



Sistema de Alerta
Temprana de

Incendios Forestales (SATIF)

Evaluación de Incendios
Forestales Año 2001



SUPERINTENDENCIA
FORESTAL



BOLFOR

**Sistema de Alerta
Temprana de
Incendios Forestales
(SATIF)**

**Evaluación de Incendios
Forestales Año 2001**

Autores

William Cordero

Donato Rojas

Nancy Tito

*Santa Cruz de la Sierra, Bolivia
Julio, 2002*



Copyright©2002 by
Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR)
Superintendencia Forestal

Las opiniones y juicios técnicos expresados en este documento son de exclusiva responsabilidad de los autores y no reflejan necesariamente la opinión o políticas de la Secretaría Ejecutiva del PL480 o de USAID

Citación: Cordero, William; Rojas, Donato; Tito, Nancy. 2002. "Sistema de Alerta Temprana de Incendios Forestales (SATIF) – Evaluación de Incendios Forestales Año 2001". Superintendencia Forestal – Proyecto BOLFOR. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.

EDICION GRAFICA:
REVISION DE TEXTO:

Delicia Gutiérrez
Daniel Nash

Para solicitar copias dirigirse a:

Proyecto de Manejo Forestal
Sostenible (BOLFOR)
Cuarto Anillo, Av. 2 de Agosto
Casilla # 6204, Santa Cruz, Bolivia
bolfor@bibosi.scz.entelnet.bo

Superintendencia Forestal
Cuarto Anillo, Av. 2 de Agosto
Casilla 7091, Santa Cruz, Bolivia
siforestal@cotas.com.bo

Impreso en Editora El País
Dirección: Cronembold No. 6
Teléfono 343996
Santa Cruz, Bolivia

Impreso en Bolivia - Printed in Bolivia

PRESENTACION

La evaluación de incendios forestales y los resultados que se presentan constituyen un esfuerzo conjunto de la Superintendencia Forestal y el Proyecto de Manejo Forestal Sostenible BOLFOR. Esta iniciativa de monitoreo de incendios nace como respuesta al desastre no natural ocurrido en el año 1999; en áreas cubiertas de diferentes tipos de asociaciones vegetales. Es con este propósito que nace el Sistema de Alerta Temprana de Incendios Forestales (SATIF) cuyo objetivo es proveer a las autoridades, instituciones públicas y privadas, empresarios agropecuarias y forestales, población en general información actualizada sobre la ocurrencia de incendios en Bolivia y evaluar los daños causados por los mismos.

La principal base técnica para realizar este seguimiento constituye el uso de imágenes de satélite NOAA 16, las cuales tienen un sensor AVHRR para el registro de fuentes de calor. Estas imágenes son obtenidas al menos una vez al día, y son procesadas en el laboratorio de Sistemas de Información Geográfica-SIG, para el análisis y la identificación de la ocurrencia de incendios.

Se presentan en este informe los mapas en escala reducida, solamente como referencia. En la página web <http://bolfor.chemonics.net> se incluyen estos mapas con mayor detalle.

INDICE

INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	2
FUENTES DE INFORMACIÓN	2
METODOLOGÍA	3
Recepción de Imágenes NOAA 16	3
Transformación de formatos y rectificación de imágenes	3
Proceso de interpretación	3
Elaboración del mapa reporte	4
Verificación de campo	4
RESULTADOS OBTENIDOS	5
Cuantificación de incendios	5
Datos climáticos	6
Incendios por tipo de vegetación en los departamentos de Santa Cruz, Beni, La Paz y Pando	10
Incendios por área protegida	13
Incendios por Tierras Comunitarias de Origen (TCO's)	14
Incendios por Agrupaciones Sociales del Lugar (ASL's)	15
Incendios por concesiones forestales	16
Incendios por municipio	19
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	21
Anexos:	
Mapa # 1: Mapa base	
Mapa # 2: Mapa de distribución de los incendios por tipo de vegetación	
Mapa # 3: Mapa de distribución de los incendios en las áreas protegidas	
Mapa #4: Mapa de distribución de los incendios en las Tierras Comunitarias de Origen (TCO's)	
Mapa # 5: Mapa de distribución de los incendios en concesiones forestales y ASL's	

INTRODUCCIÓN

El Sistema de Alerta Temprana de Incendios Forestales (SATIF), realiza seguimiento de las quemadas e incendios que se presentan en los bosques de Bolivia, alertando a los usuarios forestales sobre el peligro del avance de incendios que podrían afectar los bosques que manejan.

Los bosques de la zona tropical han sufrido grandes cambios en un relativo corto período de tiempo, lo que ha traído como consecuencia nuevas técnicas y herramientas tendientes a favorecer en lo posible el medio ambiente. Uno de estos cambios incluye nuevas destrezas y aptitudes desarrolladas para determinar las áreas y superficies afectadas por los incendios forestales.

Algunos efectos adversos de los incendios forestales son:

- Degradación y pérdida de coberturas boscosas
- Pérdida de especies de fauna y flora afectando la biodiversidad
- Migración de la fauna silvestre
- Contaminación del agua y del aire
- Degradación de los suelos, aumentando la escorrentía y el potencial de erosión; asimismo, se incrementan las situaciones de emergencia por la ocurrencia de deslizamientos e inundaciones

Los incendios de alta intensidad, larga duración e incendios repetidos reducen la materia orgánica, provocan cambios en la estructura de las arcillas y afectan de manera desfavorable la porosidad, aereación y capacidad de infiltración del suelo (Díaz, 1991).

El cambio de cobertura del suelo y del comportamiento de las nubes, en primer lugar, altera el albedo, calentando o enfriando más el clima y, en segundo lugar, las partículas emitidas a la atmósfera por un incendio pueden afectar la microfísica y las propiedades de radiación de las nubes. Estas partículas sirven como núcleos de condensación al interior de las nubes, resultando en un incremento de la cobertura nubosa, que las hace más reflectivas de lo normal. Por este aumento de la cobertura,

todo el régimen pluviométrico se ve afectado, alterando por ende el régimen de lluvias (Kaufman y Justice, 1998).

