

# UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades  
Maestría en estudios ambientales

Diseño de una metodología para indicadores atmosféricos:  
Número de personas afectadas por desastres relacionados a  
eventos climáticos. Área del territorio nacional sometida a  
incendios y emisiones de gases de efecto invernadero per cápita.

Trabajo de investigación presentado para optar al grado académico  
de Master en estudios ambientales

Por  
Víctor Valencia

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES  
MAESTRÍA EN ESTUDIOS AMBIENTALES

Guatemala  
2004



Diseño de una metodología para indicadores atmosféricos:  
Número de personas afectadas por desastres relacionados a  
eventos climáticos. Área del territorio nacional sometida a  
incendios y emisiones de gases de efecto invernadero per cápita.

# UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades  
Maestría en estudios ambientales

Diseño de una metodología para indicadores atmosféricos:  
Número de personas afectadas por desastres relacionados a  
eventos climáticos. Área del territorio nacional sometida a  
incendios y emisiones de gases de efecto invernadero per cápita.

Trabajo de investigación presentado para optar al grado académico  
de Master en estudios ambientales

Por  
Víctor Valencia

BIBLIOTECA  
DE LA  
UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Guatemala

2004

Vo.Bo.:

(f) Edwin Castellanos

Dr. Edwin Castellanos

Tribunal:

(f) Fulgencio Garavito

Msc. Fulgencio Garavito

f) Katia Winkler

Msc. Katia Winkler

f) Edwin Castellanos

Dr. Edwin Castellanos

Fecha de aprobación: Guatemala, 30 de noviembre de 2004.

## RESUMEN

Este trabajo surge como complemento al Manual de indicadores del ambiente y recursos naturales (MARN, 2003), donde se plantearon una serie de indicadores ambientales, entre ellos los que constituyen la razón de ser de este trabajo, para poder crear un sistema de información ambiental; en dicho manual no se determinó cómo serían implantados los indicadores propuestos, es decir qué metodología se utilizaría para medirlos, qué información requieren, dónde se encuentra, y cuál será la institución encargada de medirlos. Responder a estas interrogantes es precisamente la razón de ser de este trabajo, en el cual se responde a estas cuestiones respecto de tres indicadores ambientales atmosféricos: número de personas afectadas por desastres relacionados a eventos climáticos, área del territorio nacional sometida a incendios y emisiones de gases de efecto invernadero per cápita. Para lograr este objetivo se contó con información de referencia bibliográfica, revisión del acercamiento que se ha dado en otros países a la puesta en marcha de sistemas de indicadores, y las recomendaciones de expertos en el tema.

Se efectuaron entrevistas telefónicas, personales y un desayuno de trabajo con las instituciones que manejan la información y con aquellas propuestas para medir los indicadores con el fin de revisar los procedimientos planteados.

Se asigna una viabilidad alta a las metodologías planteadas para los dos primeros indicadores debido a que se diseñaron procedimientos que no requieren la inversión de muchos recursos y con un mecanismo sencillo para su puesta en marcha; se determinaron las instituciones donde se encuentra la información necesaria y con base en la inspección del formato en la que ésta se encuentra, lo cual requirió trabajar de cerca con dichas instituciones, se propuso el procedimiento de medición de los indicadores. Para el tercer indicador se asigna una viabilidad moderada debido a la complejidad del mismo, que requirió de varias simplificaciones para que sea posible de medir cada año; las cuales aumentan el grado de incertidumbre del mismo. Se emplearon como base las guías metodológicas del Panel intergubernamental sobre cambio climático (IPCC, 1996).

# ÍNDICE

RESUMEN.....	V
LISTA DE TABLAS.....	VIII
Capítulos	
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. ANTECEDENTES.....	2
III. MARCO TEÓRICO.....	3
A. Indicadores ambientales.....	3
B. Contaminación atmosférica.....	3
C. Gases de efecto invernadero.....	4
D. Incendios.....	5
E. Desastres debidos a eventos climáticos.....	5
IV. PROBLEMA.....	6
V. OBJETIVOS.....	7
A. General.....	7
B. Específicos.....	7
VI. METODOLOGÍA.....	8
VII. RESULTADOS.....	13
A. Indicador número de personas afectadas por desastres relacionados a eventos climáticos.....	13

B.	Indicador área del territorio nacional sometida a incendios .....	19
C.	Indicador emisiones de GEI per cápita.....	25
VIII.	VIABILIDAD .....	39
A.	Indicador número de personas afectadas por desastres relacionados a eventos climáticos .....	39
B.	Indicador área del territorio nacional sometida a incendios.....	40
C.	Emisiones de gases de efecto invernadero per cápita .....	40
IX.	CONCLUSIONES.....	42
X.	RECOMENDACIONES .....	43
XI.	BIBLIOGRAFÍA.....	44
XII.	APÉNDICES .....	46
A.1:	Informe consolidado de Invierno (Estación lluviosa) Julio 2004, CONRED.....	46
B.1:	Boletas de control de incendios, SIPECIF.....	48
B.2:	Informe nacional de incendios forestales 16/07/2004, SIPECIF-INAB.....	50
C.1:	Inventario nacional de GEI año base 1990.....	53
C.2:	Balance nacional de Energía de Guatemala año 2000 .....	54
D.1:	Instituciones y personas consultadas en este trabajo.....	55
E.1:	Lista de Abreviaturas.....	56

## LISTA DE TABLAS

### Metodología

Tabla M1. Metodología empleada en este trabajo.....	9
---	---

### Indicador: Número de personas afectadas por desastres relacionados a eventos climáticos

Tabla A: Ficha metodológica del indicador número de personas afectadas por desastres relacionados a eventos climáticos .....	13
Tabla A.1: Datos necesarios para generar el indicador.....	14
Tabla A.2: Instituciones que guardan la información para generar el indicador .....	14
Tabla A.3.1: Cálculo del indicador.....	16
Tabla A.3.2: Cálculo del número de personas afectadas por inundaciones .....	16
Tabla A.3.3: Extracto de la información proporcionada por CONRED.....	17
Tabla A.3.4: Ejemplo de Cálculo del número de personas afectadas por desbordamiento por departamento. ....	17
Tabla A.3.5: Extracto de la información de sequías.....	17
Tabla A.3.6: Ejemplo de cálculo del número de personas afectadas por sequía en Suchitepéquez.....	18

### Indicador: Área del territorio nacional sometida a incendios

Tabla B: Ficha metodológica del indicador área del territorio nacional sometida a incendios.....	19
Tabla B.0.1: Tipos de incendios considerados en este indicador .....	20
Tabla B.1: Datos necesarios para Generar el indicador .....	21
Tabla B.2: Instituciones que manejan la Información para Generar el indicador.....	21
Tabla B.3.1: Cálculo del indicador .....	22

### Indicador: Emisiones de gases de efecto invernadero per cápita

Tabla C: Ficha metodológica del indicador emisiones de GEI per cápita.....	25
Tabla C.0.1: Categoría de fuentes considerados en este indicador.....	26
Tabla C.0.2: Principales Gases de Efecto Invernadero en Guatemala .....	26

Tabla C.0.3: Emisiones de gases y fuentes que se considerarán (calcularán) cada año para el indicador.....	27
Tabla C.1.a.1: Combustibles considerados en el indicador .....	28
Tabla C.1.a.2: Datos necesarios para calcular el indicador.....	28
Tabla C.1.a.4: Densidades.....	30
Tabla C.1.a.5: Cálculo de las emisiones de CO <sub>2</sub> en las actividades energéticas.....	31
Tabla C.1.a.5.continuación: Cálculo de las emisiones de CO <sub>2</sub> en las actividades energéticas.....	32
Tabla C.1.a.5.continuación: Cálculo de las emisiones de CO <sub>2</sub> en las actividades energéticas.....	32
Tabla C.1.a.6: Cálculo del carbono almacenado.....	33
Tabla C.1.c.1: Información de las especies a ser consideradas en el indicador.....	34
Tabla C.1.c.2: Factores de emisión entérica.....	35
Tabla C.2.1: Emisiones que se mantendrán constantes en el cálculo del indicador .....	36
Tabla C.4.1: Cálculo de las emisiones de GEI.....	37
Tabla C.4.2: Presentación del indicador de GEI (resultados finales).....	38

# I. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se desarrolla dentro del eje temático atmósfera planteado en el Manual de indicadores del ambiente y recursos naturales(MARN, 2004). Se plantea una metodología de medición de tres de los indicadores atmosféricos:

- Número de personas afectadas por desastres relacionados a eventos climáticos
- Área del territorio nacional sometida a incendios; y
- Emisiones de gases de efecto invernadero(GEI) per cápita

Para realizar este trabajo se contó con información bibliográfica, revisión de trabajos similares en otros países de la implantación de sistemas de indicadores, y las recomendaciones de expertos relacionados a cada indicador.

Un componente muy importante de este trabajo constituye la validación de la metodología planteada por parte de las instituciones identificadas como potenciales de ponerla en marcha de acuerdo a su capacidad financiera, técnica, y logística para la recolección de la información y el procesamiento de generación del indicador respectivo. Para alcanzar esta meta se trabajó de cerca con estas instituciones involucradas por medio de entrevistas.

## II. ANTECEDENTES

La evaluación ambiental estratégica para el desarrollo del país necesita de varias herramientas para lograr sus objetivos, una de ellas es un sistema de indicadores ambientales que permitan el monitoreo del estado actual del ambiente, de tal forma que se puedan emitir juicios con respaldo técnico y científico.

La Agenda estratégica nacional ambiental y de recursos naturales 2000-2004 establece la necesidad de contar con un sistema de indicadores. Esta agenda define en su numeral 4.3.4.2 a los indicadores como estadísticas o parámetros que proporcionan información y tendencias sobre las condiciones y fenómenos ambientales, además de ser fuente de información que permita tener una medida de efectividad de las políticas ambientales.

Los indicadores tratados en este trabajo han sido definidos en el Manual de indicadores del ambiente y los recursos naturales (MARN, 2004) el cual fue una recopilación hecha por la Universidad del Valle de Guatemala del trabajo realizado por varias instituciones en el año 2003. Este manual define una serie de indicadores agrupados en nueve ejes temáticos, para lo cual emplearon la matriz EPIR (Estado-Presión-Impacto-Respuesta) que procura definir y relacionar el grupo de factores que determinan las características actuales que influyen en el ambiente.

Este trabajo se desarrolla dentro del eje temático atmósfera, el cual abarca siete indicadores, los cuales fueron enunciados únicamente, y es en esta investigación donde se plantea una metodología para operativizar los siguientes indicadores:

- Indicador de impacto: número de personas afectadas por desastres relacionados a eventos climáticos.
- Indicador de presión: área del territorio nacional sometida a incendios.
- Indicador de estado: emisiones de gases de efecto invernadero(GEI) per cápita.

