyacentes de pérdida de bosques persistan, los resultados de cualquier esfuerzo de restauración no pueden ser garantizados.

I. Introducción

En 1954 se estableció un núcleo de colonización en el área conocida como Puerto Castigo (posteriormente rebautizada como Tournavista). Ubicada en la ecorregión de los Bosques Húmedos Tropicales de Ucayali (Global 200) esta área presentaba bosques con abundante flora y fauna, elevados niveles de singularidad e incluso especies poco conocidas para la ciencia. Desafortunadamente, el proceso de colonización iniciado por Roy Le Torneau trajo como consecuencia la desaparición de la mayor parte de la cobertura vegetal de esta región. Mas aún, el posterior incumplimiento de obligaciones contractuales adquiridas con el Estado Peruano exacerbó los efectos de la ocupación desordenada del territorio con niveles de degradación ambiental cuya naturaleza nos era prácticamente desconocida hasta hace muy poco.

El presente reporte analiza los efectos causados por la colonización Tournavista a partir de 1963 y estima los impactos y degradación provocados desde 1954 en ausencia de material cartográfico de referencia más antiguo. Se describen además los impactos acumulativos

causados tanto por la colonización en el eje carretero Tournavista- Campo Verde como aquellos derivados de la apertura no planificada de vías adyacentes.

El análisis comprende la evaluación de la pérdida de cobertura vegetal tomando como referencia un mosaico aerofotográfico (foto índice) de 1963 e imágenes Landsat de los años 1988 y 2000. Asimismo, se consideró el impacto de la colonización y apertura del bosque sobre la estructura del paisaje colindante en términos de fragmentación, aislamiento y deterioro de la calidad del bosque.

II. Métodos

Area de estudio:

El área de estudio comprende el núcleo de colonización Tournavista (Puerto Castigo), así como el tramo carretero entre Tournavista y Campo Verde (altura del Km 34 de la vía Tingo María – Pucallpa). (Figura 1)

Por la naturaleza del material base empleado así como las diferentes dinámicas de ocupación del territorio dentro del área de estudio se procedió la subdivisión en tres zonas de análisis que serán descritas más adelante.

Material de sensores remotos y aerofotográfico

Para el análisis se emplearon:

- a. Mosaico fotográfico (foto índice) del año 1963. Fuente: Instituto Geográfico Nacional - IGN. (Figura 2)
- b. Imagen Landsat Thematic Mapper del 22 de Abril de 1988. Fuente: Global Land Cover Facility – University of Maryland. (Figura 3)
- c. Imagen Landsat Enhanced Thematic Mapper del 1 de Setiembre del 2000. . Fuente: Global Land Cover Facility – University of Maryland. (Figura 4)

En los tres casos la presencia de nubes fue mínima. Una imagen adicional de 1986 fue descartada del análisis por la cobertura de nubes dispersas en el eje de la carretera Tingo María – Pucallpa.

Análisis de Imágenes

Las imágenes se procesaron en tres etapas:

- a. **Registro y georeferencia:** Las imágenes se ajustaron con puntos de control de Cartas Nacionales digitales (UTM zona 18, datum WSG84) del área de estudio de escala 1:100,000 utilizando Image Analysis (ESRI, 2000). Para refinar el ajuste necesario para las comparaciones multi temporales se tomó como base la imagen de 1988. El ajuste entre las imágenes de 1988 y 2000 se refinó utilizando la banda 4 mediante el proceso de “rubber-sheeting”. Debido a la dificultad de registro homogéneo del mosaico fotográfico se procedió a dividir el área de estudio en tres(3) secciones para eliminar la distorsión.
- b. **División:** Las tres secciones de análisis fueron definidas de la siguiente manera:
 - a. Zona I: Influencia directa de la ocupación Le Torneau. Corresponde al área conocida como Tournavista (originalmente Puerto Castigo) hasta el Km 10 de la carretera hacia Campo Verde.

- b. Zona II: Ocupación paralela a Tournavista hacia el sur sobre la margen derecha del río Pachitea. Esta área fue definida con mayor precisión sobre bosques de colinas altas.
- c. Zona III: Eje carretero entre Tournavista – Campo Verde (@ Km 34 de la vía Tingo María – Pucallpa). Se tomaron como límites las expansiones máximas de deforestación a partir del eje carretero correspondiente al año 2000. Esta zona corresponde a bosques de colinas bajas.

En cada caso los límites de las zonas fueron ajustados para minimizar el efecto del cambio progresivo de los cursos de los ríos excluyendo las riberas que presentaron desplazamientos entre las series de imágenes.

- c. **Clasificación:** Se procedió en primer término a una clasificación no supervisada utilizando el algoritmo isodata para las imágenes Landsat y de máxima similitud para el mosaico fotográfico. Luego de identificar las clases primarias se identificaron zonas de entrenamiento para las clasificaciones supervisadas finales. Se definieron tres clases finales que presentaron máxima discriminación espectral: Bosque, Bosque Degradado (vegetación secundaria, herbácea y arbustiva) , Areas Deforestadas (sin cobertura vegetal). La clasificación incluyó además áreas de nubes, sombra de nubes y cuerpos de agua pero en porcentajes mínimos y generalmente fuera de las zonas de análisis. El proceso de clasificación se condujo en ENVI (Research Systems Inc., 2002).

Las clasificaciones obtenidas fueron transferidas a formato raster(grid) de ArcView (ESRI, 2000) y posteriormente filtradas (majority filter) para eliminar el efecto de “sal y pimienta” de la clasificación. Tomando como base la imagen Landsat TM el grid final utilizado para los análisis posteriores comprendió celdas de 30 metros de lado.

Evaluación de cambios en la cobertura vegetal:

A partir de las clasificaciones (Figuras 5 –7) se prepararon estadísticas y gráficas que describen el comportamiento del proceso de deforestación tanto a escala del área de estudio como las tres zonas de análisis.

Además, se elaboraron matrices de cambios en la cobertura vegetal entre los periodos de evaluación: 1963-1988 y 1988-2000. Estas matrices describen el paso (o permanencia) de un tipo de cobertura a otra de manera porcentual permitiendo evaluar la intensidad y dirección de los cambios en la cobertura.

Análisis de fragmentación:

Para este análisis se empleó el programa Fragstats (versión 3.3 Octubre 2002) utilizando los datos rasterizados de las clasificaciones. El tamaño mínimo de la unidad de análisis correspondió a un cuadrado de 30 m. de lado equivalente a 0.09 Ha.

Para los fines del análisis solamente se consideró la clase Bosque y las clases restantes fueron evaluadas como parte de la matriz. Se examinaron los siguientes parámetros del paisaje:

Tamaño:

Área promedio de parches: Es el área ponderada entre los diferentes parches de la misma clase. Describe el nivel de fragmentación en términos de su impacto global sobre la pérdida de estructura de la clase seleccionada.

Número de parches: Es el número de parches de la clase correspondiente. Esta es una medida simple del nivel de subdivisión de dicha clase.

Forma:

Índice de forma promedio: Es la relación entre el perímetro actual y el mínimo perímetro posible para obtener una superficie similar. Este parámetro es un indicador sencillo del nivel de compactación de un paisaje. Su valor ideal es 1 y crece indefinidamente conforme la forma del parche es más irregular. En este caso el índice empleado está corregido para tomar en consideración la naturaleza cuadrangular del grid de análisis.

Áreas núcleo (Core areas):

Superficie total de áreas núcleo: Estas han sido definidas tomando en cuenta un efecto de borde de 300 metros {Ferreira & Laurance 1997 #90}{Laurance, Vasconcelos, et al. 2000 #170} desde áreas intervenidas. La superficie total es el resultado de la adición de las áreas núcleo individuales dentro de la clase de paisaje correspondiente. Conforme este valor se aproxima a la superficie total de la clase analizada indica una mayor capacidad de resiliencia a efectos de borde.

Número de áreas núcleo: Es una alternativa al valor de Número de Parches (ver más arriba) que describe mejor el grado de funcionalidad de los parches a nivel de la clase de paisaje correspondiente.

Proximidad y Conectividad:

Promedio de distancias euclidianas al vecino más cercano: Es igual al promedio de las distancias rectas a los vecinos más cercanos. Esta es una de las medidas de proximidad más ampliamente usadas para evaluar proximidad.

Índice de conectividad: Se define como el número de enlaces funcionales entre parches de la misma clase a una distancia menor al límite establecido. Los valores de este índice se expresan porcentualmente y su rango se encuentra en un rango de 0% al existir un único parche hasta 100% cuando todos los parches están plenamente conectados dentro del rango de distancia indicado.

III. Resultados y Discusión

Pérdida de Cobertura Vegetal

La tabla 1 resume las pérdidas del bosque original debidas a la deforestación a tala rasa y la fragmentación del bosque remanente. Un total aproximado de 50,000 Ha han sido desboscadas y degradadas hasta el año 2000. Si se consideran además las superficies afectadas al menos una vez a lo largo del periodo 1963-2000 el total se eleva a 55,867 Ha.

	Superficie (Ha)	1963		1988		2000	
		Deforestación	Fragmentación	Deforestación	Fragmentación	Deforestación	Fragmentación
Zona I	13,735.98	978.75	997.74	3,662.01	1,495.08	2,747.52	1,691.01
Zona II	18,425.88	130.59	196.47	3,343.32	677.07	4,596.93	3,214.71
Zona III	65,800.98	178.38	436.14	21,145.48	4,903.92	28,570.75	9,062.73
Total	97,962.84	1,287.72	1,630.35	28,150.81	7,076.07	35,915.20	13,968.45

Tabla 1. Deforestación y fragmentación de bosques en el área de estudio (1963 –2000)

Los impactos de la deforestación no se reducen únicamente a la pérdida de la biomasa arbórea o la biodiversidad acompañante. Dependiendo de la intensidad y frecuencia de las perturbaciones la estructura y composición florística del bosque puede cambiar marcadamente. Los espacios de recolonización de la vegetación serán ocupados por especies pioneras con poca similitud fisonómica y taxonómica con el bosque original (Laurance & Delamônica, 1998; Laurance et al, 1998).

A partir de la información analizada (periodo 1963-2000) es posible además reconstruir el estado de conservación de los bosques de la región antes de la aparición de los programas de colonización y las vías de acceso. Es por ello que la mayor parte (si no la totalidad) de la deforestación registrada en 1963 puede ser atribuida del establecimiento de Le Torneau en 1954. (Figura 8)

En la tabla 2 se muestra que la pérdida de cobertura vegetal en el área de estudio ha sido bastante extensa alcanzando el 52% del área de estudio al año 2000. Estos niveles de deforestación son particularmente críticos si se considera además la fragmentación de hábitats y la persistencia de la presión sobre el bosque hasta la actualidad.

	Superficie (Ha)	1963		1988		2000	
Zona I	13,735.98	11,759.49	86%	8,566.02	62%	9,255.33	67%
Zona II	18,425.88	18,069.66	98%	14,321.79	78%	10,463.04	57%
Zona III	65,800.98	65,186.46	99%	39,630.51	60%	27,131.49	41%
Total	97,962.84	95,015.61	97%	62,518.32	64%	46,849.86	48%

Tabla 2. Superficie y porcentajes de bosques remanentes en el área de estudio (1963 –2000)

Como se esperaba la zona más afectada al inicio (1963) corresponde al núcleo de colonización de Tournavista con una deforestación del 14%. Esta sería el producto de las actividades iniciales de remoción a gran escala de la cubierta arbórea con fines madereros así como cultivo de pastos y ganadería. En contraste las Zonas II y III se mantenían hasta entonces en buen estado de conservación. (Figuras 9 – 11)

Hacia 1988 se había perdido el 38% de cobertura en la Zona I y eventualmente la presión original causada por Le Torneau se había retirado. Sin embargo, el proceso de colonización había impactado severamente en las zonas II y III en particular por el desarrollo no planificado de la vía Tournavista – Campo Verde. Finalmente, hacia la segunda mitad del 2000 se manifestaba una recuperación paulatina de la cobertura en la Zona I y se habían alcanzado niveles de deforestación muy altos en la Zona II y particularmente en la Zona III.