OBJETIVOS

Los objetivos del presente informe son:

- Cuantificar la superficie afectada por los incendios forestales de acuerdo a la cobertura de tipos de bosque.
- Determinar la superficie afectada en comunidades, TCO's, ASL's áreas protegidas, concesiones forestales y propiedades privadas.
- Analizar datos climatológicos relacionados con puntos de incendios.
- Comparar cuantificaciones de superficies afectadas por incendios en años anteriores.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Imágenes NOAA 16, recibidas diariamente vía internet en un promedio de seis imágenes con un total de 54 Mbytes aproximadamente. El siguiente cuadro muestra la cantidad de días en los cuales se recibieron las imágenes NOAA. A partir de marzo se recibieron las imágenes NOAA en bandas separadas.

Cuadro 1. Cuantificación de Imágenes NOAA recibidas

Año	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
	Días recibidos	Días recibidos	Días recibidos	Días recibidos
2000	20	27	26	20
2001	24	21	23	22

- Información cartográfica a escala 1:1000,000 de las siguientes coberturas

- Ríos
- Caminos
- Poblaciones

- Concesiones forestales
- Agrupaciones Sociales de Lugar (ASL's)
- Tierras Comunitarias de Origen (TCO's)
- Áreas Protegidas
- Mapa Forestal de Bolivia (año 1995)

Imágenes LandSat

Utilizadas para comparación con cobertura vegetal.

METODOLOGÍA

Recepción de Imágenes NOAA 16

A través del servicio ISP (Internet Service Provider) local, el cual brinda el servicio de conexión a Internet, se ingresa al servidor de SAA (Satellite Active Archive) en los Estados Unidos para obtener las imágenes NOAA16. El horario más favorable es de 05 a.m. a 08 a.m. para la transferencia de las imágenes, por la velocidad y tráfico en Internet. Esta transferencia es asistida por el software de FTP (File Transference Protocol) denominado WS_FTP PRO 7.4

Transformación de formatos y rectificación de imágenes

Para este proceso se utiliza un software especializado en Sistemas de Información Geográfica: Erdas Imagine 8.4.

Los archivos recibidos son importados a formato de Erdas Imagine (.img) para luego realizar una rectificación de la imagen. Este proceso permite iniciar una localización que identifica su posición espacial con respecto a un punto o marco de referencia.

Proceso de interpretación

Para la interpretación de las imágenes, se utiliza el Erdas Imagine 8.4, específicamente el módulo Spacial Modeler, modelo que realiza operaciones matemáticas sobre la imagen y analiza un píxel basado en los valores de los píxeles más próximos, lo cual es importante en la ubicación de fuentes de calor. Inicialmente, este módulo no tenía un proceso automatizado para este tipo de detección, por lo que se creó un nuevo conjunto de proce-

dimientos algebraicos (FIRE DETECTION) para la obtención de un conjunto de píxeles resultantes como fuentes de calor.

Ejecutado el modelo matemático y utilizando las bandas 1, 3 y 4 se realiza una inspección visual en la imagen para verificar la presencia de humo. Los píxeles con coloración negra (producto del modelo matemático) y con humo alrededor se interpretan como área afectada.

Elaboración del mapa reporte

Una vez identificados los puntos de calor con la interpretación, se usa el software especializado en el manejo de información de tipo vector como es el ArcInfo 3.5.1, el cual permite estandarizar o exportar información digital en diversos formatos (.shp, dxf). En esta fase se analizan los datos con distintas coberturas de información como ser: Mapa Forestal de Bolivia, Concesiones Forestales, Áreas Protegidas, Tierras Comunitarias de Origen (TCO's) y otras relacionadas, mediante el comando intersect que permite hacer un análisis de las superficies afectadas por los incendios.

Una vez concluido el análisis de superficies afectadas, se elabora un mapa reporte para su distribución. La información preparada puede ser de dos tipos: el primero muestra la localización de concesiones forestales y Agrupaciones Sociales del Lugar (ASL's) y el otro muestra la vegetación afectada. Luego los mapas son afinados en ArcView y exportados en formato JPG, para luego optimizarlos en Paint Shop Pro, para reducir su tamaño en bytes manteniendo su resolución de visualización inicial. Después de este proceso, estos mapas son distribuidos principalmente vía correo electrónico, acompañados de una descripción en texto de lo que está ocurriendo.

Verificación de campo

Parte de la estrategia que se tiene en la clasificación de las imágenes es la verificación de campo. Esta actividad se realiza sobre puntos específicos escogidos al azar, debido a la distribución natural de fuentes de emisión de calor como lagunas, áreas sin vegetación o afloramiento rocosos.

Para este fin, se emplean dos tipos de verificación: aérea y terrestre. La verificación aérea va acompañada del mapa preliminar en una computadora portátil y un GPS móvil manejado a través de FUGAWI, que permite navegar en tiempo real hacia los puntos que deben verificarse. La verificación terrestre permite tomar mediciones más precisas del área afectada, tomando puntos de referencia del polígono para calcular la superficie de incendios, además de consultar a los pobladores del lugar sobre la evolución del incendio. Esta labor de verificación de campo también contribuye a corroborar el tipo de vegetación afectada, además de revisar la presencia de fajas cortafuegos en la quema para fines de agricultura u otras actividades.

**RESULTADOS
OBTENIDOS**

Cuantificación de incendios

En el presente informe, los departamentos más afectados son Santa Cruz y Beni. El monitoreo de incendios forestales abarca cinco departamentos, de los cuales Cochabamba recibe cobertura en la zona limítrofe con el departamento de Santa Cruz (área Ichilo).

La superficie afectada por los incendios en los departamentos de Santa Cruz, Beni, La Paz, Pando y Cochabamba entre los meses de agosto y septiembre del año 2001, alcanzó a 1,301,593 hectáreas como se observa en el siguiente cuadro.

Cuadro 2. Cantidad focos de incendios y superficies por departamento

Departamento	# Focos identificados	Superficie afectada (ha)
Beni	1,680	839,951
Santa Cruz	878	451,473
La Paz	4	6,177
Pando	8	3,923
Cochabamba		70
Total	2,570	1,301,593

Datos climáticos

Uno de los puntos más importantes para realizar monitoreos de incendios forestales son los datos meteorológicos, ya que los fuertes vientos y temperaturas altas reinantes son factores que favorecen la propagación del fuego en material de fácil combustión como el pasto o los árboles en condiciones de estrés hídrico.

Para este informe, sólo se obtuvieron datos meteorológicos para el departamento de Santa Cruz y no así para el resto, por la falta de comunicación con las estaciones que operan en el país.

El siguiente cuadro enumera las estaciones climatológicas en Santa Cruz, las cuales fueron codificadas para facilitar su referencia.