### III. MARCO TEÓRICO

Los indicadores ambientales atmosféricos han sido diseñados para cumplir con ciertas características, que se resumen en el apartado A) y evaluar los fenómenos que se describen en los apartados B), C), D) y E).

#### A. Indicadores ambientales

Los indicadores ambientales permiten valorar la realidad ambiental de manera directa, mediante la medición agregada y compleja; para describir o evaluar un fenómeno, su naturaleza, estado y evolución.

Los indicadores relacionan o correlacionan variables y su unidad de medida puede ser compuesta o relativa. Los indicadores representan datos diseñados para responder cuestionamientos sobre el fenómeno o sistema de estudio, son elaborados empleando la información disponible del fenómeno analizado.

Los indicadores dan respuesta a preguntas formuladas por temas que pueden estudiarse mediante técnicas cuantitativas (Ballesteros, 2004).

En el Manual de indicadores del ambiente y recursos naturales (MARN, 2003) se especificó que se definieran los indicadores bajo las siguientes consideraciones:

«... los indicadores se definen de acuerdo a las siguientes consideraciones:

- a. Utilizar el sistema de Estado-Presión-Impacto-Respuesta (EPIR), lo cual permite responder a cuatro preguntas básicas en cualquier escala territorial:
  1. ¿Qué le está sucediendo al medio ambiente? (ESTADO).
  2. ¿Por qué está sucediendo esto? (PRESION).
  3. ¿Por qué nos debe importar esto? (IMPACTO).
  4. ¿Qué podemos hacer y qué estamos haciendo en este momento? (RESPUESTA).

Una quinta pregunta implícita en el análisis de indicadores a lo largo del tiempo se refiere a las perspectivas futuras: ¿qué pasará si no actuamos ahora?

- b. Estar basado en el conocimiento vinculante entre ambiente y salud.
- c. El indicador debe ser sensitivo a cambios en las condiciones de interés.
- d. El indicador debe ser consistente y comparable en todo tiempo y espacio.
- e. El indicador debe ser enérgico y no afectarse por un cambio menor en la metodología o escala usada para su construcción.
- f. El indicador debe tener credibilidad científica.
- g. El indicador debe ser fácilmente entendible
- h. El indicador debe estar basado sobre datos de conocimiento y calidad aceptable.
- i. El indicador debe ser selectivo para ayudar a priorizar la clave de los problemas.»

#### B. Contaminación atmosférica

La contaminación atmosférica puede afectar el equilibrio ecológico tanto a escala global como local. Las causas pueden ser antropogénicas y naturales. La contaminación provoca desequilibrios en los ciclos biogeoquímicos, lo que puede provocar reacciones impredecibles para la biosfera, amenazando el desarrollo sostenible de la población. Esto se puede evidenciar en los desastres debidos a eventos climáticos que se presentan en el planeta por el aumento de la concentración de los Gases de efecto invernadero (GEI) debido a las actividades antropogénicas o naturales como por ejemplo los incendios en

áreas rurales. A continuación se presenta una breve explicación respecto a estos tres temas, de los cuales parten los indicadores que se utilizan en este estudio.

### C. Gases de efecto invernadero

Los contaminantes llegan a la atmósfera en forma de vapores, gases, partículas, energía, etc. La biosfera cuenta con mecanismos de limpieza que eliminan, asimilan, reciclan y transforman estas sustancias. Conforme el aire limpio se mueve sobre la superficie de la Tierra, en la troposfera, recoge los contaminantes, los mezcla vertical y horizontalmente, reaccionando y diluyéndolos, transportándolos a grandes distancias y alterando la composición química de la atmósfera de 10 a 100 veces más rápido que su cambio natural durante los últimos 100,000 años pasados. La composición química de la troposfera y la estratosfera es un factor importante en la determinación de la oscilación térmica de la superficie del planeta y en la alteración del clima (Nebel, 1999).

El calor es atrapado en la troposfera en un proceso natural llamado efecto invernadero, el cual es en gran parte responsable de que la temperatura del planeta se mantenga en los rangos que conocemos que aseguran el sostenimiento de la vida, sin embargo alteraciones de este efecto podrían conducir a fluctuaciones importantes de la temperatura del planeta con los consecuentes perjuicios a la vida y por ende a la humanidad.

La cantidad el calor atrapado en la troposfera por el efecto invernadero depende de la concentración de ciertos GEI, siendo los principales el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), vapor de agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ), ozono ( $\text{O}_3$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ), óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), monóxido de carbono ( $\text{CO}$ ), dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ) y clorofluorocarburos (CFC). Algunos de estos gases son generados de manera natural por la actividad volcánica, procesos digestivos de los animales, degradación de la materia orgánica, etc., sin embargo el desarrollo actual de la tecnología actualmente está emitiendo estos gases a un ritmo acelerado.

Los principales gases de efecto invernadero generados en Guatemala son el  $\text{CO}_2$ , el  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ; también se han inventariado otros gases precursores de gases de efecto invernadero o modificadores de su concentración en la atmósfera, como son el monóxido de carbono ( $\text{CO}$ ), óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ), compuestos volátiles diferentes del metano (CVDM) y los precursores de aerosoles como el dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ) (MARN, 2001) que provienen de la quema de combustibles fósiles, de biomasa y de las actividades agrícolas.

Por su participación en el Convenio marco sobre cambio climático, Guatemala está obligada a reportar sus emisiones de GEI para la contabilización mundial (MARN, 2003). En Guatemala el  $\text{CO}_2$  es el mayor contribuyente, con el 97,1% del potencial de calentamiento global, (MARN, 2001). A nivel global se está reduciendo la capacidad de la Tierra para eliminar el  $\text{CO}_2$  de la atmósfera debido a la deforestación y la quema a gran escala de los bosques. Se estima que estos dos fenómenos aportan cerca del 20% del aumento mundial de los niveles de  $\text{CO}_2$  (Miller, 1994).

## D. Incendios

Los incendios forestales, las quemas y las rozas son la principal fuente de contaminantes atmosféricos en áreas rurales de Guatemala debido a que cuando combustiona la biomasa genera una serie de sustancias, entre ellas el CO<sub>2</sub>, CO y H<sub>2</sub>O. Estos fenómenos se producen especialmente en la época seca, y muestran la presión sobre los recursos naturales. Existen tres tipos de incendios forestales de acuerdo al estado o piso del monte por el que se propaga (Consejería de Medioambiente, 2004):

- Los incendios de superficie se extienden superficialmente sobre el terreno quemando el sotobosque, la vegetación herbácea, los matorrales, así como los restos y despojos vegetales (leñas muertas, hojarasca, etc.), sin apenas afectar al arbolado existente, que es donde se encuentra la mayor parte del carbono (fuente de CO<sub>2</sub> o CH<sub>4</sub>) acumulado por los bosques. Este tipo de incendio es el más común.
- Los incendios de copas se propagan a través de las copas de los árboles, y son los que avanzan más rápido, debido a que a esa altura el viento sopla con mayor velocidad que a nivel de suelo, también son los que presentan mayores dificultades para su control y extinción.
- Los incendios de subsuelo queman la materia orgánica seca y las raíces; son fuegos de propagación lenta, sin llamas y con escaso desprendimiento de humo por lo que su localización suele ser difícil y pueden durar mucho tiempo, son típicos de bosques de coníferas.
- La quema es el fuego que se propaga con o sin control y límite preestablecido, consumiendo combustibles como basuras, artículos de madera, pastos y otros residuos vegetales producidos en actividades agrícolas, pecuarias y forestales (SIRE, 2004).

El uso del fuego en el bosque es un factor de presión que causa debilitamiento a las especies forestales, afecta la reproducción de organismos silvestres, compacta el suelo, y elimina la hojarasca de la superficie (afectando los ciclos biogeoquímicos como por ejemplo el ciclo hidrológico) y aumenta la contaminación del aire, principalmente en lo referente a gases de efecto invernadero como el CO<sub>2</sub>, compuestos volátiles y partículas sólidas suspendidas (Ballesteros A, 2004).

## E. Desastres debidos a eventos climáticos

El aumento de la concentración de GEI puede provocar alteraciones en el clima del planeta debido al calentamiento global, lo que se traduce en variaciones en los patrones de lluvia, vientos, presión atmosférica, alteraciones en el comienzo y fin de las estaciones, etc. Esto aumenta la vulnerabilidad de la población a los eventos climatológicos (inundaciones, deslaves, sequías, heladas, deslizamientos, vientos, huracanes, etc.) en términos de la seguridad alimentaria por reducción en los rendimientos de las cosechas, deterioro de infraestructura, de los sistemas económicos y de los hábitats para la vida silvestre.

En Guatemala la Comisión nacional para la reducción de desastres (CONRED) ha establecido que los cuatro eventos más recurrentes causantes de desastres son los sismos, incendios, inundaciones y deslizamientos; de estos, al menos los dos últimos están directamente vinculados con el clima.

## IV. PROBLEMA

Existe una incapacidad de evaluar la situación ambiental de la atmósfera de Guatemala por no contar con indicadores oficiales ni con las metodologías para la medición de los mismos.

## V. OBJETIVOS

### A. General

Desarrollar el procedimiento de medición de tres indicadores ambientales atmosféricos.

### B. Específicos

1. Determinar la metodología de medición de los siguientes indicadores ambientales atmosféricos:

- Indicador de impacto: número de personas afectadas por desastres relacionados a eventos climáticos.
- Indicador de presión: área del territorio nacional sometida a incendios.
- Indicador de estado: emisiones de GEI per cápita.

