

# Evaluación rápida de la deforestación en las áreas naturales protegidas de Chiapas (1970-1993).



ECOSUR



**El Colegio de la Frontera Sur**

*Junio 1996*  
*San Cristóbal de las Casas, Chiapas.*

*Elaborado por:*

**Ignacio J. March Mifsut  
Alejandro Flamenco Sandoval**

---

Dr. Pablo J. Farías Campero

**Director General**

---

M. en C. Miguel Angel Vásquez Sánchez

**Coordinador de la División Conservación de la Biodiversidad.**



## **El Colegio de la Frontera Sur**

*Carretera Panamericana y Periférico Sur  
Apartado Postal No. 63  
29290 San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México.  
Tel./Fax (967) 8-18-84 y 8-18-85  
E-Mail: [imarch@sclc.ecosur.mx](mailto:imarch@sclc.ecosur.mx)*

**Con el financiamiento de**



**Portada:** Selva El Ocote, noroccidente del estado de Chiapas. Imagen LANDSAT-TM, banda 5 (mejoramiento espectral). 19 de Marzo de 1992.



# CONTENIDO

<b>NOTA TÉCNICA.....</b>	<b>7</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>7</b>
<b>PRESENTACIÓN .....</b>	<b>8</b>
<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>11</b>
<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>11</b>
A. PROCEDIMIENTO GENERAL .....	11
B. DIGITALIZACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA DEL INEGI PARA LA DÉCADA DE LOS SETENTAS .....	13
C. ADQUISICIÓN DE LA CARTOGRAFÍA DIGITAL DEL INVENTARIO NACIONAL FORESTAL 1994. ....	18
D. ESTANDARIZACIÓN DE PROYECCIONES, HIDROLOGÍA, LÍNEA DE COSTA Y LÍMITES DEL ESTADO DE CHIAPAS. ....	21
E. GENERACIÓN DE LA COBERTURA CON LAS POLIGONALES DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.....	22
F. HOMOLOGACIÓN DE CATEGORÍAS DE VEGETACIÓN Y USO DEL SUELO.....	25
G. GENERACIÓN DE BUFFERS EN ÁREAS PROTEGIDAS .....	27
H. CUANTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE CAMBIOS EN LAS COBERTURAS DE VEGETACIÓN Y USO DEL SUELO.....	29
I. ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA. ....	31
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>32</b>
A. TRANSFORMACIÓN AMBIENTAL Y DEFORESTACIÓN EN EL ESTADO DE CHIAPAS. ....	32
B. TRANSFORMACIÓN AMBIENTAL Y CAMBIOS DE USO DEL SUELO EN LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS. ....	35
C. ANÁLISIS DE LA DEFORESTACIÓN EN LAS ANP DE CHIAPAS Y SUS PERIFERIAS. ....	42
1. <i>Parque Nacional Lagos de Montebello</i> .....	43
2. <i>Reserva de la Biósfera La Encrucijada</i> .....	44
3. <i>Áreas Naturales Protegidas en la Selva Lacandona</i> .....	45
4. <i>Reserva Especial de la Biósfera Cascadas de Agua Azul</i> .....	47
5. <i>Parque Nacional Cañón del Sumidero</i> .....	48
6. <i>Parque Nacional Palenque</i> .....	49
7. <i>Reserva El Ocote</i> .....	50
8. <i>Reserva de la Biósfera El Triunfo</i> .....	51
9. <i>Reserva de la Biósfera La Sepultura</i> .....	53
D. SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS .....	54
<b>DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>56</b>
<b>REFERENCIAS.- .....</b>	<b>65</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>67</b>
A. ANEXO 1.- CÓDIGOS DE IDENTIFICACIÓN ASIGNADOS A LOS TIPOS DE VEGETACIÓN Y USO DEL SUELO PARA LA CARTOGRAFÍA DE INEGI (Esc. 1:250,000). ....	67
B. ANEXO 2.- CORRESPONDENCIA DE CATEGORÍAS HOMOLOGADAS PARA LOS TIPOS DE VEGETACIÓN Y USO DEL SUELO DE LA CARTOGRAFÍA DEL INEGI Y EL INVENTARIO FORESTAL NACIONAL 1994. ....	69
C. ANEXO 3.- LISTA DE LOCALIDADES UBICADAS DENTRO DE LAS POLIGONALES DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS DE CHIAPAS INCLUIDAS EN EL ESTUDIO. ....	73
D. ANEXO 4.- DECRETOS QUE ESTABLECEN ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS EN EL ESTADO DE CHIAPAS. ....	84
E. Anexo 5.- Anexo cartográfico.....	123

## Índice de cuadros

---

Cuadro 1.- Comparación de las tasas de deforestación entre 1980 y 1990 para países seleccionados (WRI, 1994) y para el Estado de Chiapas (Secretaría de Agricultura y Ganadería, 1976; Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, 1991).....	8
Cuadro 2.- Tasas de deforestación en Chiapas para selvas y bosques de coníferas y latifoliadas (Fuentes: <sup>1</sup> Secretaría de Agricultura y Ganadería, 1976; <sup>2</sup> Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, 1991).....	9
Cuadro 3.- Información de la cartografía utilizada para generar la cobertura de tipos de vegetación y uso del suelo para la década de los setentas. ....	13
Cuadro 4.- Información básica de las áreas naturales protegidas incluidas en el estudio.....	24
Cuadro 5.- Procedimientos utilizados para la digitalización de las poligonales de las áreas protegidas de Chiapas.....	24
Cuadro 6.- Sistema de categorías homologadas para los tipos de vegetación y uso del suelo.....	26
Cuadro 7.- Cuento de subcategorías para cada clase homologada .....	27
Cuadro 8.- Sistema de codificación de los polígonos de las áreas protegidas y de sus áreas <i>buffer</i> periféricas. ....	29
Cuadro 9.- Fechados de las fotografías aéreas utilizadas por el INEGI para la elaboración de las cartas de vegetación y uso del suelo en escala 1:250,000. ....	30
Cuadro 10.- Fechados de las imágenes de satélite LANDSAT-TM utilizadas por el Instituto de Geografía de la UNAM para la elaboración del Inventario Nacional Forestal 1994. ....	31
Cuadro 11.- Cuantificación del cambio de cobertura para los tipos de vegetación en buen estado de conservación desde la década de los setentas al período 1988-1993 (Fuentes: Cartografía INEGI, 1984-1988; Inventario Forestal Nacional, 1994).....	32
Cuadro 12.- Cuantificación de áreas arboladas* para los dos períodos considerados y estimación de la tasa de deforestación por tipo de bosque.....	33
Cuadro 13.- Asentamientos humanos y población registrada para 1990 en las áreas naturales protegidas y sus periferias (Fuente: XI Censo General de Población y Vivienda).....	37
Cuadro 14.- Cronología del establecimiento oficial de las ANP en Chiapas.....	40
Cuadro 15.- Extensiones deforestadas o perturbadas en las áreas naturales protegidas y en sus periferias, según el Inventario Nacional Forestal 1994 (Instituto de Geografía-SARH, 1994). ....	42
Cuadro 16.- Cuantificación de la transformación en el Parque Nacional Lagos de Montebello. ....	43
Cuadro 17.- Cuantificación de la transformación en la Reserva de la Biósfera La Encrucijada.....	44
Cuadro 18.- Cuantificación de la transformación en la Reserva de la Biósfera Montes Azules. ....	45
Cuadro 19.- Cuantificación de la transformación en la Reserva de la Biósfera Lacantún.....	46
Cuadro 20.- Cuantificación de la transformación en el Refugio de Flora y Fauna Chan Kin.....	46
Cuadro 21.- Cuantificación de la transformación en el Monumento Natural Bonampak.....	46
Cuadro 22.- Cuantificación de la transformación en el Monumento Natural Yaxchilán.....	47
Cuadro 23.- Cuantificación de la transformación en la Reserva Especial de la Biósfera Cascadas de Agua Azul.....	48
Cuadro 24.- Cuantificación de la transformación en el Parque Nacional Cañón del Sumidero.....	48
Cuadro 25.- Cuantificación de la transformación en el Parque Nacional Palenque.....	49
Cuadro 26.- Cuantificación de la transformación en la Reserva El Ocote.....	51
Cuadro 27.- Cuantificación de la transformación en la Reserva de la Biósfera El Triunfo.....	52
Cuadro 28.- Cuantificación de la transformación en la Reserva de la Biósfera La Sepultura.....	53
Cuadro 29.- Estimación de tasas de transformación anual para los tipos de vegetación en buen estado de conservación dentro de las ANP consideradas en el estudio.....	54
Cuadro 30.- Áreas de vegetación natural calificadas como “perturbadas” o “fragmentadas” dentro de las poligonales de las ANP. ....	54
Cuadro 31.- Deforestación estimada en las poligonales de las ANP.....	55



## Índice de figuras

---

Figura 1.- Diagrama que muestra el procedimiento metodológico general del estudio.....	12
Figura 2.- Subcuadrantes geográficos del INEGI que cubren el Estado de Chiapas en la cartografía 1:250,000. ....	14
Figura 3.- Ejemplo del sistema de etiquetado en la cartografía digitalizada del INEGI.....	16
Figura 4.- Mapa de vegetación y uso del suelo en Chiapas para la década de los setentas (Fuente: INEGI, 1984-1988). ....	17
Figura 5.- Mapa de vegetación y uso del suelo en Chiapas para 1988-1993 (Fuente: Inventario Nacional Forestal, 1994; Instituto de Geografía, UNAM).....	20
Figura 6.- Poligonales de las áreas naturales protegidas incluidas en el estudio.....	23
Figura 7.- Cobertura de áreas <i>buffer</i> alrededor de las áreas naturales protegidas.....	28
Figura 8.- Detalle de las áreas de <i>buffer</i> sobre las poligonales de las Reservas “El Triunfo” y “La Encrucijada”. ....	28
Figura 9.- Ubicación de las ANP con respecto a los cuadrantes cartográficos del INEGI y a las imágenes LANDSAT utilizadas para el Inventario Nacional Forestal 1994.....	31
Figura 10.- Extensiones con selvas tropicales en la década de los setentas (A) y en el período 1988-1993 (B). ....	33
Figura 11.- Extensiones con bosques de coníferas y encinos en la década de los setentas (A) y en el período 1988-1993 (B). ....	34
Figura 12.- Extensiones con bosques mesófilos de montaña en la década de los setentas (A) y en el período 1988-1993 (B). ....	34
Figura 13.- Extensiones con manglares en la década de los setentas (A) y en el período 1988-1993 (B). ....	35
Figura 14.- Asentamientos humanos localizados dentro de la Poligonal de la Reserva La Sepultura.....	38
Figura 15.- Asentamientos humanos localizados dentro de las poligonales de las ANP en la Selva Lacandona.....	38
Figura 16.- Asentamientos humanos ubicados dentro de la poligonal de la Reserva de la Biósfera El Triunfo. ....	39
Figura 17.- Gráfica de la cronología del establecimiento de las ANP en Chiapas que se consideraron en el presente estudio. ....	41
Figura 18.- Áreas en buen estado de conservación en el Parque Nacional Lagos de Montebello (A: década de los setentas; B: 1988-1993). ....	43
Figura 19.- Áreas en buen estado de conservación en la Reserva de la Biósfera La Encrucijada (A: década de los setentas; B: 1988-1993). ....	44
Figura 20.- Áreas en buen estado de conservación en las ANP de la Selva Lacandona (A: década de los setentas; B: 1988-1993). ....	47
Figura 21.- Áreas en buen estado de conservación en el Parque Nacional Cañón del Sumidero (A: década de los setentas; B: 1988-1993). ....	49
Figura 22.- Áreas en buen estado de conservación en el Parque Nacional Palenque (A: década de los setentas; B: 1988-1993). ....	50
Figura 23.- Áreas de selvas en la Reserva El Ocote para la década de los setentas (A) y el período 1988-1993 (B).....	51
Figura 24.- Áreas de selvas y bosques en la Reserva de la Biósfera El Triunfo para la década de los setentas (A) y el período 1988-1993 (B). ....	52
Figura 25.- Áreas en buen estado de conservación en la Reserva de la Biósfera La Sepultura (A: década de los setentas; B: 1988-1993). ....	53
Figura 26.- Extensiones de selvas en la zona de la Selva El Ocote y ubicación de las dotaciones, ampliaciones ejidales y propiedades que se sobrelapan con la poligonal (Fuente: Inventario Nacional Forestal, 1994; Carta de tenencia de la Tierra de la Selva El Ocote, Secretaría de la Reforma Agraria-SEDESOL-SARH). ....	58
Figura 27.- Sobrelapamiento de predios y propiedades sobre las áreas naturales protegidas de la Selva Lacandona.....	59
Figura 28.- Conectividad hidrológica entre las Reservas de la Biósfera El Triunfo y La Encrucijada.....	60

***Evaluación de la deforestación en las áreas naturales protegidas de Chiapas***

Figura 29.- Conectividad a través de corredores de vegetación entre diversas ANP y áreas no protegidas. .... 62

Figura 30.- Áreas de selvas que mantienen la comunicación entre las ANP de la Selva Lacandona y el resto de la Selva Maya (Tomado de March *et al.*, 1996). .... 63



## Nota técnica

---

Este proyecto fue realizado por el Departamento de Ordenamiento Ecológico y Áreas Silvestres de la División de Conservación de la Biodiversidad de ECOSUR. El programa *PC Arc Info*® y *Arc Info*® son marcas registradas del *Environmental Systems Research Institute* de Redlands, California y usados con las licencias adquiridas por el Centro de Investigaciones Ecológicas del Sureste (CIES) y ECOSUR. Al informe le acompañan las coberturas digitales de vegetación y uso del suelo para la década de los setentas y para el período 1988-1993 correspondientes a las poligonales de las áreas protegidas consideradas, así como un anexo cartográfico impreso.

## Resumen

---

El presente proyecto tuvo el propósito de evaluar la situación de las áreas naturales protegidas (ANP) del Estado de Chiapas y sus periferias, específicamente en lo que se refiere a los efectos de la deforestación. Para ello se utilizaron dos fuentes secundarias de información georeferenciada: La cartografía del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) correspondiente a la década de los setentas, y por otra parte, las coberturas digitales del Inventario Nacional Forestal de 1994, elaborado por el Instituto de Geografía de la UNAM, la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) y la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH). Se estableció un sistema de homologación de categorías de tipos de vegetación y uso del suelo que permitiera efectuar comparaciones entre ambas fuentes. Se digitalizaron las poligonales de las principales áreas naturales protegidas establecidas y se generaron alrededor de sus límites franjas periféricas (*buffers*) a 5 y 10 km. Con el objetivo de obtener información sobre la dinámica del uso del suelo tanto en el interior como en las periferias de las ANP en Chiapas, y utilizando un sistema de información geográfica (SIG) de formato vectorial, se efectuaron sobreposiciones para las coberturas correspondientes a ambos períodos de tiempo. Las coberturas resultantes permitieron estimar los cambios de uso del suelo dentro de cada área protegida y sus periferias. Adicionalmente, se identificaron las localidades que para 1990 se ubicaban dentro y en las áreas periféricas de las áreas protegidas. Se determinó que para 1990 al menos existían dentro de las poligonales de las ANP 31,315 habitantes distribuidos en 541 asentamientos, todos con menos de 1,800 habitantes. La tasa estimada de deforestación anual promedio entre 1970 y 1993 para todo el Estado de Chiapas, fue de 73,159 hectáreas/año, siendo las selvas las mayormente afectadas (53,498 Ha/año). Esta tasa de deforestación significa la pérdida cada año del 2.14 % de la superficie forestal existente, cifra que ubica a Chiapas muy por arriba de la tasa nacional calculada entre 1976 y 1990 por las cifras oficiales (1.2 % anual). Dentro de las poligonales de las ANP, los porcentajes ocupados por áreas transformadas y/o perturbadas (que incluyeron “selvas fragmentadas” y “bosques perturbados”) abarcaron en cinco de las 16 ANP consideradas en este

## ***Evaluación de la deforestación en las áreas naturales protegidas de Chiapas***

estudio más del 50 %. No obstante, la transformación o perturbación de los tipos de vegetación natural en la franja periférica de 5 kilómetros radiales a las poligonales del las ANP en su conjunto fue de casi el doble que en su interior. Las tasas anuales más elevadas de transformación o perturbación de la vegetación natural dentro de las poligonales de las ANP y calculadas con respecto al período abarcado por las fuentes utilizadas, se presentaron principalmente en lo que ahora abarca la recientemente establecida Reserva de la Biósfera La Sepultura (3,848 Ha/Año), en Montes Azules (593 Ha/Año) y en El Triunfo (551 Ha/Año). Con base a los resultados obtenidos, se hizo evidente la necesidad de iniciar una estrategia de conservación con carácter de urgente que permita garantizar el mantenimiento de la biodiversidad que se pretende conservar en las ANP de Chiapas, muchas de las cuales están entre las más importantes del país. Para el desarrollo de este proyecto se contó con el financiamiento de *The Nature Conservancy* y U.S.AID, y fue efectuado por el Laboratorio de Análisis de Información Geográfica y Estadística (LAIGE) de El Colegio de la Frontera Sur.

### **Presentación**

---

La deforestación de los bosques continúa siendo un grave problema a nivel mundial. Con base a las cifras compiladas por el Instituto de Recursos Mundiales (*World Resources Institute*, 1994). De acuerdo con las últimas estimaciones de la FAO a nivel mundial, entre 1981 y 1990 se perdieron anualmente 15.5 millones de hectáreas de bosques y selvas (Lambin, 1994). Para la década 1980-1990, México se ubicó entre los 10 países con mayor deforestación de todo el mundo (**Cuadro 1**).

Considerando las cifras aportadas por los inventarios periódicos forestales efectuados en México (**Cuadro 2**), la deforestación en Chiapas entre 1976 y 1991 fue de 1.9 % anual, lo cual significa que de mantenerse constante esa pérdida en 51 años podrían desaparecer la cobertura boscosa del estado. Cabe indicar que las Selvas en Chiapas tiene el doble de intensidad de deforestación con respecto a los bosques templados (coníferas y latifoliadas).

**Cuadro 1.-** Comparación de las tasas de deforestación entre 1980 y 1990 para países seleccionados (WRI, 1994) y para el Estado de Chiapas (Secretaría de Agricultura y Ganadería, 1976; Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, 1991).

<b><i>País o entidad</i></b>	<b><i>Extensión total de bosques naturales (1990) (Hectáreas)</i></b>	<b><i>Deforestación anual de 1980 a 1990 (Hectáreas por año)</i></b>	<b><i>Porcentaje de la cobertura forestal perdida al año</i></b>
BRASIL	561,107,000	3,671,000	0.6
INDONESIA	109,549,000	1,212,000	1.0
ZAIRE	113,275,000	732,000	0.6
MÉXICO	48,586,000	678,000	1.2
BOLIVIA	49,317,000	625,000	1.1
<b>Chiapas</b>	<b>3,091,617</b>	<b>60,411</b>	<b>1.9</b>





**Cuadro 2.-** Tasas de deforestación en Chiapas para selvas y bosques de coníferas y latifoliadas (Fuentes: <sup>1</sup> Secretaría de Agricultura y Ganadería, 1976; <sup>2</sup> Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, 1991).

Tipo de Vegetación	ÁREA TOTAL 1976 <sup>1</sup> (Hectáreas)	ÁREA TOTAL 1991 <sup>2</sup> (Hectáreas)	PERDIDA TOTAL ENTRE 1976-1991 (15 Años) (Hectáreas)	Porcentaje de cambio de 1976 a 1991	Tasa promedio anual de deforestación (Ha/año)
<i>Bosques de coníferas y latifoliadas</i>	1,419,475	1,174,545	244,930	17.25	16,329
<i>Selvas</i>	2,578,300	1,917,072	661,228	25.65	44,082
<b>TOTAL</b>	3,997,775	3,091,617	906,158		

El fenómeno de la deforestación envuelve complejos procesos que ocurren en una complicada dinámica a través del tiempo y del espacio geográfico. La deforestación sucede de manera altamente variable dependiendo de los distintos tipos de coberturas boscosas, los ambientes físicos, las actividades socioeconómicas y los contextos culturales. De acuerdo con Lambin (1994), las principales causas proximales de la deforestación pueden ser enlistadas de la siguiente manera:

- Agricultura migratoria de tumba-roza y quema.
- Extracción forestal para la producción de leña y carbón.
- Conversión de áreas forestales a ganadería extensiva.
- Operaciones forestales comerciales ineficientes.
- Desarrollo de infraestructura en áreas naturales (carreteras, presas hidroeléctricas, etc.).
- Ocurrencia de extensos incendios forestales.

Adicionalmente a los procesos naturales de transformación ambiental propios de los ecosistemas (Ej. regeneración y sucesión, incendios naturales, etc.), son numerosos los factores antropogénicos que promueven la transformación de las áreas naturales; las economías nacionales y regionales, aspecto estrechamente ligado a las políticas de desarrollo de las zonas rurales, tienen evidentemente una importante participación en la dinámica de la deforestación.

Así mismo, los conflictos políticos y agrarios, que inducen una inestabilidad social, tienen un efecto determinante en la pérdida de los recursos forestales. Un ejemplo claro de esto es sin duda el caso del Estado de Chiapas en los últimos tres años, en los que después de haberse establecido una estricta veda forestal sin la promoción de alternativas sustitutivas y luego de un levantamiento armado inducido en

### ***Evaluación de la deforestación en las áreas naturales protegidas de Chiapas***

buena medida por la pobreza y la marginación social, ha acelerado la deforestación por el aprovechamiento desmedido e incontrolado de los recursos forestales, así como por las apropiaciones de tierras forestales a través de invasiones masivas.

Mahar y Schneider (1994) enlistan a diversos factores que actúan como incentivos a la deforestación:

- a) La expansión de la frontera agrícola-ganadera para el incremento de la producción.
- b) La apertura de nuevos caminos y vías de comunicación a áreas antes inaccesibles.
- c) La indefinición en la tenencia de la tierra.
- d) Las colonizaciones dirigidas y la provisión de servicios e infraestructura pública en áreas destinadas a la atracción poblacional.
- e) El ofrecimiento de créditos e incentivos fiscales para promover la consolidación de actividades productivas en áreas de la frontera agrícola-ganadera.
- f) La falta de apoyo a las áreas naturales protegidas, parques nacionales y reservas.

A los anteriores, Lambin (1996) adiciona los siguientes factores como fuerzas que conducen a la deforestación:

- g) Crecimiento poblacional.
- h) Marginación y desigualdad social.
- i) Políticas gubernamentales erróneas.
- j) Tecnologías inapropiadas.
- k) Relaciones internacionales de intercambio.
- l) Presiones económicas por las deudas de los países en desarrollo.
- m) Corrupción en el sector forestal.

La percepción de las causas y efectos de la deforestación es ampliamente variable entre los distintos sectores de la población. En este sentido, Arizpe *et al.* (1996) publicaron un interesante trabajo sobre la percepción social de la deforestación en la Selva Lacandona.

Si bien existen diversas metodologías científicas para determinar los procesos de deforestación y evaluar sus efectos (Brown y Pearce, 1994; Lambin, 1994.), en Chiapas han sido notablemente escasos los estudios formales que se han efectuado a este respecto.

Actualmente, El Colegio de la Frontera Sur - ECOSUR -, desarrolla diversos proyectos de investigación directamente relacionados con la deforestación en Chiapas; entre estos cabe mencionar al de Ochoa (1995), Muñoz (1995) y Montes (1995) para la región de los Altos de Chiapas, el de Barrera (1996) para el Soconusco y la Costa de Chiapas, y los de March (1995) y Saldívar (1996) para la Selva Lacandona.



## Objetivos

---

1. Con base a fuentes secundarias, cuantificar y mostrar el arreglo de las superficies de tipos de vegetación y uso del suelo en el Estado de Chiapas para 1973 y 1994.
2. Comparar las coberturas forestales correspondientes a ambas fechas y determinar las tasas de deforestación para los principales tipos de vegetación en el período referido.
3. Cuantificar y generar un mapa sobre la deforestación ocurrida en el Estado de Chiapas, así como dentro de las áreas protegidas oficialmente establecidas.