Cuadro 3. Estaciones Meteorológicas

Departamento: Santa Cruz		
Cod.	Provincia	Estación meteorológica
1	Guarayos	Ascensión de Guarayos
2	Warnes	Viru Viru
3	Andrés Ibáñez	El Trompillo
4	Velasco	San Ignacio de Velasco
5	Vallegrande	Vallegrande
6	Chiquitos	⇒ San José de Chiquitos
7		⇒ Roboré
8	Angel Sandoval	San Matías
9	Germán Busch	Puerto Suárez
11	Cordillera	Camiri
10	Ñuflo de Chávez	⇒ San Javier
12		⇒ Concepción
Total Estaciones		12

En el Cuadro 4, se muestra el promedio de datos meteorológicos para el mes de agosto obtenidos para el departamento de Santa Cruz. Esta información se obtuvo mediante la interpolación de datos, usando polígonos de Thiesen y la cobertura de incendios para los meses de agosto y septiembre.

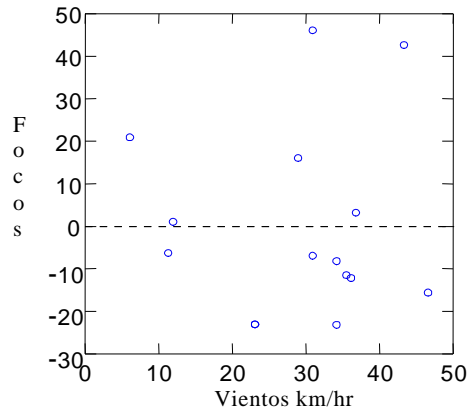
Cuadro 4. Datos meteorológicos promedio para la región versus puntos de incendio para el mes de agosto 2001

Provincia	Velocidad viento promedio (Km/hr)	Temp. promedio (°C)	Precip. mensual (mm)	Cant. focos	Estaciones promediadas
Velasco	6.0	27.9	22.0	86	4,6,8,12
Cordillera	7.9	24.4	38.9	77	3,5,6,7,11
Chiquitos	8.2	27.6	38.6	45	3,6,7
Nufflo de Chávez	7	26.3	79.6	40	2,4,6,10,12
Guarayos	5.5	25.9	9	31	1,1
Andrés Ibáñez	11.7	24.1	95.4	27	2,3
Santiestevan	7.4	24.4	65	26	1,2
Ichilo	7.9	21.7	65.3	24	1,2,5
Angel Sandoval	7.2	28.2	0	24	7,8,9
German Busch	7.1	27.8	0	24	7,9
Florida	10.8	20.8	38.9	13	3,5
Sara	7.4	24.4	65	11	1,2
Warnes	10.9	22.9	56.8	5	5
Caballero	9.1	16.2	0.3	0	5
Vallegrande	9.1	16.2	0.3	0	5
Total Focos				433	

Con estos datos promedio se realizaron cálculos para determinar el grado de relación que pudiera existir primero entre la velocidad del viento y la cantidad de puntos de incendios, y luego entre la temperatura y los puntos de incendios, basados en la definición de Pearson. Esta establece que cuando el valor absoluto calculado de r es mayor al valor de la tabla de valor crítico, no existe una relación significativa, en cambio para un coeficiente de correlación significativa el valor absoluto calculado r deberá ser menor al valor de la tabla de valores críticos.

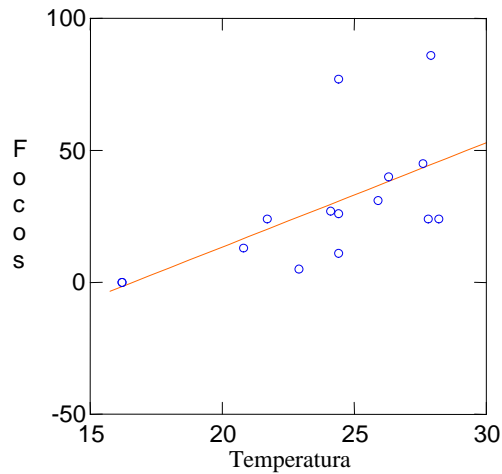
Calculado el coeficiente de correlación r , se obtuvieron los siguientes resultados; $r = -0.47$ con $n = 15$ pares de datos, por lo tanto $r_c = -0.47 = r_t = 0.514$ para $\alpha = 0.05$, lo que, de acuerdo a la tabla de valores críticos de Pearson, indica que no existe una relación significativa. Ver Gráfica 1

Gráfica 1. Dispersión de las variables vientos promedios y cantidad de focos de incendios, mes de agosto 2001



Pero sí existe una correlación significativa entre la temperatura y los puntos de incendios (a mayor temperatura mayor cantidad de focos), cuyo coeficiente de correlación de Pearson es de $r = 0.60$ con $n = 15$ pares de datos. Comparado con la tabla de valores críticos, el valor absoluto r calculado excede al valor crítico de tabla donde $r_c = 0.60 = r_t = 0.514$ para $\alpha = 0.05$. Ver gráfica 2

Gráfica 2. Dispersión de las variables temperaturas promedios y cantidad de focos de incendios, mes de agosto 2001



Para el mes de septiembre, con los datos promedios meteorológicos, también se efectuó el cálculo de coeficiente de correlación buscando la existencia de la relación entre las variables de la velocidad del viento y la cantidad de puntos de incendios, temperatura y puntos de incendios. Para el primero, el resultado obtenido es $r = -0.71$ con un $n = 15$ pares de datos, que de acuerdo a la tabla de valores de Pearson es $r_c = -0.71 = r_t = 0.514$ para $\alpha = 0.05$, lo que demuestra que no existe una relación significativa.

Sin embargo, entre la temperatura y los puntos de incendio el resultado fue $r = 0.71$ con un $n = 15$ pares de datos, por lo tanto $r = 0.71 = r_t = 0.514$ para $\alpha = 0.05$, demostrando que existe una correlación significativa entre las variables.