2. Determinar la viabilidad de la metodología planteada por parte de la institución encargada de operativizarla.

## VI. METODOLOGÍA

En la Tabla M1. se muestra la metodología empleada para la realización de este estudio:

Tabla M1. Metodología empleada en este trabajo

Fase de investigación	Descripción	Emisiones de GEI per cápita	Indicador de incendios forestales, quemas y rozas	Número de personas afectadas por desastres relacionados a eventos climáticos
¿Qué indicador se va a utilizar?	Manual de Indicadores ambientales			
¿Con qué insumos se va a alimentar el indicador?	<p>Datos a conseguir que alimentan el indicador: variables que determinan el indicador</p> <p>Procesamiento necesario para generar el indicador</p> <p>Tipos de insumos</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Emisiones de CO<sub>2</sub></li> <li>- Emisiones de CO</li> <li>- Emisiones de CH<sub>4</sub></li> </ul> <p>Suma de las emisiones de CO<sub>2</sub>, CO y CH<sub>4</sub> en equivalentes de CO<sub>2</sub> dividido para el número de habitantes de Guatemala</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Censo de Guatemala</li> <li>- Inventarios nacionales de GEI, el IPCC tiene las guías necesarias para su elaboración y en el 2001 el MARN publicó la 1990</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Superficie de incendios forestales</li> <li>- Superficie de quemas agrícolas prescritas</li> <li>- Superficie de quemas forestales prescritas</li> <li>- Superficie de rozas</li> </ul> <p>Suma de las superficies determinadas en el inciso anterior</p>	<p>Personas afectadas por sequías, inundaciones, deslizamientos, desbordamiento, derrumbe, heladas y otros desastres debidos a eventos climáticos</p> <p>Suma de las personas determinadas en el inciso anterior</p> <p>Reportes o informes</p>

<i>Fase de investigación</i>	<i>Descripción</i>	<i>Emisiones de GEI per cápita</i>	<i>Indicador de incendios forestales, quemas y rozas</i>	<i>Número de personas afectadas por desastres relacionados a eventos climáticos</i>
	Dónde buscar los insumos	Se debe averiguar como se hizo el Inventario nacional de GEI 1990 y plantear una solución. MARN	SIPCIP, INAB, CONAP, CONRED	CONRED
Determinar qué hacer si no se cuenta con todos los insumos necesarios				
Validación				
<i>¿Cómo se va a hacer el desarrollo del protocolo de medición?</i>	Experiencias de otros países	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisión bibliográfica</li> <li>- Búsqueda en Internet</li> <li>- Entrevistas semi-estructuradas centradas con especialistas y representantes de las instituciones pertinentes</li> </ul>		
	Recomendaciones de organismos nacionales e internacionales	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Búsqueda en internet</li> <li>- Entrevistas semi-estructuradas y centradas con especialistas y representantes las instituciones pertinentes</li> </ul>		
	Opinión de expertos	Comisión de cambio climático de Guatemala	INAB, CONAP, CONRED, SIPECID	CONRED
Determinar mecanismo para conseguir la información				
			Este formato debe ser consultado con las instituciones encargadas de poner en marcha la metodología planteada y debe contener la información necesaria para identificar la fuente y las condiciones en que los datos son válidos	

<i>Fase de investigación</i>	<i>Descripción</i>	<i>Emissiones de GEI per cápita</i>	<i>Indicador de incendios forestales, quemaduras y rozas</i>	<i>Número de personas afectadas por desastres relacionados a eventos climáticos</i>
	Diseño preliminar del protocolo de medición	<p>La metodología para medir el indicador debe contener</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nombre del indicador</li> <li>- Datos necesarios para generar el indicador</li> <li>- Nombre de las instituciones donde conseguir la información y funcionario responsable de proporcionarla a través de un formato previamente elaborado</li> <li>- Procesamiento necesario para generar el indicador</li> <li>- Fecha y período de recolección de datos</li> <li>- Firma de responsabilidad del funcionario a cargo de poner en marcha esta metodología</li> <li>- Fecha próxima de recolección de datos</li> <li>- Otros ítems a acordar con la clase</li> </ul>		
<i>¿Quién va a ser el responsable de poner en marcha el indicador?</i>	Identificación y consulta de las instituciones potenciales de poner en marcha el protocolo	Consulta con las instituciones potenciales de poner en marcha el protocolo planteado		
		<p>Buscar entre las instituciones que guardan la información. Será importante averiguar si existe alguna entidad que realice estudios que abarquen el indicador o una parte de él, porque significaría que tal entidad no deberá hacer un gran esfuerzo para poner en marcha el indicador.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿Están de acuerdo con el protocolo?</li> <li>- ¿Qué sugerencias plantean?</li> <li>- ¿Están en capacidad de poner en marcha el protocolo?</li> </ul>		

Como se muestra en el Tabla M.1, para realizar este trabajo se necesita realizar una serie de entrevistas, las cuales tienen básicamente dos funciones

- Servir para comenzar el trabajo, es decir, para establecer qué componentes debe incluir el indicador, dónde y cómo conseguir esta información, y cómo procesarla.
- Dar a conocer la metodología diseñada a las instituciones potenciales de operativizar el indicador para recibir sus críticas y comentarios.

Las entrevistas se plantean de forma semiestructurada y centrada en el objetivo del indicador a tratarse debido a que los entrevistados no disponen de mucho tiempo y se supone que conocen de antemano los temas que se les plantearán (Vela Fortino, 2001) además de que sus aportes, aun cuando no estén directamente vinculados al tema a tratarse, podrían servir para esclarecer algún otro punto de la investigación. Inicialmente a cada persona se le explica en qué consiste el indicador, los componentes que involucran y a continuación se emplea la siguiente lista de preguntas como guía de la entrevista:

- ¿Le parece que los componentes del indicador que se le han presentado son pertinentes? ¿Puede sugerir otros?
- ¿Dónde se puede conseguir la información respectiva?
- ¿Qué tan fácil es acceder a ella?
- ¿Cómo se debería procesar la información disponible para adaptarla al indicador?
- ¿Dónde existen guías para procesar la información?

Se prevee que cada entrevista durará 10 minutos pero, dependiendo del caso, este tiempo podrá extenderse o disminuirse. Las respuestas serán analizadas en función de los beneficios que aporten al desarrollo de cada indicador, y básicamente servirán para el diseñar la metodología de medición y la determinar la validez del indicador.

Debido a que se desconoce qué instituciones exactamente son aquellas a quienes se tiene que acudir para diseñar la metodología de cada indicador, para comenzar se plantea una serie de entrevistas telefónicas con las instituciones que el Manual de indicadores del ambiente y recursos naturales (MARN, 2003) tiene asignadas para cada indicador, pero también con otras instituciones que se vayan descubriendo conforme avance la investigación.

## VII. RESULTADOS

### A. Indicador número de personas afectadas por desastres relacionados a eventos climáticos

En la tabla A se muestra la ficha metodológica del indicador:

Tabla A: Ficha metodológica del indicador número de personas afectadas por desastres relacionados a eventos climáticos	
Entidad encargada de la medición: <b>Comisión nacional para la reducción de desastres, CONRED.</b>	
Eje Temático: <b>Recurso atmósfera</b>	Tipo de Indicador: <b>Impacto</b>
Definición: <b>Este indicador determina el número de personas afectadas por desastres relacionados a eventos climáticos a nivel departamental y en todo el país, los cuales pueden ser causados por la contaminación atmosférica a nivel global. Los eventos climáticos que considera son: Inundación, Deslizamiento, desbordamiento, Derrumbe, Heladas, sequía.</b>	
Unidad de Medida: <b>Número de personas</b>	Periodicidad de la medición: <b>Anual</b>
Propósito: <b>Determinar el impacto de los eventos climáticos en la población del país.</b>	
Limitantes: <b>Algunas veces es muy difícil determinar los límites de influencia de un desastre dado, Por ejemplo, una sequía prolongada puede afectar directamente a las poblaciones en el área geográfica de la sequía, pero indirectamente a otras poblaciones en los alrededores que pueden detectar un encarecimiento en los productos agrícolas.</b>	
Entidades Involucradas: <b>CONRED, MAGA, MARN, INSIVUMEH</b>	

De los seis eventos climáticos que se presentan en este trabajo, la inundación, deslizamiento, desbordamiento y derrumbe ocurren generalmente en la época lluviosa, incluso la sequía, la cual se produce por la falta de lluvias en una época del año en que debería haberlas. Las heladas en cambio se presentan en la época seca.

1. **Información necesaria.** A continuación se muestra la información a recopilarse para generar el indicador:

Tabla A.1: Datos necesarios para generar el indicador

<i>Eventos climáticos considerados en este indicador</i>	<i>Número de personas afectadas</i>
Inundación	Input
Deslizamiento	Input
Desbordamiento	Input
Derrumbe	Input
Heladas	Input
Sequía	Input

2. **Adquisición de la información.** La información de las personas afectadas por los cinco primeros eventos climáticos mostrados en la Tabla A.1, se encuentran disponibles en el CONRED. El número de personas afectadas por sequía, está disponible en el MAGA, en la Unidad de operaciones rurales. Debido a que el Instituto nacional de sismología, vulcanología, meteorología e hidrología, INSIVUMEH, es la institución encargada de estudiar los eventos climáticos que pueden conducir a desastres que afecten a personas, se debe tomar muy en cuenta a esta institución a la hora de buscar información más amplia acerca de los eventos climáticos considerados en este estudio y de otros que se pudieran presentar en el futuro. En la Tabla A.2 se presenta la lista de desastres y la institución donde se encuentra la información:

Tabla A.2: Instituciones que guardan la información para generar el indicador

<i>Eventos climáticos considerados en este indicador</i>	<i>Institución que maneja la información</i>
Inundación	CONRED
Deslizamiento	CONRED
Desbordamiento	CONRED
Derrumbe	CONRED
Heladas	CONRED
Sequía	MAGA

a. **CONRED:** durante el año la Gerencia de comunicación social elabora tres informes consolidados al año, al final de la temporada de lluvia, de mayo a octubre, Informe consolidado de invierno (Estación lluviosa); de la temporada fría, de diciembre a febrero; Informe consolidado de plan frío, y de la temporada de festividades de la semana santa, de febrero a mayo (Informe consolidado del sistema de

prevención de semana santa, SINAPRESE). Este último se refiere básicamente a los acontecimientos que pudieran presentarse en las festividades de semana santa los cuales en su mayor parte no se relacionan con eventos climáticos, sin embargo, de no ser así deben ser incluidos en este indicador. Estos informes contienen la información del número de personas afectadas por desastres registrados por CONRED, no se encuentran organizados por departamento, sino por sitio afectado, pero si se reporta el departamento donde se ha presentado el flagelo, por lo que se puede procesar la información para determinar el total de afectados en cada departamento.

Se debe solicitar a la Gerencia de comunicación social de CONRED la información del número de personas afectadas por desastres:

- En el mes de noviembre para la temporada de lluvia
- En el mes de marzo para el Plan frío
- En el mes de junio para la temporada seca (SINAPRESE).

Actualmente CONRED cuenta con informes de la temporada de lluvia que incluyen entre otros desastres: inundaciones, deslizamientos, desbordamientos y derrumbes; aunque todavía no están oficialmente definidos los desastres previstos en el Plan frío, se conoce que incluirán heladas. El lo que respecta a SINAPRESE, este año no se reportaron personas afectadas por desastres relacionados a eventos climáticos.

b. MAGA: en el laboratorio de Sistemas de información geográfica se procesa la información que la Unidad de operaciones rurales del Ministerio de agricultura, ganadería y alimentación recopila por medio del técnico de Seguimiento y evaluación de las coordinadoras departamentales, quien comunica a las coordinadoras departamentales la situación de la sequía: localización, número de personas afectadas, pérdida de producción, etc.