## Metodología

---

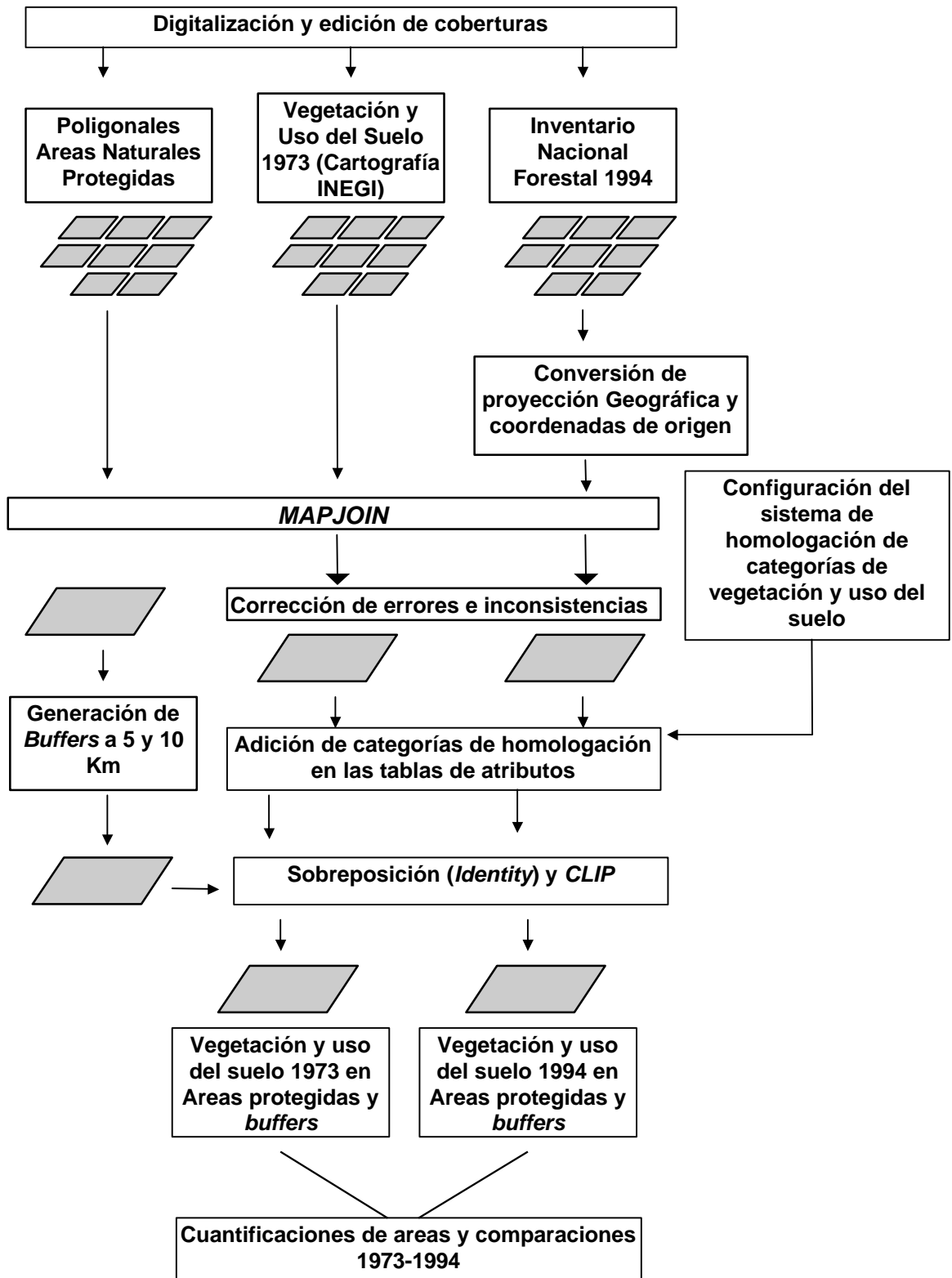
### A. *Procedimiento general*

En términos generales, la metodología utilizada para el presente trabajo se fundamentó en el análisis de los cambios de uso del suelo y vegetación en un período de cerca de 20 años (década de los setentas - 1993), utilizando sistemas de información geográfica (SIG) y con base a la información proveniente de la Cartografía del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) y del Inventario Nacional Forestal de 1994 elaborado por el Instituto de Geografía, UNAM con base a imágenes LANDSAT-TM.

Aplicando diversas operaciones espaciales sobre las coberturas geográficas digitales, se determinaron las áreas ocupadas por los distintos tipos de vegetación y uso del suelo para cada área natural protegida (ANP) y para sus periferias en un radio de 5 y 10 Km. en ambos períodos. Con base a ello, se analizaron los cambios ocurridos y se estimaron tasas de deforestación anual promedio para cada uno de las ANP (**Fig. 1**).

A continuación se detalla la metodología realizada para cada una de las fases del trabajo.

Figura 1.- Diagrama que muestra el procedimiento metodológico general del estudio.





**B. Digitalización de la cartografía del INEGI para la década de los setentas**

Para generar la cobertura digital de la vegetación y uso del suelo correspondiente a la década de los setentas fue necesario digitalizar la cartografía en escala 1:250,000 elaborada por el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) para 1973.

Todos los atributos de los tipos de vegetación y uso del suelo fueron respetados tanto en lo que se refiere a la toponimia (nombres de los tipos de vegetación y usos), así como en su combinación en el etiquetado de polígonos.

Utilizando el programa *PC Arc Info* (® ESRI, versión 3.4D), un sistema de información geográfica de formato vectorial, se digitalizó la cartografía en escala 1:250,000 correspondiente a las fuentes indicadas en el **cuadro 3**.

**Cuadro 3.-** Información de la cartografía utilizada para generar la cobertura de tipos de vegetación y uso del suelo para la década de los setentas.

Autor y/o institución que elaboró la fuente original:	DETENAL: Dirección General de Geografía del Territorio Nacional. SPP: Secretaría de Programación y Presupuesto. INEGI: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
Escala de la fuente original:	1:250,000
Clave, nombre y año de impresión de las cartas digitalizadas:	<b>TIPOS DE VEGETACIÓN Y USO DEL SUELO</b> E15-07 Minatitlán, INEGI, 1987 (2a. impr.). E15-08 Villahermosa, INEGI, 1987. E15-09 Tenosique, SPP, 1984. E15-10 Juchitán, INEGI, 1985. E15-11 Tuxtla Gutiérrez, SPP, 1984. E15-12 Las Margaritas, INEGI, 1988. E15-02 Huixtla, INEGI, 1985. E15-05 Tapachula, SPP, 1984.
Número total de atributos codificados:	Arcos: 6 Polígonos: 72, más combinaciones de atributos.
Clasificación de atributos utilizada:	Clasificación INEGI.

La digitalización de las diversas coberturas que conformaron la base geográfica utilizada para los análisis geográficos, se efectuó utilizando un digitalizador *Calcomp DrawingBoard II*, con una superficie activa de 1,118 x 1,524 mm.

En escala 1:250,000 se digitalizaron las cartas para los ocho subcuadrantes que en la cartografía del INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática) cubren el Estado de Chiapas (**Fig. 2**).

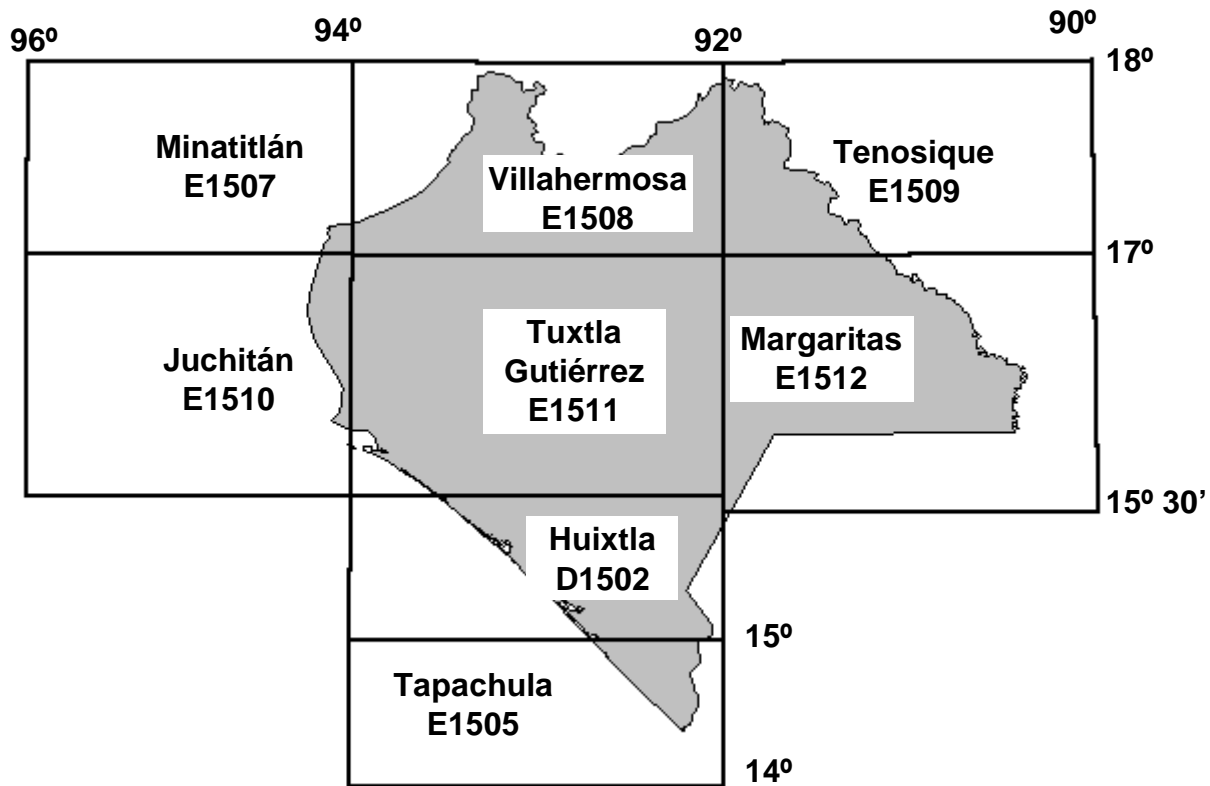
El meridiano central utilizado fue el ubicado a los 92° 30' 00" W. Para asegurar que las coordenadas dentro de la superficie de Chiapas fueran positivas, la posición del origen fue establecido en las coordenadas 14° 30' 00" Latitud Norte (790 m al S) y

**Evaluación de la deforestación en las áreas naturales protegidas de Chiapas**

92° 30' 00" Longitud Oeste, que en el sistema utilizado quedó en las coordenadas X=197,658.9095 m y Y=-6.5427 m. Las unidades fueron establecidas en *metros*.

La distancia mínima entre uno y otro punto digitalizado fue establecida en el digitalizador en 1/395 cm (0.002533 cm) o 1/1000 pulgadas (0.001 pulgadas). La precisión máxima para la digitalización fue determinada por el programa de la tableta utilizada.

Otras medidas estándares establecidas en la configuración y análisis de las coberturas con el sistema de información geográfica tuvieron los siguientes valores: Error RMS aceptable en el registro de la cartografía (*Root Mean Square*)=0.004, *Weed distance*= 0, *Dangle*=0.5 metros, *Fuzzy Tolerance*= 0.5 metros. Estos parámetros fueron establecidos de tal forma para evitar cambios no controlables al utilizar el comando *Clean* para corregir errores y construir topología.



**Figura 2.-** Subcuadrantes geográficos del INEGI que cubren el Estado de Chiapas en la cartografía 1:250,000.

Las distancias de edición y conexión (*Snapdistance*) fueron de 1/80 de la extensión horizontal del mapa. La distancia de edición *Editdistance* fue determinada como 1/10,000 de la extensión total del mapa. El tamaño de grano (*Grain*) fue adecuado para suavizar rasgos de sólo algunos rasgos como los contornos de los polígonos; la tolerancia de separación de vértices fue ajustada en estos casos a 50 metros.



Se desarrollaron archivos "macro" para automatizar los procedimientos para asegurar consistencia en las tolerancias en las distintas coberturas digitalizadas.

La proyección geográfica de las coberturas es la Transversa de Mercator por ser la utilizada por el INEGI en escala 1:250,000, y con base al esferoide de Clarke 1866 y el datum NAD27.

Todas las coberturas digitalizadas fueron editadas y etiquetadas con base a un sistema de codificación numérica previamente establecido y que es explicado más adelante.

Una vez digitalizadas las cartas en sus distintos temas, se ejecutaron con *PC Arc Info* las siguientes operaciones:

1. Verificación y corrección de errores (edición, conexión de arcos).
2. Aplicación de grano (*grain*).
3. Limpieza de la cobertura (*Clean*)
4. Verificación de errores de nudo.
5. Asignación automática de etiquetas.
6. Cambio manual de valores de etiqueta con respecto al sistema de codificación utilizado.
7. Construcción de topología (*Build*), en líneas y polígonos.
8. Segunda verificación de errores de nudo.
9. Verificación y corrección de errores de etiquetado.

A cada uno de los 8 cuadrantes abarcados por las cartas de INEGI en escala 1:250,000, se les asignaron 10 coordenadas de control: seis fueron utilizadas como opciones para el registro de 4 coordenadas de control en la digitalización, y dos fueron utilizadas para la unión al cuadrante adyacente.

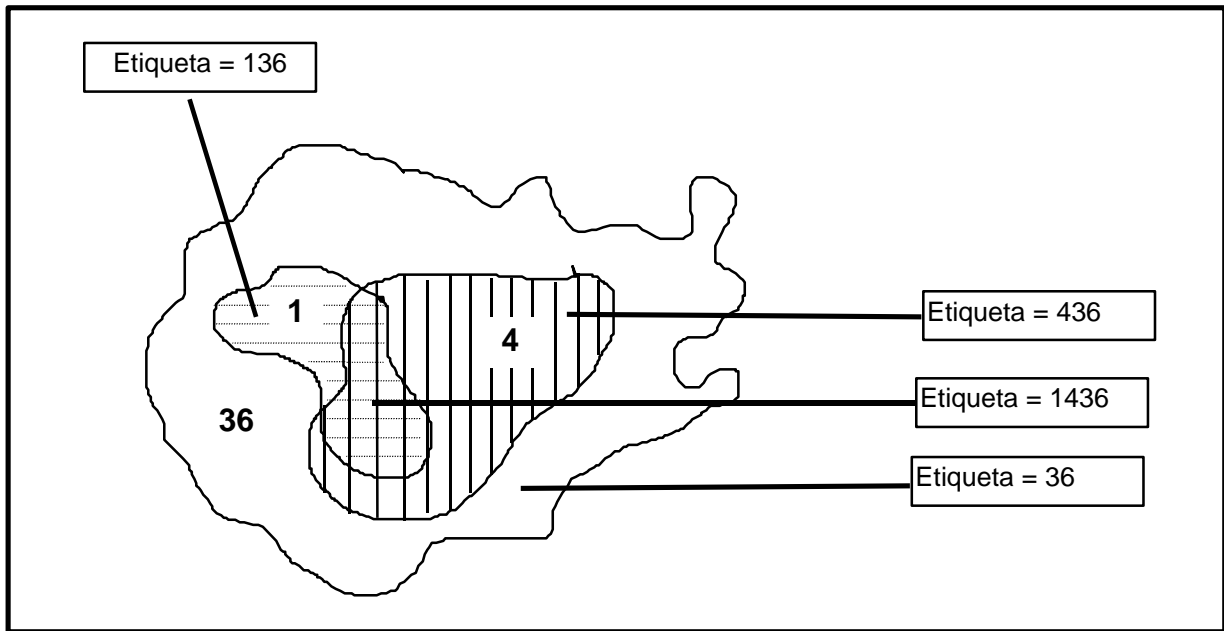
Las coberturas que se generaron, fueron denominadas con base a las mismas claves utilizadas por el INEGI (Ej. E1511, etc.).

Luego de que las coberturas fueron conjuntadas en una sola utilizando *MAPJOIN*, se ejecutaron los siguientes procesos:

1. Verificación de la consistencia de identificadores de arcos y de etiquetas entre los subcuadrantes conjuntados.
2. Corrección de errores remanentes (Nudos colgantes, polígonos residuales, polígonos abiertos, etiquetas faltantes y sobrantes).
3. Corte (clip) de la cobertura digital conjuntada con el contorno de los límites oficiales del Estado propuestos por la Carta Geográfica del Gobierno del Estado de Chiapas.

Para el etiquetado de las coberturas digitalizadas se codificaron todos los tipos de vegetación y de uso del suelo con base al sistema de códigos incluido en el **anexo 1**.

Este sistema de codificación permitió etiquetar polígonos que presentaban 2 o incluso 3 atributos de manera simultánea. Por ejemplo, este fue el caso de los polígonos que indicaban un tipo de vegetación “de fondo” (Ej. Selva mediana perennifolia, código 36) con la ocurrencia de vegetación secundaria (Ej. Vegetación secundaria arbórea, Código 1), y con la ocurrencia de “Agricultura nómada (Código 4). Los dos últimos dígitos de la etiqueta corresponden al tipo de vegetación “de fondo” y los dígitos que le anteceden corresponden a la “vegetación secundaria” y/o “agricultura nómada” que se presentan en ese polígono (**Fig. 3**). Con ello el sistema de etiquetado se apegó estrictamente a lo señalado por la cartografía.



**Figura 3.-** Ejemplo del sistema de etiquetado en la cartografía digitalizada del INEGI.

Con base al procedimiento arriba descrito, se generó una cobertura con los tipos de vegetación y uso del suelo en Chiapas para la década de los setentas (**Fig. 4**).



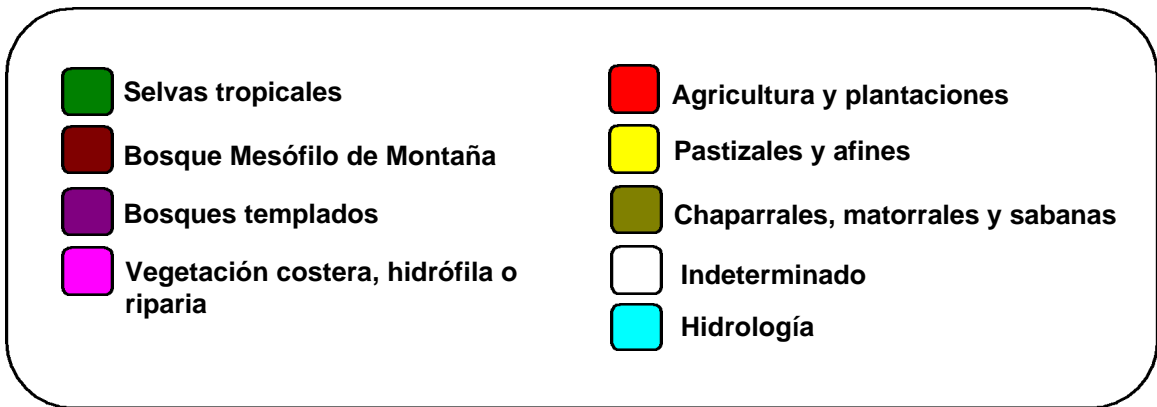
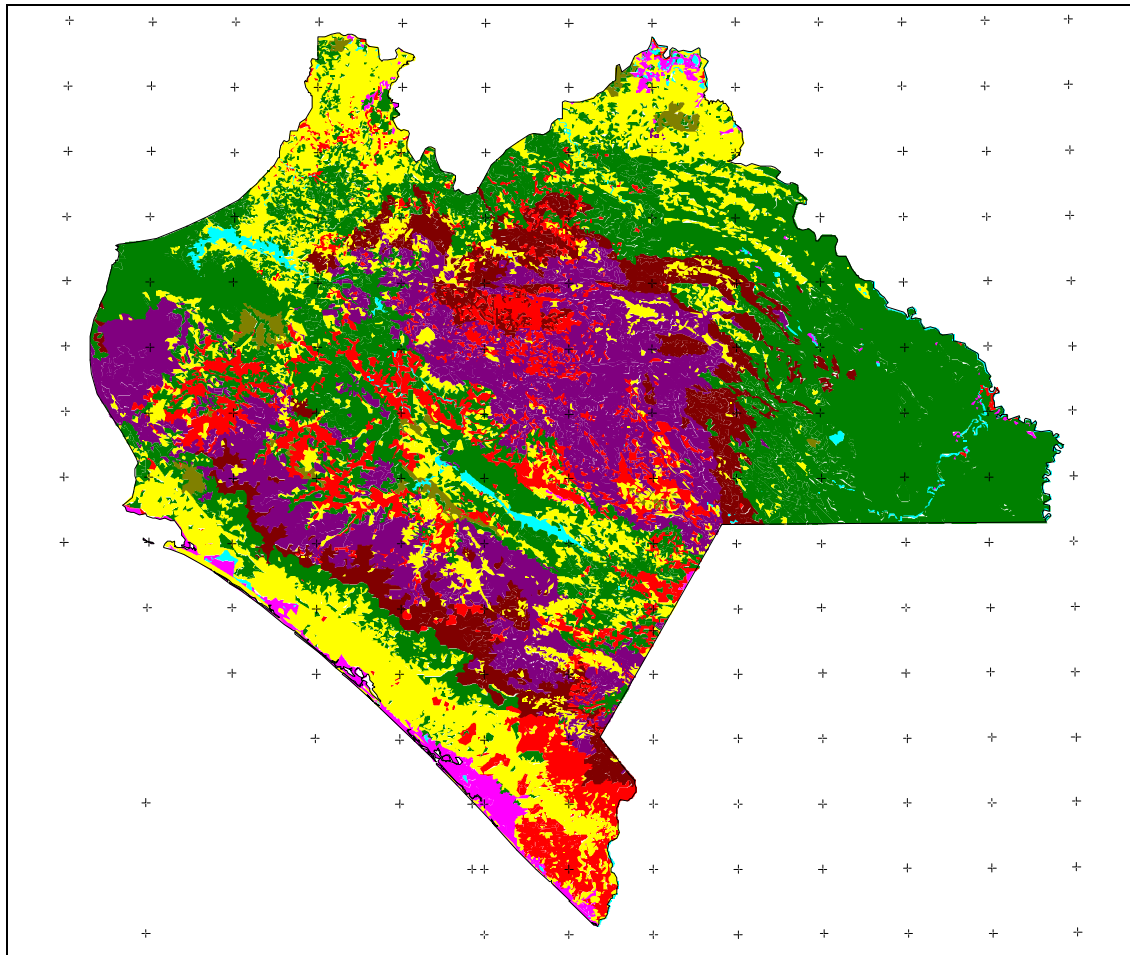


Figura 4.- Mapa de vegetación y uso del suelo en Chiapas para la década de los setentas (Fuente: INEGI, 1984-1988).

**C. Adquisición de la cartografía digital del Inventario Nacional Forestal 1994.**

Se adquirió en formato digital la información correspondiente al área de estudio elaboradas por el Instituto de Geografía en el Inventario Forestal Nacional 1994 (UNAM- SEMARNAP-SARH, 1994) (**Fig. 5**).

Según el trabajo de Sorani y Alvarez (*en prensa*), el Inventario Nacional Forestal se realizó con base a la siguiente metodología:

Se realizaron interpretaciones visuales de 74 imágenes de satélite para actualizar la cartografía existente sobre uso del suelo a una escala 1:250,000 (INEGI, 1973). Se propuso una nueva clasificación de 39 clases de terreno con base en la clasificación de vegetación existente y en las posibilidades de distinguir clases a partir de imágenes de satélite. Por medio de un sistema de información geográfica se unieron las clases anteriores con la información cartográfica actualizada en una nueva cobertura, llamada “mapa híbrido”. Las áreas forestales convertidas en zonas agrícolas o pastizales fueron definidas como “áreas perturbadas”. La clasificación adoptada para el producto final permite identificar las diferentes fuentes de información cartográfica. La metodología desarrollada se basó fundamentalmente en tres fuentes de información, dos de ellas con datos previamente adquiridos y la tercera que consiste en imágenes de satélite de 1992 y 1993\* :

La cartografía con que se disponía previamente fue la siguiente:

1. **El inventario del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI).** La cartografía de uso del suelo y vegetación se generó en la década de los ochentas a una escala de 1:250,000. Las cartas se elaboraron a partir de la interpretación de fotografía aérea de la década de los setentas, a escala 1:30,000 y con un extenso trabajo de verificación de campo.
2. **Inventario AVHRR.** Fue realizado por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH) y el Servicio Forestal de Estados Unidos (USFS) utilizando un juego de imágenes de satélite de la serie NOAA obtenidas con el sensor Radiómetro de Muy Alta Resolución (AVHRR). La técnica empleada consistió en generar coberturas sin nubosidad para todo México a partir de imágenes con una resolución espacial de 1.1 Km. Como resultado se obtuvo un mapa en escala 1:1,000,000. Las clases manejadas en este mapa se agruparon en tres niveles de clasificación.
3. **Cartografía espacial de alta resolución.** Se elaboraron mapas a escala de 1:250,000 a partir de imágenes LANDSAT-TM con una resolución espacial nominal de 30 m y un buscando un marco temporal de entre 12 y 18 meses. Se utilizaron imágenes correspondientes al período comprendido entre 1989 y 1993 con énfasis en aquellas de 1992 y 1993. Se llevaron a cabo interpretaciones visuales de mosaicos en escala 1:250,000 de compuestos de color georeferenciados correspondientes con la cartografía de INEGI. Estas interpretaciones se apoyaron en un modelo digital de terreno del país con una densidad de datos de un *datum* cada 3

---

\* Existe otro grupo de datos; el Inventario Nacional Forestal elaborado de 1960 a 1984 que no fue utilizado por varias razones. En primer lugar existen diferencias en los métodos de muestreo a lo largo del tiempo. Por otra parte la clasificación utilizada en este inventario se basa únicamente en el uso de áreas forestales y no distingue entre los diferentes tipos.



segundos de arco (aproximadamente cada 90 metros). Se configuró una base geográfica digital para poder actualizar continuamente los resultados.