Las matrices de cambio indican en el caso de la Zona I (Figura 12) un singular cambio en la tendencia de la deforestación registrado a partir del año 1988. Si bien en el periodo 1988-2000 continua la pérdida y degradación de los bosques (hasta un 9%) en el mismo periodo se manifiesta una recuperación del orden del 15% lo cual resulta en una recuperación neta aproximada de 6%. Esto se debe definitivamente al proceso de abandono de la colonización en Tornavista y la delicada situación de inestabilidad social que se registro en la zona hasta mediados de la década de los 90.

La matriz de cambio de la Zona II (Figura 13) indica un proceso de pérdida de cobertura muy agresivo con tasas combinadas del orden del 20-25% para ambos periodos. Otro indicador de la agresividad de la transformación es la uni-direccionalidad del cambio y la limitada ocurrencia de transiciones de bosque degradado a área deforestada. Nuevamente, una mayor resolución temporal ayudaría a definir con mayor precisión la dinámica de la deforestación.

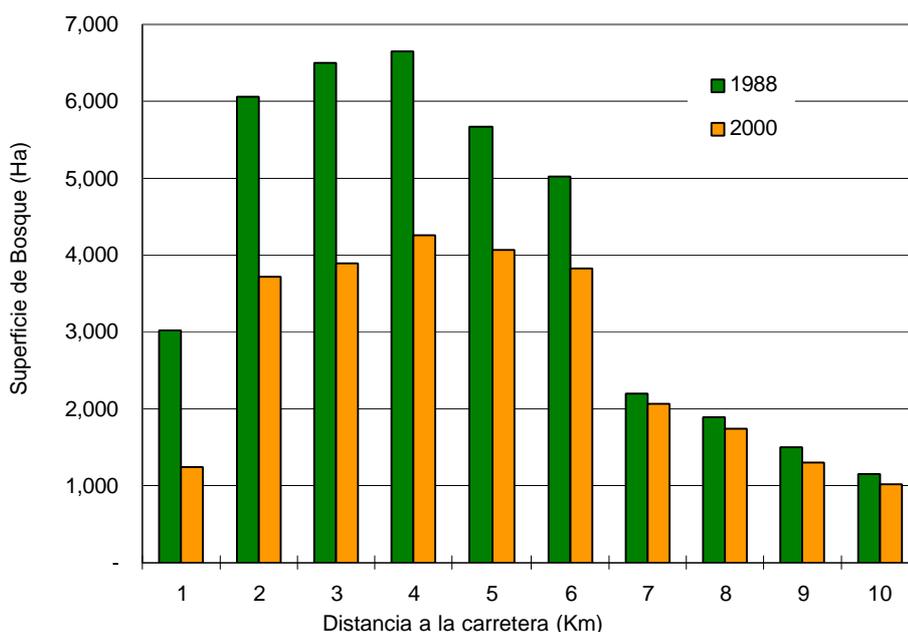


Figura 15. Distribución de la cobertura de bosques en relación a la distancia al eje carretero Tournavista – Campo Verde (Zona III) en los años 1988 y 2000. Nótese la pérdida de los bosques más accesibles en el rango de 1 a 6 Km del eje vial en tanto que tras 12 años la cobertura boscosa prácticamente se mantiene a partir del Km 7.

Finalmente, la matriz de cambio de la Zona III (Figura 14) muestra altas tasas de cambio entre los periodos de evaluación en magnitudes que van de 38% (1963-88) a 22% (1988-2000). Esto implica tasas de pérdida anual de cobertura forestal en el rango del 1.5% al 1.8%. Estas tasas tan elevadas pueden explicarse por la ocupación a lo largo del eje carretero y el desarrollo de vías perpendiculares de penetración con fines de asentamiento agrícola y ganadero. Esto es consistente con un patrón de ocupación que concentra su

acción en el bosque rápidamente disponible y paulatinamente avanza sobre el bosque más alejado hasta alcanzar límites de accesibilidad (Figura 15). Al abrirse nuevas vías o escasear el espacio de ocupación continuará el desbosque hasta alcanzar otro nivel de equilibrio. Evidencias similares de ocupación del bosque a partir de carreteras y otros cambios o mejoras en la accesibilidad han sido ampliamente documentados en la Amazonía brasilera (Laurance et al, 2002; Fearnside & Laurance, 2002) y se continúan proponiendo estrategias dirigidas a identificar y mitigar sus impactos (Peres, 2001; Nepstad et al, 2002).

Análisis de fragmentación

La fragmentación de bosques primarios resulta generalmente en cambios unidireccionales en la composición y estructura de la vegetación a escala de paisaje (Laurance et al, 1998). Los principales efectos observados se deberían a una combinación de efectos de borde así como la proximidad entre fragmentos de bosque. Un elemento recurrente es la pérdida de biomasa superficial (Laurance et al, 1997; Ferreira & Laurance, 1997) y el incremento de vegetación pionera así como lianas que son altamente competitivas por los claros de luz (Laurance et al, 1998; Laurance et al, 2001). Adicionalmente, los efectos mecánicos de las lianas contribuyen a un incremento de la mortalidad de árboles mayores. En resumen, la combinación de vientos, humedad del suelo y exposición solar generan condiciones para un deterioro progresivo de los bordes hacia el interior del bosque (Gascon et al, 2000; Laurance, 2001).

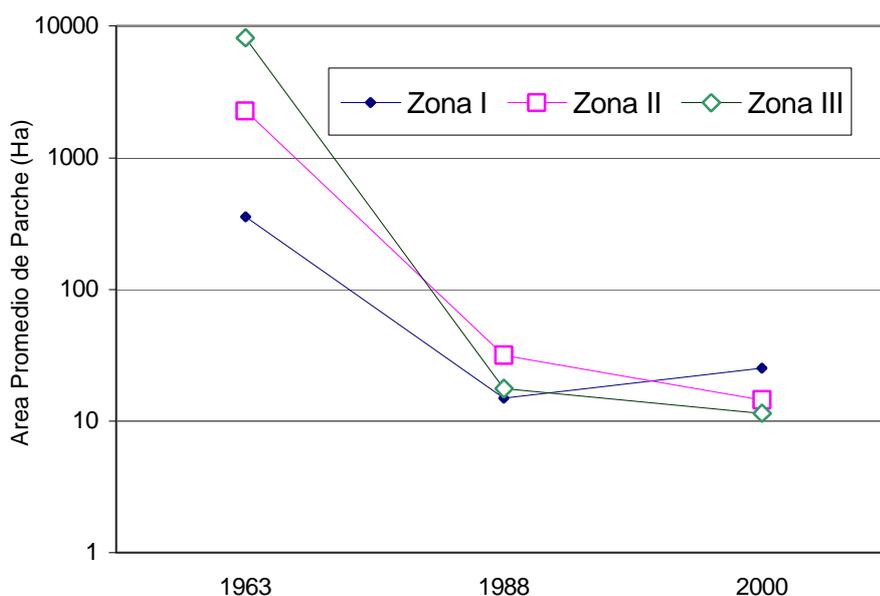


Figura 16. Variación del área promedio de parches en las tres Zonas del área de estudio para el periodo 1963 a 2000.

Los resultados detallados del análisis de fragmentación para cada una de las zonas se presentan en el Anexo 1. En toda el área de estudio se observa una rápida degradación en el tamaño de los parches en particular en las zonas II y III que mantenían 98% y 99% de cobertura al inicio del periodo de evaluación (1963) respectivamente.

El área promedio de los parches disminuyó a lo largo del periodo de estudio (Figura 16) con excepción de la Zona I que como se mencionó anteriormente recuperó parte de la cobertura vegetal. En situaciones similares (Ferreira & Laurance, 1997) se ha encontrado

que parches inferiores a 500 ha pueden albergar biotas incompletas porque sus condiciones ecológicas difieren considerablemente de las del bosque intacto. Además, si bien estos parches pueden tener roles importantes para poblaciones pequeñas o aisladas (Turner & Corlett, 1996) es poco probable que sostengan poblaciones de mamíferos grandes y especies del interior del bosque.

El número de parches incrementa rápidamente durante el periodo de estudio (Figura 17). Este patrón es consistente en las tres zonas aunque resulta mucho más evidente en la Zona III en la que se llegaron a identificar más de 2300 fragmentos individuales de bosque en el año 2000. En el caso de la Zona I se registró la disminución en el número de parches lo cual es consistente con la recuperación en la cobertura señalada anteriormente y la eventual aglomeración entre parches.

Por otro lado, el índice de forma se mantuvo dentro de un rango de valores entre 1.2 y 1.5 lo que resulta coherente con parches de perímetros relativamente homogéneos en su mayoría bastante pequeños identificados a partir de 1988.

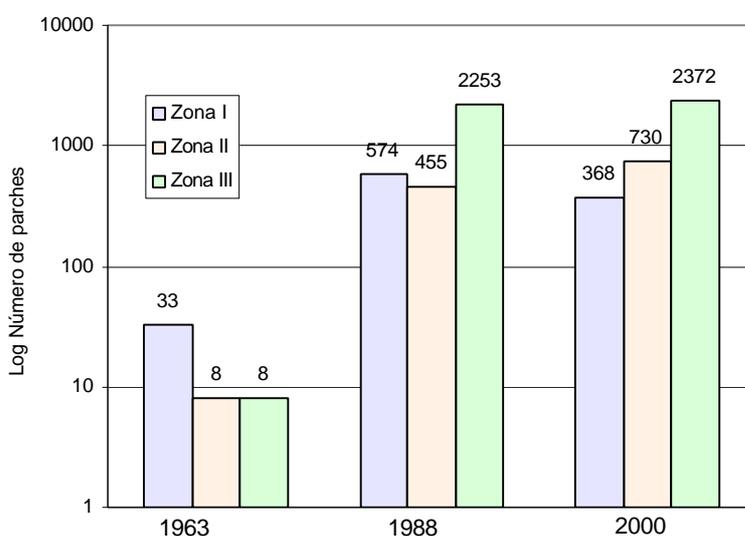


Figura 17. Variación en el número de parches de bosque en las tres Zonas del área de estudio para el periodo 1963 a 2000.

Esta atomización del bosque trae como consecuencia la rápida degradación del mismo, así como una mayor exposición a procesos de erosión genética y pérdida de funciones ecológicas y servicios ambientales (Cochrane et al, 1999). La evidencia empírica indica que estos cambios son probablemente irreversibles como resultado de las perturbaciones recurrentes en la circulación del viento y el microclima del bosque (Cochrane, 2001) aún cuando no se descarta la posibilidad que en el largo plazo se recupere una estructura semejante (Laurance, 1998).

Los cálculos de superficie y número de áreas núcleo muestran una clara tendencia a la degradación funcional de los fragmentos remanentes durante el periodo de estudio al año 2000. Al comparar el área de bosque total con la de áreas núcleo (Figura 18) se encontró una notable reducción en la calidad del bosque remanente, incluso en áreas que aparentemente se encuentran en recuperación tales como la Zona I.

En ésta se identificaron 368 parches de bosque en el año 2000 con un área total de 9,255 Ha, sin embargo apenas 18 de ellos (totalizando 2,861 Ha) reunirían condiciones para el establecimiento y desarrollo de especies sensibles a efectos de borde, esto representa

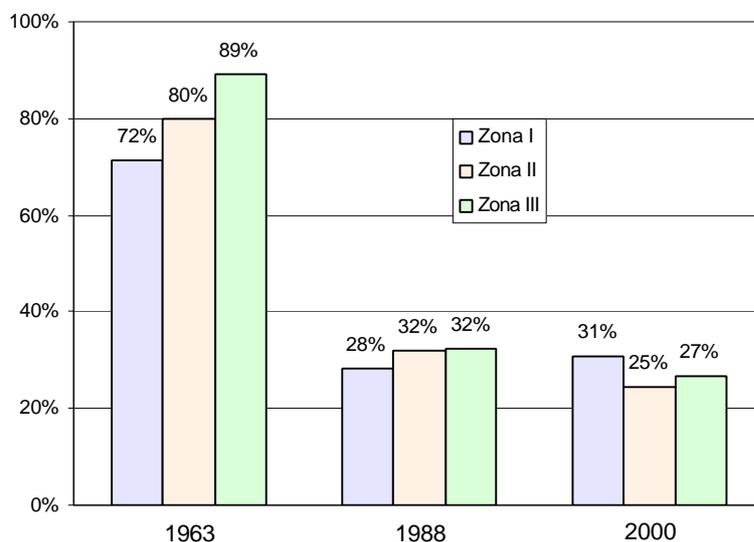


Figura 18. Razón entre la superficie de áreas núcleo y el área total en fragmentos de bosque en las tres Zonas del área de estudio para el periodo 1963 a 2000. El valor sobre cada columna indica el porcentaje del total de fragmentos que reúnen condiciones adecuadas para especies y procesos sensibles a efectos de borde.

apenas un 20% de la superficie total del territorio en contraste con el 67% de cobertura total de bosques.