Cuadro 5. Datos meteorológicos promedio para la región versus puntos de incendio, septiembre 2001

Provincia	Veloc. Viento promedio (Km/hr)	Temp. Promedio (°C)	Precip. mensual (mm)	Cant. focos	Estaciones promediadas
Velasco	5.7	28.5	141.2	119	4,7,8
Nuflo de Chávez	6.5	26.6	367.6	62	2,4,6,10,12
German Bush	6.4	28.5	72.2	61	7,9
Chiquitos	8.0	27.8	234.7	60	3,6,7
Ángel Sandoval	6.4	29.0	129.2	49	7,8,9
Cordillera	8.0	24.8	259.3	36	3,5,6,7,11
Guarayos	5.4	26.3	73.5	34	1,10
Santiestevan	7.5	25.0	189.0	9	1,2
Ichilo	10.3	23.6	140.9	7	2
Andrés Ibáñez	12.2	25.4	114.6	3	3
Warnes	10.3	23.6	140.9	3	2
Sara	10.3	23.6	140.9	2	2
Caballero	9.9	18.0	0.3	0	5
Florida	9.9	18.0	0.3	0	5
Vallegrande	9.9	18.0	0.3	0	5
Total Focos				445	

En el Cuadro 6 se observa que los promedios de los datos meteorológicos de los años 2000 y 2001 en los meses de agosto y septiembre son similares, no así para el año 1999 donde la velocidad del viento y temperatura son relativamente mayores a los siguientes años.

Cuadro 6. Datos meteorológicos comparativos, departamento de Santa Cruz promedio de los meses de agosto y septiembre

Años	Velocidad viento promedio (Km/hr)	Temperatura promedio (°C)	Precipitación Promedio (mm)	Total focos de incendio
1999	10.16	26.61	27.70	2315
2000	7.9	22.95	64.45	1338
2001	8.25	24.20	87.60	878

Incendios por tipo de vegetación en los departamentos de Santa Cruz, Beni, La Paz y Pando

Para la cuantificación de superficies afectadas, se sobrepuso el Mapa Forestal de Bolivia del año 1995 y la cobertura de incendios del 2001, para poder obtener las superficies afectadas según el tipo de vegetación. Ver [mapa # 2](#).

En el Cuadro 7, se presenta la distribución por tipos de vegetación, calculada en hectáreas mostrando las áreas más afectadas. Estas zonas afectadas corresponden a las sabanas arbóreas arbustivas amazónicas, bosque denso inundable amazónico y bosque denso no inundable chiquitano.

Cuadro 7. Distribución de incendios por tipo de vegetación. Año 2001

Superficie (ha)	Tipo de Vegetación
69,601	Bosque denso mayormente perennifolio ombrófilo de baja altitud no inundable amazónico.
265,024	Bosque denso mayormente perennifolio ombrófilo de baja altitud inundable amazónico
541,356	Sabana arbórea arbustiva amazónica
7,019	Bosque denso mayormente perennifolio subhigrófito de altura montano bajo sub yungueño
532	Bosque denso mayormente perennifolio subhigrófito de altura montano sub yungueño
132,833	Bosque denso o ralo mesofítico o tropófito de baja altitud no inundable chiquitano
15,483	Bosque denso o ralo mesofítico o tropófito de baja altitud inundable chiquitano
77,499	Sabana arbolada (abajoy) chiquitana
40,915	Palmares chiquitanos
3,129	Bosque denso o ralo mesofítico de altura montano bajo sub perichaqueño
4,276	Bosque denso o ralo mesofítico de altura montano sub perichaqueño
31,815	Bosque denso o ralo xerofítico de baja altitud y altura no inundable chaqueño
29,074	Bosque denso o ralo xerofítico de baja altitud y altura inundable chaqueño
11,904	Sabana chaqueña
12,700	Chaco serrano chaqueño
2,586	Bosque denso o ralo submesofítico a xerofito de altura montano mesotérmico
49,719	Áreas de intervención agrícola
6,128	Áreas degradadas por mal manejo
1.301.593	Total

Las áreas afectadas, de acuerdo a las observaciones realizadas con imágenes NOAA y Landsat, muestran que en muchos casos los incendios se inician en sabanas arbóreas y luego se propagan a lo largo de los bosques de producción forestal. Ver Imagen 1 y 2.

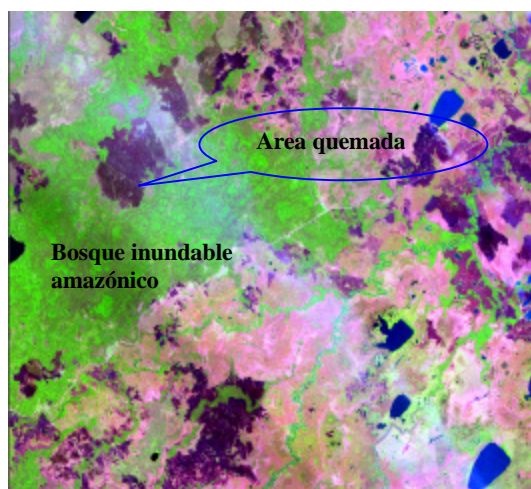
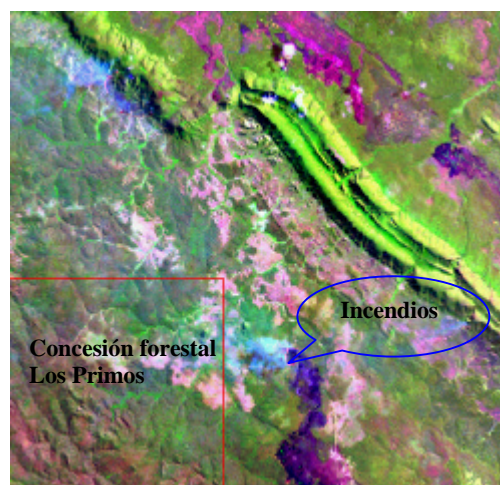


Imagen 1

Incendios en sabanas arbóreas del departamento del Beni

Imagen 2

Incendios en el bosque chiquitano



En el caso del bosque chiquitano, en los meses de julio a octubre la mayoría de las especies entran en proceso de estrés; la precipitación en esta zona es inferior al bosque amazónico.

Para facilitar una mejor interpretación del Cuadro 7, se realiza una agrupación de clases de vegetación por regiones que se incluyen en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Clases vegetacionales agrupadas por región.

Clases de vegetación	Superficie afectada (ha)
Sabana	630,759
Bosque chiquitano	148,316
Bosque amazónico	334,626
Areas agrícolas/chaqueo	55,847
Bosque chaqueño	73,589
Palmares chiquitano	40,915
Bosque montano	17,541
Total	1,301,593

Incendios por área protegida

Las áreas protegidas en Bolivia son propensas a incendios forestales debido a los asentamientos humanos de su entorno. Principalmente en los departamentos de Santa Cruz y Beni son afectadas por la quema de pastizales y quema de chaqueos. Ver [mapa # 3](#). Por ejemplo en el área protegida Itenez, ubicada en el departamento del Beni, se quemó un 6.1% de la superficie total, lo que significa un 34.4% del total de superficie afectada por incendios en áreas protegidas. Otra área protegida con un porcentaje elevado de participación es Otuquis Tucavaca de contribución con 20.7% (ubicada en el departamento de Santa Cruz). Ver cuadro 9

Las áreas protegidas, pese a su condición especial de protección, no están libres de los efectos de los incendios.