Con lo anterior, se llevó a cabo una verificación preliminar de la cartografía en cinco áreas piloto de aproximadamente 2,500 Km<sup>2</sup> cada una. Una de estas correspondió a Chiapas. Se asumió que la cartografía de INEGI había perdido actualidad con relación a la cobertura areal, pero que era confiable en los contenidos de las unidades cartográficas. Cuando la interpretación de las imágenes de satélite no coincidía con la de INEGI y con el fin de implementar clasificaciones preliminares, se consultaron fuentes adicionales (Ej. inventarios estatales, estudios biológicos publicados)

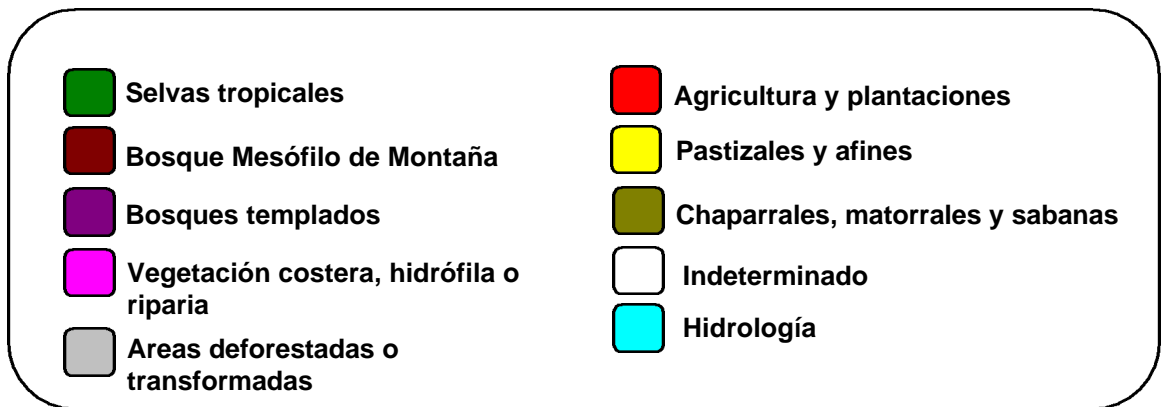
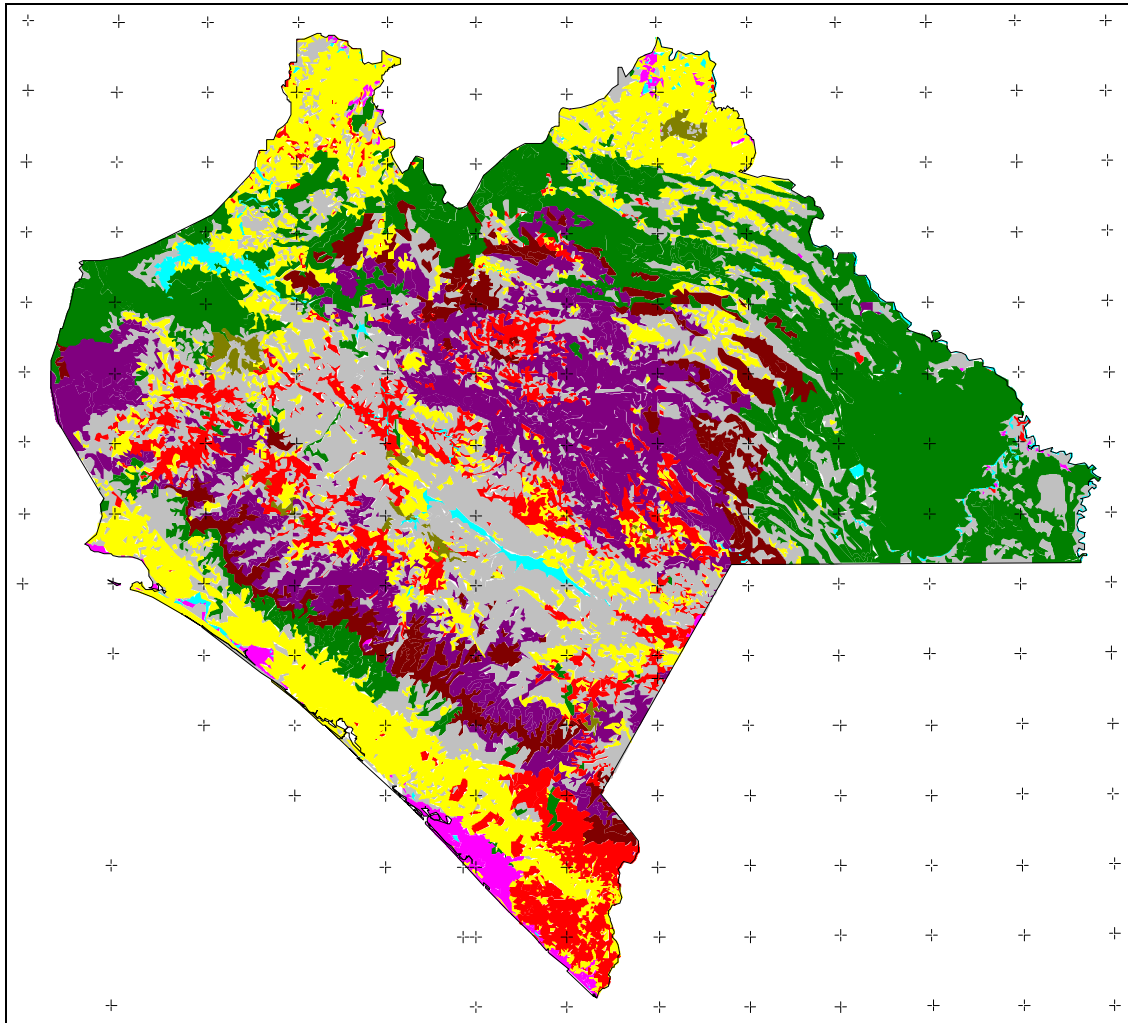
Se consideraron cinco factores para establecer la leyenda de este trabajo: 1) Los inventarios de INEGI y AVHRR, que fueron la base para la interpretación, 2) La definición de clases basada en las imágenes de satélite, 3) La escala, 4) la menor prioridad de las zonas no forestales con respecto a las forestales, y 5) la necesidad de mostrar los cambios de la vegetación en las regiones forestales del México en al menos 10 años.

En la determinación de las clases forestales, los conceptos *abierto* y *cerrado* se utilizaron de acuerdo a la forma en que se estimó la cobertura areal en las imágenes de satélite. El primero comprende a coberturas de más del 40% de cobertura forestada y el segundo se aplicó a coberturas de entre el 10 y el 40%. Para estimar la cobertura areal se consideró la relación directa que existe entre los valores de densidad y los de reflectividad, permitiendo mejores estimaciones volumétricas cuando se combinaron con la información de campo.

Los bosques se dividieron en: 1) de Oyamel (*Abies* spp.), 2) de pino (*Pinus* spp.) - encino (*Quercus* spp.), y 3) mixto, incluyendo comunidades de pino-encino además de “bosques de niebla” (o mesófilos) que están constituidos principalmente por liquidámbar. En cuanto a las posibles combinaciones utilizadas entre altura y persistencia de las hojas en las distintas formaciones forestales tropicales, solo se optó por la altura de los árboles; esto en vista de la dificultad de discriminar varios tipos de selvas a partir de las imágenes de satélite. Las selvas bajas (con alturas de hasta 15 metros) y las selvas medianas y altas (de más de 15 metros de altura). Para las áreas en que sólo persistían parches de vegetación (*Acahuals*) con cobertura generalmente menor al 50% y que fueron originalmente afectadas por agricultura nómada, se caracterizaron como “bosques fragmentados” o “selvas fragmentadas” dependiendo de los tipos de vegetación de los que se originaron.

Para la determinación de clases “no forestales”, se consideraron cuatro tipos de matorrales: 1) matorral xerófito, 2) chaparral tamaulipeco, matorral submontano y matorral subtropical.

*Evaluación de la deforestación en las áreas naturales protegidas de Chiapas*



**Figura 5.-** Mapa de vegetación y uso del suelo en Chiapas para 1988-1993 (Fuente: Inventario Nacional Forestal, 1994; Instituto de Geografía, UNAM).



En lo que respecta a la determinación de “clases perturbadas”, aquí se incluyeron las zonas que presentan un cambio en el uso del suelo con respecto a la cartografía del INEGI. Los nuevos contornos forestales se obtuvieron de la interpretación visual de las imágenes de satélite. La información antigua tomada de las cartas de uso del suelo del INEGI se adicionó al mapa. Esto originó áreas que habían sido clasificadas como áreas forestales en la cartografía de INEGI y en las que ha cambiado su uso de suelo. Estas zonas se denominaron como “áreas perturbadas” y fueron representadas como una clase.

Se agregaron otras dos clases a la clasificación: “áreas urbanas” y “cuerpos de agua”. Finalmente, algunas áreas forestales no pudieron interpretarse debido a la persistencia de nubosidad. En estos casos se incorporó directamente la información del INEGI.

**D. Estandarización de proyecciones, hidrología, línea de costa y límites del Estado de Chiapas.**

Se requirió estandarizar en *PC Arc Info* el sistema de proyección de las coberturas del inventario forestal de Gran Visión. Para ello se elaboró y aplicó a cada una de las coberturas el siguiente *macro*:

```
&REM MACRO para transformar la proyección de las coberturas del inventario forestal a la proyección
utilizada por ECOSUR en Transversa de Mercator.
&REM Febrero, 1996.
INPUT
PROJECTION UTM
UNIT METERS
ZONE15
PARAMETERS
OUTPUT
PROJECTION TRANSVERSE
UNIT METERS
SPHEROID CLARKE1866
PARAMETERS
1
&REM Meridiano central
-92 30 00
&REM Latitud del origen
14 30 00
&REM Ubica el origen abajo a la izquierda en la coordenada -94 30 00 W, y aproximadamente 790 m
por debajo del paralelo 14 30 00 N.
197658.9085
-6.5427
END
```

## ***Evaluación de la deforestación en las áreas naturales protegidas de Chiapas***

Una vez estandarizada la proyección de las coberturas, se conjuntaron en una sola y se procedió a revisar errores o inconsistencias.

En las coberturas del inventario forestal de 1994, se encontraron diferencias esperadas con respecto a las coberturas digitalizadas de la cartografía del INEGI en lo que se refiere a los cuerpos de agua (perennes e intermitentes), las líneas de costa e islotes, y la fronteras inter-estatales e internacionales.

Para corregir estas inconsistencias, primeramente se copiaron (utilizando el comando *UPDATE*) los polígonos de cuerpos de agua (lagunas y ríos representados como polígonos en Esc. 1:250,000) de la cobertura con la información de INEGI a la cobertura del inventario forestal de gran visión. Luego entonces, se eliminaron los arcos anómalos con el fin de mantener sólo los arcos de la hidrología digitalizada a partir de las cartas del INEGI. De esta manera se mantuvo una consistencia entre las dos fuentes con respecto a los cuerpos de agua.

En segundo término, se copiaron las líneas de costa (provenientes de la cartografía 1:250,000) y los límites fronterizos del Estado de Chiapas, los cuales provienen de dos fuentes: De la Carta Geográfica Oficial del Gobierno del Estado (1994) para aquellos límites lineales (Ej. frontera con Guatemala) y de la cartografía de INEGI para aquellos límites dados por ríos o vías de comunicación. Con este procedimiento si bien se logró mantener una consistencia para la poligonal del Estado de Chiapas, se generaron polígonos que no quedaban incluidos en el Inventario Forestal; a estos polígonos se les asignó el atributo “no incluido”.

### ***E. Generación de la cobertura con las poligonales de las áreas naturales protegidas.***

La cobertura de las áreas naturales protegidas de Chiapas fue generada a partir de distintos procedimientos y fuentes. Para los fines de este estudio sólo fueron consideradas aquellas áreas protegidas que han sido formalmente establecidas en Chiapas con el objeto de conservar la biodiversidad (**Fig. 6; Cuadro 4**). Con base a ello, se excluyeron las reservas forestales (Villa de Allende y La Fraylescana), las áreas de protección forestal y otras áreas naturales menores que en ocasiones son incluidas como protegidas pero que han dejado de tener una función para la conservación; este es el caso del Parque Recreativo Rancho Nuevo, que en su mayor parte ha sido destinado para efectuar entrenamientos militares, La Yerbabuena, que no cuenta ya con el dominio del Instituto de Historia Natural de Chiapas, y también de la Reserva de Los Bordos, que ha permanecido tan sólo como una propuesta. La definición de las poligonales de las áreas naturales protegidas consideradas en este estudio fue determinada con base a los procedimientos indicados en el **Cuadro 5**.

Las diferencias de áreas determinadas por los decretos que establecen las ANP con respecto a las áreas resultantes de los polígono digitalizados pueden deberse a numerosos factores. No obstante, estas diferencias no resultaron críticas para el



análisis efectuado ya que se utilizaron las mismas poligonales digitalizadas para determinar las áreas de los tipos de vegetación en ambos períodos.

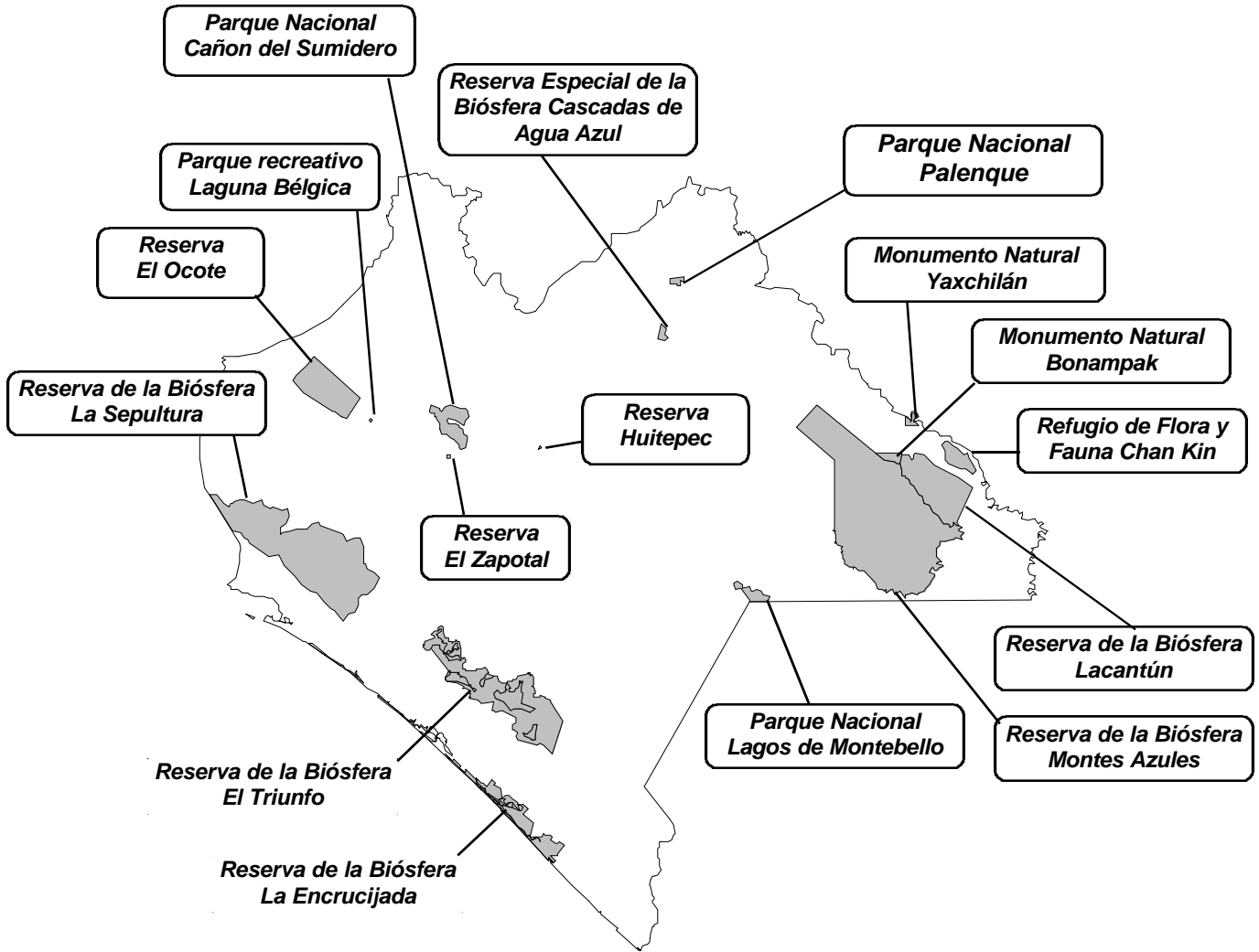


Figura 6.- Poligonales de las áreas naturales protegidas incluidas en el estudio.

**Evaluación de la deforestación en las áreas naturales protegidas de Chiapas**

**Cuadro 4.-** Información básica de las áreas naturales protegidas incluidas en el estudio

<b>Nombre del ANP</b>	<b>Categoría de Manejo</b>	<b>Superficie oficial (Hectáreas)</b>	<b>Área según poligonales digitalizadas</b>
Bonampak	Monumento Natural	4,357	4,040
Cañón del Sumidero	Parque Nacional	21,789	21,547
Cascadas de Agua Azul	Reserva Especial de la Biósfera	2,580	2,218
Chan Kin	Refugio de Flora y Fauna Silvestres	12,184	12,030
El Ocote	Zona de protección Forestal y Faúnica	48,140	46,903
El Triunfo	Reserva de la Biósfera	119,595	121,466
El Zapotal	Reserva Estatal	192	286
Huitepec	Reserva Privada	135	134
La Encrucijada	Reserva de la Biósfera	30,000	36,591
La Sepultura	Reserva de la Biósfera	73,800	192,734
Lacantún	Reserva de la Biósfera	61,873	63,829
Lagos de Montebello	Parque Nacional	6,022	6,604
Laguna Bélgica	Parque recreativo	47	196
Montes Azules	Reserva de la Biósfera	331,200	323,397
Palenque	Parque Nacional	1,771	1,815
Yaxchilán	Monumento Natural	2,621	2,516
<b>T O T A L</b>		<b>716,306</b>	<b>836,306</b>

**Cuadro 5.-** Procedimientos utilizados para la digitalización de las poligonales de las áreas protegidas de Chiapas.

<b>Nombre del área protegida</b>	<b>Origen y/o procedimiento para la digitalización de la poligonal</b>
Monumento Natural Bonampak	Digitalización de poligonal con base a carta proveída por SEDESOL en escala 1:250,000.
Parque Nacional Cañón del Sumidero	Digitalización de poligonal con base a carta proveída por SEDESOL en escala 1:250,000.
Reserva Especial de la Biósfera Cascadas de Agua Azul	Digitalización de poligonal con base a carta proveída por SEDESOL en escala 1:250,000.
Refugio de Flora y Fauna Silvestres Chan Kin	Digitalización de poligonal con base a carta proveída por SEDESOL en escala 1:250,000.
Zona de protección Forestal y Faúnica El Ocote	Proyección de los vértices señalados por el decreto de establecimiento en cartas topográficas 1:50,000.
Reserva de la Biósfera El Triunfo	Digitalización de poligonal con base a carta proveída por SEDESOL en escala 1:250,000.
Reserva Estatal El Zapotal	Digitalización de poligonal con base a carta proveída por SEDESOL en escala 1:250,000.
Reserva Privada Huitepec	Proyección de coordenadas obtenidas con GPS en el campo.
Reserva de la Biósfera La Encrucijada	Digitalización de poligonal con base a carta proveída por SEDESOL en escala 1:250,000.





Nombre del área protegida	Origen y/o procedimiento para la digitalización de la poligonal
Reserva de la Biósfera La Sepultura	Digitalización de poligonal con base a carta proveída por SEDESOL en escala 1:250,000.
Reserva de la Biósfera Lacantún	Digitalización de poligonal con base a carta proveída por SEDESOL en escala 1:250,000.
Parque Nacional Lagos de Montebello	Proyección de los vértices señalados por el decreto de establecimiento en cartas topográficas 1:50,000.
Parque recreativo Laguna Bélgica	Digitalización de poligonal con base a carta proveída por SEDESOL en escala 1:250,000.
Reserva de la Biósfera Montes Azules	Proyección de los vértices señalados por el decreto de establecimiento en cartas topográficas 1:50,000.
Parque Nacional Palenque	Digitalización de poligonal con base a carta proveída por SEDESOL en escala 1:250,000.
Monumento Natural Yaxchilán	Digitalización de poligonal con base a carta proveída por SEDESOL en escala 1:250,000. Ajuste con base a la proyección digital de coordenadas señaladas por el decreto que la establece.

Para el caso particular de la recientemente establecida “Reserva de la Biósfera La Encrucijada”, la poligonal corresponde a la establecida por el decreto estatal que la estableció y no al último decreto federal que la transformó y redefinió como reserva de la Biósfera. Las formas y dimensiones de las poligonales digitalizadas fueron verificadas con las indicadas en el Atlas de las Áreas Protegidas de México elaborado por Gómez-Pompa y Dirzo (1995). Para el caso del Monumento Natural Yaxchilán y la Reserva de la Biósfera El Triunfo se proyectaron en *Arc Info* usando las coordenadas en UTM definidas por el decreto que la establece y luego se transformaron a coordenadas de la proyección Transversa de Mercator. Para el caso de Yaxchilán fue necesario ajustar ligeramente la poligonal digitalizada a partir de la carta de SEDESOL.

#### **F. Homologación de categorías de vegetación y uso del suelo.**

Para poder efectuar una comparación de las coberturas de vegetación entre los dos períodos cronológicos, se diseñó un sistema de homologación de las categorías de los tipos de vegetación y uso del suelo (**Cuadros 6 y 7**). En el **anexo 2** se indica la correspondencia y códigos de las categorías de ambas fuentes a las categorías de homologación propuestas. Este sistema, que fue definido por los autores, constituye una clasificación propuesta para permitir la comparación de información cartográfica de fuentes distintas, particularmente de la proveniente del INEGI y del Inventario Forestal Nacional 1994.