En base a este análisis es posible afirmar que aún cuando la cubierta vegetal llegue a regenerarse parcialmente, la intensidad y topología de la deforestación pueden impedir o retrasar la recuperación de las funciones de los parches remanentes.

De modo similar, se encontraron valores muy bajos para los parches libres de efectos de borde (Figura 19). Esto es evidente a partir de 1988 en todas las zonas del área de estudio con valores menores al 6% del total de fragmentos. Esto es particularmente crítico en el eje carretero Tournavista – Campo Verde (Zona III) en el que menos del 2% de los parches de bosque identificados podrían mantener su funcionalidad ecológica original.

En términos de agregación se han encontrado valores indicativos de una elevada fragmentación pues aún cuando las distancias entre parches se hacen más pequeñas esto es consecuencia de la atomización del bosque remanente. Por otro lado los índices de

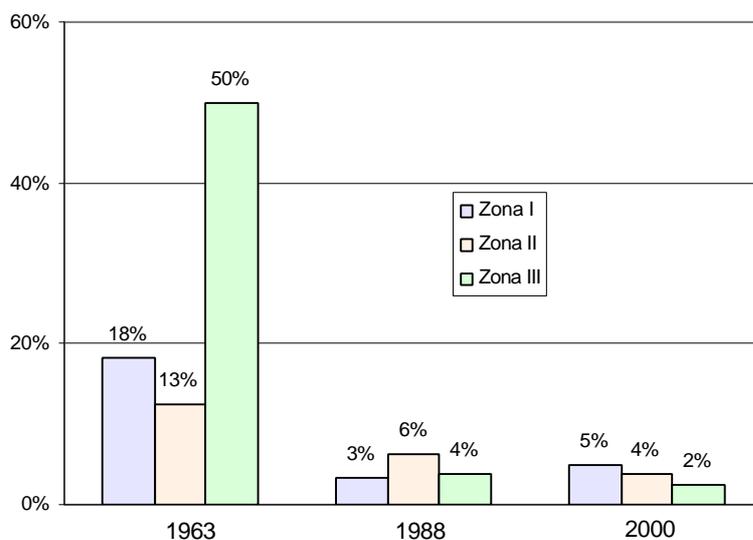


Figura 19. Razón entre el número de parches con áreas núcleo y el número total de parches de bosque en las tres Zonas del área de estudio para el periodo 1963 a 2000. El valor sobre cada columna indica el porcentaje del total de fragmentos que reúnen condiciones adecuadas para especies y procesos sensibles a efectos de borde.

conectividad que fueran relativamente altos hasta 1963 disminuyen rápidamente en 1988 y 2000 (con excepción de la Zona I). Este resultado es consistente con el de agregación pues refleja la pérdida de conexiones funcionales entre parches.

Efectos a Escala Regional

Desde una perspectiva espacial más amplia los efectos de la pérdida y fragmentación de bosques en el eje carretero Tornavista-Campo Verde no se limitan únicamente a la degradación del bosque inmediato sino que además afectan otros procesos de gran escala.

El primero de ellos se refiere a la conectividad. Hacia el año 2000 el eje de deforestación Tournavista - Campo Verde constituye una barrera para la dispersión de vertebrados terrestres (incluso aves de interior del bosque) hacia las Yungas Orientales ubicadas al este de la región, característica común a los bosques de piedemonte andino amazónico (Terborgh, 1977). Además, si se combina el efecto del eje vial Tingo-María Pucallpa y la carretera Tornavista – Campo Verde se genera un área aislada de aproximadamente 100,000 Ha que aún mantiene niveles de cobertura boscosa adecuados (Bosque de llanuras bajas meándricas y Bosques de colinas bajas) en el límite entre las ecorregiones de Bosques Húmedos Tropicales de Ucayali y los Bosques Húmedos de la Amazonía Sudoccidental.

En segundo término, los efectos de remoción de la cubierta vegetal y la degradación de suelos en la zona de Tornavista han causado la liberación de monto considerable de carbono acumulado tanto en la vegetación como en el suelo. Además, al abrirse amplios claros en el bosque se modifica el microclima local lo que trae como consecuencia una mayor evapotranspiración y desecación. Ambos factores actúan sinérgicamente para aumentar el riesgo de fuegos e incendios a gran escala (Cochrane et al, 1999; Nepstad et al, 2001).

Lima, Junio del 2003

Indice de figuras

1. Area de estudio
2. Mosaico fotográfico 1963
3. Imagen Landsat TM 1988
4. Imagen Landsat ETM 2000
5. Resultados de Clasificación Supervisada 1963
6. Resultados de Clasificación Supervisada 1988
7. Resultados de Clasificación Supervisada 2000
8. Pérdida de cobertura vegetal 1954-2000
9. Avances de la pérdida de cobertura vegetal – Zona I
10. Avances de la pérdida de cobertura vegetal – Zona II
11. Avances de la pérdida de cobertura vegetal – Zona III
12. Matriz de cambio de cobertura – Zona I
13. Matriz de cambio de cobertura – Zona II
14. Matriz de cambio de cobertura – Zona III
15. Distribución de la cobertura de bosques en relación a la distancia al eje carretero Tournavista – Campo Verde (Zona III) en los años 1988 y 2000
16. Variación del área promedio de parches en las tres Zonas del área de estudio para el periodo 1963 a 2000
17. Variación en el número de parches de bosque en las tres Zonas del área de estudio para el periodo 1963 a 2000.
18. Razón entre la superficie de áreas núcleo y el área total en fragmentos de bosque en las tres Zonas del área de estudio para el periodo 1963 a 2000.
19. Razón entre el número de parches con áreas núcleo y el número total de parches de bosque en las tres Zonas del área de estudio para el periodo 1963 a 2000.

Anexos

1. Resultados de los Análisis de Fragmentación

Literature Cited

1. Cochrane M. 2001. In the line of fire: Understanding the impacts of tropical forest fires. *Environment* 43(8):28-38.
2. Cochrane M, Alencar A, Schulze M, Souza Jr C, Nepstad D, Lefebvre P, Davidson E. 1999. Positive feedbacks in the fire dynamic of closed canopy tropical forests. *Science* 284:1832-5.
3. Fearnside P, Laurance W. 2002. O futuro de Amazônia: os impactos do Programa Avançada Brasil. *Ciência Hoje* 31(182):61-5.
4. Ferreira L, Laurance W. 1997. Effects of forest fragmentation on mortality and damage of selected trees in Central Amazonia. *Conservation Biology* 11(3):797-801.
5. Gascon C, Williamson B, da Fonseca G. 2000. Receding forest edges and vanishing reserves. *Science* 288:1356-8.
6. Laurance W. 1998. Dynamics and biomass of Amazonian forest fragments. *Tropical Forest Update (ITTO)* 8(1):12-3.
7. Laurance W. 2001. Synergistic effects in fragmented landscapes. *Conservation Biology* 15(6):1488-9.
8. Laurance W, Delamônica P. 1998. Ilhas de sobrevivência na Amazônia. *Ciência Hoje* 24(142):26-31.
9. Laurance W, Ferreira L, Rankin-de Merona J, Laurance S, Hutchings R, Lovejoy T. 1998. Effects of forest fragmentation on recruitment patterns in Amazonian tree communities. *Conservation Biology* 12(2):460-4.
10. Laurance W, Laurance S, Ferreira L, Rankin-de Merona J, Gascon C, Lovejoy T. 1997. Biomass collapse in Amazonian forest fragments. *Science* 278:1117-8.
11. Laurance W, Pérez-Scallicrup D, Delamônica P, Fearnside P, D'Angelo S, Jerzolinski, Pohl L, Lovejoy T. 2001. Rain forest fragmentation and the structure of Amazonian liana communities. *Ecology* 82(1):105-16.
12. Laurance W, Powell G, Hansen L. 2002. A precarious future for Amazonia. *Trends in Ecology & Evolution (TREE)* 17(6):251-2.
13. Laurance W, Vasconcelos H, Lovejoy T. 2000. Forest loss and fragmentation in the Amazon: Implications for wildlife conservation. *Oryx* 34(1):39-45.
14. Nepstad D and others. 2001. Road paving, fire regime feedbacks, and the future of Amazon forests. *Forest Ecology and Management* 5524:1-13.
15. Nepstad D and others. 2002. Frontier governance in Amazonia. *Science* 295:629-31.
16. Peres C. 2001. Paving the way to the future of Amazonia. *Trends in Ecology and Evolution* 16(5):217-9.

17. Terborgh J. 1977. Bird species diversity on an Andean elevational gradient. *Ecology* 58:1007-19.
18. Turner IM, Corlett RT. The conservation value of small, isolated fragments of lowland tropical rain forest. *Trends in Ecology & Evolution*. 11[8], 330-333. 1996.

MAPA DE UBICACION



LEYENDA

Zonas de Análisis	
 ZONA I	13,735.98 ha.
 ZONA II	18,425.88 ha.
 ZONA III	65,800.98 ha.
Limite departamental	
Rios	
Carreteras	
Centros poblados	