Se debe tomar en cuenta que es el INSIVUMEH la institución que efectúa la vigilancia continua de la sequía a nivel nacional pero es el MAGA quien emite los informes respecto al número de personas afectadas.

Se debe solicitar la información al coordinador de la Unidad de operaciones rurales luego del final de la época de lluvias, es decir en el mes de noviembre.

3. **Procesamiento de la información.** Debido a que este indicador está formado por varios componentes, su valor viene dado por la suma de los aportes de cada componente, como se muestra en la figura Ec. A.1.

<b>Número de personas afectadas por desastres relacionados eventos climáticos</b>	<b>=</b>	$\Sigma$	<b>Número de personas afectadas por cada desastre</b>
---	----------	----------	---

Ec. A.1

En la Tabla A.3.1 se muestra un ejemplo de cálculo:

Tabla A.3.1: Cálculo del indicador

<i>Eventos climáticos considerados</i>	<i>Número de personas afectadas</i>
Inundación	Input_A1
Deslizamiento	Input_A2
Desbordamiento	Input_A3
Derrumbe	Input_A4
Heladas	Input_A5
Sequía	Input_A6
Número de personas afectadas por desastres relacionados a eventos climáticos	SUMA = Input_A1 + Input_A2 + Input_A3 + Input_A4 + Input_A5 + Input_A6

c. Proceso de generación del indicador para los eventos climáticos de inundación, deslizamiento, desbordamiento, derrumbe y helada. La información disponible en CONRED viene en el formato del Informe consolidado de invierno (Estación lluviosa), julio del 2004, que se muestra en el apéndice A.1. En este documento se encuentran tres columnas: personas fallecidas, personas heridas, personas afectadas (este término manejado por CONRED hace referencia a las personas perjudicadas por un evento determinado que no han fallecido, ni han resultado lastimados físicamente, y difiere del significado atribuido a esta palabra en este trabajo, que básicamente engloba a las tres categorías manejadas por CONRED). Para cada uno de los cinco tipos de desastres considerados en este apartado se debe sumar los aportes correspondientes a cada una de las tres categorías mencionadas anteriormente, por ejemplo, para el caso de inundaciones, el cálculo se presenta en la Tabla A.3.2:

Tabla A.3.2: Cálculo del número de personas afectadas por inundaciones

<i>Eventos climáticos considerados en este indicador</i>	<i>Número de personas afectadas</i>
Fallecidas	Input_A7
Afectadas*	Input_A8
Heridas	Input_A9
Número de personas afectadas por inundaciones	Input_A7 + Input_A8 + Input_A9
* Afectadas = no fallecidas ni heridas	

Para determinar la cantidad de personas afectadas por eventos climáticos por departamento, se debe examinar la columna de localización del Informe consolidado de invierno (Estación lluviosa). En la Tabla A.3.3 se muestra un extracto de este documento; en cada celda viene indicado el departamento donde se encuentra ubicado cada sitio donde se ha reportado un desastre relacionado a eventos climáticos al CONRED. Se debe extraer la cantidad de personas indicada para cada departamento y por cada tipo de desastre, para que al sumarlas se obtenga el número de personas afectadas por cada uno de estos desastres relacionados a eventos climáticos.

Tabla A.3.3: Extracto de la información proporcionada por CONRED

<i>Evento</i>	<i>Localización</i>	<i>Personas fallecidas</i>	<i>Ppersonas heridas</i>	<i>Personas afectadas</i>
Desbordamiento	25 Calle final Zona 5, Col. Cubias, Guatemala	a	b	c
	Desbordamiento río Coyulate, afectó Puente El Flor y Chile Seco II, Comunidad Los Cocos, Escuintla	d	e	f
	Km. 19 ruta hacia San Carlos Sija, Colinda caserío Kaquixá con el Caserío Vista Hermosa, Quetzaltenango	g	h	i
	Puente El Carrisal, Escuintla	j	k	l

Fuente: Gerencia de Comunicación del CONRED. Julio 2004. Informe consolidado periodo invernal (Estación lluviosa).

En la Tabla A.3.4 se muestra un ejemplo de cálculo:

Tabla A.3.4: Ejemplo de Cálculo del número de personas afectadas por desbordamiento por departamento.

<i>Departamento</i>	<i>Número de personas afectadas por desbordamiento</i>
Guatemala	$a + b + c$
Escuintla	$d + e + f + j + k + l$
Quetzaltenango	$g + h + i$
...	...

d. Proceso de generación del indicador para los desastres relacionados al evento climático de sequía. Para determinar el número de personas afectadas por sequías se debe recurrir a la información proporcionada por la Unidad de operaciones rurales del MAGA, se debe procesar esta información para obtener el subtotal por departamento y por país. En la tabla A.3.5 se muestra un ejemplo de cálculo para determinar el número de personas afectadas por sequía en el departamento de Suchitepéquez.

Tabla A.3.5: Extracto de la información de sequías

<i>Departamento</i>	<i>Municipio</i>	<i>Organización</i>	<i>Comunidad</i>	<i>Afectados (familias*)</i>
Suchitepéquez	Mazatenango	0	San Francisco Los Encuentros	31
Suchitepéquez	Mazatenango	0	Caserío Mangales	70
Suchitepéquez	Santo Domingo	0	Nueva Victoria la Braña	105
Suchitepéquez	Santo Domingo	0	Parcel. El Japon Nae. Sector A y B	181
Suchitepéquez	Santo Domingo	0	Comunidad agraria Rancho la Vega	45
Suchitepéquez	Santo Domingo	0	Parcel. La Esperanza	90
Suchitepéquez	Santo Domingo	0	Comunidad agraria El Guajilote	110
Suchitepéquez	Santo Domingo	0	Area Japon nacional Via Tahuexco	26
Suchitepéquez	Santo Domingo	0	Nva. Comunidad Sta. Cruz Laredo	70
Suchitepéquez	Santo Domingo	0	Caserío Sta. Rita	70

\* Una familia equivale a 5 personas  
Fuente: Unidad de operaciones rurales -MAGA. 2004. Informe de daños por sequía al 17/06/04.

Por lo tanto, para el departamento de Suchitepéquez, el número de personas afectadas por sequía sería calculado como se muestra en la Tabla A.3.6.

Tabla A.3.6: Ejemplo de cálculo del número de personas afectadas por sequía en Suchitepéquez

Número de familias afectadas por sequía en Suchitepéquez	$31+70+105+181+45+90+110+26+70+70 = 798$
Una familia	5 miembros
Número de personas afectadas por sequía en Suchitepéquez	$5 \cdot 798 = 3990$

El número de personas afectadas por sequía en todo el país sería calculado con la fórmula Ec.A.2:

<p>Número de personas afectadas por Sequía en el país</p>	$\Sigma$	<p>Número de personas afectadas por Sequía en el país</p>	Ec. A.2
---	----------	---	---------

## B. Indicador área del territorio nacional sometida a incendios.

En la tabla B se muestra la ficha metodológica del indicador:

Tabla B: Ficha metodológica del indicador área del territorio nacional sometida a incendios.	
Entidad encargada de la medición: <b>Sistema integrado de prevención y control de incendios forestales, SIPECIF.</b>	
Eje temático: <b>Recurso atmósfera</b>	Tipo de indicador: <b>Presión</b>
Definición: <b>Este indicador determina el área del territorio nacional, tanto a nivel departamental como de país, sometida a incendios durante la época seca; los cuales pueden ser forestales provocados y naturales; incendios no forestales, quemas prescritas forestales y agrícolas (rozas).</b>	
Unidad de medida: <b>Hectáreas, hectáreas de caña de azúcar</b>	Periodicidad de la medición: <b>Anual</b>
Propósito: <b>Cuantificar la superficie sometida a incendios, la cual constituye la principal fuente de contaminación atmosférica en las áreas rurales en la época seca.</b>	
Limitantes: <b>Es muy difícil dar un valor exacto del indicador, debido a que los métodos empleados son aproximados, y que la superficie afectada recabada en las boletas del SIPECIF es determinada a criterio del observador.</b>	
Entidades Involucradas: <b>SIPECIF, INAB, MUNICIPALIDADES, MARN, INSIVUMEH.</b>	

De acuerdo al Manual de indicadores ambientales (MARN. 2003), el presente indicador debe incluir los tipos de incendios que se muestran en la Tabla B.0.1:

Tabla B.0.1: Tipos de incendios considerados en este indicador

1.	Incendios forestales provocados y naturales
2.	Incendios no forestales (pastos, pajonales, guamiles que pueden provocar incendios forestales), inicialmente no esta previsto dentro del Manual de indicadores, pero en virtud de que se llevan registros de esta práctica, se la incluyó dentro del indicador de incendios.
3.	Quemas prescritas forestales, entrevistas con el INAB y el MAGA permitieron concluir que esta práctica no se realiza en el país, por lo que no se incluye en el indicador
4.	Quemas prescritas agrícolas o rozas.

Para generar este indicador, y que su valor pueda ser interpretado con facilidad, no se puede simplemente agregar como una suma la superficie correspondiente a la quema realizada para la cosecha de caña de azúcar, debido a que este valor es muy grande en comparación con la superficie sometida a incendios forestales y no forestales. Esta práctica de quema es empleada en la totalidad de los cultivos de caña (Asociación de azucareros de Guatemala, 2004), por lo que se puede afirmar que la superficie quemada de caña de azúcar es igual a la superficie cultivada, actualmente de 185,000 Ha (Ibid) cifra que corresponde a más de veinte veces el número de hectáreas sometidas a incendios forestales y no forestales que es de 7,642.73 Ha (INAB, 2004). Precisamente por esta razón, la quema de caña de azúcar debería considerarse como un indicador ambiental atmosférico diferenciado del resto de tipos de incendios que puedan darse en el medio rural, pero no debe dejarse fuera porque constituye la principal presión de contaminación sobre la atmósfera en zonas rurales, por lo que se propone un indicador compuesto, de tal manera que se diferencie la información referente a la quema de la caña. El indicador quedaría de la como se muestra en la ecuación Ec.B.0.

Indicador área del territorio nacional sometida a incendios (Incendios_1, Incendios_2)
--

Ec.B.0

Donde:

Incendios\_1, es la superficie del territorio nacional sometida a los tipos de incendios mencionados en la Tabla B.0.1 (no incluye quema de caña de azúcar).

Incendios\_2, es la superficie del territorio nacional sembrada de caña de azúcar donde se practica la quema.