Cuadro 9. Superficies de incendios en áreas protegidas año 2001

Area protegida	Superficie total (ha)	Superficie quemada (ha)	Superficie quema de área protegida %	Contribución al total quemado %
Itenez	1,270,364	76,909	6.1	34.4
Otuquis Tucavaca	852,508	46,194	5.4	20.7
San Matías	2,854,234	33,731	1.2	15.1
Isiboro Secure	1,212,477	27,260	2.2	12.2
Kaa Iya	3,371,901	20,552	0.6	9.2
Pantanal de Otuquis	40,165	10,355	25.8	4.6
Parque Noel Kempf Mercado	1,583,766	2,023	0.1	0.9
Madidi	1,914,005	1,986	0.1	0.9
Amboro	436,645	1,854	0.4	0.8
Otuquis Río Pimenta	99,587	1,269	1.3	0.6
Manuripi Heat	1,258,462	735	0.1	0.3
Pilon Lajas	394,921	655	0.2	0.3
Estación Biológica del Beni	154,684	161	0.1	0.1
Total	15,43,718	223,682		100

Incendios por tierras comunitarias de origen (TCO's)

Los incendios en las Tierras Comunitarias de Origen (TCO's) en su mayoría tienen origen humano, debido principalmente a las prácticas de chaqueo y quema que sirven para habilitar áreas con fines de agricultura.

En el departamento del Beni, el territorio indígena más afectado durante el año 2001 fue Itonama, en el que se quemó un 6.3% de la superficie total y que constituyó el 25.41% del total quemado. Ver [mapa # 4](#)

Otra de las áreas más afectadas en territorio indígena es Guarayos, ubicado en el departamento de Santa Cruz, donde se quemó un 1.1% de la superficie total, lo que significó una contribución de 8.34% al total quemado. Ver Cuadro 10.

Cuadro 10. Superficies de incendios en TCO's en el área de estudio

Tierras Comunitarias de Origen (TCO's)	Superficie total (ha)	Superficie quemada (ha)	Superficie quemada en TCO %	Contribución al total quemado %
Itonama	1,204,651	75,738	6.3	25.41
Cayubaba	646,122	37,784	5.8	12.68
TIPNIS - Isiboro-Secure	1,210,125	27,260	2.3	9.15
Guarayos	2,174,648	24,867	1.1	8.34
Baures	498,353	23,039	4.6	7.73
Kaa-lya	3,345,170	20,552	0.6	6.90
Izozog	1,927,225	19,669	1.0	6.60
Joaquiniano	338,899	12,391	3.7	4.16
Yembiguasu	1,374,012	12,104	0.9	4.06
Tim-Multiétnico	337,913	8,553	2.5	2.87
Monteverde	1,042,980	7,564	0.7	2.54
Takovo	274,108	5,363	2.0	1.80
Lomerío	283,380	5,143	1.8	1.73
Kaaguasú	130,102	4,290	3.3	1.44
Chacobo/Pacahuara	505,467	2,850	0.6	0.96
TICH - Chimán	339,302	2,369	0.7	0.79
TIS - Sirionó	61,916	2,049	3.3	0.69
Charagua Norte	220,065	1,817	0.8	0.61
More	80,018	1,069	1.3	0.36
Rincón del Tigre	96,339	746	0.8	0.25
Pilón Lajas	394,495	655	0.2	0.22
Multiétnico N.2	434,262	628	0.1	0.21
Kaami	94,787	564	0.6	0.19
Tobite	21,981	467	2.1	0.16
Cavineño	508,067	295	0.1	0.10
Otros	209,988	182	0.5	0.05
Total	17,754,378	298,009		100

Incendios por Agrupaciones Sociales del Lugar (ASL's)

Con respecto a las Agrupaciones Sociales del Lugar (ASL's), se identificaron 10 áreas afectadas por incendios forestales, las cuales se observan en el [mapa # 5](#). De acuerdo a la cuantificación de superficies afectadas, AFOMASAM tiene uno de los mayores porcentajes de contribución a la quema total con un 50,9%. En el siguiente cuadro se presenta el detalle.



Cuadro 11. Superficies de incendios en ASL's año 2001

Departamento	ASL's	Superficie total (ha)	Superficie quemada (ha)	Superficie quemada en ASL %	Contribución al total quemado %
Santa Cruz	AFOMASAM	46,624	2,826	6.1	50.9
	Miraflores	13,000	682	5.2	12.3
	AMASAM Area 1	35,002	637	1.8	11.5
	El Trebol	36,656	545	1.5	9.8
	Cortadores de Madera	30,089	543	1.8	9.8
	Mucha Miel	20,474	78	0.4	1.4
	El Tuná	25,925	75	0.3	1.4
	Roboré	28,415	75	0.3	1.3
	AMASAM Area 2	14,705	56	0.4	1.0
	AMASIV	44,176	38	0.1	0.7
Total		295,066	5,556		100

Incendios en concesiones forestales

Las concesiones forestales en Bolivia son afectadas por los incendios a causa de asentamientos humanos o por la quema de pastizales. Con referencia a los asentamientos humanos, este tipo de quema se da donde existe mayor demanda territorial, como ocurre en la Reserva Forestal de Producción "El Chore". La quema de pastizales es propia de la actividad ganadera que afectan en forma directa o indirectamente a las concesiones forestales.

Para analizar mejor los incendios en las concesiones forestales, se optó por clasificarlas en dos tipos de acuerdo al funcionamiento actual de las mismas:

-  operación total empresas en funcionamiento normal
-  no operativas empresas en proceso de reversión de áreas

De esta manera, se pudo constatar que los incendios ocurridos en las concesiones forestales están relacionados con otras actividades no forestales sea para agricultura o ganadería, ya que algunas concesiones no están en funcionamiento (no operativas), pero que en su interior existen superficies afectadas por incendios como es el caso de Ñuflo de Chávez, Macons La Chonta y Mako. Ver Imagen 3 y 4.