**Evaluación de la deforestación en las áreas naturales protegidas de Chiapas**

**Cuadro 6.-** Sistema de categorías homologadas para los tipos de vegetación y uso del suelo.

<b>Grupo A.- Agricultura y plantaciones</b>	
Agricultura de riego	10001
Agricultura de temporal	10002
Plantación forestal	10003
Cafetal	10004
Cultivos permanentes	10005
<b>Grupo B.- Pastizales y afines</b>	
Pastizal	20001
Vegetación halófila	20002
<b>Grupo C.- Áreas deforestadas y perturbadas</b>	
Áreas perturbadas o sin vegetación	30001
<b>Grupo D.- Bosques templados (Coníferas y encinos)</b>	
Bosque de encino	40001
Bosque de pino	40002
Bosque de pino / encino	40003
Bosque de oyamel	40004
Bosque de otras coníferas	40005
Bosque bajo abierto	40006
Bosque fragmentado	40010
Bosque de encino fragmentado o perturbado	40011
Bosque de pino fragmentado o perturbado	40012
Bosque de pino / encino fragmentado o perturbado	40013
Bosque de otras coníferas fragmentado o perturbado	40015
<b>Grupo E.- Bosque Mesófilo de Montaña</b>	
Bosque mesófilo de montaña	50001
Bosque mesófilo de montaña fragmentado o perturbado	50011
<b>Grupo F.- Selvas tropicales</b>	
Selva alta y mediana	60001
Selva baja	60002
Selva fragmentada o perturbada	60010
<b>Grupo G.- Vegetación costera, hidrófila o riparia</b>	
Manglar	70001
Palmar	70002
Vegetación de dunas costeras	70003
Vegetación de galería	70004
Otros tipos de vegetación hidrófila	70005
<b>Grupo H.- Chaparrales, matorrales y sabanas</b>	
Chaparral	80001
Matorral xerófito	80002
Sabana	80003
Chaparral fragmentado o perturbado	80011
<b>Grupo I.- Hidrología</b>	
Cuerpos de agua	90001
<b>Grupo J.- Indeterminado</b>	
Indeterminado	100000



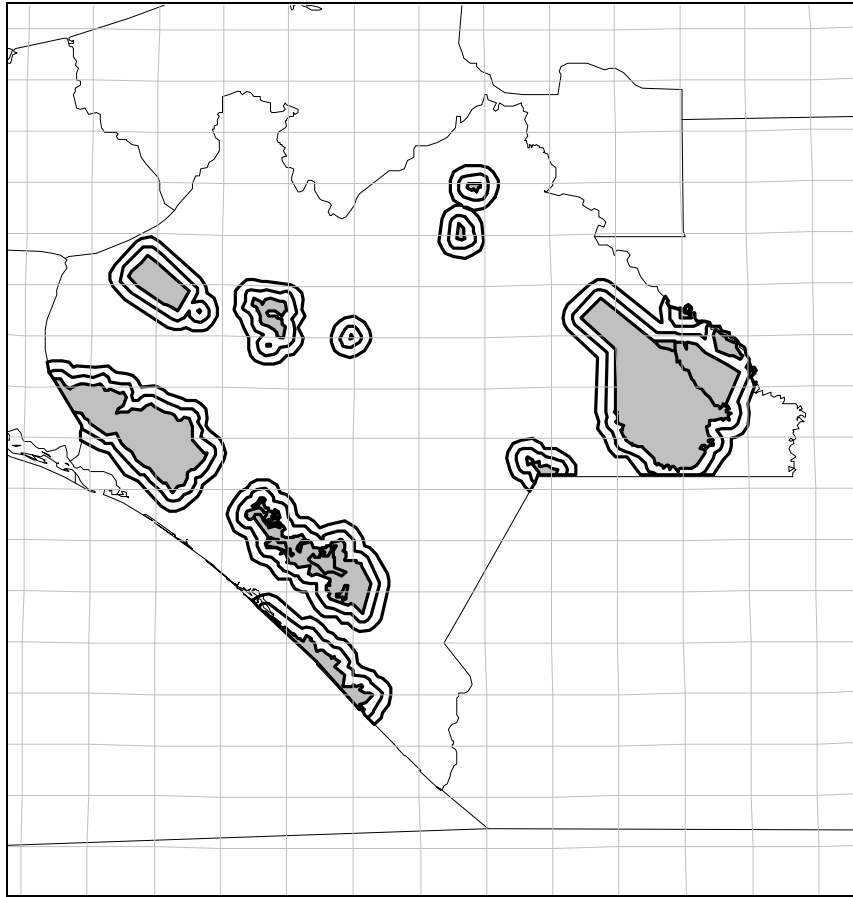
**Cuadro 7.-** Conteo de subcategorías para cada clase homologada

<b>Grupo</b>	<b>CLASE</b>	<b>No. de categorías</b>
A	Agricultura y plantaciones	5
B	Pastizales y afines	2
C	Áreas deforestadas y perturbadas	1
D	Bosques templados (Coníferas y encinos)	11
E	Bosque Mesófilo de Montaña	2
F	Selvas tropicales	3
G	Vegetación costera, hidrófila y riparia	5
H	Chaparrales, matorrales y sabanas	4
I	Hidrología	1
J	Indeterminado	1
<b>TOTAL</b>		<b>35</b>

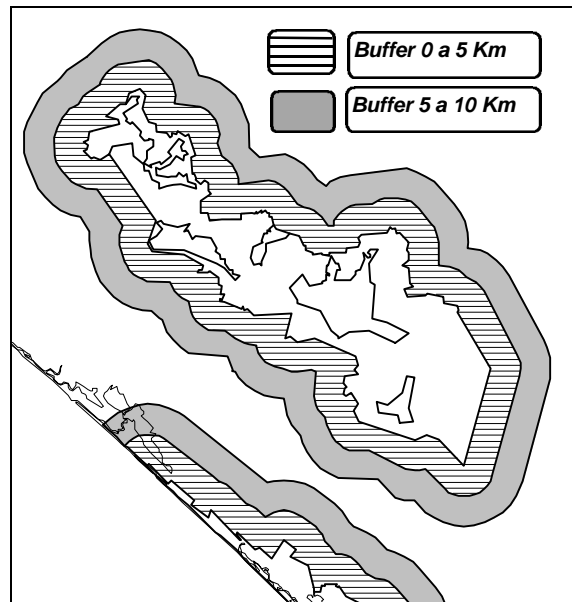
### **G. Generación de buffers en áreas protegidas**

Sobre las poligonales de las áreas protegidas seleccionadas para este estudio se generaron *buffers* a 5 y 10 Km. de los límites de sus contornos. Posteriormente se suprimieron en los buffers las zonas que caían fuera de la poligonal del Estado (Mar, cuerpos de agua, superficies de Estado vecino o Guatemala; **Figs. 7 y 8**). La etiqueta de las distintas áreas *buffer* para cada área protegida fueron modificadas asignando para los dos primeros dígitos el código de la poligonal (del 10 en adelante) y seguidos por un 5 o un 10 para los buffer a 5 y 10 km respectivamente (**Cuadro 8**).

**Evaluación de la deforestación en las áreas naturales protegidas de Chiapas**



**Figura 7.-** Cobertura de áreas *buffer* alrededor de las áreas naturales protegidas.



**Figura 8.-** Detalle de las áreas de *buffer* sobre las poligonales de las Reservas "El Triunfo" y "La Encrucijada".



**Cuadro 8.-** Sistema de codificación de los polígonos de las áreas protegidas y de sus áreas *buffer* periféricas.

<b>Nombre del área protegida</b>	<b>Código del polígono interno</b>	<b>Código de su buffer a 5 Km</b>	<b>Código de su buffer a 10 Km</b>
Montes Azules	10	1000 *	2000 *
Lacantún	11	1000 *	2000 *
Chan Kin	12	1000 *	2000 *
Bonampak	13	1000 *	2000 *
Yaxchilán	14	1405	2000 *
Ocote	20	202105 *	202110 *
Laguna Bélgica	21	202105 *	202110 *
Palenque	30	3005	303110 *
Cascadas de Agua Azul	31	3105	303110 *
Cañón del Sumidero	40	404105 *	404110 *
El Zapotal	41	404105 *	404110 *
Huitepec	50	5005	5010
Lagos de Montebello	60	6005	6010
La Sepultura	70	7005	7010
El Triunfo	80	8005	8010
La Encrucijada	90	9005	9010

\* *Buffers compartidos por dos o más poligonales de áreas protegidas*

#### **H. Cuantificación y análisis de cambios en las coberturas de vegetación y uso del suelo.**

Las áreas abarcadas por las distintas categorías homologadas de vegetación y uso del suelo se determinaron con base a la cuantificación de los polígonos correspondientes dados por *Arc Info*. Es indispensable señalar que las áreas que se determinaron para cada tipo de vegetación y uso del suelo corresponden a **áreas planimétricas** y no a **superficies** propiamente dichas. Esto debido a que los cálculos fueron efectuados a partir de los polígonos digitalizados en dos planos. En el caso de áreas con relieves tan complejos como es el caso del Estado de Chiapas, una estimación de área es por mucho menor a la superficie real que pudiera determinarse utilizando un modelo tridimensional en formatos como el TIN (*Triangular Irregular Network*) de *Arc Info*.

Las categorías definidas como “fragmentadas” o “perturbadas” para el período 1988-1993 incluyen tanto a áreas de vegetación arbórea con algún grado de perturbación hasta áreas con una densidad de cobertura tan baja que difícilmente podrían ser consideradas como zonas arboladas. Esto implica una limitante para distinguir de manera precisa a las áreas propiamente deforestadas, pues muchos bosques y selvas han cambiado de zonas en buen estado de conservación a bosques o selvas “fragmentados o perturbados”, sin ser posible conocer el grado de perturbación que han sufrido. Por lo anterior, se optó por enfatizar los resultados en lo que es la “transformación” que han sufrido las áreas de vegetación en buen estado.

## ***Evaluación de la deforestación en las áreas naturales protegidas de Chiapas***

Los análisis de las estimaciones de áreas ocupadas por los distintos tipos de vegetación se restringieron a las coberturas vegetales consideradas como en buen estado de conservación. Esto debido a que el Inventario Nacional Forestal de 1994 tiene dos características: Por un lado los trabajos de interpretación de las imágenes de satélite utilizadas se concentraron principalmente a las zonas forestales y no tanto a las áreas transformadas; por otro, los criterios para clasificar las áreas con algún grado de transformación o perturbación (Ej. Selvas fragmentadas, áreas perturbadas, etc....) no fueron los suficientemente homogéneos y no se dispuso de una descripción clara de las clases de cobertura que esta categoría abarca.

Con el propósito de tener una idea aproximada de las pérdidas anuales de los distintos tipos de vegetación durante el período abarcado por las fuentes, se estimaron tasas anuales de deforestación.

Para la estimación de las tasas a nivel estatal se consideró como período de referencia al comprendido entre la fecha más antigua de las fotografías aéreas en que se basó la cartografía del INEGI (**Cuadro 9**), es decir 1972, y la fecha más reciente de las imágenes LANDSAT utilizadas por el Instituto de Geografía para elaborar el Inventario Nacional Forestal de 1994 (**Cuadro 10**), es decir 1993. Con lo anterior se buscó que la tasa estimada fuera la más conservadora posible.

Para la estimación de las tasas de deforestación dentro de cada ANP, se consideró como fecha inicial la de la fotografía aérea más antigua en que se basó el INEGI para el o los cuadrantes cartográficos en que se ubica cada ANP (**Fig. 9**), y para la fecha terminal la más reciente de las imágenes LANDSAT utilizadas para el Inventario de 1994.

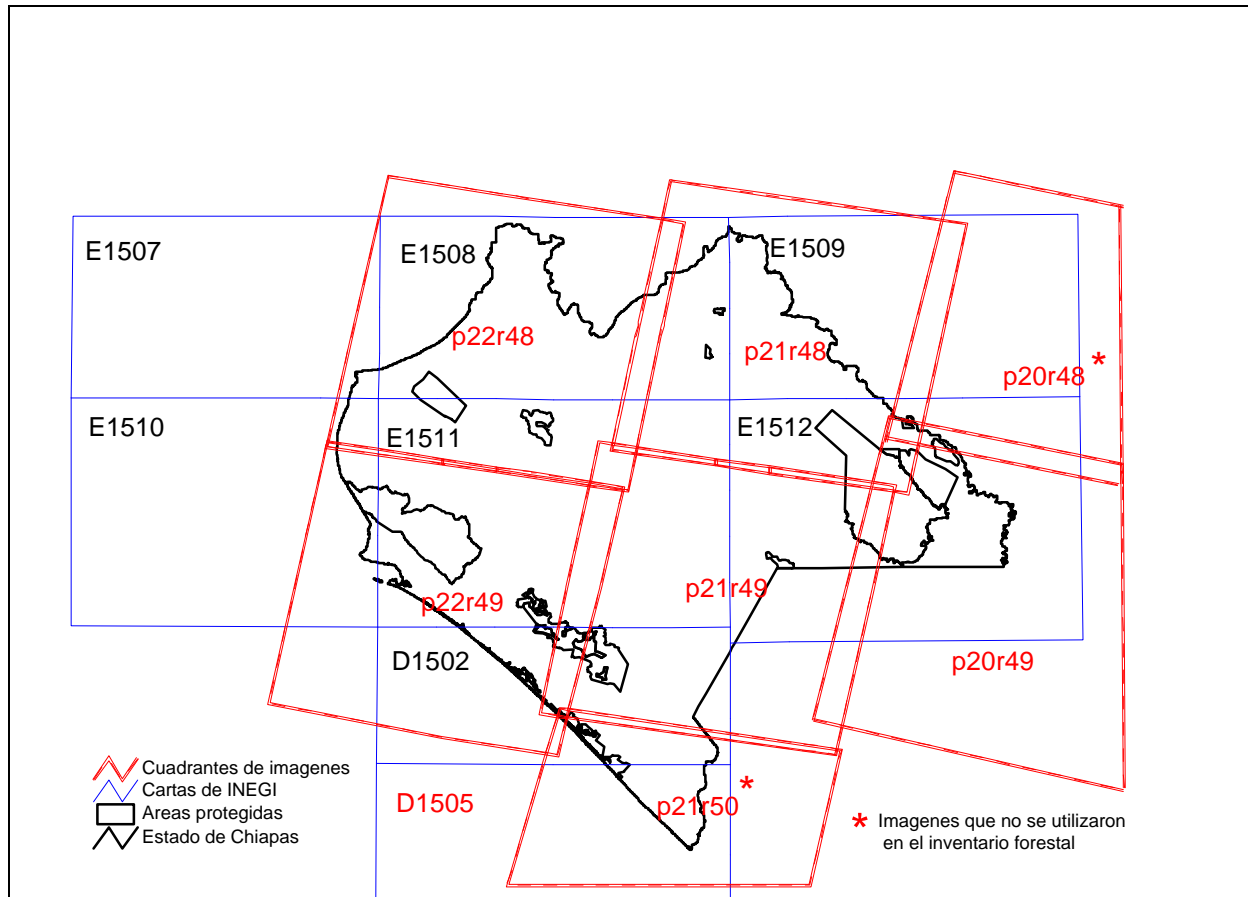
**Cuadro 9.-** Fechados de las fotografías aéreas utilizadas por el INEGI para la elaboración de las cartas de vegetación y uso del suelo en escala 1:250,000.

<b>Clave de la Carta</b>	<b>Fechas de vuelo en que se obtuvo la información.</b>
E15-07	Enero 1979 - Marzo 1980
E15-08	(Zona 29) Marzo 1973; (Zona 30 ) Febrero - Marzo 1972; (Zona 31) Febrero - Marzo 1972; (de la zona 32 a la 36) Enero-Marzo 1979
E15-09	(Zona 28) Diciembre 1978 - Abril 1981; (zona 29) Febrero 1972 - Marzo 1980
E15-10	Enero 1979 - Marzo 1980
E15-11	Marzo 1973; Marzo 1974; Marzo 1979
E15-12	Febrero, Abril 1972; Marzo 1974; Marzo 1980
D15-02	Marzo 1973; Marzo 1974, Enero y Febrero 1977; Febrero y Marzo 1980
D15-05	Marzo 1974



**Cuadro 10.-** Fechados de las imágenes de satélite LANDSAT-TM utilizadas por el Instituto de Geografía de la UNAM para la elaboración del Inventario Nacional Forestal 1994.

Cuadrante de la imagen	Fecha
Órbita 21 Línea 48	3 de Abril 1991
Órbita 22 Línea 48	19 de Noviembre 1988
Órbita 20 Línea 49	4 de Febrero 1993
Órbita 21 Línea 49	19 de Febrero 1990
Órbita 22 Línea 49	19 de Marzo 1992



**Figura 9.-** Ubicación de las ANP con respecto a los cuadrantes cartográficos del INEGI y a las imágenes LANDSAT utilizadas para el Inventario Nacional Forestal 1994..

### **I. Elaboración de cartografía.**

La cartografía de la vegetación y uso del suelo en los dos períodos de tiempo fue elaborada utilizando el paquete ArcView (ver 2.0) y un graficador de inyección de tinta *Calcomp TechJet Color 5336*. Las escalas de presentación de resultados varió

**Evaluación de la deforestación en las áreas naturales protegidas de Chiapas**

dependiendo de la extensión de cada área o áreas incluidas en el despliegue. Los colores asignados a las distintas categorías de vegetación fueron determinados con base al sistema estándar existente para ello. Se incluyó la información del interior de las poligonales así como de las áreas *buffer* a 5 y 10 Km. Adicionalmente se imprimieron cartas a nivel estatal con la ubicación de las ANP y otras correspondientes a las coberturas forestales remanentes dentro de las ANP.

## Resultados

### A. Transformación ambiental y deforestación en el Estado de Chiapas.

De acuerdo a la homologación en grandes categorías de tipos de vegetación y uso del suelo que se efectuó para poder comparar las dos fuentes en las que se basó esta evaluación, el cambio en las extensiones de los tipos de vegetación en el Estado de Chiapas muestra claramente el proceso de transformación ambiental que se ha dado en esta entidad (**Cuadros 11y 12; Figs. 10 a 13**).

**Cuadro 11.-** Cuantificación del cambio de cobertura para las tipos de vegetación en buen estado de conservación desde la década de los setentas al período 1988-1993 (Fuentes: Cartografía INEGI, 1984-1988; Inventario Forestal Nacional, 1994).

Categoría	Período años setentas		Período 1988-1993		Transformación *	
	Área (Ha)	% del estado	Área (Ha)	% del estado	Área transformada (Ha)	Tasa estimada de transformación anual (Ha)
Bosques templados	1,048,609	13.99	304,913	4.07	743,696	35,414
Bosques templados fragmentados o perturbados	341,389	4.56	884,626	11.81	-543,237	-25,868
Bosques mesófilos de montaña	405,583	5.41	346,230	4.62	59,353	2,826
Bosque mesófilo de montaña fragmentados o perturbados	262,530	3.50	109,655	1.46	152,876	7,280
Selvas	1,444,817	19.28	1,053,636	14.06	391,181	18,628
Selvas fragmentadas o perturbadas	1,440,586	19.23	708,317	9.45	732,268	34,870
Manglar	61,440	0.82	43,832	0.58	17,608	838
Otros tipos de vegetación	149,309	1.99	106,471	1.42	42,838	2,040
<b>Total</b>	<b>5,154,262</b>	<b>68.79</b>	<b>3,557,680</b>	<b>47.48</b>	<b>1,597,376</b>	<b>76,066</b>

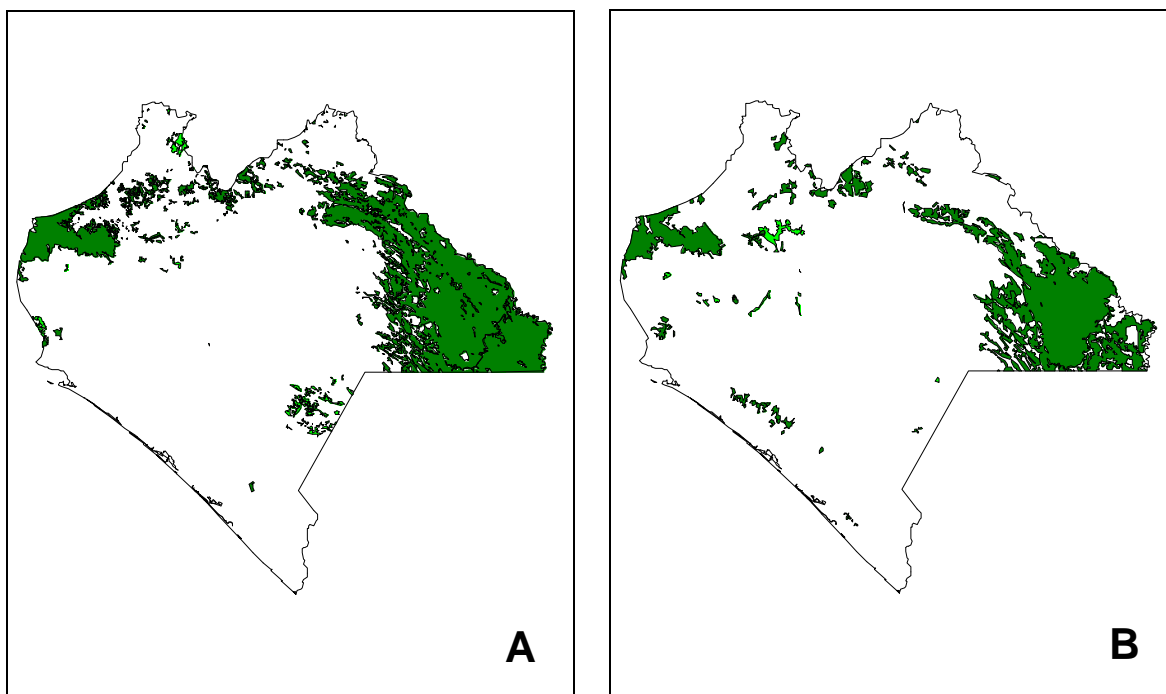
\* "Transformación" incluye deforestación, perturbación o fragmentación.





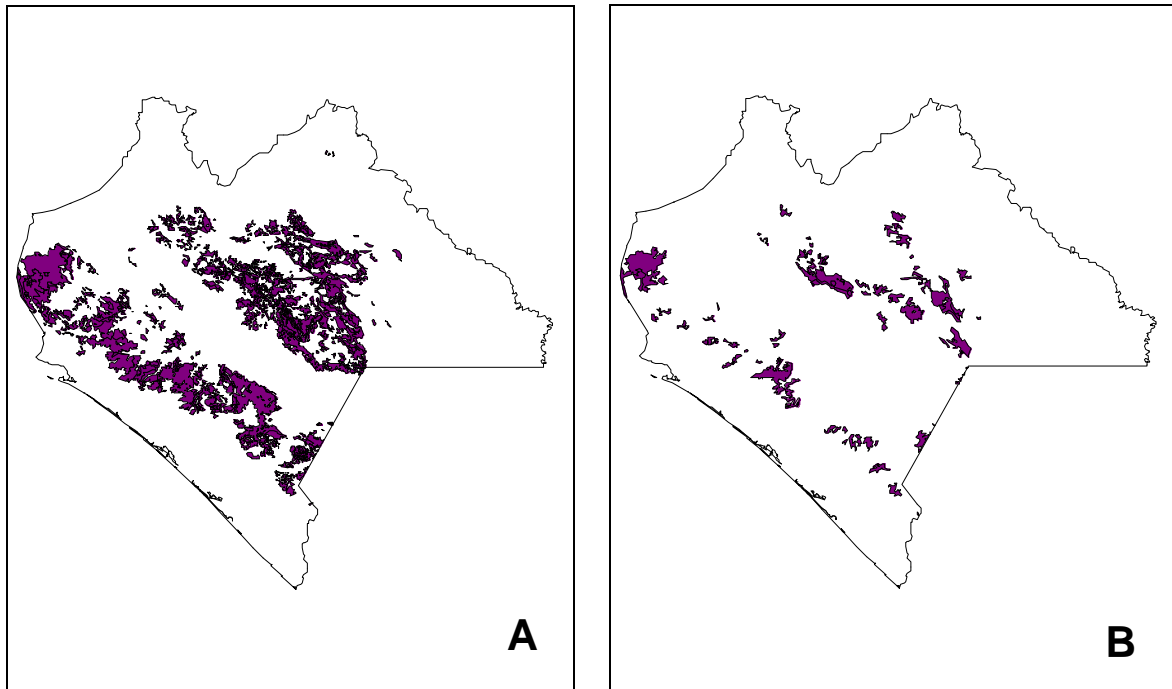
**Cuadro 12.-** Cuantificación de áreas arboladas\* para los dos períodos considerados y estimación de la tasa de deforestación por tipo de bosque. (\*= "arboladas" incluye tanto a aquellas en buen estado de conservación como áreas forestales perturbadas o fragmentadas).

Categoría	Período años setentas		Período 1988-93		Deforestación	
	Áreas arboladas (Ha)	% del estado	Áreas arboladas (Ha)	% del estado	Área perdida (Ha)	Tasa estimada de pérdida anual (Ha)
Bosques templados	1,390,202	18.55	1,189,539	15.87	200,663	9,555
Bosques mesófilos de montaña	668,113	8.92	455,885	6.08	212,228	10,106
Selvas	2,885,403	38.51	1,761,954	23.51	1,123,449	53,498
<b>Total</b>	<b>4,943,719</b>	<b>65.98</b>	<b>3,407,378</b>	<b>45.47</b>	<b>1,536,340</b>	<b>73,159</b>

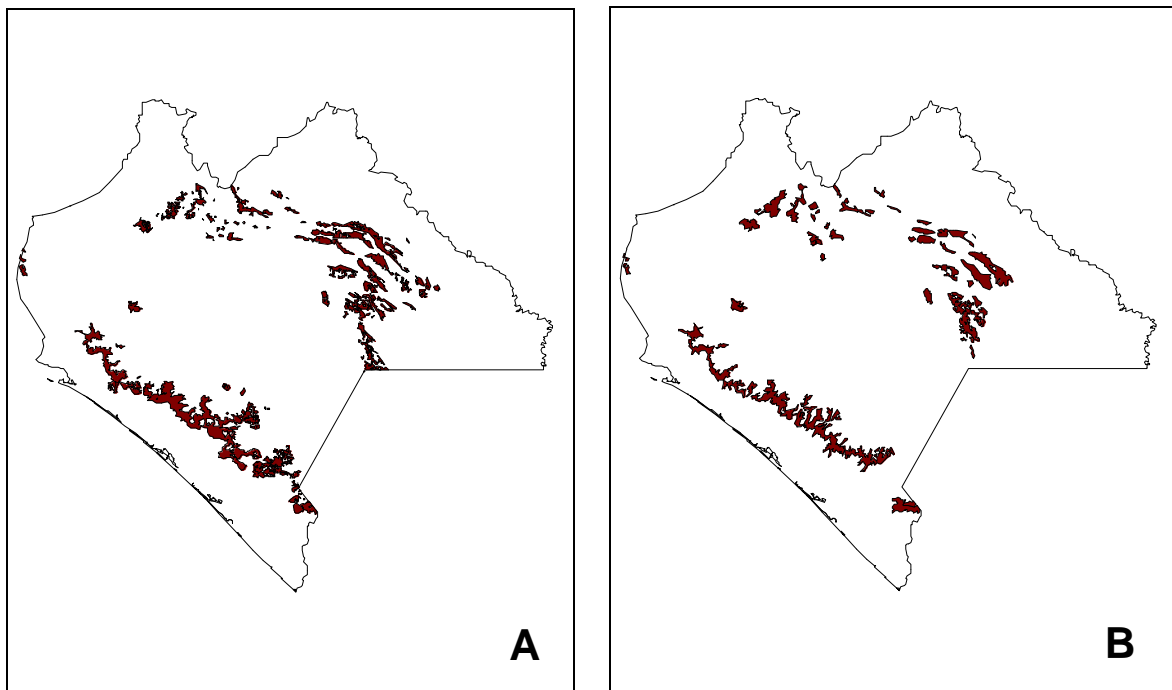


**Figura 10.-** Extensiones con selvas tropicales en la década de los setentas (A) y en el período 1988-1993 (B).

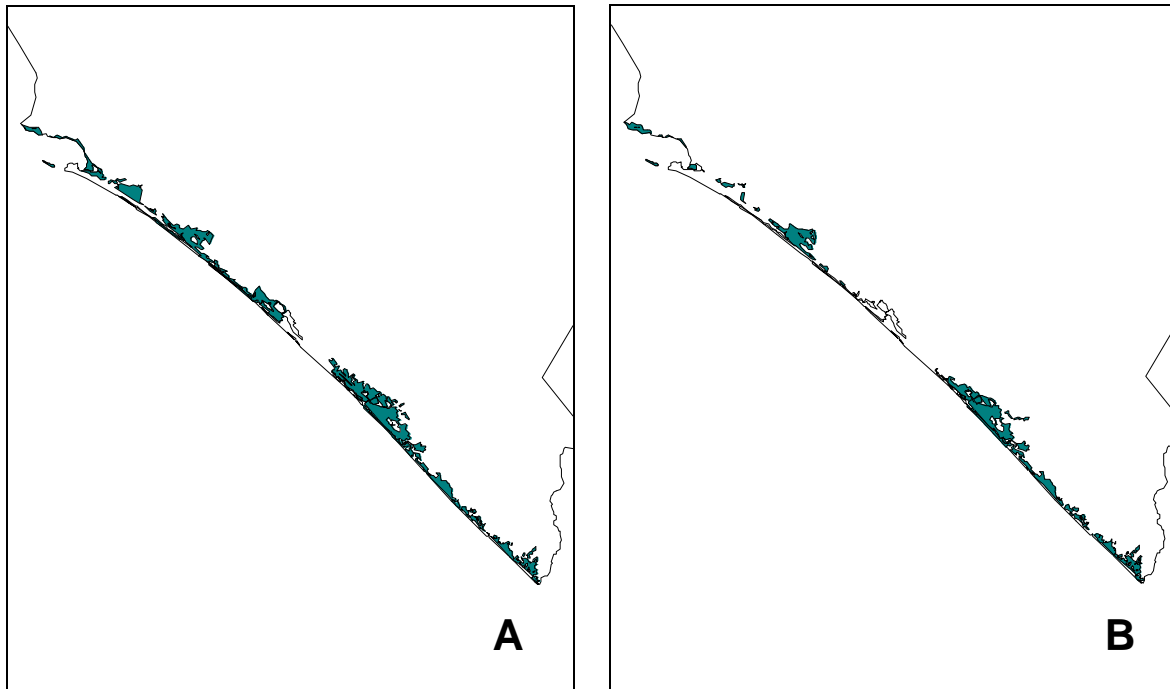
**Evaluación de la deforestación en las áreas naturales protegidas de Chiapas**



**Figura 11.-** Extensiones con bosques de coníferas y encinos en la década de los setentas (A) y en el período 1988-1993 (B).