1. Información necesaria. En este indicador no se incluyen las quemas prescritas forestales, ver Tabla B.0.1, por ser una práctica muy poco difundida o prácticamente inexistente en el país, aunque si se produjeran en el futuro debería incluirse. Por lo tanto la información que debe recopilarse es la que se muestra en la Tabla B.1.

Tabla B.1: Datos necesarios para Generar el indicador

<i>Tipo de Incendio</i>	<i>Superficie (Ha)</i>
Incendios forestales provocados y naturales	Input
Incendios no forestales	Input
Quemas prescritas agrícolas o rozas.	Input
Superficie sembrada de caña de azúcar donde se practica la quema	Input

2. **Adquisición de la información.** Los datos del área del territorio nacional sometida a incendios, se encuentran repartidos entre varias instituciones. En cuanto a incendios forestales provocados y naturales, es el Sistema integrado para la prevención y control de incendios forestales, SIPECIF, quien maneja esta información. Respecto a las quemas prescritas agrícolas, la información existe pero sólo en algunas municipalidades que controlan esta práctica por medio de la emisión de licencias. En la Tabla B.2 se puede apreciar la institución donde se encuentra la información requerida por el indicador.

Tabla B.2: Instituciones que manejan la Información para Generar el indicador

<i>Tipo de Incendio</i>	<i>Institución</i>
Incendios forestales provocados y naturales	SIPECIF-INAB
Incendios no forestales	SIPECIF-INAB
Quemas prescritas agrícolas o rozas (pendiente)	MUNICIPALIDADES
Superficie sembrada de caña de azúcar donde se practica la quema	Asociación de azucareros de Guatemala

a. **SIPECIF:** Esta institución tiene informes consolidados del área sometida a incendios forestales del país, en la temporada de incendios, que abarca los meses de enero a junio o julio, este es el informe nacional de incendios forestales el cual, actualmente, de hecho es elaborado por el Instituto nacional de bosques, INAB. Regularmente se presenta este informe a más tardar el mes de septiembre. Sin embargo el software que maneja la base de datos puede generar informes con mayor frecuencia, por ejemplo cada mes. SIPECIF junto con INAB manejan la información referente a incendios forestales en Guatemala. El INAB es la institución que maneja la base de datos, la cual se actualiza con la información proveniente de las Boletas de datos generales de incendio del SIPECIF, ver apéndice B.1. Esta tarea la realiza el laboratorio de Sistemas de información geográfica del INAB, pero la persona que está encargada de autorizar la entrega de la información es el coordinador nacional del SIPECIF. Se debe hacer notar que la superficie registrada en las boletas es en general un valor estimado y no medido de la superficie afectada.

b. **Municipalidades:** El control de las quemas agrícolas (rozas) se lleva a cabo en las municipalidades por medio de la concesión de licencias forestales, sin embargo, no todas realizan este control o están en capacidad de hacerlo. Por ejemplo, en el departamento de Guatemala, de los 17 municipios que la conforman, sólo los de San Raimundo, Santa Catarina Pinula, Fraijanes, Palencia, Mixco y San José Pinula cuentan con oficina forestal. Además, esta información se encuentra únicamente en cada municipalidad, es decir, no existe una institución encargada de recopilar estos datos en todo el país. Esta

circunstancia hace que el indicador de incendios no pueda contar con la información de rozas; en el futuro, para poder incluirlas en el indicador, se necesitaría que esta información además de estar registrada, esté centralizada en alguna de las instituciones relacionadas al tema, tales como el INAB, el MAGA, el Instituto nacional de Estadísticas (INE), o la Asociación de Municipalidades (ANAM).

c. Asociación de azucareros de Guatemala: En esta institución se puede obtener fácilmente la información de la superficie del país sembrada de caña, tanto a nivel nacional como departamental, este sería directamente el valor de Incendios\_2 del indicador mostrado en Ec.B.0.

3. Procesamiento de la información. Este indicador está formado de dos partes, la correspondiente a la quema de caña de azúcar (Incendios\_2) no requiere procesamiento. Debido a que Incendios\_1 está formado por varios componentes, su valor viene dado por la suma de los mismos, a nivel nacional viene dado por la ecuación Ec.B.1.

$$\text{Incendios}_1 \text{ nacional} = \sum \text{Superficie del territorio nacional sometida a cada tipo de Incendio, excluye quema de caña} \quad \text{Ec. B.1}$$

A nivel departamental, el indicador viene dado por la ecuación Ec.B.2.

$$\text{Incendios}_1 \text{ departamental} = \sum \text{Superficie del territorio departamental sometida a cada tipo de Incendio, excluye quema de caña} \quad \text{Ec. B.2}$$

En la Tabla B.3.1 se muestra un ejemplo de cálculo:

Tabla B.3.1: Cálculo del indicador

<i>Tipos de incendios considerados en este indicador</i>	<i>Número de personas afectadas</i>
Incendios forestales provocados y naturales	Input_B1
Incendios no forestales	Input_B2
Quemas prescritas agrícolas o rozas.	Input_B3
Superficie del territorio nacional sometida a incendios	SUMA = Input_B1 + Input_B2 + Input_B3

En el apéndice B.2 se muestra el Informe nacional de incendios forestales elaborado por el INAB para el periodo del 1 de enero al 16 de julio del 2004. En este documento el término incendios abarca los incendios forestales y no forestales, siendo estos últimos aquellos ocurridos en otro tipo de vegetación no forestal como los pastos, pajonales, guamiles, cuya quema sin control puede ocasionar incendios forestales. Este documento presenta la superficie nacional sometida a incendios forestales, no forestales, incendios en

áreas protegidas y no protegidas; y la superficie sometida a incendios por cada departamento. El área de incendios no forestales por departamento no se encuentra en este informe, pero estos resultados pueden ser obtenidos sin dificultad de la base de datos que genera el informe mencionado anteriormente, debido a que se guardan los registros correspondientes, por lo que se debe especificar en la solicitud que se necesita este dato.

4. Verificación del indicador de incendios empleando sistemas de información geográfica al evaluar las superficies quemadas con imágenes multiespectrales. Debido a las características de la metodología de recolección de datos de incendios, es decir, el sistemas de boletas, en el cual la persona encargada generalmente hace una apreciación visual de la superficie del terreno incendiado, por lo que el valor no es exacto, entonces se recomienda que siempre que sea posible se utilicen las técnicas de Sistemas de información geográfica y sensores remotos para verificar y corregir los resultados del indicador, de ser posible cada cinco o diez años. A continuación se plantea la metodología para la determinación de superficies quemadas con imágenes multiespectrales. El procedimiento descrito a ha sido tomado del Monitoreo de incendios forestales y estimación de superficies quemadas, Reserva de biosfera maya (CONAP, 2003).

Se necesita contar con imágenes multiespectrales que deben ser del final de la temporada de incendios y con la menor cobertura de nubes posible, sobre todo en las zonas donde se tiene conocimiento previo de ocurrencia de incendios. Esta técnica requiere de gran edición manual.

Para la extracción de superficies quemadas se emplea una combinación de tres técnicas, las cuales fueron aplicadas de manera sucesiva, en algunos casos retroalimentando productos parciales con edición manual, sobre todo en áreas recientemente quemadas con respecto a la fecha de toma de la imagen; y de bosques bajos caducifolios que en la temporada de sequía se confunden con áreas quemadas. A continuación se describen estas técnicas:

a. Clasificación no supervisada con ISODATA: Por lo menos 30 clases, usando el algoritmo ISODATA, (Iterative self-organizing data analysis technique). Esta técnica usa distancias mínimas espectrales para formar grupos de píxeles hasta que un número máximo de iteraciones (fijado por el usuario) ha sido completado o hasta que un porcentaje máximo de píxeles sin cambio de clase (también fijado por el usuario) ha sido alcanzado en medio de dos iteraciones. (ERDAS. 1999; Jensen, 1996). Las clases resultantes deben ser reclasificadas a las clases meta quemado y no quemado, usando como referencia para la reclasificación la interpretación visual de la imagen original desplegada en RGB con las bandas 4, 5 y 7.

b. Clasificación de compuestos de índice verde normalizado, NDVI: Se emplea las combinaciones de fecha del año anterior y del año actual: El NDVI es un índice que cuantifica cantidades

de vegetación verde y es calculado mediante la ecuación (Hayes y Sader, 2001; ERDAS, 1999; Jensen, 1996):

$$\text{NDVI} = \frac{\text{Banda Infrarroja Cercana (b4)} - \text{Banda Roja (b3)}}{\text{Banda Infrarroja Cercana (b4)} + \text{Banda Roja (b3)}}$$

Ec. B.3

Los compuestos deben ser clasificados usando ISODATA y luego reclasificados a las clases meta quemado y no quemado debido a que debe apreciarse una reducción de NDVI entre la primera y la segunda fecha causada por los incendios.

c. Diferencia aritmética entre NDVI del año anterior y el año actual: Determinar los NDVI para cada imagen, restar la imagen actual de la anterior y establecer visualmente el umbral de los Números Digitales que más distinga las zonas potenciales quemada de la no quemada.

d. Edición manual: Sirve para corregir las determinaciones anteriores debido a la incertidumbre del índice NDVI y cambios fenológicos. Se recomienda vectorizar la imagen para realizar esta labor.

Cada método se emplea en diferentes segmentos de la imagen, dependiendo de los resultados que se consigan, por ejemplo en lugares sin contaminación de humo puede funcionar mejor la diferencia de NDVI que en otros. Luego de haber extraído las superficies quemadas se debe realizar una evaluación de precisión de los resultados empleando fotografía aérea o datos de campo.

### C. Indicador emisiones de GEI per cápita

En la tabla Cse muestra la ficha metodológica del indicador:

Tabla C: Ficha metodológica del indicador emisiones de GEI per cápita	
Entidad encargada de la medición: <b>Unidad de cambio climático, MARN.</b>	
Eje Temático: <b>Recurso atmósfera</b>	Tipo de Indicador: <b>Estado</b>
Definición: <b>Este indicador determina las emisiones de GEI en todo el país. Los gases considerados son los siguientes: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O.</b>	
Unidad de Medida: <b>Gg CO<sub>2</sub>/habitante, Gg CH<sub>4</sub>/habitante, Gg N<sub>2</sub>O/habitante, Gg CO<sub>2</sub>-e/habitante</b>	Periodicidad de la medición: <b>Anual</b>
Propósito: <b>Determinar las emisiones de GEI's en Guatemala por habitante de manera rápida con un indicador aproximado que involucra las principales fuentes de GEI.</b>	
Limitantes: <b>El indicador no muestra las fuentes de los diferentes GEI medidos. En un nivel de detalle mayor, se puede desagregar el indicador para que muestre cantidad y tipo de GEI per cápita proveniente de diferentes actividades como transporte, generación de energía, agricultura, etc.</b>	
Entidades Involucradas: <b>MARN, MAGA, MEM, INAB, CONAP, INSIVUMEH.</b>	
Observaciones: <b>La metodología planteada para este indicador parte de las guías revisadas de 1996 del Panel intergubernamental sobre cambio climático (IPCC, 1996) y ha sido modificada para que pueda ser aplicada cada año en la generación de este indicador</b>	

En el Inventario nacional de GEI año base 1990, ver apéndice C.1, se emplean las categorías de fuentes de emisiones que se listan en la Tabla C.0.1.