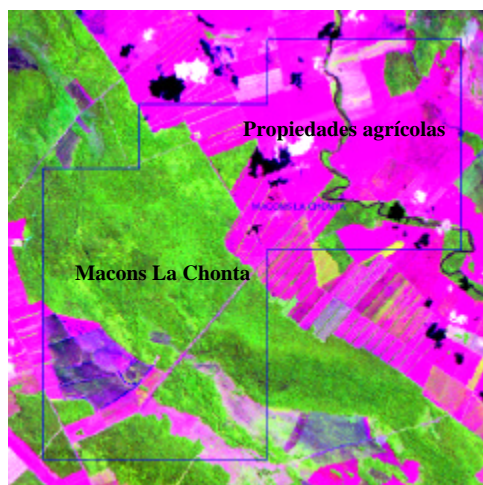
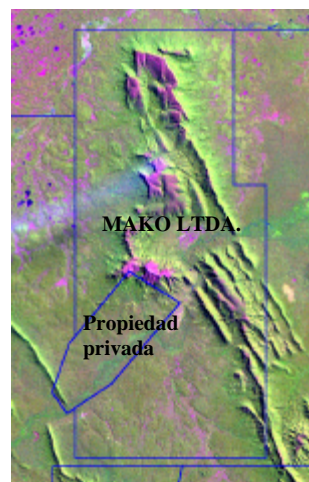


Imagen 3.
Macons La Chonta

Imagen 4 ➔
Mako Ltda.



En el departamento de Santa Cruz, la concesión forestal Berna Ltda. que se encuentra en operación parcial presentó 4,723 hectáreas afectadas por incendios, lo que equivale al 8,7% de la superficie total y el mayor porcentaje de contribución (21,9%) a la superficie total quemada en concesiones forestales. Esta concesión tiene la característica de haber sido avasallada, por lo que existe actividad de chaqueos y además se encuentra rodeada de puestos ganaderos. Ver [mapa # 5](#).

En el departamento del Beni, las concesiones forestales Itenez y Bosques del Norte ambas presentan un porcentaje igual o similar de 6,4% de contribución a la superficie total de incendios dentro de las concesiones forestales.

En el siguiente cuadro se enumera las concesiones afectadas.

Cuadro 12. Distribución de incendios en concesiones forestales

Departamento	Concesiones forestales	En operación	Superficie total (ha)	Superficie quemada (ha)	Superficie quemada en concesión %	Contribución al total quemado %
BENI	Itenez	SI	61,430	1,389	2.3	6.4
	Bosques del Norte	SI	37,204	1,382	3.7	6.4
	Ñufflo de Chávez	NO	30,397	1,107	3.6	5.1
	Fátima(A)	SI	50,535	799	1.6	3.7
	Bolivia Mahogany	SI	38,229	747	2.0	3.5
	San Luis	SI	60,588	389	0.6	1.8
	Yureidini	SI	27,579	253	0.9	1.2
	Monte Grande	SI	66,278	73	0.1	0.3
	INMABOL	SI	26,596	46	0.2	0.2
LA PAZ	PROINSA	SI	71,900	1,720	2.4	8.0
SANTA CRUZ	Berna	Slo	54,500	4,723	8.7	21.9
	CIMAL (Angel Sandoval)	NO	372,130	1,763	0.5	8.2
	Suto	SI	100,002	1,432	1.4	6.6
	UAGRM - BESM	NO	110,160	1,202	1.1	5.6
	Frerking	SI	40,106	1,097	2.7	5.1
	MARABOL (Velasco)	SI	75,400	945	1.3	4.4
	Romano	SI	40,800	657	1.6	3.0
	La Chonta	SI	100,000	648	0.6	3.0
	Macons La Chonta	NO	11,000	446	4.1	2.1
	CIMACRUZ	SI	46,000	292	0.6	1.4
	Mako	NO	50,000	228	0.5	1.1
	Guapay	NO	57,256	147	0.3	0.7
	Guillet	SI	42,578	66	0.2	0.3
	Don Enrique	SI	23,816	38	0.2	0.2
	Total			1,594,484	21,590	

Incendios por municipio

De acuerdo al monitoreo de incendios, se verificaron 62 municipios afectados distribuidos en los departamentos de Santa Cruz, Beni, Pando, La Paz y Cochabamba. El departamento más afectado por incendios es Beni con 839,951 ha, seguido por Santa Cruz con 451,472 ha. Ver [mapa # 1](#)

En la evaluación de superficies quemadas por municipios, el municipio más afectado fue Puerto Suárez, ubicado en el departamento de Santa Cruz, con una superficie afectada de 98,618 ha, lo que significa una contribución de 7.6 % a la superficie total quemada. Ver Cuadro 13.