**Figura 12.-** Extensiones con bosques mesófilos de montaña en la década de los setentas (A) y en el período 1988-1993 (B).



**Figura 13.-** Extensiones con manglares en la década de los setentas (A) y en el período 1988-1993 (B).

Las tasas estimadas de pérdida de la cobertura forestal entre 1970 y 1993 a nivel de todo el Estado de Chiapas, revelaron una tasa promedio de deforestación de cerca de 73,159 hectáreas al año. Esta cifra supera por mucho a la del cálculo efectuado previamente con base a los datos de las superficies forestales determinadas por los inventarios forestales publicados sobre el Estado por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH).

El proceso de deforestación y transformación de la vegetación natural en Chiapas ha conducido a una rápida fragmentación de las áreas silvestres, y en buena medida se relaciona a una intensa atomización y dispersión de asentamientos humanos en las áreas rurales.

### **B. Transformación ambiental y cambios de uso del suelo en las Áreas Naturales Protegidas.**

En conjunto, las 16 áreas protegidas establecidas en Chiapas y que fueron consideradas en el presente estudio, abarcan oficialmente una superficie de 836,306 hectáreas, es decir el 11.16 % de la superficie total estatal. Sin embargo y como se detalla más adelante, la mayoría de estas Reservas y Parques Nacionales están sujetas a un proceso gradual de transformación por el avance de la deforestación y la explotación de los recursos naturales que se busca conservar con su establecimiento.

### ***Evaluación de la deforestación en las áreas naturales protegidas de Chiapas***

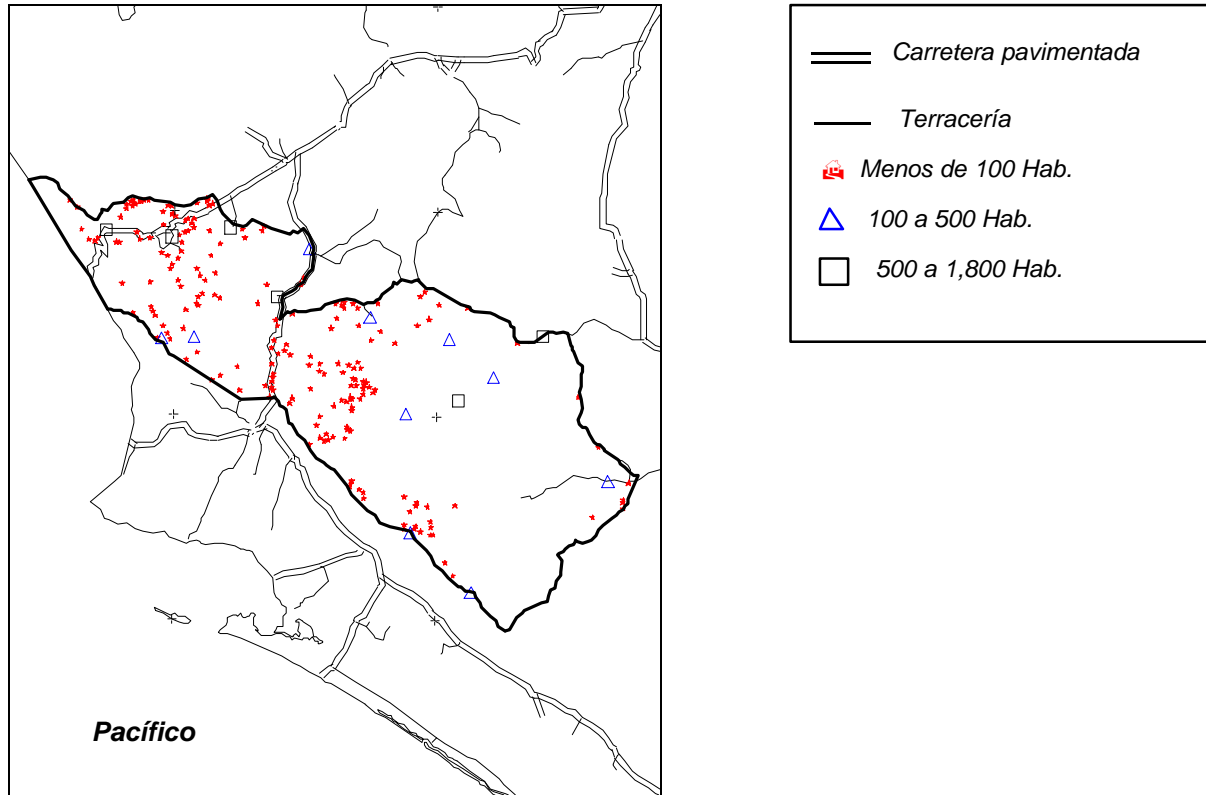
Para el total de la superficie estatal comprendida en los polígonos de las ANP y en sus áreas periféricas a 5 y 10 Km radiales, se ubican 3,425 asentamientos humanos que van desde parajes y rancherías de 1 o 2 viviendas hasta algunas de las principales ciudades de la entidad; para 1990, en estos asentamientos habitaba al menos un total de 767,707 pobladores. Dentro de las poligonales oficiales de las ANP, al menos existen en su conjunto 541 asentamientos humanos que para 1990 tenían un total de 31,315 habitantes (**Cuadro 13; Figs. 14 a 16**).



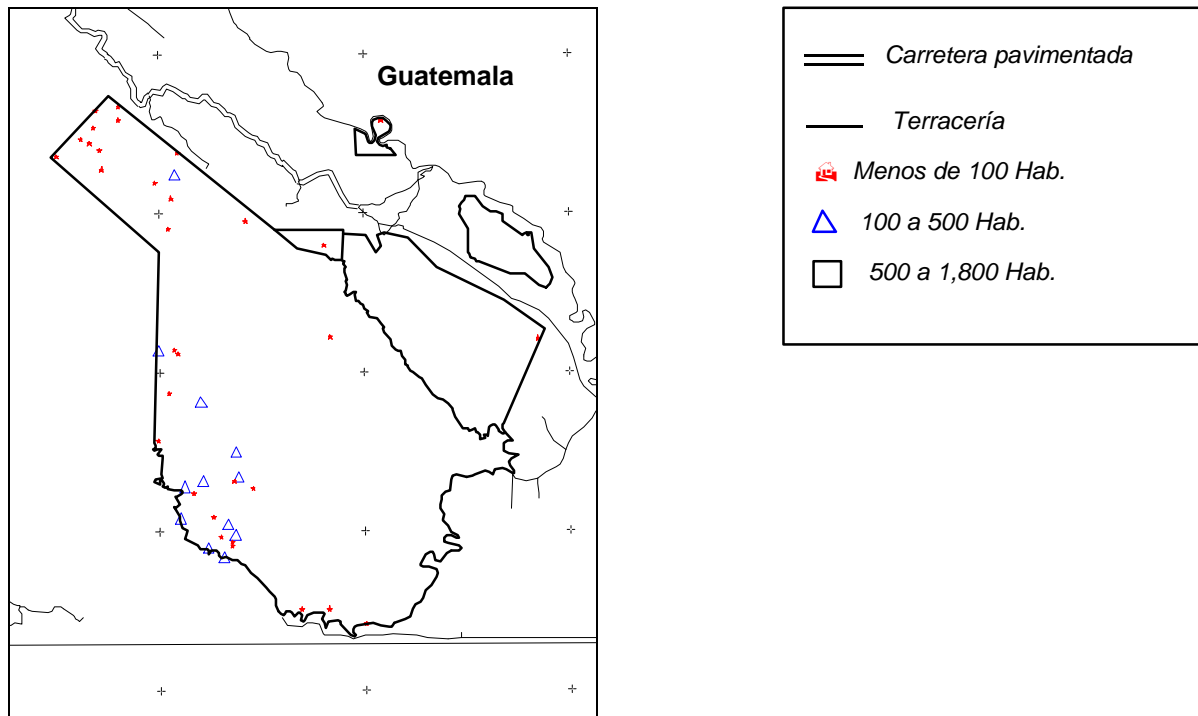
**Cuadro 13.-** Asentamientos humanos y población registrada para 1990 en las áreas naturales protegidas y sus periferias (Fuente: XI Censo General de Población y Vivienda Nota: Para las localidades con menos de 3 viviendas no se dispuso del número de habitantes).

Área o Buffer	Número de localidades	No. de habitantes para 1990
Agua Azul	9	955
Bonampak	1	4
Encrucijada	35	2,133
Huitepec	0	0
Lacantún	1	15
Laguna Bélgica	1	0
Montebello	5	929
Montes Azules	41	3,527
Ocote	33	2,166
Palenque	18	0
Sepultura	225	11,905
Sumidero	19	2,367
Triunfo	152	7,304
Yaxchilán	1	10
Zapotal	0	0
<b>SUBTOTAL</b>	<b>541</b>	<b>31,315</b>
Agua Azul, 5 Km	54	7,343
Encrucijada, 5 Km	156	4,936
Huitepec, 5 Km	26	89,156
Lacandona, 5 Km	71	12,088
Montebello, 5 Km	86	9,828
Ocote-Laguna Bélgica, 5 Km	75	6,813
Palenque, 5 Km	78	18,754
Sepultura, 5 Km	320	60,464
Sumidero-Zapotal, 5 Km	108	336,277
Triunfo, 5 Km	278	11,626
<b>SUBTOTAL</b>	<b>1,252</b>	<b>557,285</b>
Encrucijada, 10 Km	204	18,922
Huitepec, 10 Km	68	28,099
Lacandona, 10 Km	65	13,641
Montebello, 10 Km	54	8,869
Ocote-Laguna Bélgica, 10 Km	128	8,279
Palenque-Agua Azul, 10 Km	168	19,348
Sepultura, 10 Km	449	15,646
Sumidero-Zapotal, 10 Km	147	29,655
Triunfo, 10 Km	349	36,648
<b>SUBTOTAL</b>	<b>1,632</b>	<b>179,107</b>
<b>TOTAL</b>	<b>3,425</b>	<b>767,707</b>

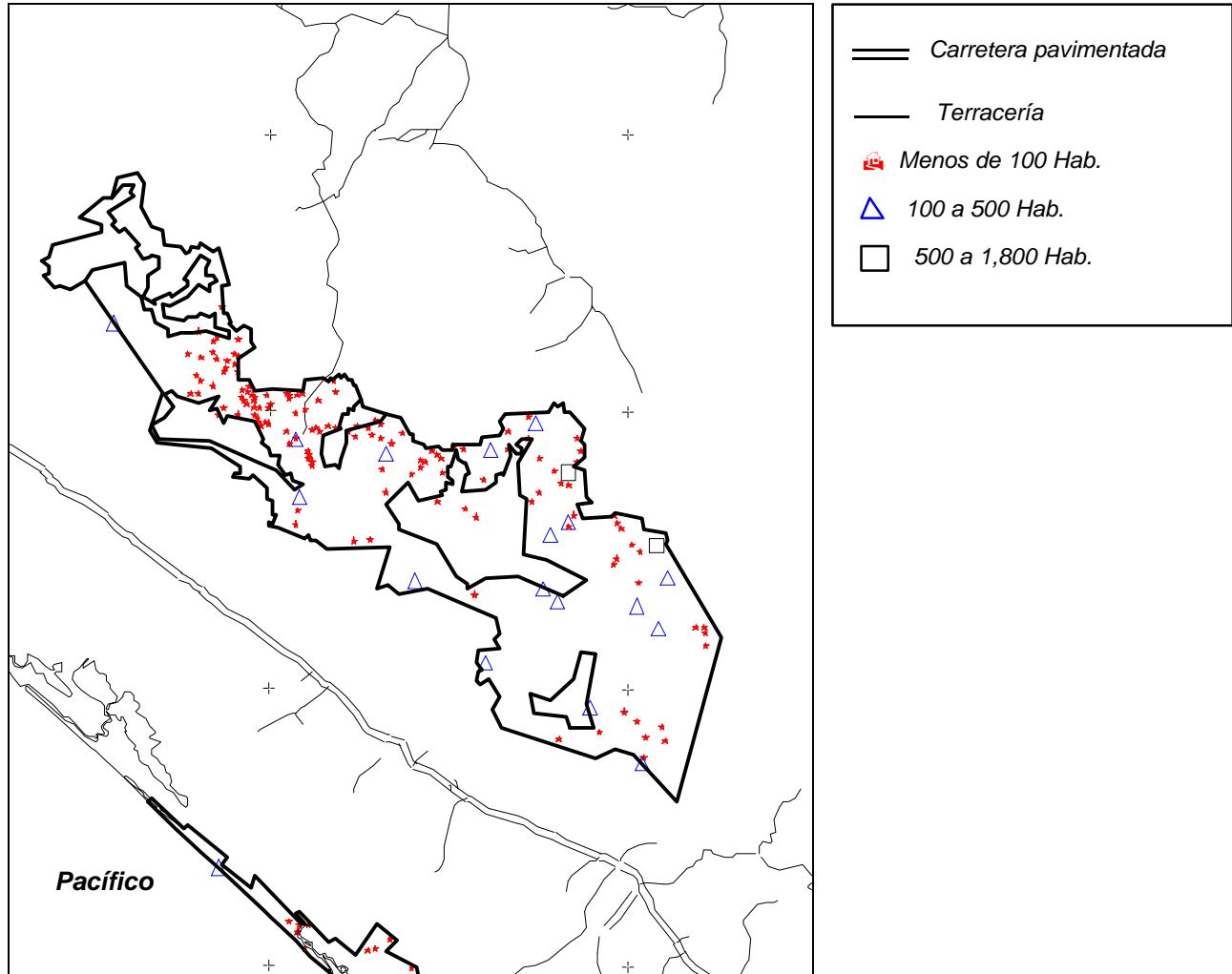
**Evaluación de la deforestación en las áreas naturales protegidas de Chiapas**



**Figura 14.-** Asentamientos humanos localizados dentro de la Poligonal de la Reserva La Sepultura.



**Figura 15.-** Asentamientos humanos localizados dentro de las poligonales de las ANP en la Selva Lacandona.



**Figura 16.-** Asentamientos humanos ubicados dentro de la poligonal de la Reserva de la Biósfera El Triunfo.

Con respecto al sistema de áreas naturales protegidas en su conjunto en este estudio, no se estimaron las tasas de deforestación promedio anual debido a que las fechas de establecimiento de las ANP varían de 1959 a 1993, siendo muchas posteriores al fechado de las fotografías aéreas en que se basan las cartas de vegetación y uso del suelo del INEGI. (**Cuadro 14 ; Fig. 17**).

**Evaluación de la deforestación en las áreas naturales protegidas de Chiapas**

**Cuadro 14.- Cronología del establecimiento oficial de las ANP en Chiapas.**

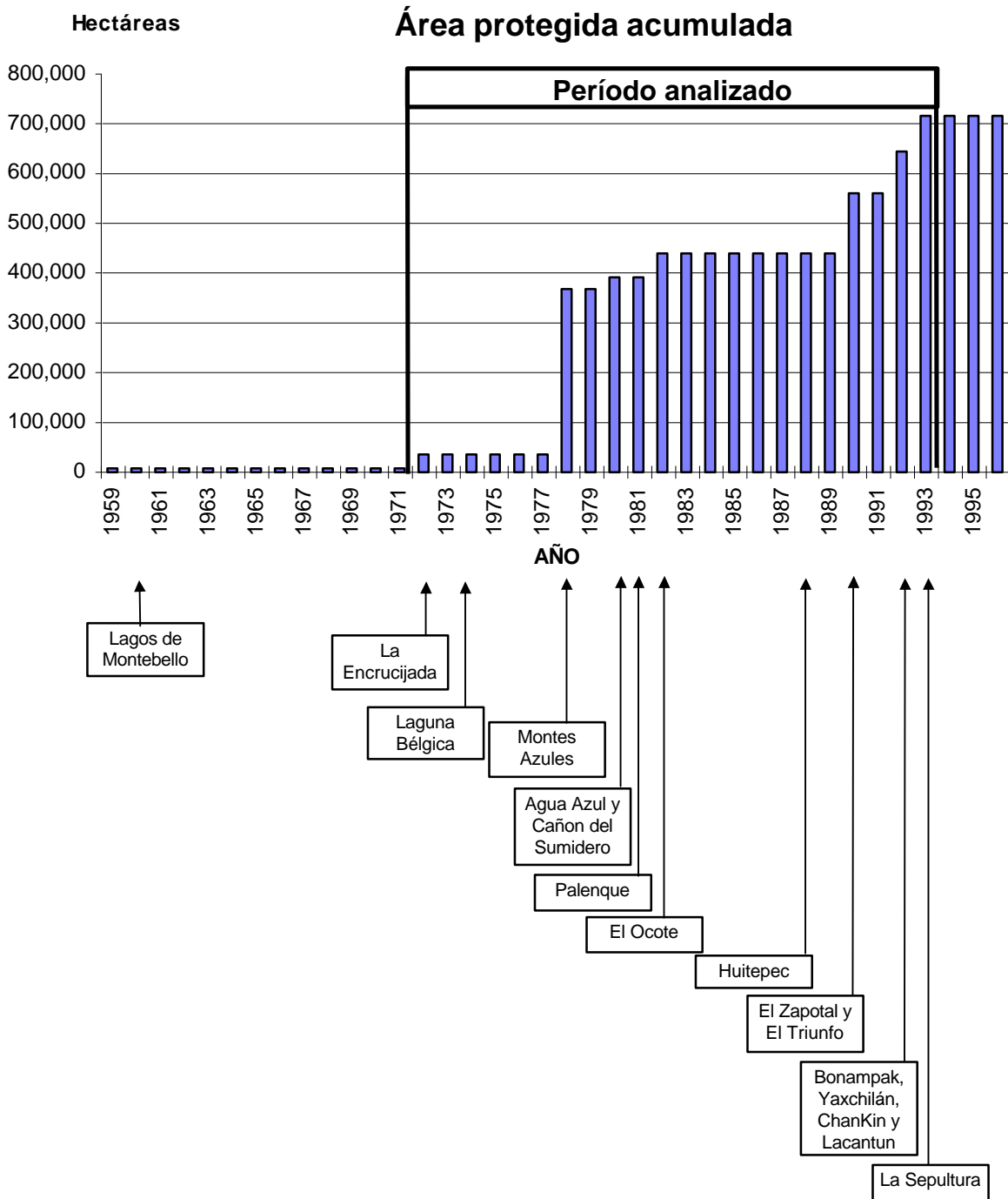
<b>Fecha</b>	<b>Área Natural Protegida</b>	<b>Extensión oficial</b>	<b>Municipios</b>	<b>Institución responsable</b>
16/12/59	Parque Nacional Lagos de Montebello	6,022	Independencia, Trinitaria	SEMARNAP
24/05/72	Reserva Ecológica La Encrucijada	30,000	Acapetahua	IHN, SEMARNAP
12/06/74	Parque educativo Laguna Bélgica	40	Ocozocoautla	IHN
12/01/78	Reserva de la Biósfera Montes Azules	331,200	Ocosingo,	SEMARNAP
29/04/80	Reserva especial de la Biosfera Cascadas de Agua Azul	2,580	Tumbalá, Chilón	SEMARNAP
8/12/80	Parque Nacional Cañón del Sumidero	21,789	Tuxtla Gutiérrez, San Fernando	SEMARNAP
20/07/81	Parque Nacional Palenque	1,771	Palenque	SEMARNAP, INAH
20/10/82	Zona de protección forestal y faunística El Ocote	48,140	Ocozocoautla	SEMARNAP
30/11/88	Reserva privada Huitepec	135	San Cristóbal de las Casas	PRONATURA
1/01/90	Reserva ecológica estatal El Zapotal	192	Tuxtla Gutiérrez	IHN, SEMARNAP
16/03/90	Reserva de la biosfera El Triunfo	119,595	Acacoyahua, Siltepec, Ángel Albino Corzo	SEMARNAP, IHN
19/08/92	Monumento Natural Bonampak	4,357	Ocosingo	SEMARNAP, INAH
19/08/92	Refugio de flora y fauna silvestres Chan-Kin	12,184	Ocosingo	SEMARNAP
19/08/92	Reserva de la biosfera Lacantún	61,873	Ocosingo	SEMARNAP
19/08/92	Monumento natural Yaxchilán	2,621	Ocosingo	SEMARNAP, INAH
1/04/93	Reserva de la biosfera La Sepultura	73,800	Cintalapa, Jiquipilas, Arriaga, Tonalá	IHN

**SEMARNAP:** Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca.

**IHN:** Instituto de Historia Natural del Gobierno del Estado de Chiapas.

**INAH:** Instituto Nacional de Antropología e Historia.





**Figura 17.-** Gráfica de la cronología del establecimiento de las ANP en Chiapas que se consideraron en el presente estudio.

**Evaluación de la deforestación en las áreas naturales protegidas de Chiapas**

Dentro de las poligonales de las ANP, los porcentajes ocupados por áreas transformadas y/o perturbadas (que incluyeron “selvas fragmentadas” y “bosques perturbados”) abarcaron en cinco de las 16 ANP consideradas en este estudio más del 50 % (**Cuadro 15**). No obstante, la transformación o perturbación de los tipos de vegetación natural en la franja periférica de 5 kilómetros radiales a las poligonales de las ANP en su conjunto fue de casi el doble que en su interior.

**Cuadro 15.-** Extensiones deforestadas o perturbadas en las áreas naturales protegidas y en sus periferias, según el Inventario Nacional Forestal 1994 (Instituto de Geografía-SARH, 1994).