Tabla C.0.1: Categoría de fuentes considerados en este indicador

Actividades energéticas
Procesos industriales
Actividades agropecuarias
Cambio en el uso de la tierra y silvicultura
Disposición de los desechos sólidos y líquidos

Los gases considerados en este trabajo se muestran en la Tabla C.0.2:

Tabla C.0.2: Principales Gases de Efecto Invernadero en Guatemala

CO <sub>2</sub>
CH <sub>4</sub>
N <sub>2</sub> O
NO <sub>x</sub>
CO
CVDM
SO <sub>2</sub>
Fuente: Inventario nacional de GEI año base 1990

Aunque este indicador no considera el cálculo de las absorciones de GEI, la determinación de los niveles de emisiones de cada gas necesita básicamente de un esfuerzo similar al de la elaboración del Inventario nacional de GEI's año base 1990, por lo que resulta financieramente difícil de reproducir esta experiencia cada año por el costo que representa. Para poder generar este indicador cada año, se propone trabajar sólo con las categorías de fuentes más representativas y emplear los métodos más sencillos planteados en la metodología de las guías revisadas de 1996 del Panel intergubernamental sobre cambio climático (IPCC, 1996) que fue empleada para la elaboración del Inventario nacional de GEI año base 1990.

De acuerdo al Inventario nacional de GEI año base 1990, las mayores emisiones corresponden a las actividades energéticas con 3,700.402 Gg CO<sub>2</sub> (49,4% del total) seguidas del cambio de uso de la tierra y silvicultura debido a la conversión de bosques y sabanas de 3,244.553 Gg CO<sub>2</sub> (43.3% del total) y los procesos Industriales con 544.664 Gg CO<sub>2</sub> (7,35% del total) y dentro de esta categoría la producción de cemento fue la que más aportó, con 400.164 Gg CO<sub>2</sub> (el 73.5% de su categoría). En lo que respecta al metano, el mayor contribuyente es, dentro de la agricultura, la fermentación entérica, con 108.025 Gg CH<sub>4</sub> (54,1% del total). El tercer gas de importancia que se considera para las proyecciones a futuro en el Inventario mencionado es el N<sub>2</sub>O, debido a que este gas tiene un efecto a equivalente al CO<sub>2</sub> de entre 310 veces a 100 años plazo y de 170 veces a 500 años en el futuro, esto hecho determina que este gas no pueda

ser excluido en la definición de este indicador a pesar de que en términos netos su emisión es mucho menor que la del CO<sub>2</sub> y el CH<sub>4</sub>. Sin embargo no se calculará la emisión anual de N<sub>2</sub>O debido a su pequeña contribución a la emisión anual de GEI y al aumento de la complejidad que representa sino que su valor se asumirá constante para efectos de cálculo y deberá ser actualizado periódicamente cada vez que se actualice el inventario de gases de efecto invernadero. Por lo expuesto, los gases empleados en la determinación de este indicador son el CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O.

El valor de este indicador se obtendrá a través de cuatro fases:

- Primea fase: corresponde a determinación de las emisiones de GEI de las fuentes que se calcularán cada año, las cuales se muestran en la Tabla C.0.3.

Tabla C.0.3: Emisiones de gases y fuentes que se considerarán (calcularán) cada año para el indicador

Emisiones de CO <sub>2</sub>	Actividades energéticas
	Producción de Cemento
	Conversión de Bosques y Sabanas
Emisiones de CH <sub>4</sub>	Fermentación Entérica.

- Segunda fase: Corresponde a las emisiones de GEI de las fuentes cuyo valor se mantendrá constante cada año, y para comenzar serán las correspondientes al Inventario nacional de GEI año base 1990 y se reajustarán con los nuevos inventarios que se elaboren.
- Tercera fase: Corresponde a la población total de Guatemala.
- Cuarta fase: Generación del indicador.

I. Primea Fase. Corresponde a determinación de las emisiones de GEI de las fuentes que se calcularán cada año.

a. Emisiones de CO<sub>2</sub> de actividades energéticas. Para la determinación de las emisiones de CO<sub>2</sub> de las actividades energéticas se emplea el método referencial de las Guías revisadas para inventarios nacionales de GEI, del Panel intergubernamental sobre cambio climático de 1996 (IPCC, 1996) por ser el más sencillo de los dos que plantea. El cálculo se basa en determinar el flujo de carbono en los productos energéticos: la producción (de combustibles primarios), el ingreso al país (importación), la salida del país (exportación) y la variación de los inventarios. El carbono que puede ser liberado a la atmósfera de Guatemala proviene de la producción de combustible (petróleo crudo) y la importación, ajustado a las variaciones de inventario; una parte no se libera en Guatemala porque sale del país a través de las exportaciones y los depósitos internacionales (combustibles vendidos a barcos o aviones internacionales y que no es consumido en Guatemala); la diferencia entre la entrada y la salida es el consumo aparente en el país. Para evitar la doble contabilidad se debe distinguir entre combustibles primarios como el carbón, petróleo crudo, gas natural y combustibles secundarios como la gasolina y los lubricantes.

De acuerdo al IPCC (1996) y a la información recabada en el MEM se elaboró la lista de combustibles que se emplearán en este indicador, ver Tabla C.1.a.1. En el caso de que en el futuro existiera algún otro combustible, debería incluirse en el indicador, siempre siguiendo las Guías del IPCC.

Tabla C.1.a.1: Combustibles considerados en el indicador

Combustible Primario	Petróleo crudo
	Carbón mineral
	Orimulsión
Combustible secundario	Gas licuado de petróleo
	Gasolinas (de aviación, superior y regular)
	Kerosene (jet kerosene y otros kerosenes)
	Diésel
	Nafta
	Bunker (fuel oil)
	Asfalto
	Lubricantes
Petroleum coke	

1) Información requerida. En la Tabla C.1.a.2 se muestra los datos requeridos para generar el indicador, que son aquellos considerados en las guías de IPCC:

Tabla C.1.a.2: Datos necesarios para calcular el indicador

<i>Tipo de Combustible</i>	<i>Producción</i>	<i>Importación</i>	<i>Exportación</i>
Petróleo crudo	Input	Input	Input
Carbón mineral	Input	Input	Input
Orimulsión	Input	Input	Input
Gas licuado de petróleo	NA	Input	Input
Gasolinas	NA	Input	Input
Keroseno	NA	Input	Input
Diésel	NA	Input	Input
Bunker (fuel oil)	NA	Input	Input
Nafta	NA	Input	Input
Asfalto	NA	Input	Input
Lubricantes	NA	Input	Input
Petroleum coke	NA	Input	Input

En este trabajo no se lograron encontrar estadísticas de depósitos internacionales por lo que se optó por no incluirlos en el indicador, es decir, que la emisión de CO<sub>2</sub> determinada no excluye los depósitos internacionales como debería hacerlo según el IPCC.

En cuanto a la Variación de inventario, se emplearán los datos contenidos en último Balance de energía de Guatemala, en el apéndice C.2 se presenta el balance correspondiente al año 2000.

2) Adquisición de la información. La Información se encuentra en el Ministerio de energía y minas y en la Superintendencia de administración tributaria (SAT) como se muestra en la Tabla C.1.a.3.

Tabla C.1.a.3: Institución donde se encuentra la información según combustible

<i>Tipo de Combustible</i>	<i>Institución</i>
Petróleo crudo	MEM
Carbón mineral	SAT
Orimulsión	SAT
Gas licuado de petróleo	MEM
Gasolinas <sup>a</sup>	MEM
Keroseno	MEM
Diésel	MEM
Bunker (fuel oil)	MEM
Nafta	MEM
Asfalto	MEM
Lubricantes	MEM
Petroleum coke	SAT

<sup>a</sup> gasolina regular + gasolina superior + gasolina de aviación

a) MEM: Parte de la información se encuentra disponible en la Revista de Estadísticas de Hidrocarburos del MEM, de cada semestre del año en cuestión, esta revista es de distribución gratuita en el Departamento de comercialización y precios de la Dirección general de hidrocarburos del MEM, en donde también se puede conseguir el último balance de energía elaborado por la Organización latinoamericana de energía (OLADE).

b) SAT: La información respecto a la importación de carbón mineral, la orimulsión y el petroleum coke se encuentra en la SAT, este último es importado por Cementos Progreso por lo que este dato puede ser obtenido junto con la producción de Clinker necesaria más adelante.

En el caso de no contarse con los datos en esas instituciones se emplearán los valores dados en el último Balance energético de Guatemala.

### 3) Procesamiento de la información

a) Determinación del peso en toneladas, en la Revista de estadísticas de hidrocarburos del MEM la información viene dada en unidades de volumen, BBLS, sin embargo las ecuaciones que se emplearán necesitan que la cantidad de hidrocarburos esté dada en unidades de peso, toneladas, por lo tanto se debe emplear la ecuación Ec.C.1 para conseguir la transformación requerida de BBLS a toneladas:

$$\text{Peso}_i = \text{Densidad}_i * \text{Volumen}_i$$

Ec. C.1

donde:

$I_i$ , es el tipo de combustible en estudio

$Peso_i$ , es el peso del hidrocarburo en toneladas

$Volumen_i$ , la cantidad de hidrocarburo en BBLS

$Densidad_i$ , es la densidad del hidrocarburo en Toneladas/BBLS. Ver la Tabla C.1.a.4

Tabla C.1.a.4: Densidades	
Tipo de Combustible	vBBl
Petróleo crudo <sup>a</sup>	0.1538
Gas licuado de petróleo <sup>b</sup>	0.0929
Gasolinas <sup>b</sup>	0.1215
Keroseno <sup>b</sup>	0.1285
Diésel <sup>b</sup>	0.1379
Bunker (fuel oil) <sup>b</sup>	0.1539
Nafta <sup>b</sup>	0.1189
Asfalto <sup>a</sup>	0.1724
Lubricantes <sup>a</sup>	0.1515
<sup>a</sup> Fuente: Energy Institute, 2004	
<sup>b</sup> Fuente: MEM, 2004	

Las siguientes ecuaciones fueron tomadas de las Guías revisadas para inventarios nacionales de GEI, del Panel intergubernamental sobre cambio climático de 1996 (IPCC, 1996).

b) Determinar el consumo aparente de cada producto energético. No se incluye la biomasa. En la ecuación Ec.C.2 se muestra la fórmula para calcular el consumo aparente de los combustibles primarios.