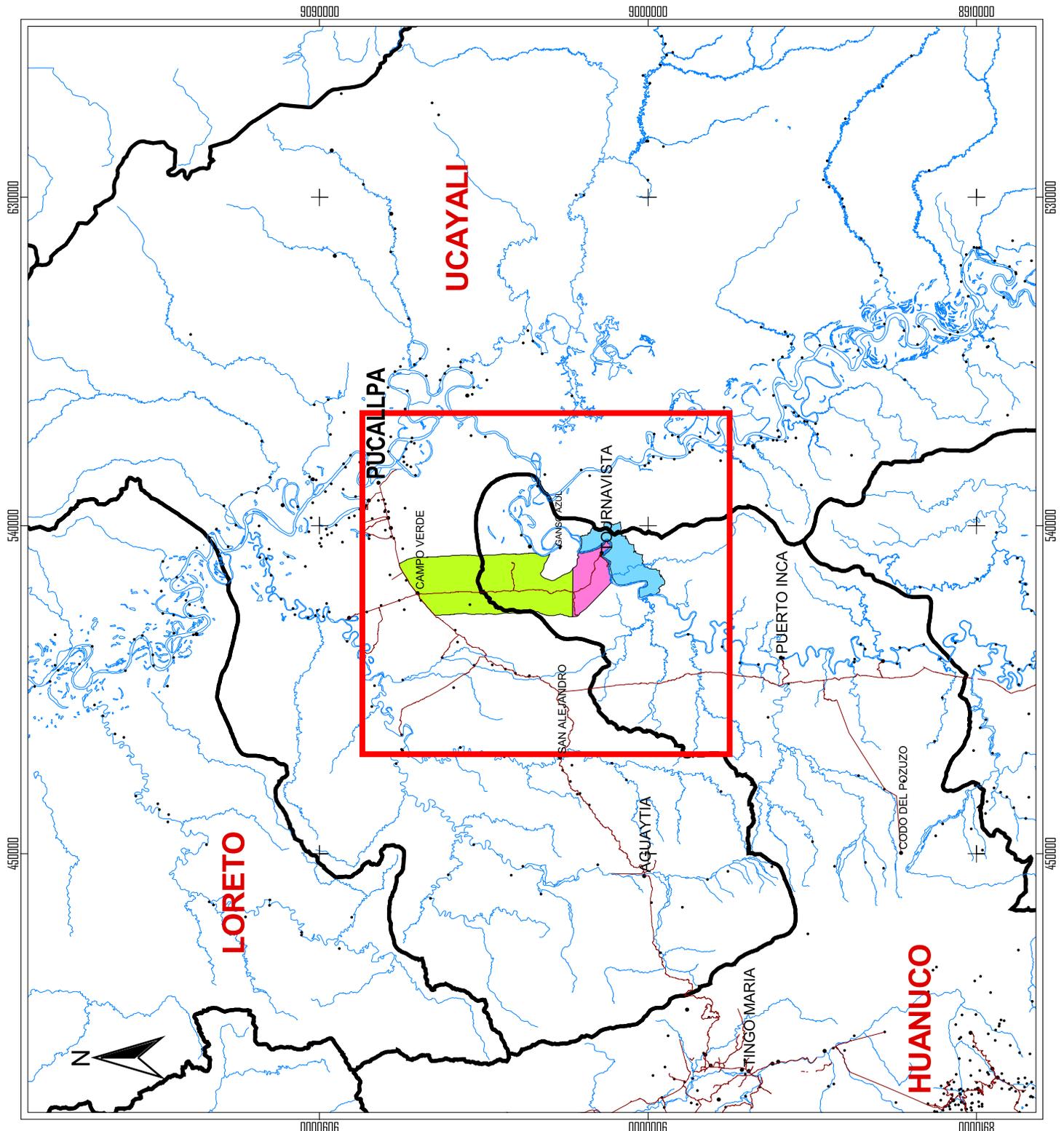


MAPA DE UBICACION GENERAL
DEL AREA DE ANALISIS

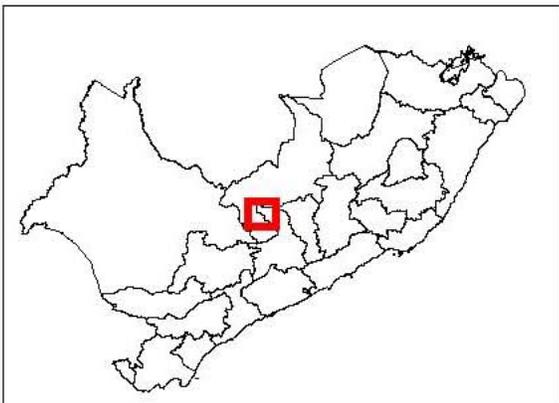
Carretera Tournavista - Campo Verde
(Dptos. Ucayali - Huanuco)

Escala 1: 1 800 000
Datum Horizontal WGS 84

WWF Oficina de Programa Peru Fecha: 12/05/03



MAPA DE UBICACION



LEYENDA

-  Zonas de análisis
-  Carreteras
-  Centros poblados
-  Rios



FOTOINDICE DE SOBREVUELO
FOTOS AEREAS AÑO 1963

Carretera Tournavista - Campo Verde
(Dptos. Ucayali - Huanuco)

Escala 1 : 400 000
Datum Horizontal WGS 84

WWF Oficina de Programa Peru
Fecha: 12/05/03

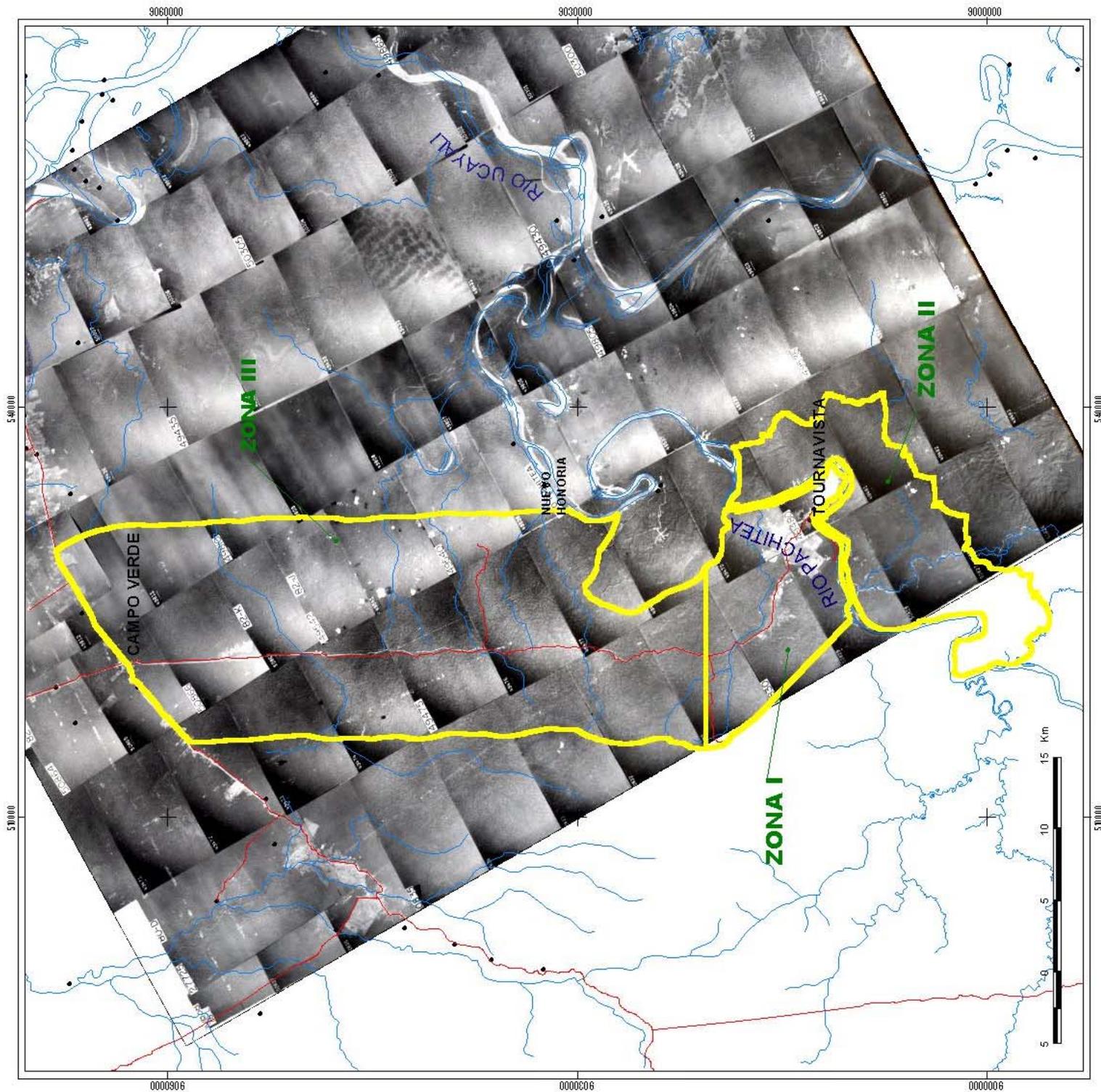
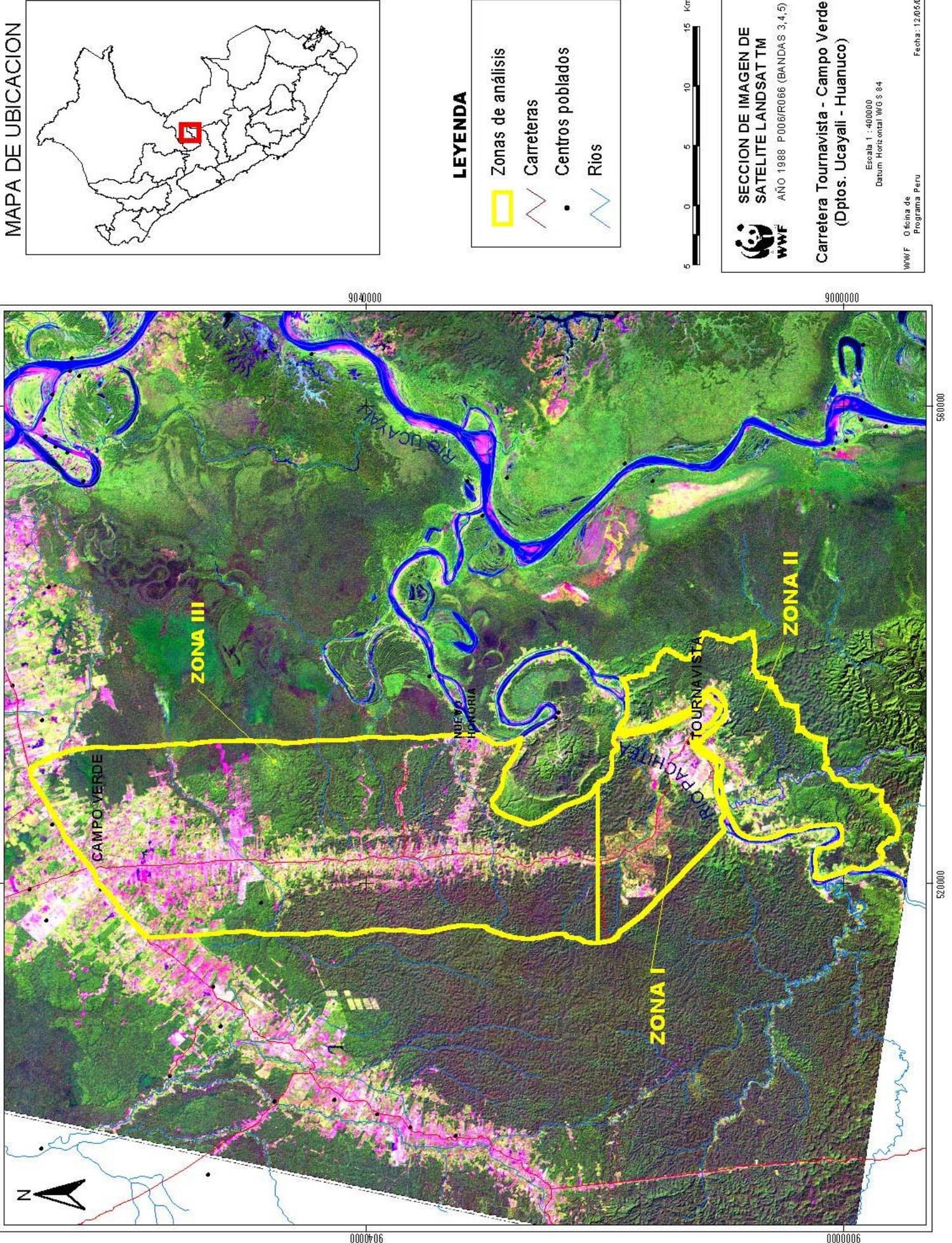
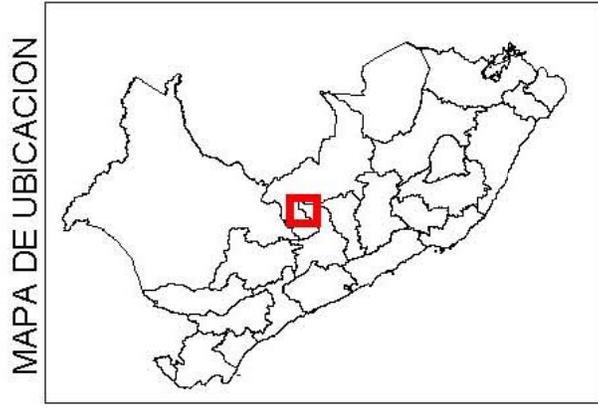
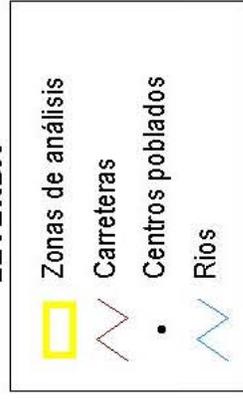