Nombre del área natural protegida	Poligonal		Radio a 5 Km		Radio 5 a 10 Km	
	Área transformada o perturbada (Ha)	% del total	Área transformada o perturbada (Ha)	% del total	Área transformada o perturbada (Ha)	% del total
Montes Azules	31,534.00	9.75	-	-	-	-
Lacantún	1,220.21	1.91	-	-	-	-
Chan Kin	0	0	-	-	-	-
Bonampak	0	0	-	-	-	-
Yaxchilán	0	0	660	6.14	-	-
Lacandona	-	-	69,655	41.91	59,304.24	43.08
Ocote	9,660	20.60	-	-	-	-
Ocote-Laguna Bélgica	-	-	39,414	63.43	53,540	70.86
Palenque	1,042	57.41	14,248	82.78	-	-
Agua Azul	2,099	94.61	15,260	82.85	-	-
Palenque-Agua Azul	-	-	-	-	58,315	88.56
Cañón del Sumidero	18,357	88.64	-	-	-	-
Cañón del Sumidero-Zapotal	-	-	48,153	93.20	49,571	82.59
Lagos de Montebello	5,637	85.35	19,955	85.95	25,470	78.39
Sepultura	152,317	79.03	98,074	89.56	105,618	94.89
Triunfo	55,790	45.93	82,868	68.55	100,633	80.52
Encrucijada	5,064	15.19	30,372	56.86	48,747	89.02
<b>T O T A L</b>	<b>282,720</b>	<b>33.81</b>	<b>418,659</b>	<b>64.94</b>	<b>501,198</b>	<b>72.64</b>

**C. Análisis de la deforestación en las ANP de Chiapas y sus periferias.**

Para el caso de las ANP de pequeña extensión, como lo son la Reserva Privada Huitepec, la Reserva Estatal El Zapotal y el Parque Educativo Laguna Bélgica, la escala de las fuentes utilizadas (1:250,000) no resulta adecuada para la cuantificación de las áreas en cuanto a su vegetación o uso del suelo. Por ello, a continuación se desglosan los resultados obtenidos sólo para las ANP mayores a 1,000 Ha. “Áreas transformadas” incluye a aquellas que son determinadas por las fuentes como “perturbadas”, “fragmentadas”, “Vegetación secundaria arbórea o arbustiva”, “bosques abiertos”, “áreas agrícolas o urbanas” y “pastizales”.



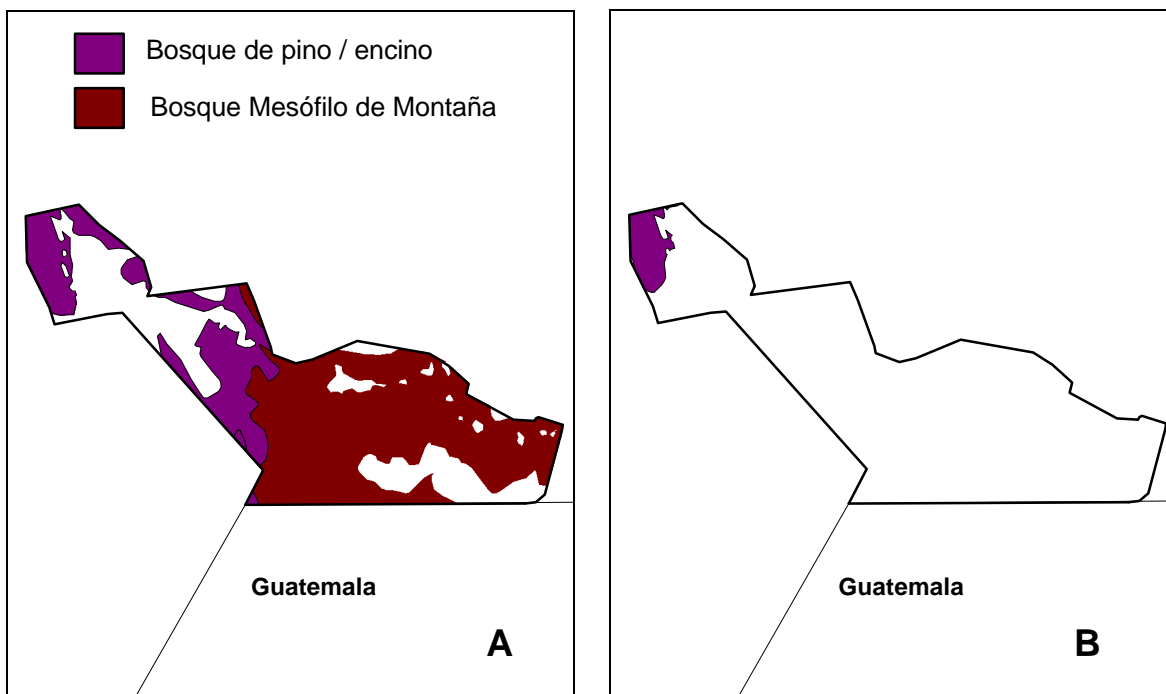
## 1. Parque Nacional Lagos de Montebello

Pese a que este Parque Nacional fue establecido desde 1959 y a su importancia como recurso turístico para la región, es sin duda el ANP que ha sido mayormente afectada en comparación con el resto de las consideradas. Según los datos del Inventario Nacional Forestal 1994, el 61.39 % del Parque presentaba Bosques mesófilos perturbados o fragmentados y un 10 % de bosques templados en igual situación, quedando tan solo 264 hectáreas en buen estado de conservación en un sentido estricto (**Cuadro 16; Fig. 18**).

**Cuadro 16.-** Cuantificación de la transformación en el Parque Nacional Lagos de Montebello.

### Lagos de Montebello

Categoría	Período años setentas (Ha)	% de la poligonal del ANP	Período 1988-93 (Ha)	% de la poligonal del ANP	Área transformada (Ha)	% de cambio
Áreas arboladas en buen estado de conservación	4,752	71.96	264	4.00	<b>4,488</b>	<b>67.97</b>
Áreas perturbadas y transformadas	1,148	17.39	5,637	85.35	-	-
Cuerpos de agua	703	10.65	703	10.65	-	-
<b>Total</b>	<b>6,604</b>	<b>100.00</b>	<b>6,604</b>	<b>100.00</b>	-	-



**Figura 18.-** Áreas en buen estado de conservación en el Parque Nacional Lagos de Montebello (A: década de los setentas; B: 1988-1993).

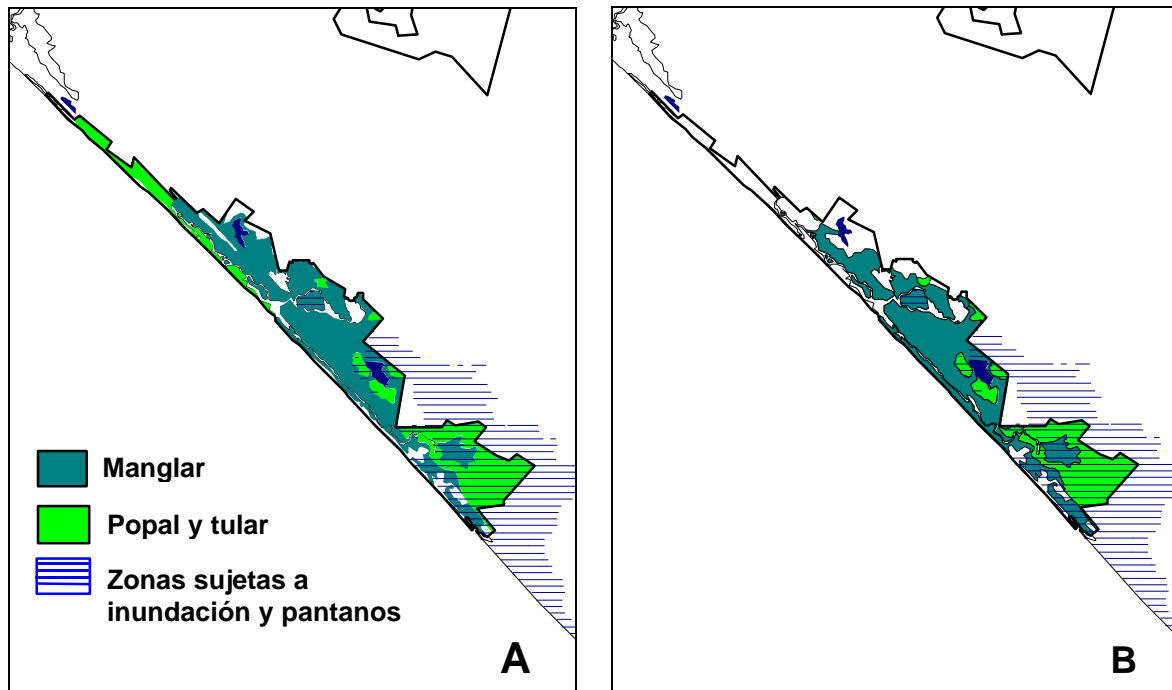
## 2. Reserva de la Biósfera La Encrucijada

Para 1994 más de un 70 % del total del área de la poligonal se reporta con manglar y otros tipos de vegetación hidrófila en buen estado de conservación, por lo que puede afirmarse que la transformación de la vegetación natural en La Encrucijada ha sido mucho menos severa que en el resto de las ANP de mayor dimensión (**Cuadro 17; Fig. 19**).

**Cuadro 17.-** Cuantificación de la transformación en la Reserva de la Biósfera La Encrucijada.

### Encrucijada

Categoría	Período años setentas (Ha)	% de la poligonal del ANP	Período 1988-93 (Ha)	% de la poligonal del ANP	Área transformada (Ha)	% de cambio
Áreas perturbadas y transformadas	2,742	8.22	5,064	15.19	-	-
Manglar	18,773	56.29	16,246	48.72	<b>2,527</b>	<b>7.57</b>
Otros tipos de vegetación hidrófila	11,110	33.31	8,370	25.10	<b>2,740</b>	<b>8.21</b>
Cuerpos de agua	725	2.17	725	2.17	-	-
Indeterminado	-	-	2,941	8.82	-	-
<b>Total</b>	<b>33,350</b>	<b>100.00</b>	<b>33,345</b>	<b>100.00</b>	-	-



**Figura 19.-** Áreas en buen estado de conservación en la Reserva de la Biósfera La Encrucijada (A: década de los setentas; B: 1988-1993).



Muy posiblemente, la presencia de extensas zonas sujetas a inundación y cubiertas por pantanos en el sector sur han contribuido a proteger buena parte de las superficies de la Reserva.

### 3. *Áreas Naturales Protegidas en la Selva Lacandona*

***Reserva de la Biósfera Montes Azules, Reserva de la Biósfera Lacantún, Monumentos Naturales Bonampak y Yaxchilán, Refugio de Flora y Fauna Silvestres Chan Kin***

El avance de la frontera agrícola-ganadera sobre la Reserva Montes Azules se ha dado principalmente en dos sectores: en la zona de la Laguna Miramar con avance de Las Cañadas hacia el este y sureste de la poligonal, y en la sección de los Lagos Ocotol y Suspiro en el norte de la Reserva.

El resto de las ANP establecidas en la región Lacandona (Yaxchilán, Bonampak, Lacantún y Chan Kin) se encuentran hasta el momento en un buen grado de conservación en lo que a cobertura forestal se refiere. No obstante, su posibilidad de mantenerse así en los próximos años dependerá en gran medida de que los esfuerzos hacia un desarrollo sustentable de los poblados cercanos sean eficientes en el corto plazo. De otra manera, sus superficies podrían comenzar a disminuir por avance de la agricultura de roza-tumba-quema y el establecimiento de potreros para la ganadería. En comparación con las demás, las extensas áreas sujetas a inundación en el Refugio de Flora y Fauna Chan Kin probablemente le confieren un “protección natural” a la transformación en el corto plazo por no ser viables para los actuales sistemas de producción local (**Cuadros 18 a 22; Fig. 20**).

**Cuadro 18.-** Cuantificación de la transformación en la Reserva de la Biósfera Montes Azules.

**Montes Azules**

<b>Categoría</b>	<b>Período años setentas (Ha)</b>	<b>% de la poligonal del ANP</b>	<b>Período 1988-93 (Ha)</b>	<b>% de la poligonal del ANP</b>	<b>Área transformada (Ha)</b>	<b>% de cambio</b>
Áreas arboladas en buen estado de conservación	300,845	93.03	288,391.00	89.18	<b>12,454</b>	<b>3.85</b>
Áreas perturbadas y transformadas	18,125.00	5.60	31,534.00	9.75	-	-
Otros tipos de vegetación hidrófila	1,062.00	0.33	106.00	0.03	<b>955</b>	<b>0.30</b>
Cuerpos de agua	3,366.00	1.04	3,366	1.04	-	-
<b>Total</b>	<b>323,397.00</b>	<b>100.00</b>	<b>323,397</b>	<b>100.00</b>	-	-

**Evaluación de la deforestación en las áreas naturales protegidas de Chiapas**

**Cuadro 19.-** Cuantificación de la transformación en la Reserva de la Biósfera Lacantún.

**Lacantún**

<b>Categoría</b>	<b>Período años setentas (Ha)</b>	<b>% de la poligonal del ANP</b>	<b>Período 1988-93 (Ha)</b>	<b>% de la poligonal del ANP</b>	<b>Área transformada (Ha)</b>	<b>% de cambio</b>
Áreas arboladas en buen estado de conservación	62,643.00	98.14	62,336	97.66	<b>307</b>	<b>0.48</b>
Áreas perturbadas y transformadas	672.00	1.05	1,220.21	1.91	-	-
Otros tipos de vegetación hidrófila	514.00	0.81	273	0.43	<b>241</b>	<b>0.38</b>
<b>Total</b>	<b>63,829.00</b>	<b>100.00</b>	<b>63,829</b>	<b>100</b>	-	-

**Cuadro 20.-** Cuantificación de la transformación en el Refugio de Flora y Fauna Chan Kin.

**Chan Kin**

<b>Categoría</b>	<b>Período años setentas (Ha)</b>	<b>% de la poligonal del ANP</b>	<b>Período 1988-93 (Ha)</b>	<b>% de la poligonal del ANP</b>	<b>Área transformada (Ha)</b>	<b>% de cambio</b>
Áreas arboladas en buen estado de conservación	11,959	99.42	12,030	100.00	-	-
Otros tipos de vegetación hidrófila	70	0.58	-	-	<b>70</b>	<b>100</b>
<b>Total</b>	<b>12,030</b>	<b>100.00</b>	<b>12,030</b>	<b>100.00</b>	-	-

**Cuadro 21.-** Cuantificación de la transformación en el Monumento Natural Bonampak.

**Bonampak**

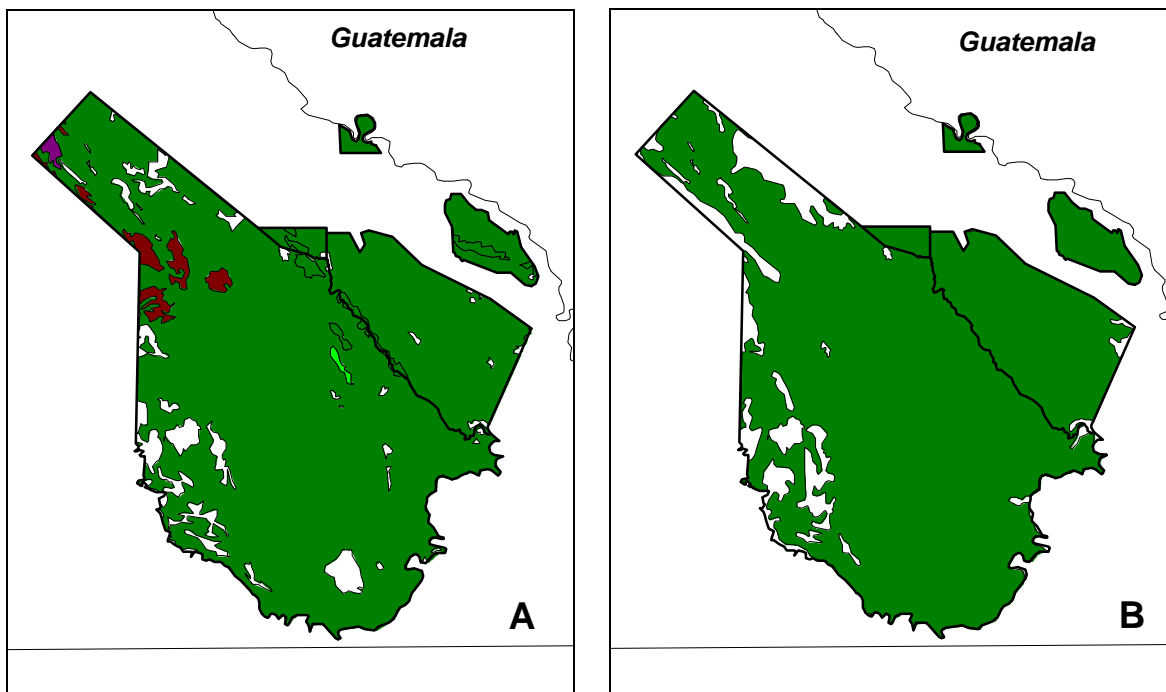
<b>Categoría</b>	<b>Período años setentas (Ha)</b>	<b>% de la poligonal del ANP</b>	<b>Período 1988-93 (Ha)</b>	<b>% de la poligonal del ANP</b>	<b>Área transformada (Ha)</b>	<b>% de cambio</b>
Áreas arboladas en buen estado de conservación	3,936	97.44	4,040	100.00	-	-
Áreas perturbadas y transformadas	100	2.48	-	-	<b>100</b>	<b>2.48</b>
Otros tipos de vegetación hidrófila	3	0.08	-	-	<b>3</b>	<b>0.08</b>
<b>Total</b>	<b>4,040</b>	<b>100.00</b>	<b>4,040</b>	<b>100</b>	-	-



**Cuadro 22.-** Cuantificación de la transformación en el Monumento Natural Yaxchilán.

**Yaxchilán**

Categoría	Período años setentas (Ha)	% de la poligonal del ANP	Período 1988-93 (Ha)	% de la poligonal del ANP	Área transformada (Ha)	% de cambio
Áreas arboladas en buen estado de conservación	2,516	100.00	2,478	98.47	39	1.53
Indeterminado	-	-	39	1.53	-	-
<b>Total</b>	<b>2,516</b>	<b>100.00</b>	<b>2,516</b>	<b>100.00</b>	-	-



**Figura 20.-** Áreas en buen estado de conservación en las ANP de la Selva Lacandona (A: década de los setentas; B: 1988-1993).

**4. Reserva Especial de la Biósfera Cascadas de Agua Azul**

La Reserva Cascadas de Agua Azul, que en el pasado formó parte de la Selva Lacandona, abarca un fragmento de Selvas altas y medianas que desde antes de la década de los setentas estaba ya considerablemente reducido (**Cuadro 23**). La definición de su poligonal probablemente obedeció en buena medida a intentar conservar el valor paisajístico de las cascadas y no tanto de las áreas forestadas remanentes.

**Evaluación de la deforestación en las áreas naturales protegidas de Chiapas**

**Cuadro 23.-** Cuantificación de la transformación en la Reserva Especial de la Biósfera Cascadas de Agua Azul.

**Agua Azul**

<b>Categoría</b>	<b>Período años setentas (Ha)</b>	<b>% de la poligonal del ANP</b>	<b>Período 1988-93 (Ha)</b>	<b>% de la poligonal del ANP</b>	<b>Área transformada (Ha)</b>	<b>% de cambio</b>
Áreas arboladas en buen estado de conservación	61	2.76	120	5.39	-	-
Áreas perturbadas y transformadas	2,157	97.24	2,099	94.61	<b>58</b>	<b>2.63</b>
<b>Total</b>	<b>2,218</b>	<b>100.00</b>	<b>2,218</b>	<b>100.00</b>	-	-

**5. Parque Nacional Cañón del Sumidero**

---

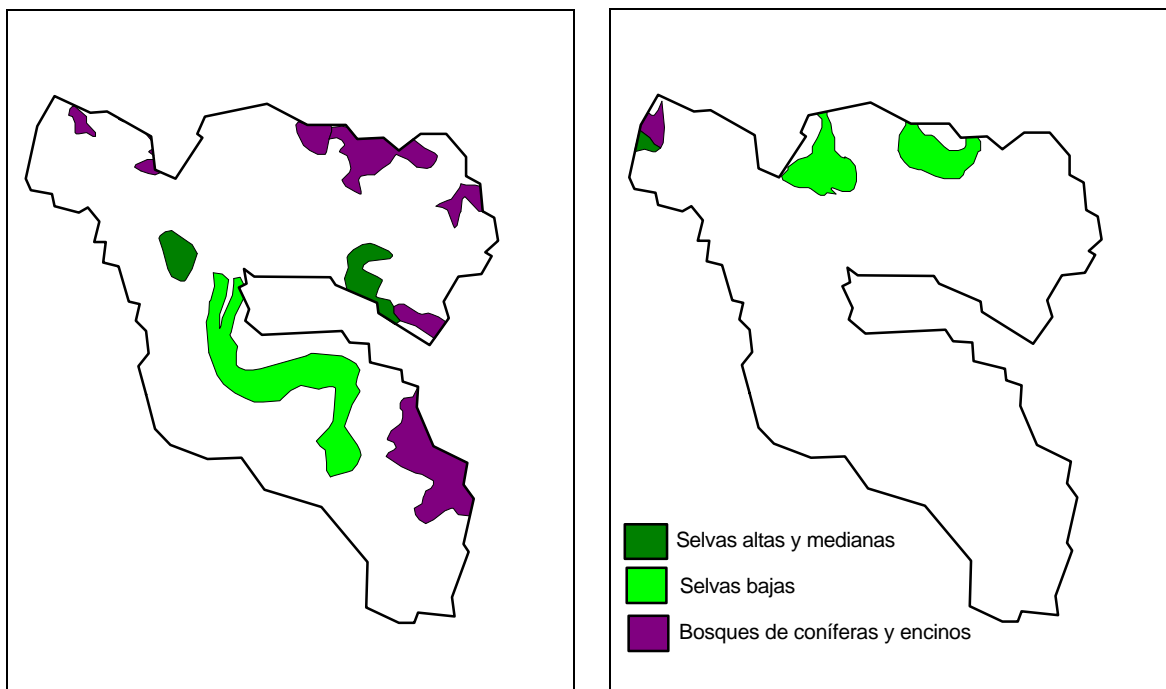
Si bien se pueden inferir inconsistencias en la determinación de tipos de vegetación entre las fuentes consideradas para cada fecha, resulta evidente que la mayor parte de las superficies abarcadas por la poligonal de este Parque Nacional están dominadas por vegetación transformada y perturbada (**Cuadro 24; Fig. 21**). No obstante, se mantienen importantes extensiones de selvas bajas remanentes del valle central de Chiapas por lo que su valor resulta evidente.

**Cuadro 24.-** Cuantificación de la transformación en el Parque Nacional Cañón del Sumidero.

**Cañón del Sumidero**

<b>Categoría</b>	<b>Período años setentas (Ha)</b>	<b>% de la poligonal del ANP</b>	<b>Período 1988-93 (Ha)</b>	<b>% de la poligonal del ANP</b>	<b>Área transformada (Ha)</b>	<b>% de cambio</b>
Áreas arboladas en buen estado de conservación	3,818	17.72	1,107	5.35	<b>2,711</b>	<b>12.37</b>
Áreas perturbadas y transformadas	16,554	76.83	18,357	88.64	-	-
Cuerpos de agua	1,175	5.45	1,245	6.01	-	-
<b>Total</b>	<b>21,547</b>	<b>100.00</b>	<b>20,709</b>	<b>100.00</b>	-	-





**Figura 21.-** Áreas en buen estado de conservación en el Parque Nacional Cañón del Sumidero (A: década de los setentas; B: 1988-1993).

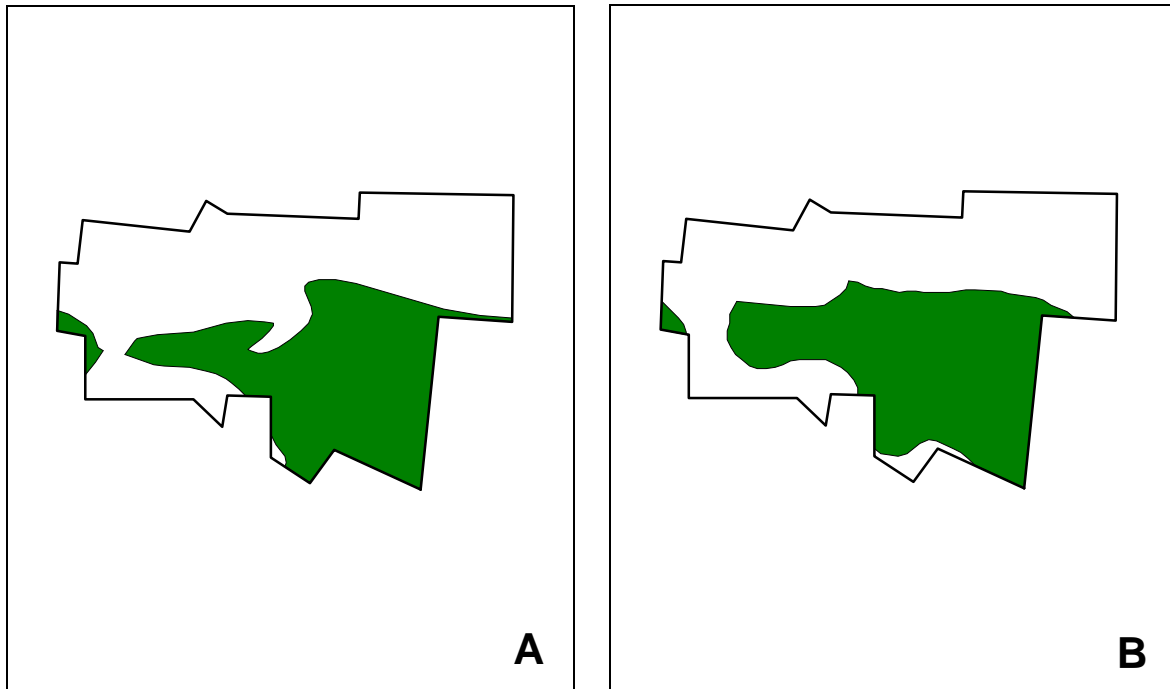
## 6. Parque Nacional Palenque

Más de la mitad del área cubierta por la poligonal del Parque Nacional Palenque comprende áreas transformadas o con algún grado de perturbación (**Cuadro 25; Fig. 22**). No obstante, el porcentaje de cambio durante las fechas comparadas resulta relativamente bajo comparado con el de otras ANP.