Cuadro 13. Distribución de incendios por municipios

Departamento	Municipio	Superficie total (ha)	Superficie quemada (ha)	Quema en municipio %	Contribución a la quema total %	
BENI	San Ignacio	2,282,808	78,615	3,4	6.0	
	Huarecaja	698,172	77,402	11.1	5.9	
	Exaltación	2,348,900	76,904	3.3	5.9	
	San Javier	934,916	73,147	7.8	5.6	
	Magdalena	1,487,659	72,907	4.9	5.6	
	San Andrés	1,164,612	72,476	6.2	5.6	
	Baures	1,500,388	59,635	4.0	4.6	
	Santa Ana	2,081,570	59,584	2.9	4.6	
	Loreto	596,159	48,793	8.2	3.7	
	Santa Rosa	1,109,543	48,548	4.4	3.7	
	San Joaquín	660,933	45,908	6.9	3.5	
	San Ramon	768,722	37,245	4.8	2.9	
	Reyes	958,615	35,959	3.8	2.8	
	Puerto Siles	376,862	20,775	5.5	1.6	
	Riberalta	1,268,463	12,064	1.0	0.9	
	Guayaramerín	564,090	10,590	1.9	0.8	
	Capital	215,948	6,642	3.1	0.5	
	San Borja	967,068	2,758	0.3	0.2	
	LA PAZ	San Buenaventura	969,023	3,080	0.3	0.2
		Ixiamas	3,484,443	3,020	0.1	0.2
PANDO	Exaltación	563,183	2,177	0.4	0.2	
	Campo Ana	207,276	934	0.5	0.1	
SANTA CRUZ	Arroyo Grande	933,651	735	0.1	0.1	
	Puerto Suárez	2,202,144	98,618	4.5	7.6	
	Cabezas	6,862,991	56,650	0.8	4.4	
	San Matías	2,677,243	36,719	1.4	2.8	
	San José de Chiquitos	2,214,108	29,141	1.3	2.2	
	San Rafael	1,545,151	29,067	1.9	2.2	
	Concepción	3,444,462	28,829	0.8	2.2	
	Ascensión de Guarayos	909,406	17,962	2.0	1.4	
	San Ignacio	4,184,343	17,339	0.4	1.3	
	San Miguel	889,320	16,922	1.9	1.3	
	El Puente	766,088	16,272	2.1	1.3	
	Mineros	503,101	12,108	2.4	0.9	
	Roboré	753,978	9,577	1.3	0.7	
	Pailón	1,004,304	8,514	0.8	0.7	
	Samaipata	190,401	7,604	4.0	0.6	
	Yapacaní	968,636	7,224	0.7	0.6	
	Camiri	196,925	6,989	3.5	0.5	
	San Javier	262,285	6,001	2.3	0.5	
	Charagua	817,830	5,434	0.7	0.4	
	Cotoca	112,252	4,995	4.4	0.4	
	San Julián	671,620	4,910	0.7	0.4	
	Gutiérrez	226,863	4,804	2.1	0.4	
	Puerto Quijarro	155,895	4,310	2.8	0.3	
	Buena Vista	266,353	3,764	1.4	0.3	
	El Torno	94,600	2,728	2.9	0.2	
	Portachuelo	135,240	2,514	1.9	0.2	
	La Guardia	95,569	2,511	2.6	0.2	
	Urubichá	1,600,255	2,212	0.1	0.2	
Santa Rosa del Sara	300,733	1,485	0.5	0.1		
Ayacucho	92,474	1,453	1.6	0.1		
Warnes	225,397	1,384	0.6	0.1		
San Carlos	276,785	1,154	0.4	0.1		
Capital	84,702	1,033	1.2	0.1		
VARIOS DEPARTAMENTOS	Otros	3,046,198	1,469	4.2	0.4	
TOTAL		63,920,655	1,301,593		100	

**CONCLUSIONES
Y RECOMENDACIONES**

En Bolivia, especialmente en los departamentos de Santa Cruz y Beni, se queman enormes superficies de sabanas y bosques de protección sin control suficiente por parte del Estado y la sociedad civil.

Lo mismo sucede con las áreas protegidas que, pese a su condición especial de protección, no están libres de los efectos de los incendios. Algunas áreas de protección cuentan con un cuerpo de guardaparques y una administración a cargo, que sin embargo, no pueden evitar el avance de incendios; tal es el caso del área protegida Pantanal de Otuquis que registró un 25.8% de superficie afectada dentro su área total.

Sólo en los departamentos de Santa Cruz y Beni se ha determinado una superficie afectada de 1,291,423 ha. Esto corresponde a un 99.2% del total de superficie afectada en el 2001 por los incendios ocurridos entre agosto y septiembre.

De acuerdo a las evaluaciones realizadas en el presente informe, las áreas afectadas están claramente relacionadas con la presencia de sabana arbórea arbustiva amazónica y sabana arbolada (abajoy) chiquitana, en los departamentos de Beni y Santa Cruz. Estas áreas son fuentes principales de origen de incendios que avanzan a los bosques. Otro origen de los fuegos es la quema de pasturas realizadas en propiedades ganaderas.

En el análisis de correlación se comparó las variables de velocidad del viento y focos de incendios, utilizando la tabla de valores críticos de Pearson, obteniendo los siguientes resultados:

- ▀ Velocidad del viento y focos de incendios ($r_c = -0.47 = r_t = 0.514$ para $\alpha = 0.05$) entre estas dos variables no se determinó una relación significativa.
- ▀ Temperatura y focos de incendios ($r_c = 0.60 = r_t = 0.514$ para $\alpha = 0.05$). Entre estas variables se determinó una relación significativa.

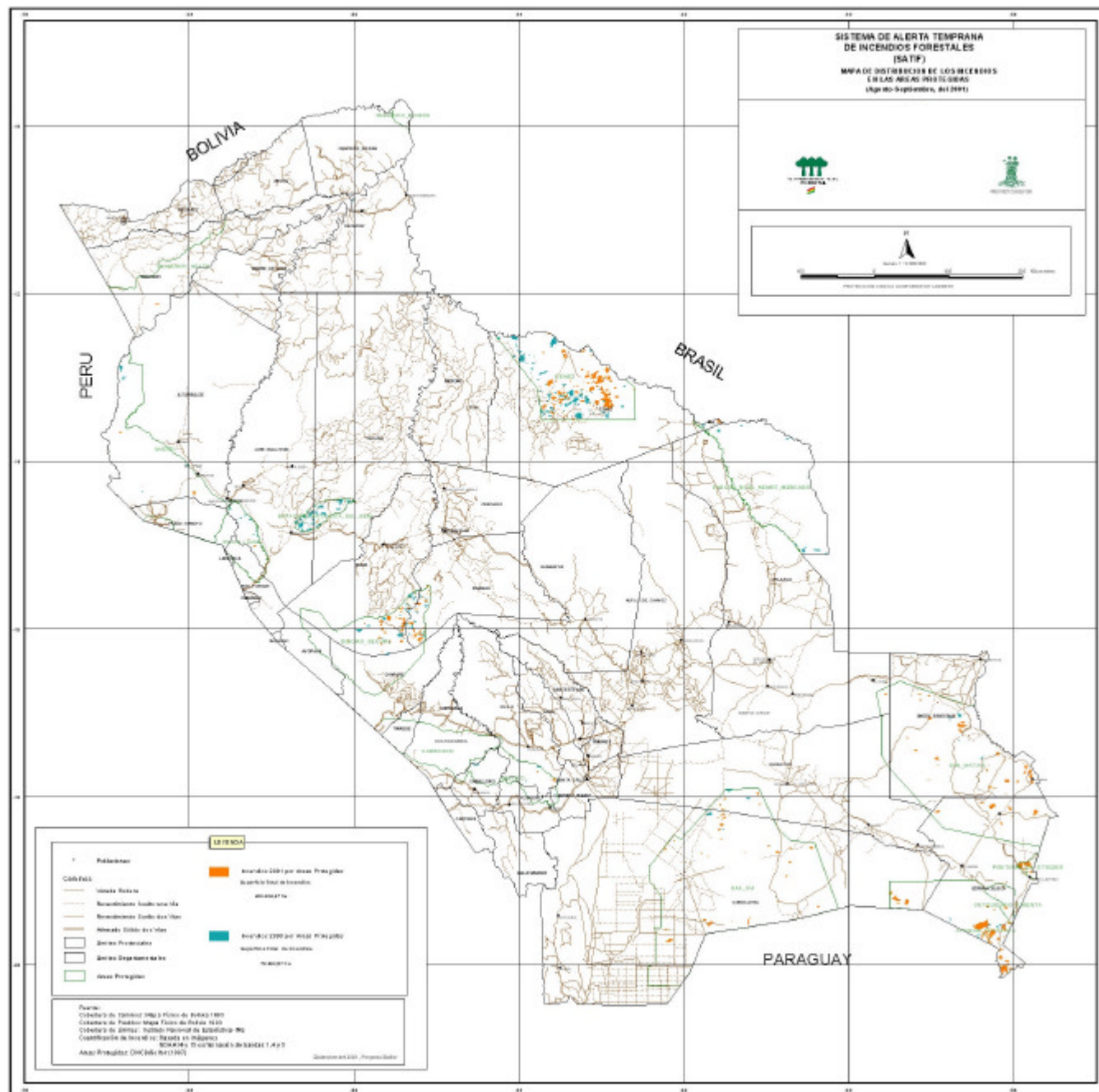
Esto permite concluir que a mayor temperatura se puede esperar mayor cantidad de puntos de incendio.