Figura 3

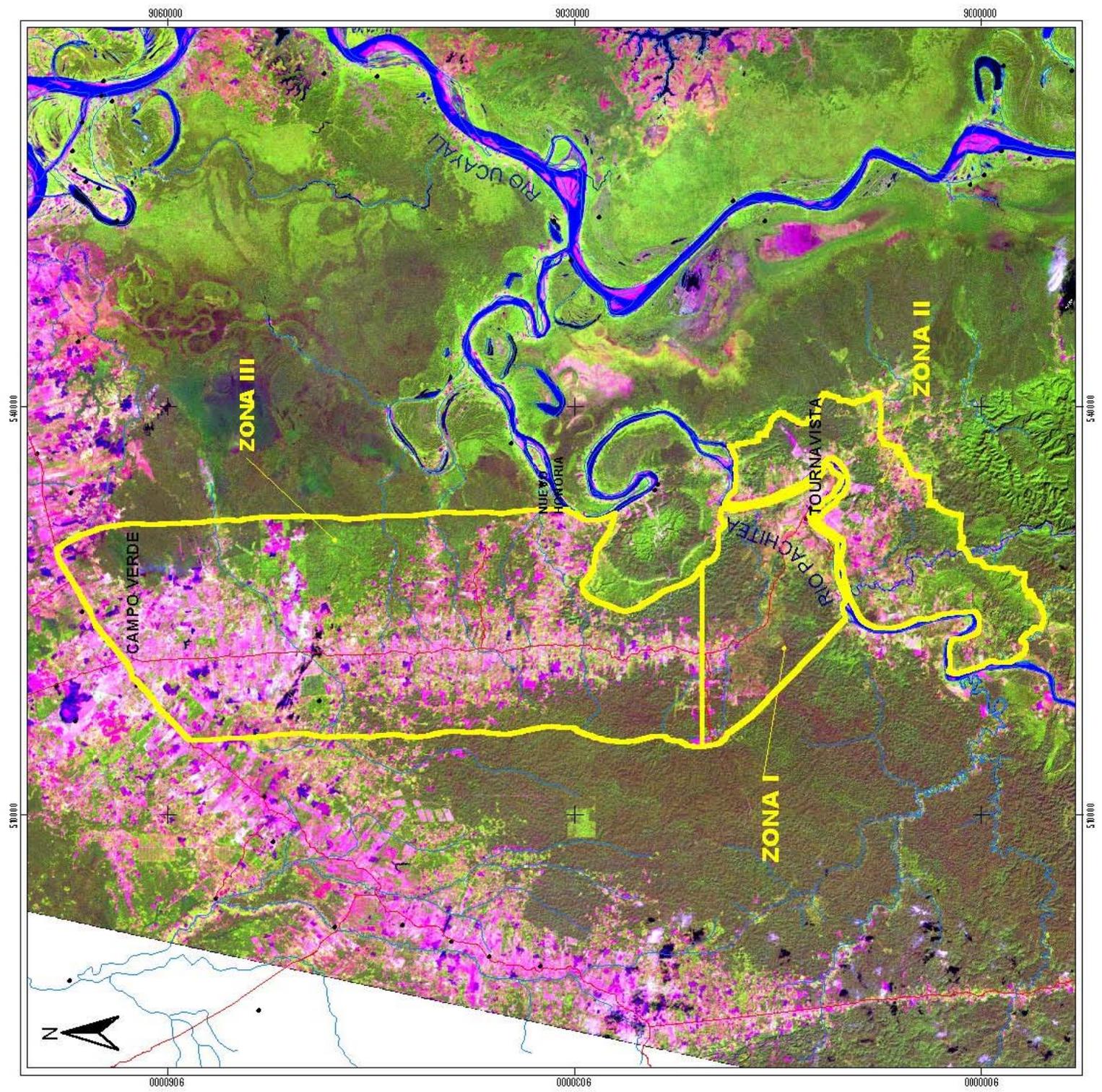




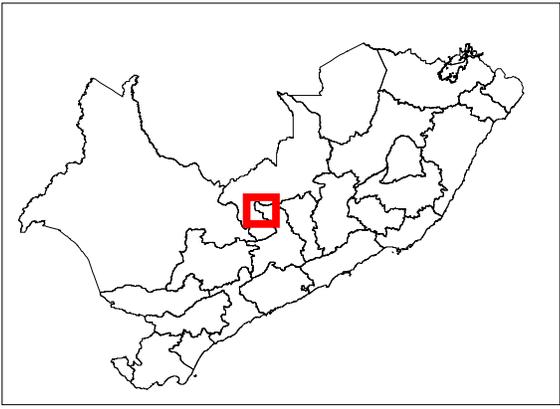
LEYENDA



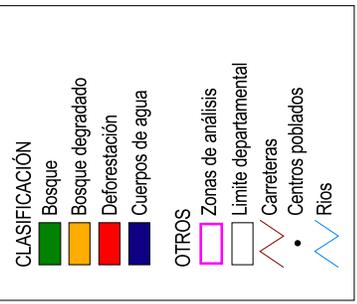
SECCION DE IMAGEN DE SATELITE LANDSAT ETM
 AÑO 2000 P006/R066 (BANDAS 3,4,5)
 Carretera Tournavista - Campo Verde (Dptos. Ucayali - Huanuco)
 Escala 1 : 400000
 Datum Horizontal WGS 84
 WWF Oficina de Programa Peru
 Fecha: 12/05/03



MAPA DE UBICACION



LEYENDA



ANÁLISIS DE CLASIFICACIÓN FOTOINDICE AÑO 1963

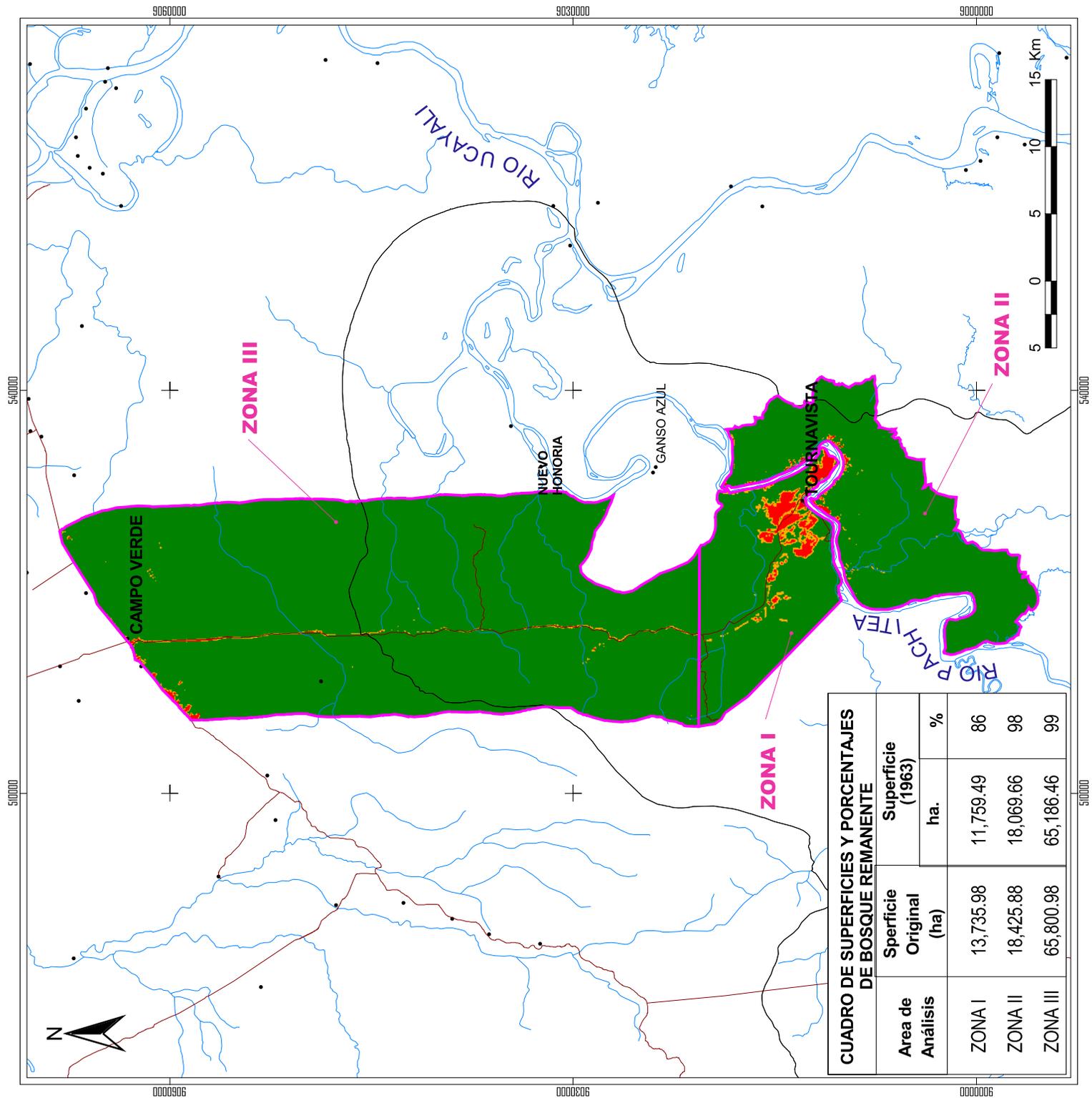


Carretera Tournavista - Campo Verde
(Dptos. Ucayali - Huanuco)

Escala 1 : 400 000
Datum Horizontal WGS 84

WWF Oficina de Programa Peru

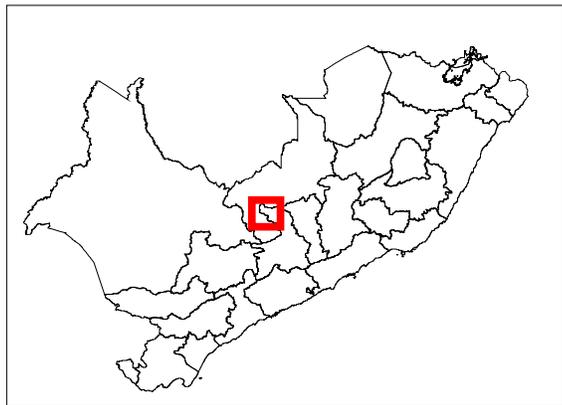
Fecha: 13/05/03



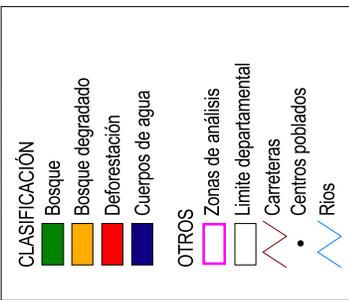
CUADRO DE SUPERFICIES Y PORCENTAJES DE BOSQUE REMANENTE

Area de Análisis	Superficie Original (ha)	Superficie (1963)	
		ha.	%
ZONA I	13,735.98	11,759.49	86
ZONA II	18,425.88	18,069.66	98
ZONA III	65,800.98	65,186.46	99

MAPA DE UBICACION



LEYENDA



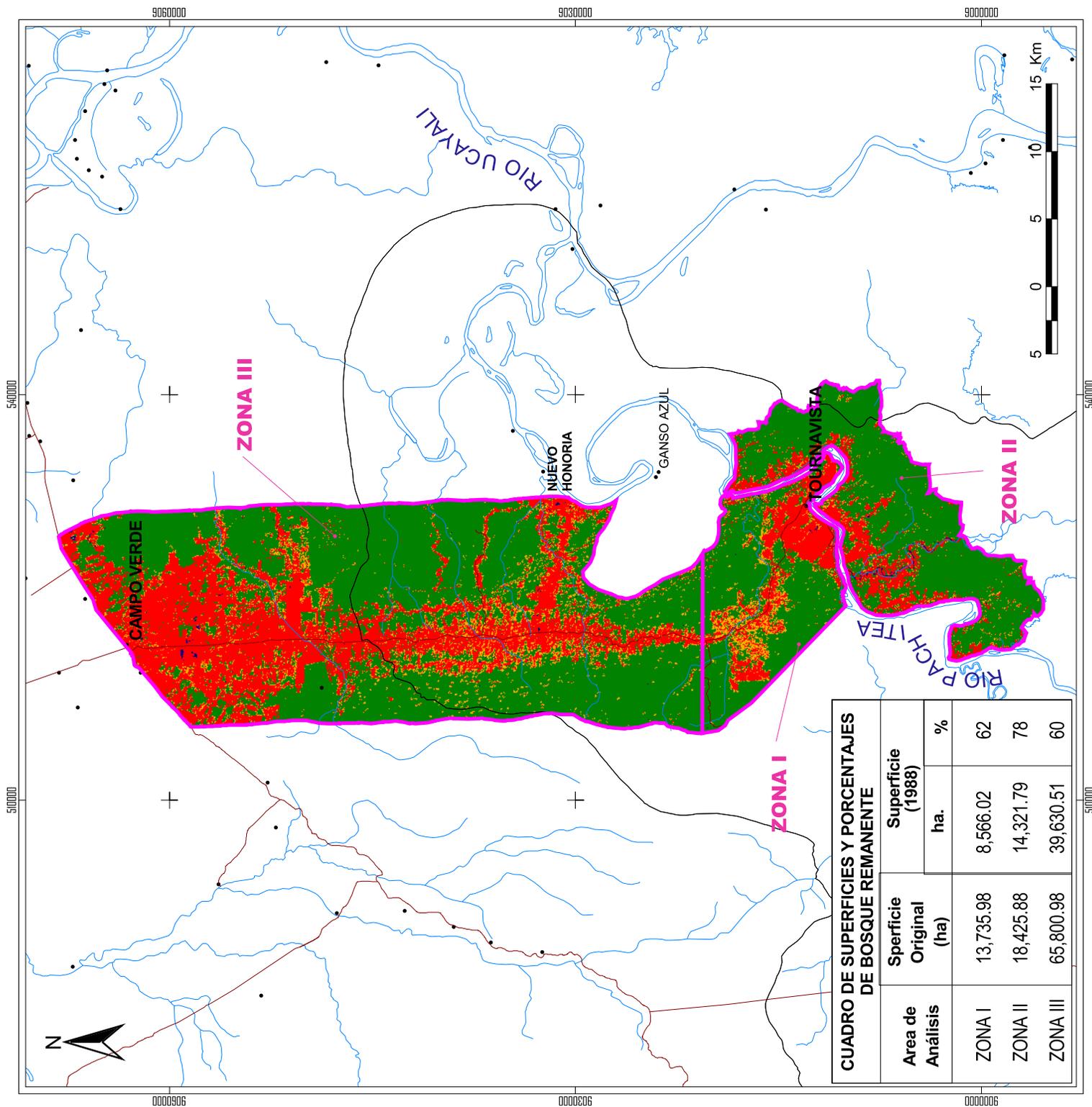
ANÁLISIS DE CLASIFICACIÓN
IMAGEN DE SATELITE
LANDSAT TM AÑO 1988

Carretera Tournavista - Campo Verde
(Dptos. Ucayali - Huanuco)