**Cuadro 25.-** Cuantificación de la transformación en el Parque Nacional Palenque.

### Palenque

Categoría	Período años setentas (Ha)	% de la poligonal del ANP	Período 1988-93 (Ha)	% de la poligonal del ANP	Área transformada (Ha)	% de cambio
Áreas arboladas en buen estado de conservación	709	39.05	773	42.59	-	-
Áreas perturbadas y transformadas	1,106	60.95	1,042	57.41	64	3.54
<b>Total</b>	<b>1,815</b>	<b>100.00</b>	<b>1,815</b>	<b>100.00</b>	-	-



**Figura 22.-** Áreas en buen estado de conservación en el Parque Nacional Palenque (A: década de los setentas; B: 1988-1993).

## **7. Reserva El Ocote**

---

La distribución de las áreas deforestadas en la Reserva El Ocote, concuerda tanto con el arreglo de las superficies con topografía menos quebrada como con la tenencia de la tierra, tal y como se comenta más adelante. La influencia de las múltiples vías de comunicación que se originaron al inundarse el embalse de la presa de Malpaso, y la disposición de las terracerías existentes también se reflejan en la ubicación de las áreas habitadas y deforestadas por la apertura de áreas destinadas a la producción primaria. La deforestación ha ocurrido de manera preponderante en el sector norte y más parcialmente en el sur (**Cuadro 26; Fig. 23**).



**Cuadro 26.-** Cuantificación de la transformación en la Reserva El Ocote.

**Ocote**

Categoría	Período años setentas (Ha)	% de la poligonal del ANP	Período 1988-93 (Ha)	% de la poligonal del ANP	Área transformada (Ha)	% de cambio
Áreas arboladas en buen estado de conservación	40,979	87.37	37,198	79.31	3,781	8.06
Áreas perturbadas y transformadas	5,879	12.53	9,660	20.60	-	-
Cuerpos de agua	44	0.09	44	0.09	-	-
<b>Total</b>	<b>46,903</b>	<b>100.00</b>	<b>46,902</b>	<b>100.00</b>	-	-



**Figura 23.-** Áreas de selvas en la Reserva El Ocote para la década de los setentas (A) y el período 1988-1993 (B).

**8. Reserva de la Biósfera El Triunfo**

Los resultados obtenidos revelan claramente que los patrones de deforestación en esta área han ocurrido de las partes bajas hacia las altas y que los remanentes de vegetación en buen estado de conservación se van restringiendo a los parteaguas de las montañas. Si bien se encontraron diferencias en la determinación de áreas arboladas como “Selvas altas y medianas” o como “Bosques Mesófilos de Montaña”,

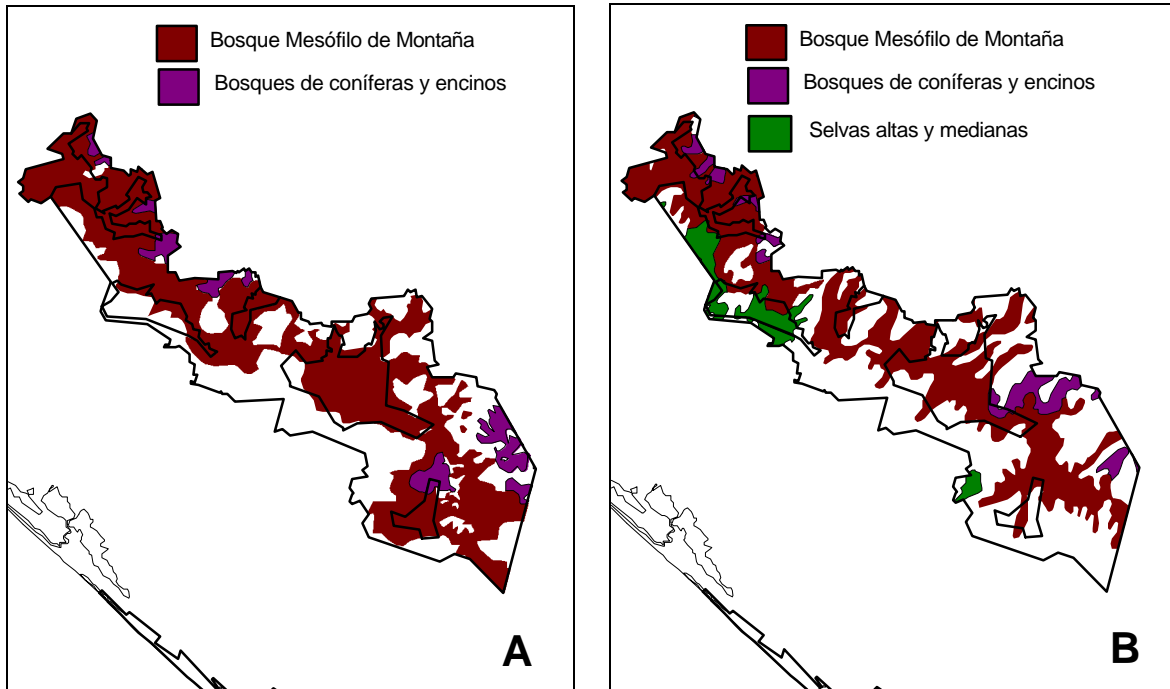
**Evaluación de la deforestación en las áreas naturales protegidas de Chiapas**

durante el período comprendido se afectó a casi un 9 % del total de la Reserva que aún mantenía áreas en buen estado de conservación. Aunque esta tasa de transformación es proporcionalmente alta, El Triunfo aún mantiene por lo menos más de 65,000 hectáreas de bosques y selvas (**Cuadro 27; Fig. 24**). Las más de 53,000 Ha de Bosque Mesófilo de Montaña que conservaba para 1992 significa una superficie que a nivel nacional es sin duda de enorme importancia para este tipo de vegetación.

**Cuadro 27.-** Cuantificación de la transformación en la Reserva de la Biósfera El Triunfo.

**Triunfo**

Categoría	Período años setentas (Ha)	% de la poligonal del ANP	Período 1988-93 (Ha)	% de la poligonal del ANP	Área transformada (Ha)	% de cambio
Áreas arboladas en buen estado de conservación	75,571	62.22	65,097	53.59	10,474	8.62
Áreas perturbadas y transformadas	45,895	37.78	55,790	45.93	-	-
Indeterminado	-	-	578	0.48	-	-
<b>Total</b>	<b>121,466</b>	<b>100.00</b>	<b>121,466</b>	<b>100.00</b>	-	-



**Figura 24.-** Áreas de selvas y bosques en la Reserva de la Biósfera El Triunfo para la década de los setentas (A) y el período 1988-1993 (B).



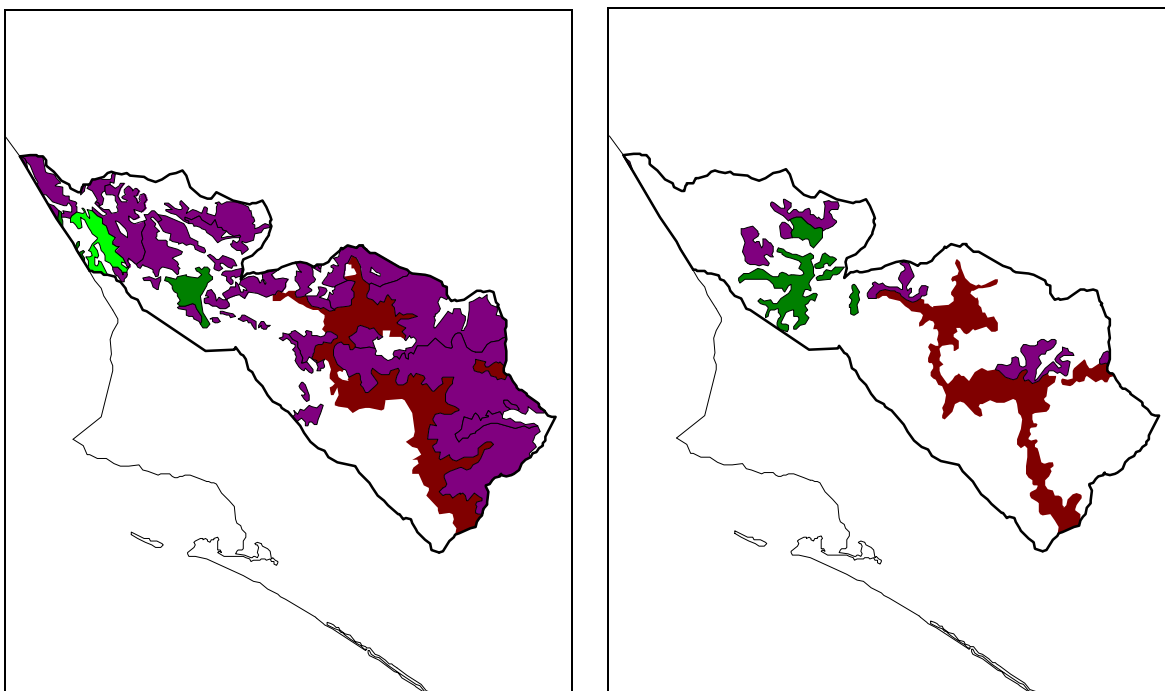
## 9. Reserva de la Biósfera La Sepultura

La reserva de la Biósfera La Sepultura fue establecida como ANP luego de que la deforestación avanzó alarmantemente sobre las superficies que abarca. La eliminación y transformación de la vegetación natural en esta zona ha ocurrido durante el período considerado de las partes bajas hacia las altas (**Cuadro 28; Fig. 25**).

**Cuadro 28.-** Cuantificación de la transformación en la Reserva de la Biósfera La Sepultura.

### Sepultura

Categoría	Período años setentas (Ha)	% de la poligonal del ANP	Período 1988-93 (Ha)	% de la poligonal del ANP	Área transformada (Ha)	% de cambio
Áreas arboladas en buen estado de conservación	113,529	58.90	40,417	20.97	73,112	37.93
Áreas perturbadas y transformadas	79,205	41.10	152,317	79.03	-	-
<b>Total</b>	<b>192,734</b>	<b>100.00</b>	<b>192,734</b>	<b>100.00</b>	-	-



**Figura 25.-** Áreas en buen estado de conservación en la Reserva de la Biósfera La Sepultura (A: década de los setentas; B: 1988-1993).

**D. Situación actual del sistema de áreas naturales protegidas**

Las tasas anuales más elevadas de transformación de la vegetación natural dentro de las poligonales de las ANP y calculadas con respecto al período abarcado por las fuentes utilizadas, se presentaron principalmente en lo que ahora abarca la recientemente establecida Reserva de la Biósfera La Sepultura (3,848 Ha/Año), en Montes Azules (593 Ha/Año) y en El Triunfo (551 Ha/Año) (**Cuadros 29 a 31**).

**Cuadro 29.-** Estimación de tasas de transformación anual para los tipos de vegetación en buen estado de conservación dentro de las ANP consideradas en el estudio.

Área natural protegida	Período años setentas		Período 1988-93		Cambio absoluto		Cambio anual promedio	
	Áreas en buen estado de conservación (Ha)	% del ANP	Áreas en buen estado de conservación (Ha)	% del ANP	Área transformada (Ha)	% del ANP	Tasa estimada de transformación anual (Ha)	% del ANP
Bonampak	3,936	97.43	4,040	100.00	-104	-2.57	-5	-0.12
Cañón del Sumidero	3,818	17.72	1,107	5.14	2,711	12.58	181	0.84
Cascadas de Agua Azul	61	2.75	120	5.41	-59	-2.66	-3	-0.14
Chan Kin	11,959	99.41	12,030	100.00	-71	-0.59	-3	-0.02
El Ocote	40,979	87.37	37,198	79.31	3,781	8.06	252	0.54
El Triunfo	75,571	62.22	65,097	53.59	10,474	8.62	551	0.45
Encrucijada *	18,773	56.29	16,246	48.71	2,527	7.58	149	0.45
La Sepultura	113,529	58.90	40,417	20.97	73,112	37.93	3,848	2.00
Lacantún	62,643.00	98.14	62,336	97.66	307	0.48	15	0.02
Lagos de Montebello	4,752	71.96	264	4.00	4,488	67.96	249	3.77
Montes Azules	300,845	93.03	288,391.00	89.18	12,454	3.85	593	0.18
Palenque	709	39.06	773	42.59	-64	-3.53	-3	-0.17
Yaxchilán	2,516	100.00	2,478	98.49	38	1.51	2	0.08

**Cuadro 30.-** Áreas de vegetación natural calificadas como “perturbadas” o “fragmentadas” dentro de las poligonales de las ANP.

BOSQUE FRAGMENTADO	Período años setentas		Período 1988-93		Cambio	
	Área (Ha)	% del ANP	Área (Ha)	% del ANP	Área de Cambio (Ha)	% del ANP
<b>BOSQUES TEMPLADOS FRAGMENTADOS O PERTURBADOS</b>						
Cañón del Sumidero	2,847	13.21	2,260	10.49	-587	-2.72
El Triunfo	1,966	1.62	23,515	19.36	21,549	17.74
La Sepultura	2,093	1.09	42,243	21.92	40,150	20.83
Lagos de Montebello	-	-	671	10.16	671	10.16
<b>Total</b>	<b>6,906</b>	<b>15.92</b>	<b>68,689</b>	<b>61.92</b>	<b>61,783</b>	<b>18.05</b>
<b>BOSQUES MESÓFILOS DE MONTAÑA FRAGMENTADOS O PERTURBADOS</b>						
El Triunfo	12,168	10.02	5,084	4.19	-7,084	-5.83
La Sepultura	-	-	4,214	2.19	4,214	2.19



BOSQUE FRAGMENTADO	Período años setentas		Período 1988-93		Cambio	
	Área (Ha)	% del ANP	Área (Ha)	% del ANP	Área de Cambio (Ha)	% del ANP
Lagos de Montebello	389	5.88	4,054	61.39	3,665	55.50
<b>Total</b>	<b>12,556</b>	<b>15.90</b>	<b>13,351</b>	<b>63.57</b>	<b>795</b>	<b>0.25</b>
<b>SELVAS FRAGMENTADAS O PERTURBADAS</b>						
Bonampak	100	2.48	-	-	-100	-2.48
Cañón del Sumidero	12,783	59.33	3,686	17.11	-9,097	-42.22
Cascadas de Agua Azul	1,960	88.37	2,099	94.62	139	6.25
El Ocote	3,232	6.89	8,019	17.10	4,787	10.21
El Triunfo	22,836	18.80	9,898	8.15	-12,937	-10.65
La Sepultura	44,432	23.05	18,465	9.58	-25,967	-13.47
La Encrucijada	592	1.78	-	-	-592	-1.78
Lacantún	672	1.05	-	-	-672	-1.05
Montes Azules	18,025	5.57	15,808	4.89	-2,217	-0.69
Palenque	121	6.67	730	40.20	609	33.53
<b>Total</b>	<b>104,754</b>	<b>12.91</b>	<b>58,704</b>	<b>7.24</b>	<b>-46,047</b>	<b>-5.68</b>

Cuadro 31.- Deforestación estimada en las poligonales de las ANP.

Reserva	Período de los setentas		Período 1988-1993		Deforestación	
	Área arbolada (Ha)	% del ANP	Área arbolada (Ha)	% del ANP	Área estrictamente deforestada (Ha)	Tasa estimada de deforestación anual (Ha)
Bonampak	4,037	99.92	4,040	99.99	-3	-
Cañón del Sumidero	19,448	90.26	6,892	31.99	12,556	785
Cascadas de Agua Azul	2,021	91.13	2,218	100.01	-197	-10
Chan Kin	11,959	99.41	12,030	100.00	-70	-3
El Ocote	44,211	94.26	45,217	96.40	-1,005	-63
El Triunfo	112,540	92.65	103,594	85.29	8,946	471
La Encrucijada	592	1.78	-	-	592	33
La Sepultura	160,054	83.04	104,408	54.17	55,646	2,929
Lacantún	63,315	99.19	62,336	97.66	979	47
Lagos de Montebello	5,141	77.84	4,989	75.54	152	8
Montes Azules	318,870	98.60	304,199	94.06	14,671	699
Palenque	830	45.71	1,502	82.78	-673	-37
Yaxchilán	2,516	100.01	2,478	98.48	39	2
<b>Total</b>	<b>745,535</b>	<b>89.56</b>	<b>653,902</b>	<b>78.55</b>	<b>91,633</b>	<b>4,363</b>

En el cuadro anterior se observa la distorsión que puede sufrir la interpretación los datos sobre áreas forestadas de no tomarse en cuenta la inclusión de áreas prácticamente deforestadas y altamente perturbadas como “selvas y bosques fragmentados”. Por ejemplo en el caso de la Reserva El Ocote, áreas que están claramente deforestadas según conocimiento de primera mano e imágenes de satélite, fueron consideradas por el Inventario forestal como “selvas fragmentadas”. En el caso de la Reserva Cascadas de Agua Azul y del Parque Nacional Palenque hubo un

incremento sustancial de las selvas fragmentadas, por lo que la estimación de la deforestación en estas ANP no refleja la transformación de las superficies bien conservadas.

## **Discusión y conclusiones**

---

Los datos resultantes del análisis efectuado deben ser considerados como una aproximación a un proceso muy complejo y dinámico y no como una cuantificación exacta y precisa de la deforestación. Esto debido a inconsistencias y diferencias de criterios que como era de esperarse son intrínsecas de la comparación de dos fuentes realizadas con distintos procedimientos y niveles de detalle. Mientras que la cartografía de INEGI se fundamentó en buena medida en fotografías aéreas y contó con una amplia verificación de campo, el inventario forestal se basó en imágenes LANDSAT-TM y contó con una interpretación más general.

No obstante, los resultados obtenidos constituyen un indicador contundente de la velocidad a la que los paisajes de Chiapas están siendo transformados, incluyendo a aquellos inmersos dentro de las áreas naturales protegidas que se han establecido. A nivel estatal, la tasa anual estimada de deforestación durante el período comprendido por las fuentes consideradas fue del 2.14 % de la superficie forestada existente en el Estado para 1993 (perturbada y no perturbada). Las estimaciones muestran de manera clara que en el caso de las selvas, su transformación conduce a su eliminación como áreas arboladas, mientras que en los bosques templados (pino/encino) la transformación significa un primer estadio como bosques abiertos y perturbados y luego en su desaparición como áreas arboladas. Asumiendo que la tasa de deforestación calculada se mantuviera constante, en poco menos de 50 años se perderían el total de las superficies arboladas de Chiapas.

Al comparar las áreas totales transformadas o perturbadas de los *buffers* a 5 y 10 Km alrededor de las poligonales con respecto a las pérdidas acumuladas para todas las ANP en su conjunto, se observa que las superficies deforestadas o transformadas en las periferias de las ANP son proporcionalmente de más del doble. No obstante, esto no necesariamente se debe únicamente a la situación de las ANP como áreas "oficialmente protegidas". En buena medida, y aunque este aspecto no fue analizado en el presente estudio, es posible inferir que factores como la falta de accesibilidad, la presencia de pendientes pronunciadas y la pedregosidad del terreno entre otros factores hayan contribuido a disminuir la tasa de transformación dentro de las áreas con respecto al exterior.

En lo que se refiere a la deforestación y transformación de las ANP dentro de sus poligonales, la tasa de transformación anual estimada más elevada correspondió para lo que ahora es la Reserva de La Sepultura; no obstante, cabe indicar que esta área no fue decretada como ANP sino hasta hace tan sólo tres años.



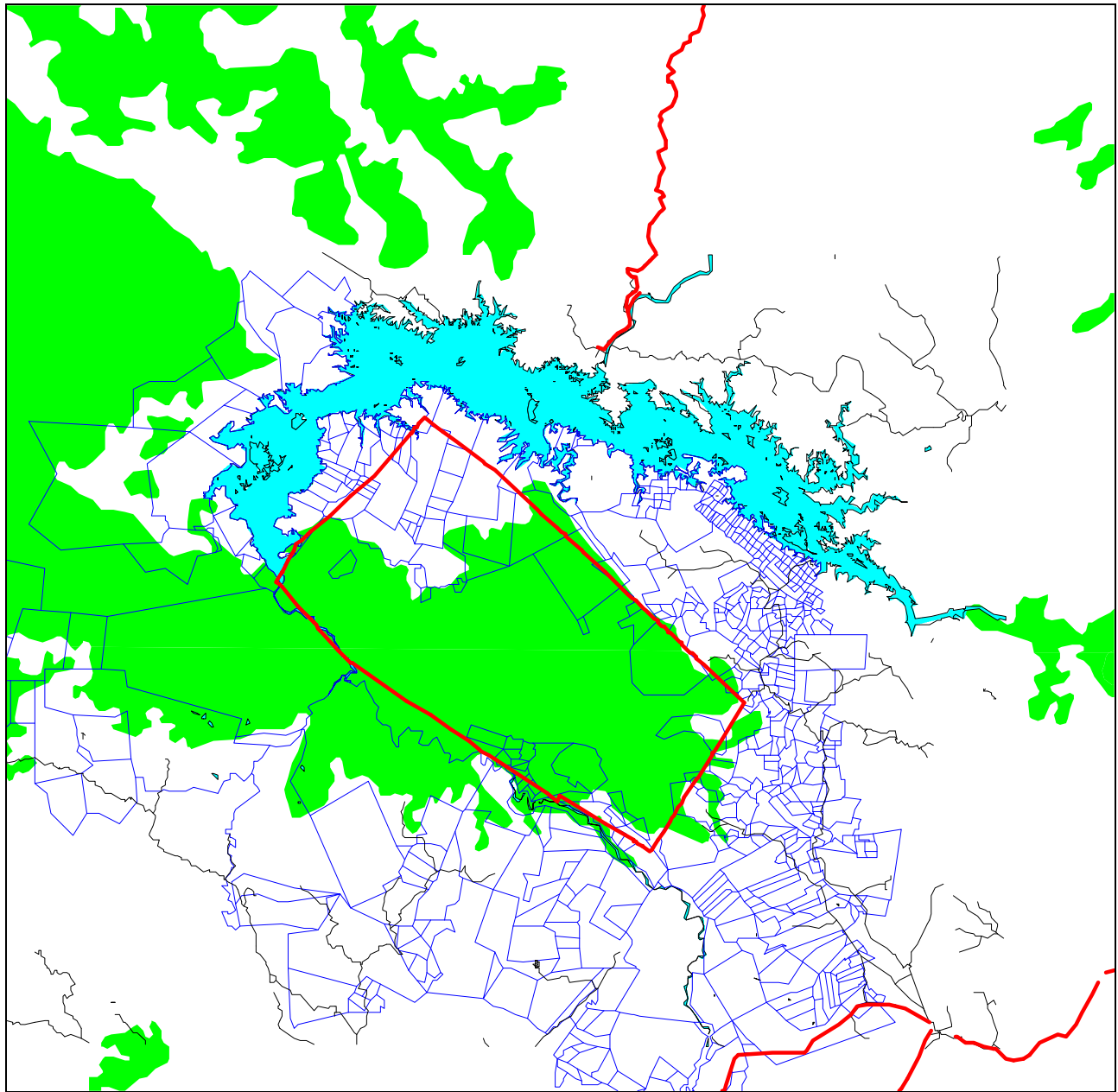





En términos generales, la deforestación y la perturbación dentro de las áreas naturales protegidas y en sus periferias inmediatas, ocurre de manera más pronunciada en zonas con menor pendiente, asociada a vías de comunicación (incluyendo vías acuáticas) y como es obvio, de manera concomitante al establecimiento de nuevos asentamientos humanos.

Factores como la pendiente y complejidad del terreno, la inaccesibilidad física y la falta de fuentes de agua determinan en buena medida la “impedancia” a la deforestación, entendiéndose a esta como el “grado de dificultad” para que un área con la vegetación natural sea transformada por las actividades humanas.