<b>Consumo Aparente =</b> Combustibles primarios	<b>Producción + Importación - Exportación</b> <b>-Depósitos Internacionales + Variación de Inventario</b>	Ec. C.2
---	--	---------

Para los combustibles secundarios se emplea la ecuación Ec.C.3.

<b>Consumo Aparente =</b> Combustibles secundarios	<b>Importación - Exportación</b> <b>-Depósitos Internacionales + Variación de Inventario</b>	Ec. C.3
---	---	---------

c) Determinar el consumo aparente energético, para esto se emplea la capacidad calorífica, de acuerdo a la ecuación Ec.C.4.

<b>Consumo Energético Aparente = Capacidad Calorífica * Consumo Aparente</b>	Ec. C.4
--	---------

d) Determinar el contenido de carbono aparente, para esto se emplea el factor de emisión de carbono, de acuerdo a la ecuación Ec.C.5.

<b>Contenido de Carbono Aparente = Factor de Emisión de Carbono * Consumo Energético Aparente</b>	Ec. C.5
---	---------

e) Determinar la cantidad de carbono almacenado, para esto se debe seguir los pasos de los literales c) al d) pero en vez de consumo aparente se empleará los datos de importación o producción de naftas, asfalto y lubricantes, hasta obtener el contenido de carbono aparente almacenado, luego se aplica la ecuación Ec.C.6.

<b>Carbono Almacenado = Fracción de Carbono Almacenado* Carbón Aparente Almacenado</b>	Ec. C.6
--	---------

f) Determinar la emisión neta de carbono, para esto se debe sustraer la cantidad de carbono almacenado del contenido de carbono aparente, como se muestra en la ecuación Ec.C.7.

$$\text{Emisión Neta de Carbono} = \text{Contenido de Carbono Aparente} - \text{Carbono Almacenado}$$

Ec. C.7

g) Determinar la emisión actual de carbono, para esto se debe emplear la fracción de carbón oxidada, como se muestra en la ecuación Ec.C.8.

$$\text{Emisión Actual de Carbono} = \text{Fracción de carbón oxidada} * \text{Emisión neta de Carbono}$$

Ec. C.8

h) Determinar la emisión actual de CO<sub>2</sub>, para esto se debe emplear los pesos atómicos del Carbono y del dióxido de carbono, como se muestra en la ecuación Ec.C.9.

$$\text{Emisión Actual de CO}_2 = 44/12 * \text{Emisión actual de Carbono}$$

Ec. C.9

Este procedimiento se muestra a manera de hoja electrónica en las Tablas C1.a.5 y C1.a.6.

Tabla C.1.a.5: Cálculo de las emisiones de CO<sub>2</sub> en las actividades energéticas

Tipo de Combustible	A	B	C	D	E	F
	Producción	Importación	Exportación	Depósitos Internacionales	Variación de Inventario	Consumo Aparente
	t	t	t	t	t	t
Petróleo crudo	Input	Input	Input	ND		F=P+I-C-D-E
Carbón mineral <sup>a</sup>	Input	Input	Input	ND		F=I-C-D-E
Orimulsión <sup>a</sup>	Input	Input	Input	ND		F=I-C-D-E
Gas licuado de petróleo		Input	Input	ND	4042.9 <sup>c</sup>	F=I-C-D-E
Gasolinas <sup>b</sup>		Input	Input	ND	55101.6 <sup>c</sup>	F=I-C-D-E
Keroseno		Input	Input	ND	-1219.6 <sup>c</sup>	F=I-C-D-E
Diésel		Input	Input	ND	31007.6 <sup>c</sup>	F=I-C-D-E
Bunker (fuel oil)		Input	Input	ND	-1405.1 <sup>c</sup>	F=I-C-D-E
Nafta		Input	Input	ND		F=I-C-D-E
Asfalto		Input	Input	ND		F=I-C-D-E
Lubricantes		Input	Input	ND		F=I-C-D-E
Petroleum coke		Input	Input	ND		F=I-C-D-E

<sup>a</sup> Actualmente no se producen en el país, así como tampoco se exporta.

<sup>b</sup> Gasolinas = gasolina de aviación + gasolina superior + gasolina regular

<sup>c</sup> Balance energético año 2000, ver anexo C.2.

Tabla C.1.a.5.continuación: Cálculo de las emisiones de CO<sub>2</sub> en las actividades energéticas

Tipo de Combustible	F	G	H	I	J	K	L
	Constante Aparente	Factor de conversión	Constante Energético Aparente	Factor de Emisión de Carbono	Contenido de Carbono Aparente	Carbono Almacenado	Emisiones Netas de Carbono
	t	TJ/10 <sup>3</sup> t	TJ	t C/TJ	Gg C	Gg C	Gg C
Petróleo crudo	F	42.45	H=F*G	20	J=H*L/1000	NA	L=J-K
Carbón mineral	F	27.21 <sup>c</sup>	H=F*G	26.8 <sup>d</sup>	J=H*L/1000	NA	L=J-K
Gas licuado de Petróleo	F	47.31	H=F*G	17.2	J=H*L/1000	NA	L=J-K
Orimulsión	F	27.50	H=F*G	22	J=H*L/1000	NA	L=J-K
Gasolina (aviación y auto)	F	44.80	H=F*G	18.9	J=H*L/1000	NA	L=J-K
keroseno(jet keroseno)	F	44.59	H=F*G	19.5	J=H*L/1000	NA	L=J-K
Diésel	F	43.33	H=F*G	20.2	J=H*L/1000	NA	L=J-K
Bunker (fuel oil)	F	40.19	H=F*G	21.1	J=H*L/1000	NA	L=J-K
Nafta	F	45.01	H=F*G	20	J=H*L/1000	Tabla C.1.4 col. V	L=J-K
Asfalto	F	40.19	H=F*G	22	J=H*L/1000	Tabla C.1.4 col. V	L=J-K
Lubricantes	F	40.19	H=F*G	20	J=H*L/1000	Tabla C.1.4 col. V	L=J-K
Petroleum coke	F	31.00	H=F*G	27.5	J=H*L/1000	NA	L=J-K

<sup>c</sup> Factor de conversión del carbón de exportación de Colombia  
<sup>d</sup> El carbón mineral ha sido considerado como antracita

Tabla C.1.a.5.continuación: Cálculo de las emisiones de CO<sub>2</sub> en las actividades energéticas

Tipo de Combustible	L	M	N	O
	Emisiones Netas de Carbono	Fración de Carbón Oxidada	Emisiones Actuales de Carbono	Emisiones Actuales de CO <sub>2</sub>
	Gg C		Gg C	Gg CO <sub>2</sub>
Petróleo crudo	L=J-K	0.99	N=L*M	O=N*(44/12)
Carbón mineral	L=J-K	0.98	N=L*M	O=N*(44/12)
Orimulsión	L=J-K	0.99	N=L*M	O=N*(44/12)
Gas licuado de petróleo	L=J-K	0.99	N=L*M	O=N*(44/12)
Gasolina de Aviación	L=J-K	0.99	N=L*M	O=N*(44/12)
Keroseno	L=J-K	0.99	N=L*M	O=N*(44/12)
Diésel	L=J-K	0.99	N=L*M	O=N*(44/12)
Bunker (fuel oil)	L=J-K	0.99	N=L*M	O=N*(44/12)
Nafta	L=J-K	0.99, L>0 1, L<0	N=L*M	O=N*(44/12)
Asfalto(BITUMEN)	L=J-K	0.99, L>0 1, L<0	N=L*M	O=N*(44/12)
Lubricantes	L=J-K	0.99, L>0 1, L<0	N=L*M	O=N*(44/12)
Petroleum coke	L=J-K	0.99	N=L*M	O=N*(44/12)
Emisión total de CO <sub>2</sub> de las actividades energéticas				Suma

Tabla C.1.a.6: Calculo del carbono almacenado							
Tipo de Combustible	P	Q	R	S	T	U	V
	Cantidad de combustible estimada <sup>c</sup>	Factor de conversión	Consumo energética Aparente	Factor de Emisión de Carbono	Contenido de Carbono aparente almacenado	Fración de Carbono o almacenado	Emisiones netas de Carbono almacenado
	t	TJ/10 <sup>3</sup> t	TJ	K/TJ	Gg C	Gg C	Gg C
Nafta	Input	45.01	H=F*G	20	J=H*I/1000	0.75	L=J*K
Asfalto	Input	40.19	H=F*G	22	J=H*I/1000	1	L=J*K
Lubricantes	Input	40.19	H=F*G	20	J=H*I/1000	0.5	L=J*K

<sup>c</sup> Consumo aparente más producción local o uso como materia prima

### a. Producción de Cemento

1) Adquisición de la información. Se necesita tener la producción nacional de cemento, para lo cual se debe solicitar la información a Cementos Progreso, Global Cement S.A. que son las únicas, a la fecha, plantas productoras de cemento en Guatemala. De aparecer nuevas plantas en el futuro, estas deberán incluirse dentro del indicador.

#### 2) Procesamiento de la información

$$\text{CO}_2\text{cemento} = 0.4985 * \text{ProducciónCemento}$$

Ec. C.10

Donde:

$\text{CO}_2\text{cemento}$ , es la emisión de  $\text{CO}_2$  en Gg  $\text{CO}_2$  debido a la producción de cemento.

0.4985, es el factor de emisión en Gg  $\text{CO}_2$ /Gg Clinker de las Guías del Manual de Referencia (IPCC, 1996).

$\text{ProducciónCemento}$ , es la producción nacional de cemento en Gg.

### b. Fermentación entérica

1) Adquisición de la información. Se necesita contar con los datos de la población del último censo agropecuario y la tasa de crecimiento anual de la población de las especies domésticas mostradas en la tabla C.1.c.1.

Actualmente se está terminando el censo agropecuario del INE, en su IV volumen se encontrará los datos de la población de las especies mencionadas, la cual se encuentra disponible en el Ministerio de agricultura y ganadería, en la Unidad de normas y regulaciones. Para obtener esta información se requiere

una solicitud por escrito al jefe de la unidad. Hasta la redacción de este trabajo no se encontraron datos oficiales de la tasa de crecimiento poblacional para Guatemala para las especies mencionadas, por lo que se propone calcular la mencionada tasa con base en los datos de los dos últimos censos agropecuarios y emplear este valor cada año hasta que se cuente con un valor oficial.