Escala 1 : 400 000
Datum Horizontal WGS 84

WWF Oficina de Programa Peru

Fecha: 13/05/03



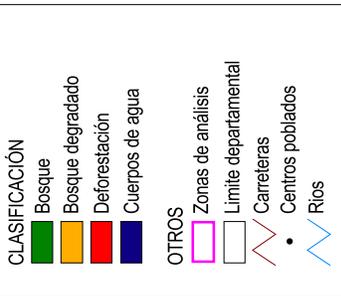
CUADRO DE SUPERFICIES Y PORCENTAJES DE BOSQUE REMANENTE

Area de Análisis	Superficie Original (ha)	Superficie (1988)	
		ha.	%
ZONA I	13,735.98	8,566.02	62
ZONA II	18,425.88	14,321.79	78
ZONA III	65,800.98	39,630.51	60

MAPA DE UBICACION



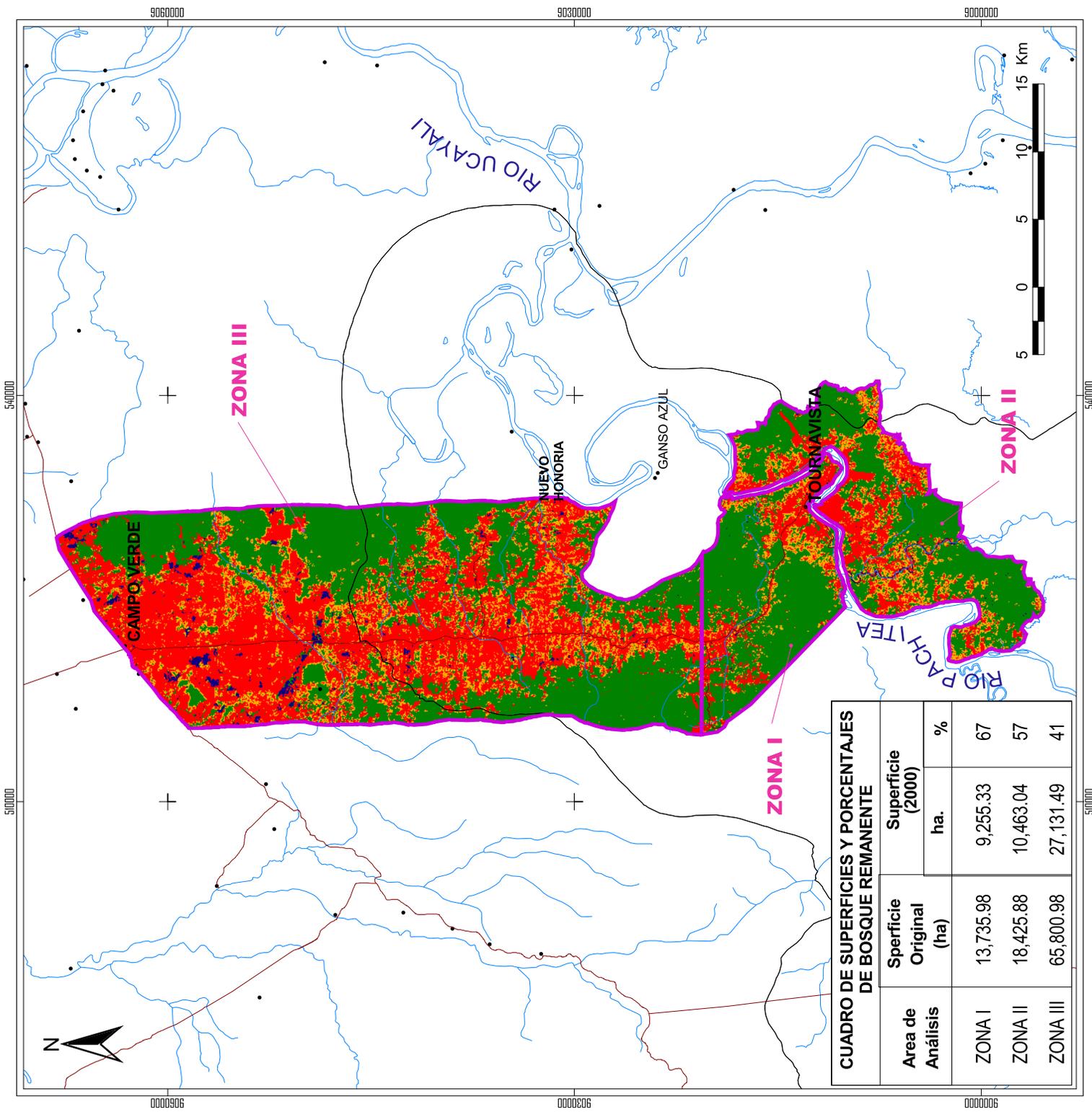
LEYENDA



**ANÁLISIS DE CLASIFICACIÓN
IMAGEN DE SATELITE
LANDSAT ETM AÑO 2000**

Carretera Tournavista - Campo Verde
(Dptos. Ucayali - Huanuco)

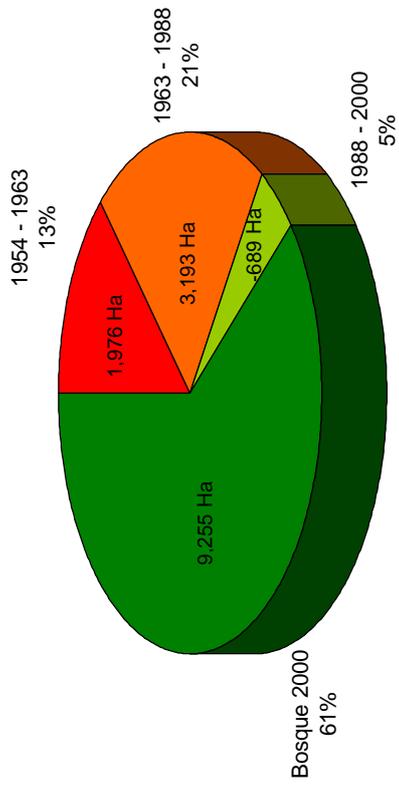
Escala 1 : 400.000
Datum Horizontal WGS 84



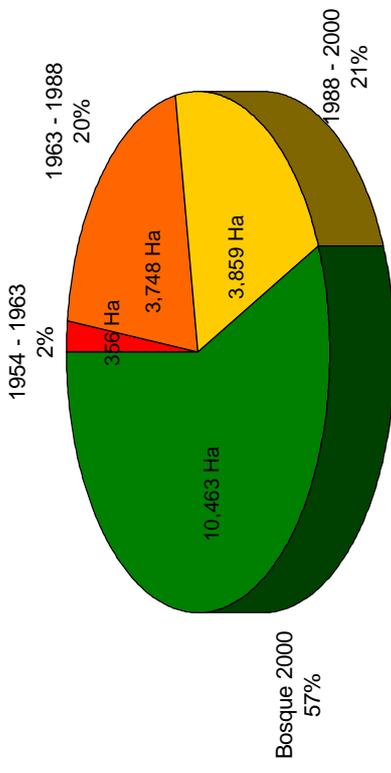
CUADRO DE SUPERFICIES Y PORCENTAJES DE BOSQUE REMANENTE

Area de Análisis	Superficie Original (ha)	Superficie (2000)		%
		ha.	%	
ZONA I	13,735.98	9,255.33	67	
ZONA II	18,425.88	10,463.04	57	
ZONA III	65,800.98	27,131.49	41	

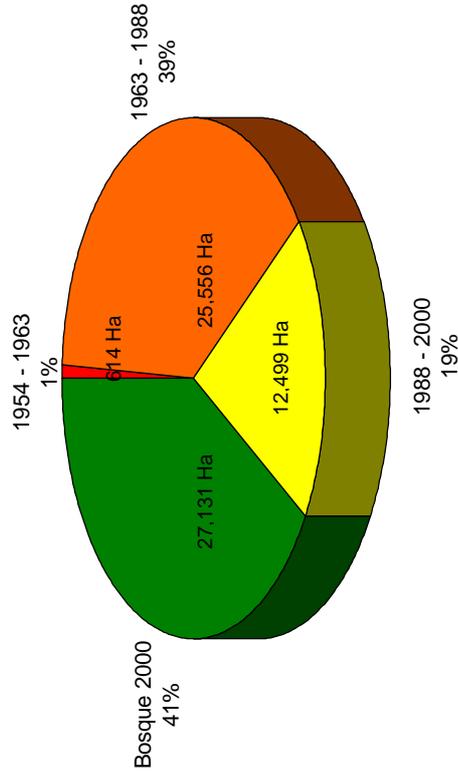
Zona I



Zona II



Zona III



Total

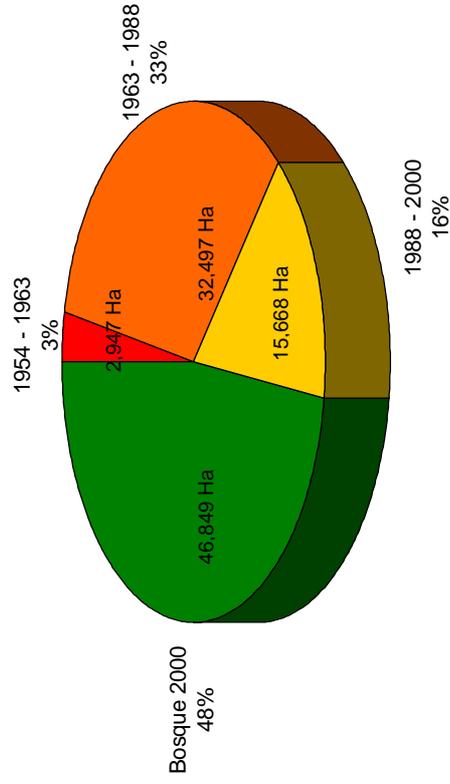
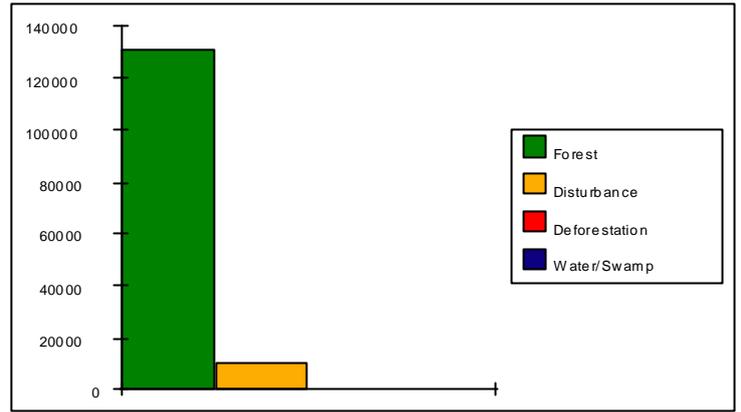
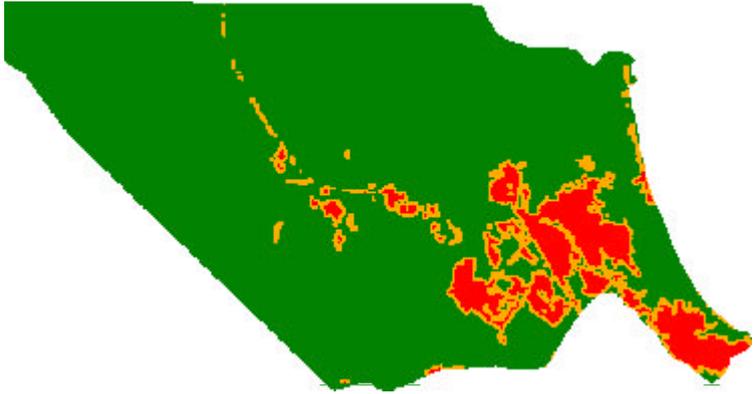