En Bolivia, el año 2001 fueron afectadas 24 concesiones forestales ubicadas en los departamentos de La Paz, Santa Cruz y Beni. La superficie total quemada en concesiones forestales alcanza las 21,950 hectáreas, de las cuales 6,311 ha. están en el departamento del Beni y corresponden al 28.6% del total superficie dañada por quemas. Este porcentaje es menor al registrado en el año 2000 (14,300.33 hectáreas) que correspondió a un 49.7% del total quemado en concesiones forestales.

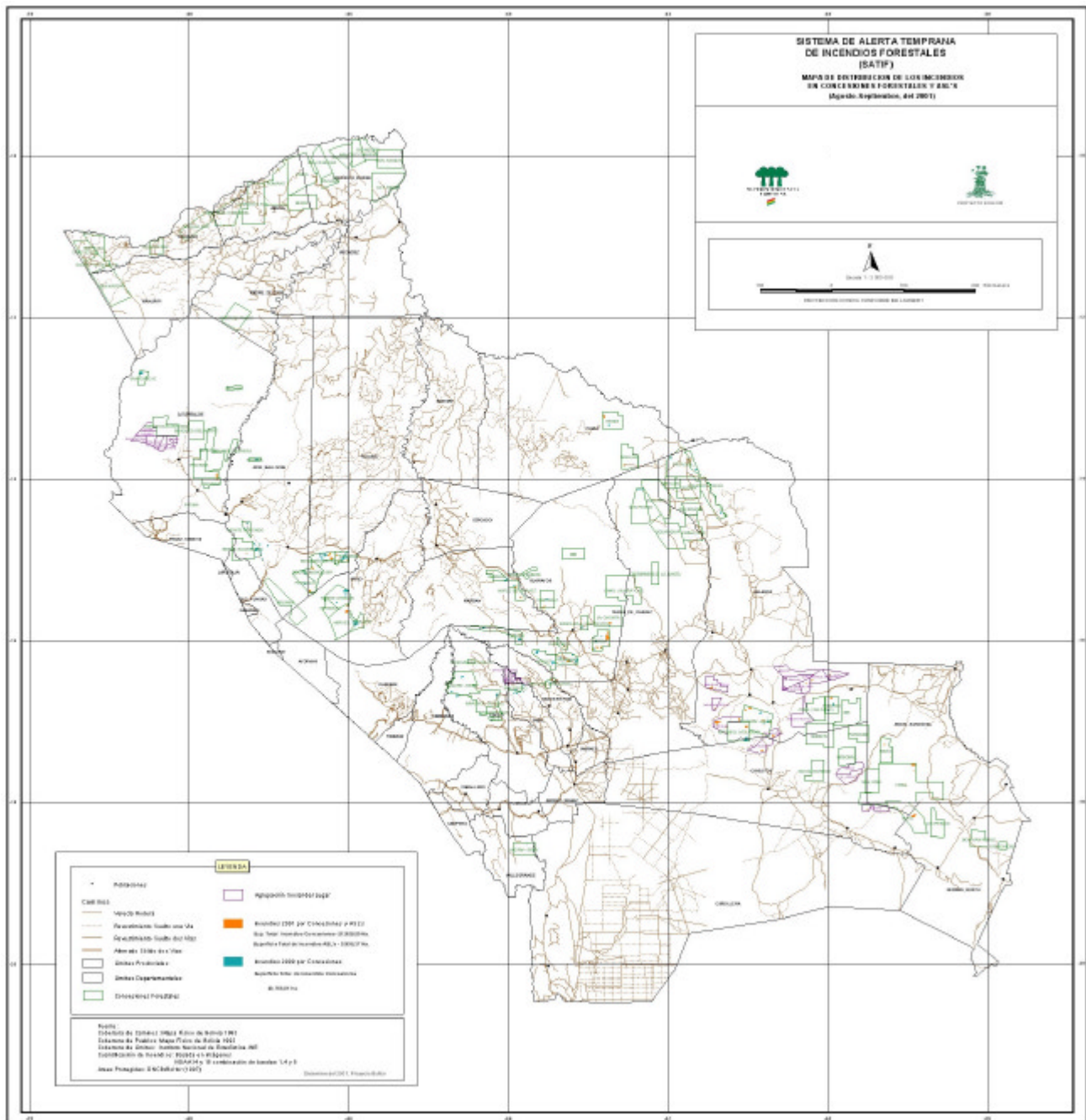
Con base en lo anterior, se puede emitir las siguientes recomendaciones:

- Se debe encaminar esfuerzos a divulgar e implementar el manual de prevención y control de incendios forestales en el país.
- Realizar convenios interinstitucionales que ejecuten acciones para investigar y mitigar la ocurrencia de los incendios forestales a nivel nacional.
- Elaborar un plan de control y prevención de incendios forestales, con la participación activa del sector industrial maderero y ganadero y los municipios del país.
- Se recomienda que el Ministerio de Transporte apoye en la recopilación de información meteorológica para el monitoreo de los incendios.

ANEXOS



Mapa # 3: Mapa de distribución de los incendios en las áreas protegidas



Mapa # 5: Mapa de distribución de los incendios en concesiones forestales y ASL's