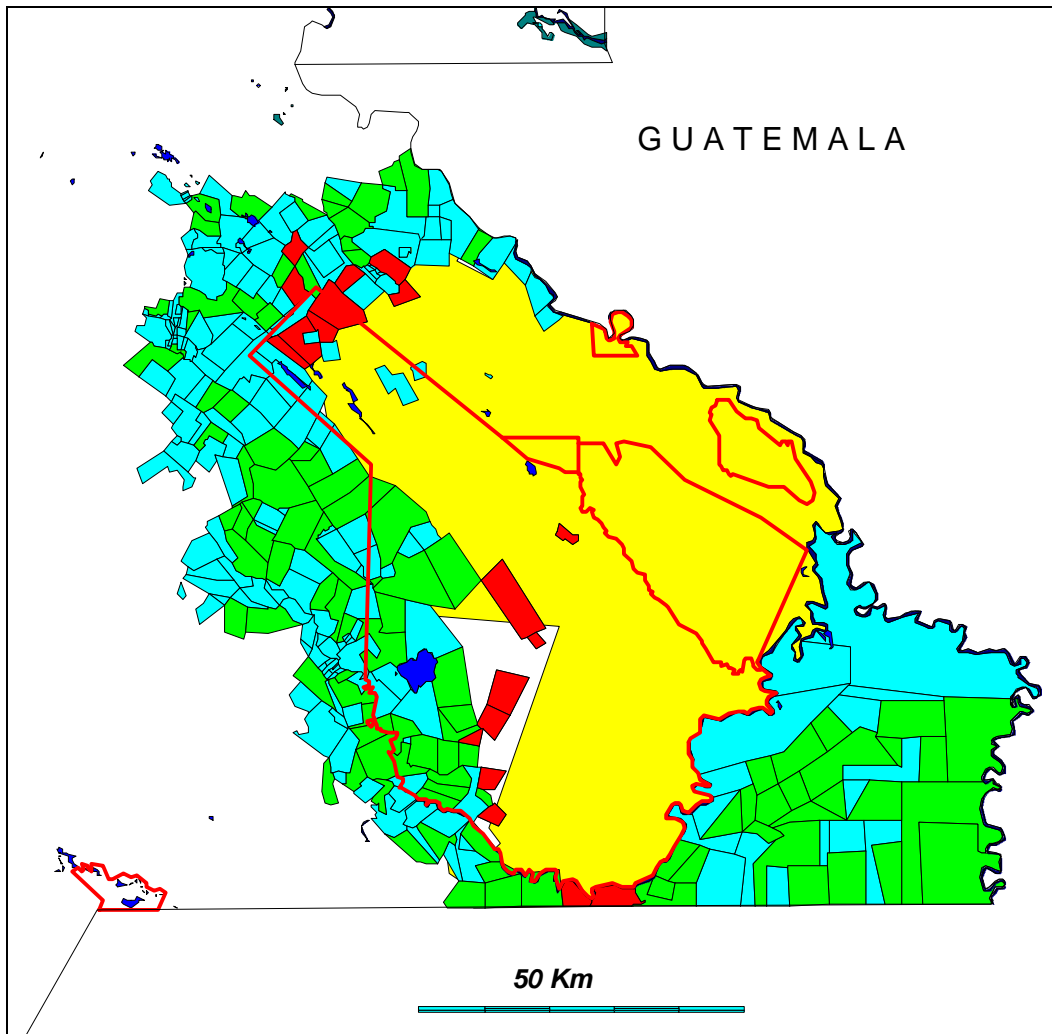
Algunas de las áreas protegidas más importantes establecidas en Chiapas, como lo son la Reserva El Ocote y la Reserva de la Biósfera Montes Azules en la Selva Lacandona, padecen adicionalmente graves conflictos de conservación por la sobreposición de predios ejidales y propiedades sobre sus poligonales. De hecho, la falta de diagnósticos agrarios previos al establecimiento de las ANP induce que tengan estos problemas de sobreposición al momento en que son decretadas (**Figs. 26 y 27**).






Dentro de las áreas naturales protegidas, inciden otros factores de perturbación como la contaminación y la cacería, que son menos aparentes pero no menos importantes que la transformación directa por la deforestación. Con respecto al primero, sin duda la contaminación por plaguicidas, por otras sustancias ambientalmente tóxicas o por desechos líquidos y sólidos, son un factor potencialmente más riesgoso para aquellas ANP que se ubican en zonas bajas del Estado. Por ejemplo, la Reserva de La Encrucijada seguramente capta cantidades considerables de contaminantes y desechos provenientes de las actividades agropecuarias y centros de población del Soconusco y la planicie costera de Chiapas (**Fig. 28**). Por su parte, el Cañón del Sumidero capta a través del Río Grijalva, contaminantes y desechos de diversa procedencia. Lo anterior es menos crítico para las ANP ubicadas en las partes altas, como sería el caso de El Triunfo, El Ocote o La Sepultura.



-  Selvas altas, medianas y bajas (1988- 1993)
-  Límites predios y propiedades
-  Terracerías, brechas y caminos

**Figura 26.-** Extensiones de selvas en la zona de la Selva El Ocote y ubicación de las dotaciones, ampliaciones ejidales y propiedades que se sobrelapan con la poligonal (Fuente: Inventario Nacional Forestal, 1994; Carta de tenencia de la Tierra de la Selva El Ocote, Secretaría de la Reforma Agraria-SEDESOL-SARH).



-  PREDIOS RESUELTOS ANTES DEL DECRETO DE LA RESERVA MONTES AZULES (Enero 12, 1978).
-  PREDIOS RESUELTOS DESPUES DEL DECRETO DE LA RESERVA MONTES AZULES
-  PREDIOS IRREGULARES
-  BIENES COMUNALES DE LA COMUNIDAD ZONA LACANDONA
-  TERRENOS NACIONALES

**Figura 27.-** Sobrelapamiento de predios y propiedades sobre las áreas naturales protegidas de la Selva Lacandona.

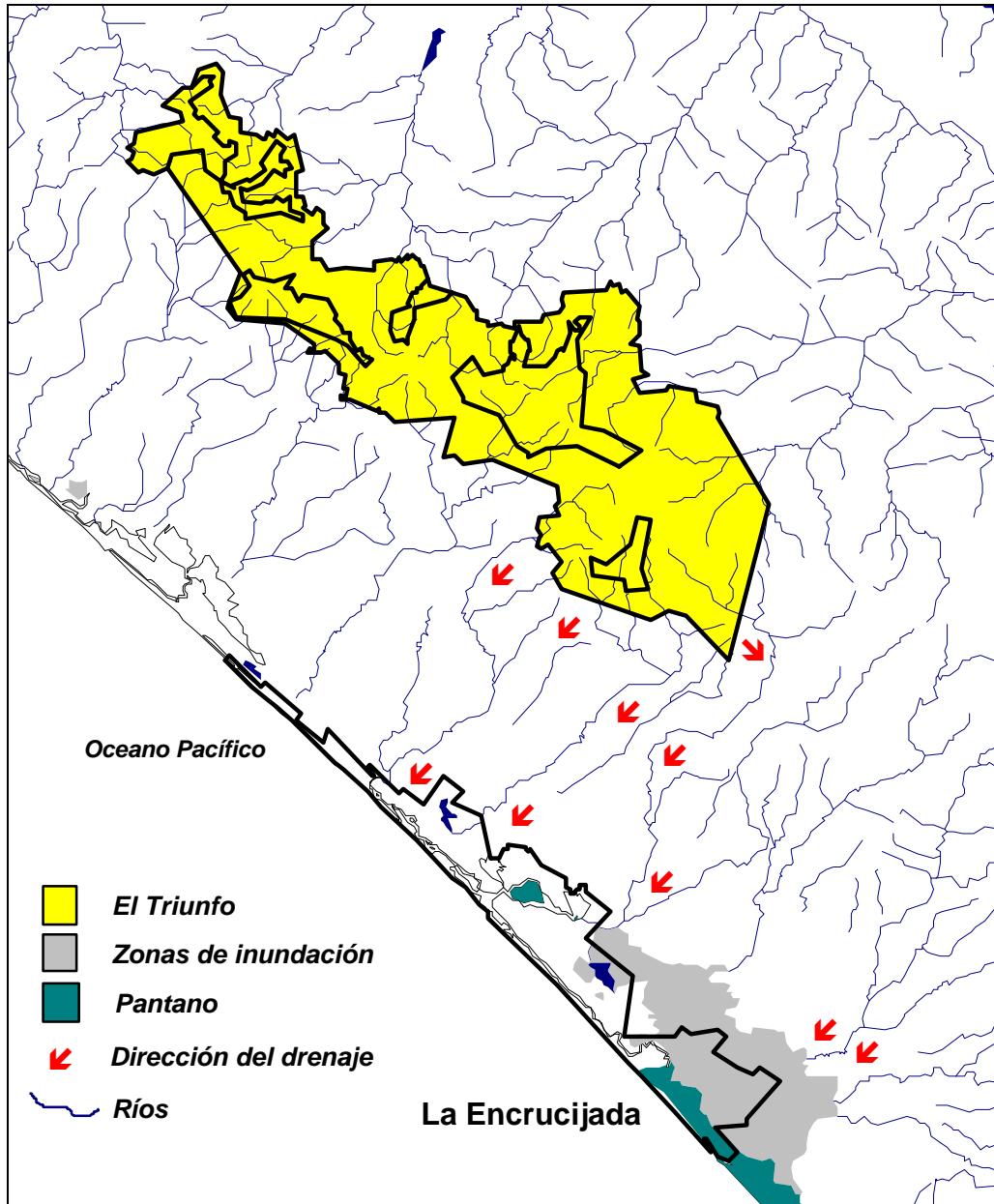


Figura 28.- Conectividad hidrológica entre las Reservas de la Biósfera El Triunfo y La Encrucijada.

En lo que se refiere a la cacería, furtiva o de subsistencia, las poblaciones de fauna residentes en ciertas ANP son mayormente vulnerables que otras. El detrimento de numerosas especies más intensamente cazadas o capturadas es posiblemente mayor en las zonas de las ANP que colindan con asentamientos humanos con extrema pobreza y marginación. Si bien la cacería de subsistencia obedece a causales de tipo cultural y económico, se requiere activar alternativas inmediatas para que en el interior



de las ANP este no sea un factor que se suma a los procesos de transformación por deforestación. Parte de los problemas que representa la cacería dentro de las áreas que se pretenden conservar es la falta de zonificación, de programas de aprovechamiento sustentable y de educación ambiental efectiva. La cacería ocurre de manera más intensa en la Reserva Montes Azules y El Ocote.

La deforestación en las periferias de las ANP ha conducido a un aislamiento espacial en la mayoría de los casos. Son diversos los autores que han documentado los efectos de la fragmentación y aislamiento sobre las poblaciones de flora y fauna. Sin embargo, algunas de las ANP establecidas en Chiapas aún se comunican por corredores biológicos de dimensiones variables con otras áreas forestadas (**Figs. 29 y 30**). Tal es el caso del complejo de ANP de la Selva Lacandona y de la Selva El Ocote, que en el primer caso se conectan aún con el resto de la Selva Maya y que en el segundo aún se mantiene la continuidad con las extensas selvas de Los Chimalapas en Oaxaca. No obstante, estas dos conexiones, dadas por áreas que funcionan como corredores biológicos, se estrechan año con año y de no intensificarse las acciones de conservación, el aislamiento podría ser inevitable.

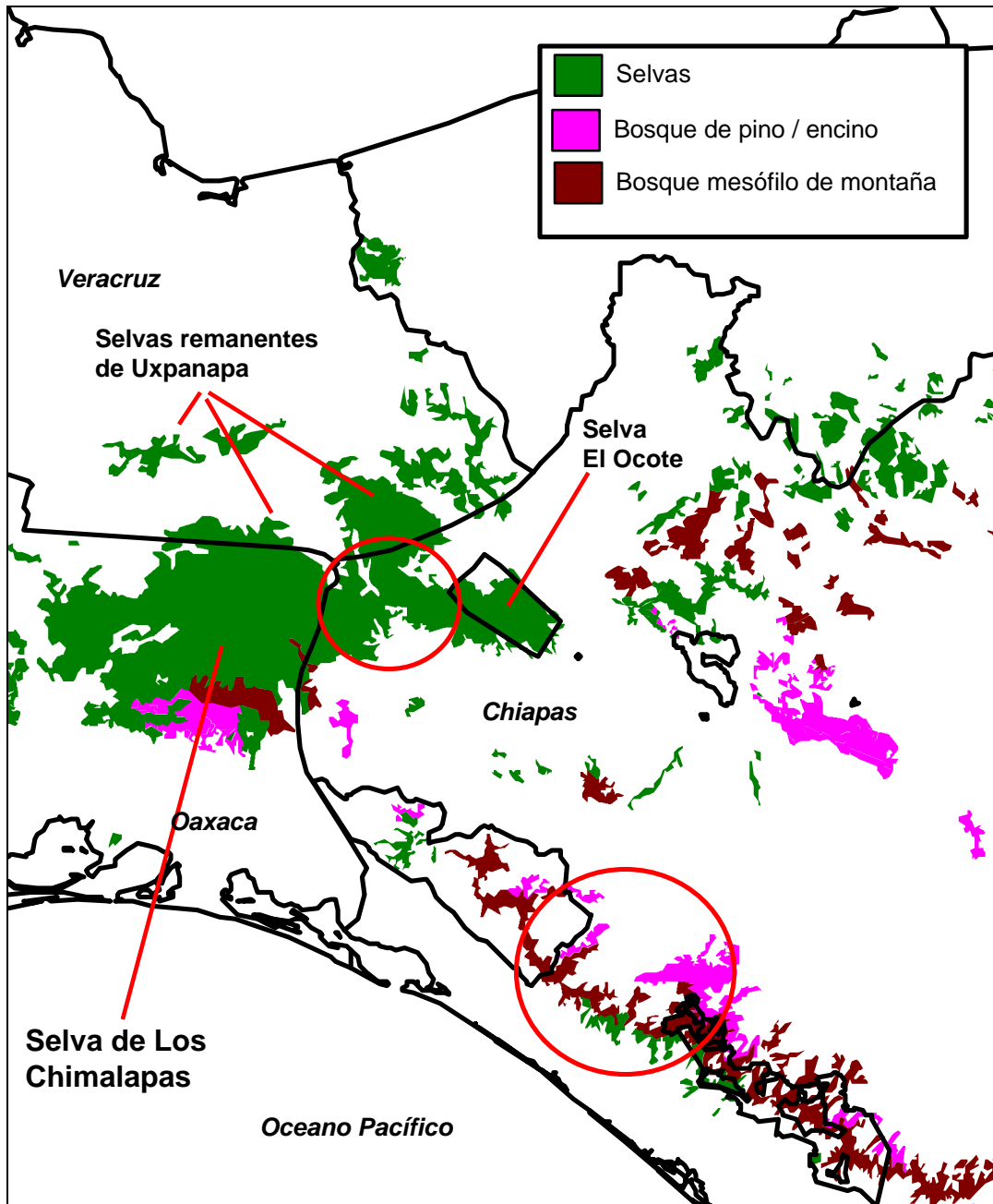
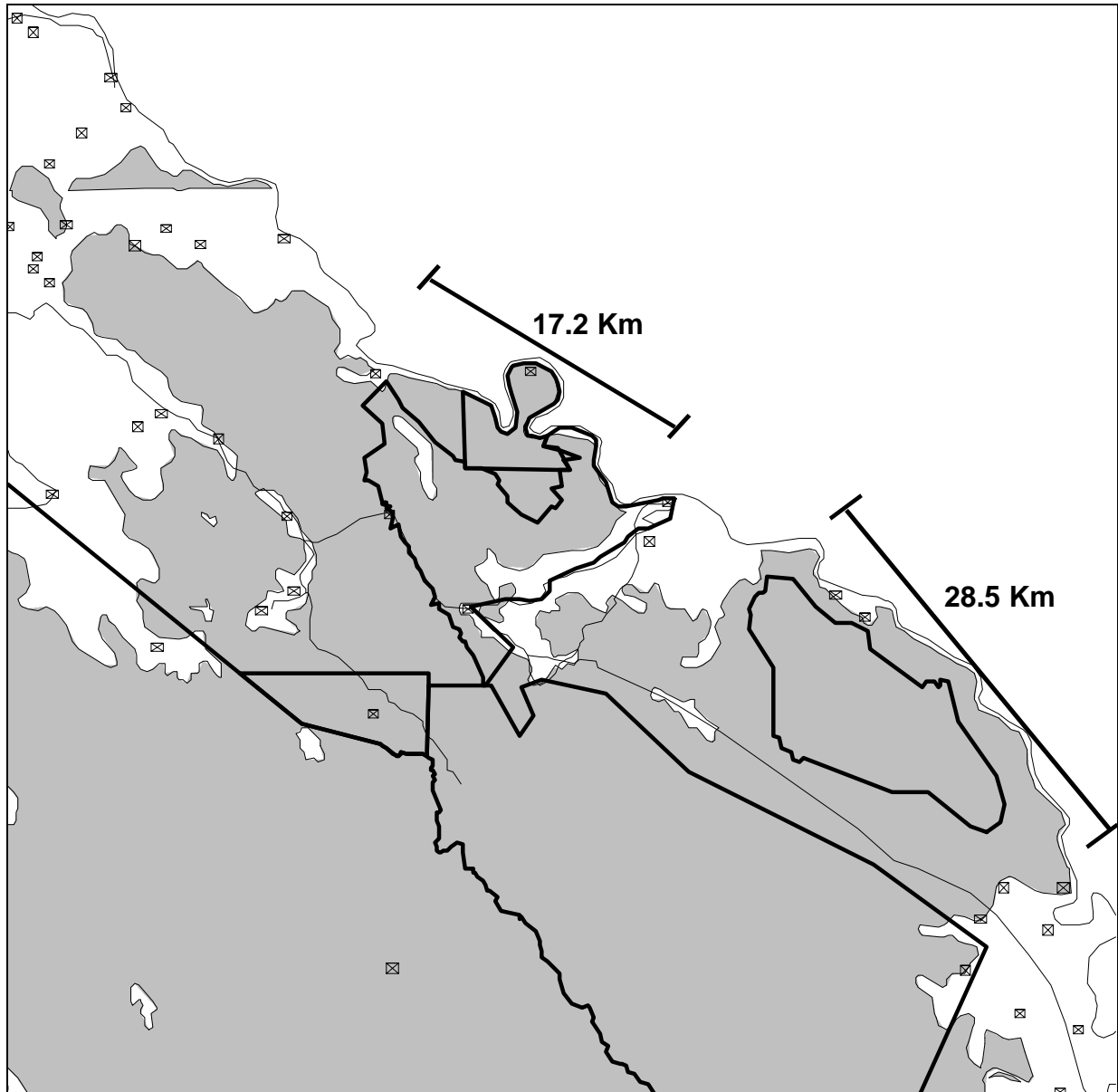


Figura 29.- Conectividad a través de corredores de vegetación entre diversas ANP y áreas no protegidas.



**Figura 30.-** Áreas de selvas que mantienen la comunicación entre las ANP de la Selva Lacandona y el resto de la Selva Maya (Tomado de March *et al.*, 1996).

La deforestación en sus fases iniciales, induce un proceso de fragmentación de las masas forestales que se busca conservar a través de las áreas naturales protegidas. Sin embargo, aún no se han efectuado estudios formales en Chiapas que documenten los efectos de esta fragmentación sobre la integridad de los ecosistemas naturales que se intenta conservar en las ANP, por lo que esto se considera como una prioridad de investigación.

Adicionalmente al problema que representa la transformación ambiental inducida por las actividades de desarrollo y la colonización sobre las áreas naturales, un común denominador de la problemática que padecen las ANP en Chiapas es sin duda la falta

## ***Evaluación de la deforestación en las áreas naturales protegidas de Chiapas***

de un manejo activo y decidido. La gran mayoría carece de zonificaciones apropiadas, infraestructura de manejo e investigación, personal, y actividades de operación en el terreno que resultan indispensables para su funcionamiento efectivo.

El análisis efectuado permite tener una idea general de los efectos que la transformación ambiental vía la deforestación en Chiapas ha afectado a las ANP. No obstante, dejó también en claro la necesidad de que futuros análisis que busquen afinar esta aproximación a un mayor nivel de detalle que deberán incidir en dos puntos importantes:

1. Evaluar el estado de conservación de las áreas menores a 500 hectáreas con escalas de trabajo de 1:20,000 o menores.
2. Considerando la compleja topografía de Chiapas, es evidente que resulta necesario efectuar análisis de los procesos de transformación en las ANP y sus periferias utilizando modelos tridimensionales como los TIN (*Triangular Irregular Network*) que utiliza *Arc Info*.

Una fase de seguimiento a los resultados alcanzados en este proyecto podría buscar cubrir entre otros los siguientes aspectos:

- a) Efectuar una valoración comparativa de las ANP establecidas a partir de aspectos tales como la determinación de las especies de flora y fauna con presencia verificada con base a registros formales y documentados y la cuantificación de servicios ecológicos específicos prestados entre otros. Las estimaciones poblacionales de especies de particular interés por estar amenazadas o en peligro de extinción son sin duda de gran relevancia para determinar el valor de cada una de las ANP en la conservación efectiva a largo plazo de dichas poblaciones biológicas.
- b) Analizar cualitativa, cuantitativa y cronológicamente la tenencia de la tierra actual correspondiente a cada ANP en un contexto geográfico.
- c) Con base a modelos espaciales bien fundamentados, plantear escenarios potenciales en el uso del suelo en las ANP y sus periferias ante distintas posibilidades de manejo y desarrollo social.
- d) Determinar los sectores de las ANP que con base a los patrones de transformación resultan más vulnerables en el corto plazo.
- e) Evaluar la situación en la que se encuentran los corredores biológicos que vinculan a áreas naturales tanto protegidas como no protegidas.
- f) Actualizar las estimaciones de la situación actual de las ANP de Chiapas con base al análisis de imágenes LANDSAT-TM o SPOT recientes.
- g) Analizar el proceso de fragmentación en las ANP y los corredores biológicos.





## Referencias.-

---

- Arizpe, L., Paz, F. Y M. Velázquez, 1996. Social perceptions of deforestation in the Lacandona Rain Forest in Mexico. Culture and Global Change. The University of Michigan Press. Ann Arbor. 115 pp.
- Barrera, C., 1996. Deforestación y cambios en los patrones del uso del suelo y vegetación 1970-1990 en la Región Norte del Soconusco, Chiapas. Tesis de Maestría. Programa de posgrado en Recursos Naturales y Desarrollo Rural. El Colegio de la Frontera Sur. San Cristóbal de las Casas, Chiapas.
- Brown, K. and D.W. Pearce (eds), 1994. The causes of tropical deforestation. UBC Press, University of British Columbia. Vancouver, Canada. 338 pp.
- Gómez-Pompa, A. y R. Dirzo, 1995. Reservas de la Biósfera y Otras Áreas Protegidas de México. SEMARNAP- Instituto Nacional de Ecología-CONABIO, México, D.F. , 159 pp.
- Lambyn, E.F., 1994. Modelling deforestation processes: A review. TREES, Tropical Ecosystem Environment Observations by Satellites. European Commission Joint Rsearch Centre- Institute for Remote Sensing Applications- European Space Agency. Luxembourg. TREE Series B., Reserach Report No. 1., 113 pp.
- Mahar, D. and R. Schneider, 1994. Incentives for tropical deforestation: some examples from Latin America. *In*: Brown, K. Y D.W. Pearce (eds). The causes of tropical deforestation. UBC Press, University of British Columbia. Vancouver, Canada. Pp. 159-171.
- March, I.J., 1996. Transformación ambiental y áreas críticas para la conservación de la Selva Lacandona, Chiapas. Protocolo de Investigación de Doctorado en Biología. Facultad de Ciencias, UNAM. 36 pp.
- March, I.J., Naranjo, E., Rodiles, R., Navarrete, D., Alba, M.P., Hernández, P., y V.H. Loiza, 1996. Diagnóstico para la conservación y manejo de la fauna silvestre en la Selva Lacandona, Chiapas. Subdelegación de Planeación en Chiapas de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP)- ECOSUR, San Cristóbal de las Casas, Chiapas. 223 pp.
- Montes, S., 1995. Efecto del uso del suelo sobre masas boscosas en el Municipio de Tenejapa, Región de los Altos de Chiapas. Tesis de licenciatura. Programa de Agroecología. Universidad Autónoma de Chapingo.
- Muñoz, S., 1995. Efecto del uso del suelo sobre masas boscosas en el Municipio de Zinacantán, Región de los Altos de Chiapas. Tesis de licenciatura. Programa de Agroecología. Universidad Autónoma de Chapingo.
- Ochoa, S., 1995. El proceso de fragmentación de los Bosques en los Altos de Chiapas y su efecto sobre la diversidad florística. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias. UNAM.
- Saldívar, L., 1996. Análisis de la fragmentación del paisaje en Marqués de Comillas, Selva Lacandona, Chiapas. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM.
- Sorani, V. and R. Alvarez, *in press*. Hybrid maps: Updating forest cartography using LANDSAT TM imagery and land use information. 10 pp. + figs.
- Secretaría de Agricultura y Ganadería, 1976. Inventario forestal del Estado de Chiapas. Subsecretaría Forestal y de la Fauna. Publ. No. 34. México, D.F. 82 pp.

***Evaluación de la deforestación en las áreas naturales protegidas de Chiapas***

Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, 1991. Inve  
Subsecretaría Forestal. México, D.F., 49 pp.

World Resources Institute, 1994. World Resources 1994-

**Anexos**

---