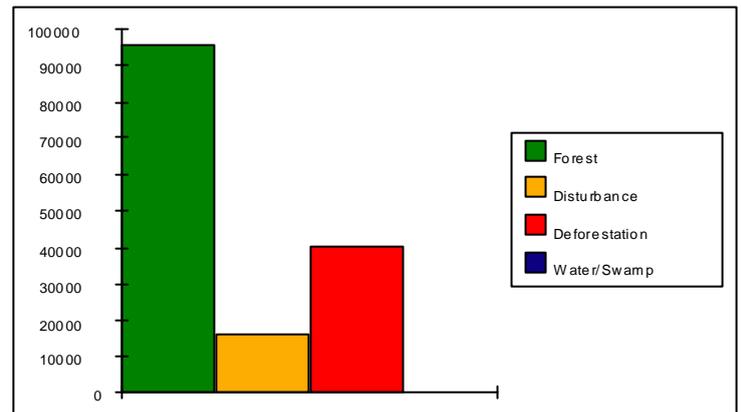
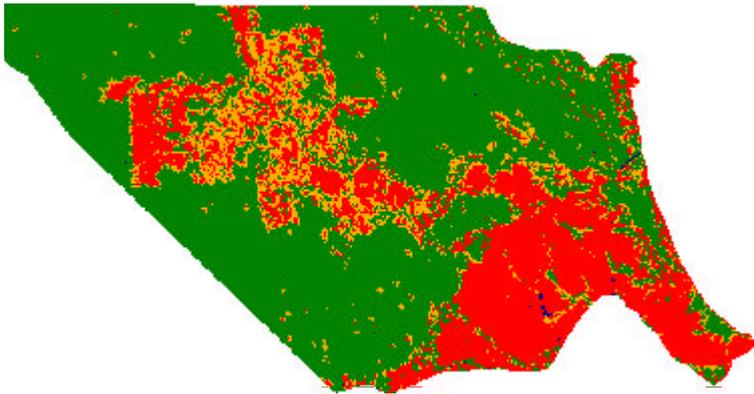
Figura 8. Pérdida de cobertura vegetal 1954-2000

Figura 9. Avance de la pérdida de cobertura vegetal – Zona I

1963



1988



2000

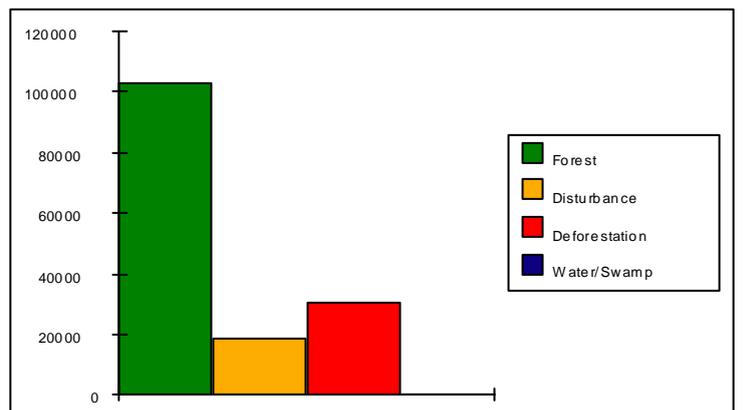
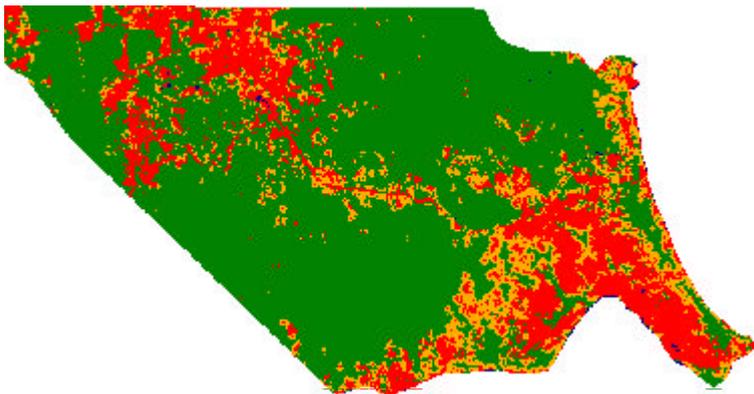
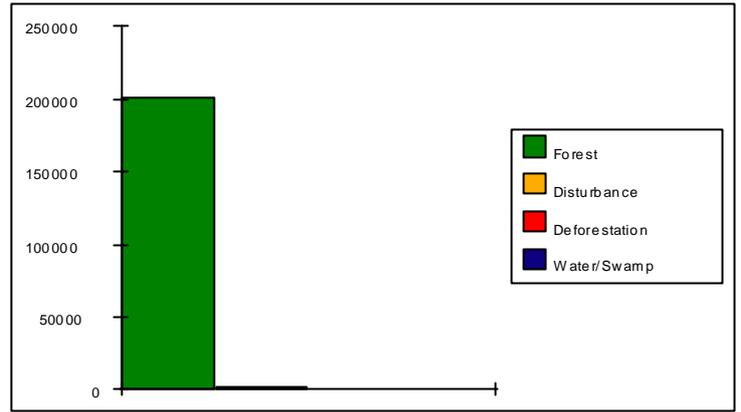
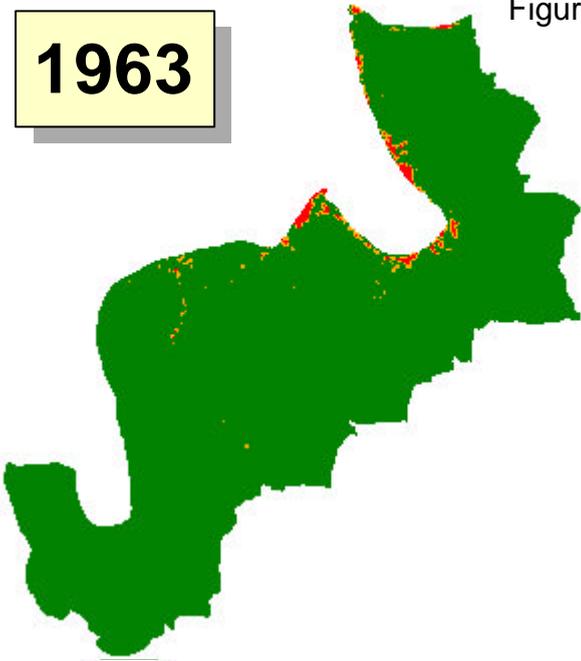
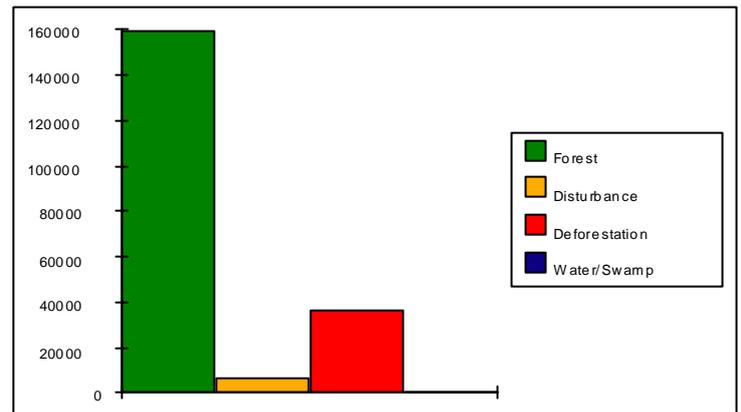
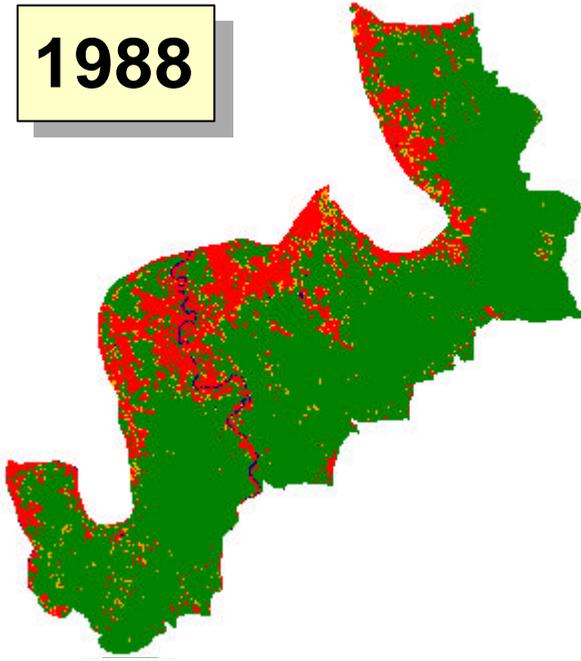


Figura 10. Avance de la pérdida de cobertura vegetal – Zona II

1963



1988



2000

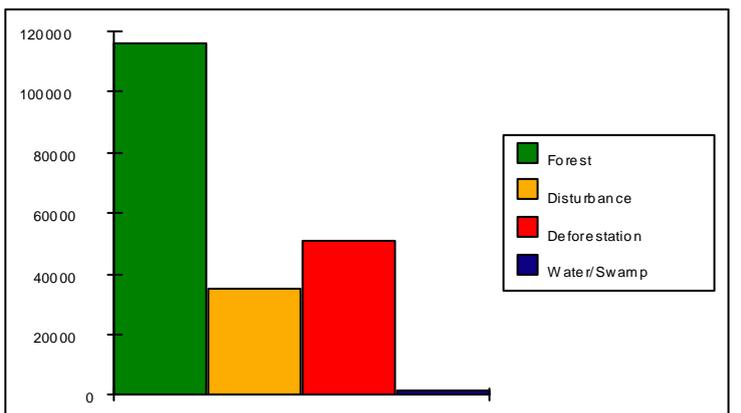
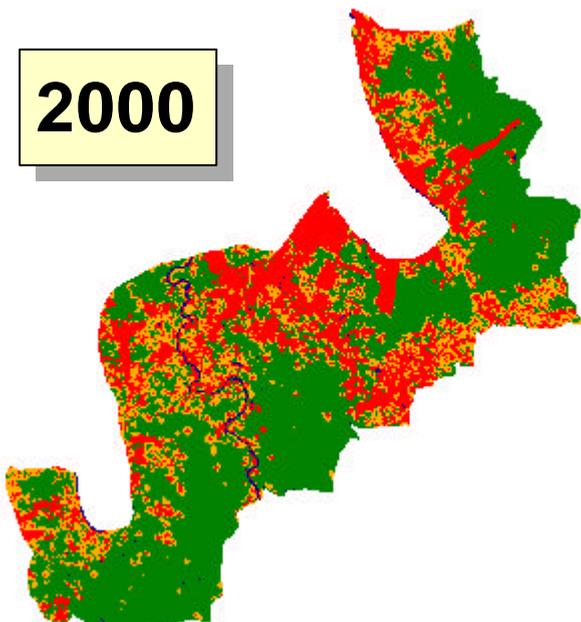
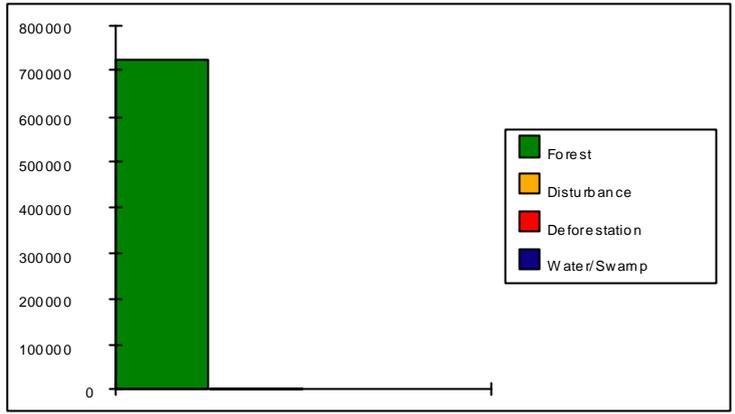
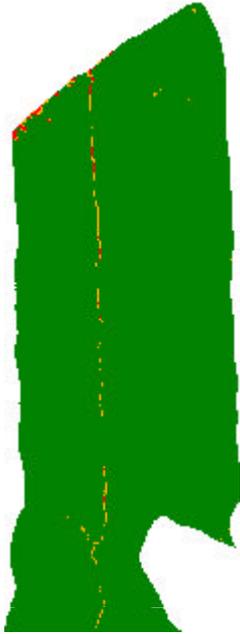
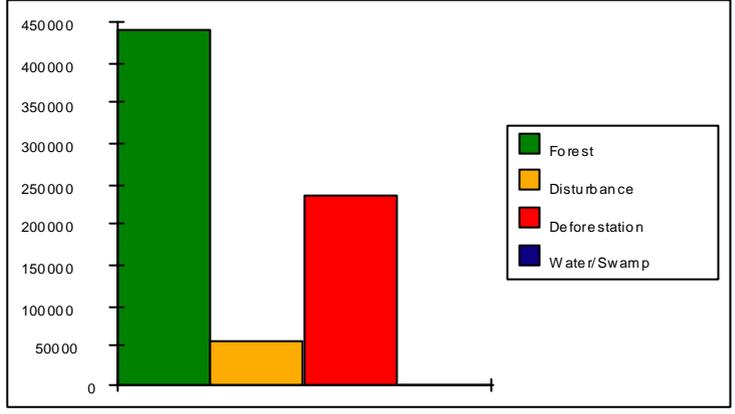
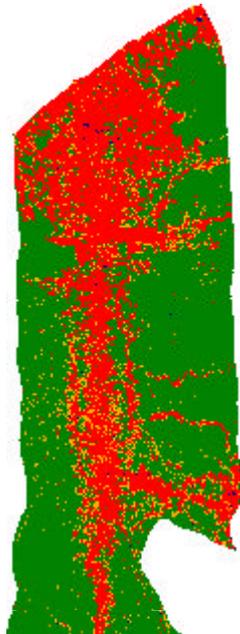


Figura 11. Avance de la pérdida de cobertura vegetal – Zona III

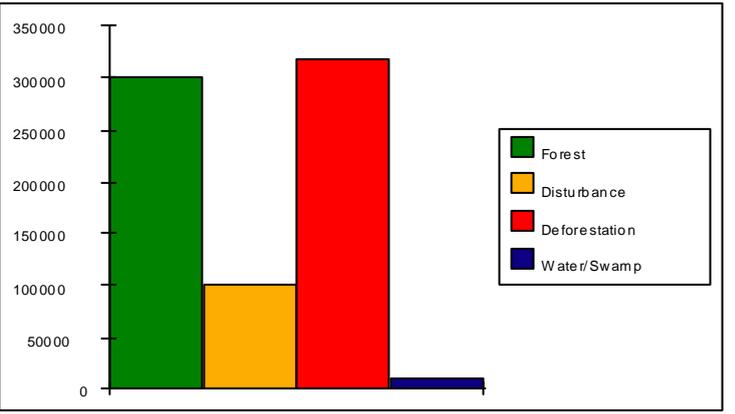
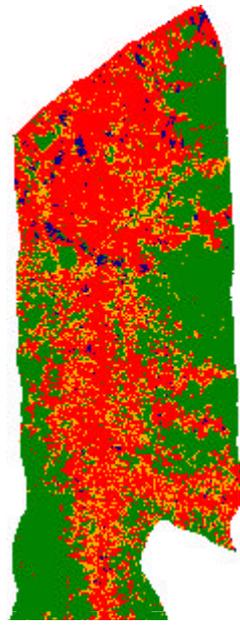
1963



1988

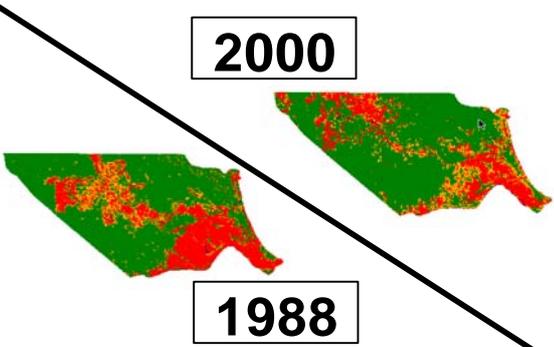


2000



ZONA I

Matriz de cambio: 1988 - 2000

				
	Bosque	Degradación	Deforestación	Otros
Bosque	53%	4%	5%	0%
Bosque degradado	8%	1%	2%	0%
Deforestación	7%	7%	13%	0%
Otros	0%	0%	0%	0%

Matriz de cambio: 1963 - 1988

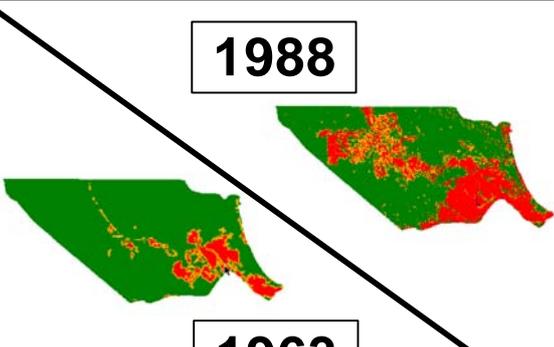
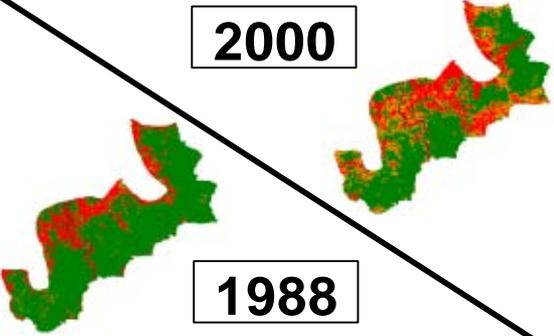
				
	Bosque	Degradación	Deforestación	Otros
Bosque	60%	10%	16%	0%
Bosque degradado	2%	1%	5%	0%
Deforestación	1%	0%	6%	0%
Otros	0%	0%	0%	0%

Figura 12. Matriz de cambio de cobertura 1963 - 2000 – Zona I

ZONA II

Matriz de cambio: 1988 - 2000

				
	Bosque	Degradación	Deforestación	Otros
Bosque	52%	12%	13%	0%
Bosque degradado	1%	1%	1%	0%
Deforestación	3%	4%	10%	0%
Otros	0%	0%	0%	0%

Matriz de cambio: 1963 - 1988

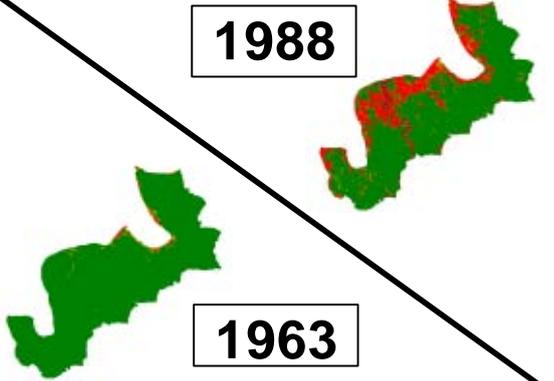
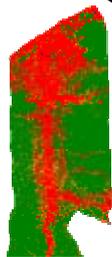
				
	Bosque	Degradación	Deforestación	Otros
Bosque	77%	4%	17%	0%
Bosque degradado	0%	0%	1%	0%
Deforestación	0%	0%	1%	0%
Otros	0%	0%	0%	0%

Figura 13. Matriz de cambio de cobertura 1963 - 2000 – Zona II

ZONA III

Matriz de cambio: 1988 - 2000

 2000					
 1988					
		Bosque	Degradación	Deforestación	Otros
Bosque	38%	7%	15%	0%	
Bosque degradado	2%	2%	4%	0%	
Deforestación	2%	5%	25%	1%	
Otros	0%	0%	0%	0%	

Matriz de cambio: 1963 - 1988

 1988					
 1963					
		Bosque	Degradación	Deforestación	Otros
Bosque	60%	7%	31%	0%	
Bosque degradado	0%	0%	1%	0%	
Deforestación	0%	0%	0%	0%	
Otros	0%	0%	0%	0%	

Figura 14. Matriz de cambio de cobertura 1963 - 2000 – Zona III

Anexo 1. Resultados de los análisis de fragmentación

Análisis de Fragmentación de Bosques - Zona I

Año	Superficie Total (Ha)	Porcentaje	Parametros de Parches de Bosque		
			Area Promedio Parche (Ha)	Mediana Area de Parche (Ha)	Número
1963	11759.49	86%	356.35	0.63	33
1988	8566.02	62%	14.92	0.18	574
2000	9255.33	68%	25.15	0.18	368

Año	Forma		Area Núcleo (Core Area)	
	Indice de Forma promedio	SD*	Superficie Total (Ha)	Mediana del Area (Ha)
1963	1.36	0.53	8412.48	254.92
1988	1.26	0.73	2416.59	4.21
2000	1.25	0.80	2861.19	7.78

Año	Aislamiento		Conectividad
	Promedio ENND** (m)	SD*	
1963	183.47	174.83	Indice de Conectividad 3.03
1988	81.76	40.31	0.49
2000	89.89	38.78	0.60

* Desviación Standard

** Distancia Euclidiana al Vecino más Cercano

Análisis de Fragmentación de Bosques - Zona II

Año	Superficie Total (Ha)	Porcentaje	Parámetros de Parches de Bosque		
			Area Promedio Parche (Ha)	Mediana Area de Parche (Ha)	Número
1963	18069.66	98%	2258.70	0.09	8
1988	14321.79	78%	31.48	0.18	455
2000	10463.04	57%	14.33	0.18	730

Año	Forma		Area Núcleo (Core Area)	
	Indice de Forma promedio	SD*	Superficie Total (Ha)	Mediana del Area (Ha)
1963	1.34	0.67	14418.18	1802.27
1988	1.31	0.84	4588.29	10.08
2000	1.28	0.67	2580.66	3.54

Año	Aislamiento		Conectividad
	Promedio ENND** (m)	SD*	
1963	75.00	10.62	Indice de Conectividad 28.57
1988	75.80	28.17	0.63
2000	92.64	55.80	0.34

* Desviación Standard

** Distancia Euclidiana al Vecino más Cercano

Análisis de Fragmentación de Bosques - Zona III

Año	Parámetros de Parches de Bosque				
	Superficie Total (Ha)	Porcentaje	Area Promedio Parche (Ha)	Mediana Area de Parche (Ha)	Número
1963	65186.46	99%	8148.31	0.41	8
1988	39630.51	60%	17.59	0.18	2253
2000	27131.49	42%	11.44	0.18	2372

Año	Forma		Area Núcleo (Core Area)		
	Indice de Forma promedio	SD*	Superficie Total (Ha)	Mediana del Area (Ha)	Número
1963	1.54	0.74	58081.77	7260.22	4
1988	1.26	0.72	12745.53	5.66	85
2000	1.24	0.59	7307.37	3.08	59

Año	Aislamiento		Conectividad
	Promedio ENND** (m)	SD*	
1963	105.50	30.13	32.14
1988	93.86	54.30	0.10
2000	115.04	83.08	0.08

* Desviación Standard

** Distancia Euclidiana al Vecino más Cercano