Tabla C.1.c.1: Información de las especies a ser consideradas en el indicador

<i>Especie</i>	<i>Población, año referencia</i>	<i>Tasa de crecimiento poblacional</i>
Ganado lechero	Input	Input
Ganado no lechero	Input	Input
Búfalos	Input	Input
Ovejas	Input	Input
Cabras	Input	Input
Caballos	Input	Input
Mulas y asnos	Input	Input
Cerdos	Input	Input

## 2) Procesamiento de la información

$$\text{CH}_4\text{FermentaciónEntérica} = \sum \text{CH}_4, i$$

Ec. C.11

$$\text{CH}_4\text{Especie} = \frac{\text{FEE} * \text{NúmeroAnimales}}{1000,000}$$

Ec. C.12

Donde:

$i$ , cada una especie de la Tabla C.1.d.2.

$\text{CH}_4\text{FermentaciónEntérica}$ , es la emisión total de metano de todas las especies consideradas en Gg  $\text{CH}_4$ .

$\text{CH}_4\text{Especie}$  es la emisión de Gg  $\text{CO}_2$  debido a la fermentación entérica para una de las especies consideradas.

$\text{FEE}$  es el factor de fermentación entérica, en Kg. de  $\text{CH}_4$  por animal y por año, cuyos valores se muestran en la Tabla C.4.2.

$\text{NúmeroAnimales}$ , es la población promedio de animales de cada especie considerada.

$1000,000$ , es el factor de conversión de unidades.

Tabla C.1.e.2: Factores de emisión entérica

<i>Especie</i>	<i>FEE (Kg. CH<sub>4</sub>/animal/año)</i>
Ganado lechero	57
Ganado no lechero	49
Búfalos	55
Ovejas	5
Cabras	5
Caballos	18
Mulas y asnos	10
Cerdos	1
Fuente: Manual de referencia (IPCC, 1996)	

### c. Conversión de bosques y sabanas

1) Adquisición de la información. Este cálculo se realizará empleando la tasa de deforestación actual, en principio se empleará aquella manejada en el Perfil ambiental de Guatemala 2004, de 54000 Ha, que corresponde a una estimación de la Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación (FAO) del año 2002; sin embargo deberá corregirse con valores oficiales publicados por el INAB.

#### 2) Procesamiento de la información

$$\text{CO}_2\text{ConversiónByS} = \frac{242 * 0.5 * 44 / 12 * \text{TasaDeforestación}}{1000}$$

Ec. C.13

Donde:

*CO<sub>2</sub>ConversiónByS*, es la emisión en Gg CO<sub>2</sub> de la conversión de Bosques y Sabanas a tierras agrícolas o ganaderas

242, son las toneladas de biomasa seca por hectárea de tierra para Guatemala (IPCC, 1996).

0.5, son las toneladas de C contenidas en una tonelada de biomasa seca (IPCC, 1996)..

44/12 g de CO<sub>2</sub> / g de C.

*TasaDeforestación*, es la tasa de deforestación en Hectáreas.

1,000 es el factor de conversión de unidades.

2. Segunda Fase. Corresponde a las emisiones de GEI de las fuentes cuyo valor se mantendrá constante cada año, y para comenzar serán las correspondientes al Inventario nacional de GEI año base 1990 y se reajustarán con los nuevos inventarios que se elaboren. Se prepara la Tabla C.2.1 en la que se muestran los datos del Inventario que se mantendrán constantes para la generación del presente indicador.

Tabla C.2.1: Emisiones que se mantendrán constantes en el cálculo del indicador

Categoría	Fuente	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Energía	Energía		34.401	0.520
Procesos Industriales	Producción de cemento			
	Producción de cal	140.350		
	Producción y uso de carbonato de sodio	4.150		
	Producción asfalto			
	Producción vidrio			
	Otros			
Agricultura	Fermentación entérica			
	Manejo de estiércol		5.095	6.497
	Cultivo arroz		0.140	
	Suelos agrícolas			13.037
	Quemas prescritas de sabanas		3.930	0.049
	Quemas residuos agrícolas en el campo		4.282	0.108
Cambio de uso de la tierra y silvicultura	Cambios en bosque y otras reservas de biomasa leñosa			
	Conversión de bosques y sabanas		4.896	0.034
	Abandono de tierras manejadas			
	Emisiones CO <sub>2</sub> de suelos			
Desechos	Disposición de desechos sólidos en la tierra		28.952	
	Disposición de agua de desecho		1.435	
	Incineración			
	Otros (excremento humano)			0.464

Fuente: Inventario nacional de GEI año base 1990

### 3. Tercera fase: Determinación de la población actual de Guatemala.

a) Adquisición de la información. Este dato se obtiene de los reportes del INE o de la página web de la Secretaría de planificación y programación de la presidencia (SEGEPLAN): [http://www.segeplan.gob.gt/spanish/guatemala/indicadores%20Demográficos/proyecciones\\_index.htm](http://www.segeplan.gob.gt/spanish/guatemala/indicadores%20Demográficos/proyecciones_index.htm), donde se encuentran las proyecciones oficiales de la población de Guatemala para diversos años.

#### 4. Cuarta fase: Generación del indicador.

Una vez calculadas las emisiones de la primera fase, se las debe colocar en la Tabla C.2.1, como se muestra en la Tabla C.4.1 y se debe sumar cada columna para obtener la emisión total para cada gas de efecto invernadero.

Tabla C.4.1: Cálculo de las emisiones de GEI

Categoría	Fuente	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Energía	Energía	A	34.401	0.52
Procesos Industriales	Producción cemento	B		
	Producción cal	140.35		
	Producción y uso de carbonato de sodio	4.15		
	Producción asfalto			
	Producción vidrio			
	Otros			
Agricultura	Fermentación entérica		C	
	Manejo de estiércol		5.095	6.497
	Cultivo arroz		0.14	
	Suelos agrícolas			13.037
	Quemas prescritas de sabanas		3.93	0.049
	Quemas residuos agrícolas en el campo		4.282	0.108
Cambio de uso de la tierra y silvicultura	Cambios en bosque y otras reservas de biomasa leñosa			
	Conversión de bosques y sabanas	D	4.896	0.034
	Abandono de tierras manejadas			
	Emisiones y absorciones de CO <sub>2</sub> del suelo			
Desechos	Disposición de desechos sólidos en la tierra		28.952	
	Disposición de agua de desecho		1.435	
	Incineración			
	Otros (excremento humano)			0.464
TOTAL EMITIDO		SUMA1	SUMA2	SUMA3
A	Emisión total de CO <sub>2</sub> calculado de las actividades energéticas. Suma en columna O, Tabla C.1.a.3.			
B	CO <sub>2</sub> cemento			
C	CH <sub>4</sub> FermentaciónEntérica			
D	CO <sub>2</sub> ConversiónByS			
Fuente: Inventario nacional de GEI año base 1990				

En la última fila de la Tabla C.4.1 se encuentran las emisiones de los GEI de Guatemala para el año considerado (fila de TOTAL EMITIDO). Estos valores deben ser divididos entre la población de Guatemala para obtener el valor de las emisiones per cápita, como se muestra en la ecuación Ec.C.15.

$$\text{Emisión per. Cápita} = \frac{\text{TOTAL EMITIDO}}{\text{Población}}$$

Ec. C.15

Este indicador agrupa tres gases de efecto invernadero, el CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O, gases diferentes, cuyo efecto debe unificarse a futuro para poder establecer una unidad unificada y una proyección de las emisiones acumulativas que permita evaluar la importancia futura que tiene cada gas emitido. Para lograr esto se determina el efecto a 100 años de la emisión per cápita del año en curso de metano y de óxido nitroso; las cuales se expresan en equivalentes de CO<sub>2</sub> (CO<sub>2</sub>-e), empleando para ello el potencial de calentamiento global (MARN, 2001) de cada gas. En la Tabla C.4.2 se muestran los cálculos y los resultados finales:

Tabla C.4.2: Presentación del indicador de GEI (resultados finales)

<i>Gas</i>	<i>Emisión per. Cápita (Gg)</i>	<i>Potencial de calentamiento global a 100 años</i>	<i>Efecto a 100 años de la emisión per cápita actual (Gg CO<sub>2</sub>-e)</i>
CO <sub>2</sub>	SUMA1 / POBLACIÓN	1	1*SUMA1 / POBLACIÓN
CH <sub>4</sub>	SUMA2 / POBLACIÓN	21	21* SUMA2 / POBLACIÓN
N <sub>2</sub> O	SUMA3 / POBLACIÓN	310	310* SUMA3 / POBLACIÓN
Indicador GEI per cápita unificado a 100 años			SUMA

## VIII. VIABILIDAD

Las metodologías planteadas en este trabajo requieren que la institución encargada de medir cualquier indicador solicite la información requerida a otras instituciones públicas o privadas. Esta es la mayor dificultad prevista, en virtud del tiempo que puedan tomarse en procesar las solicitudes. Sin embargo, todas tienen la predisposición de entregar la información de acuerdo a las consultas realizadas en las entrevistas semi-estructuradas centradas que se realizaron.

Para establecer la viabilidad de las metodologías propuestas se realizaron entrevistas telefónicas, personales y un desayuno de trabajo con representantes de las instituciones potenciales de medir el indicador y aquellas que guardan la información. Se contó con su colaboración desde el inicio de este trabajo y se planteó una metodología sencilla para su puesta en marcha, basada en que la disponibilidad y acceso a la información estuviera asegurada.

A continuación se detallan algunas de las características que hacen viables a las metodologías planteadas para cada indicador.

### A. Indicador número de personas afectadas por desastres relacionados a eventos climáticos

Para este indicador se entrevistó, entre otras, a las siguientes instituciones o personas:

- CONRED:
  - Ing. Billy Monterroso, Asistente técnico de la Gerencia de comunicación social.
- MAGA:
  - Ing. Henri Morales, Experto del laboratorio de Sistemas de información geográfica.
  - Ing. Jorge León, Asesor técnico de la Unidad de operaciones rurales.
  - Ing. Mynor Berges, Asesor técnico del vice-ministerio de alimentación.

Estas personas brindaron toda la información necesaria para diseñar la metodología de este indicador en el inicio de este trabajo.

Para medir este indicador se propone como encargado al CONRED debido a que es la institución que maneja la mayoría de datos que necesita para la generación del indicador. La única información que debe ser adquirida fuera de la CONRED se encuentra en la Unidad de operaciones rurales del MAGA y es de fácil acceso, previo envío de la solicitud respectiva.

No se pudo recibir retroalimentación de la metodología planteada en este trabajo por parte de CONRED debido a que no respondieron los correos electrónicos que se les envió al respecto, y que el representante enviado al desayuno de trabajo no permaneció el tiempo necesario como para exponerle el tema. Sin embargo, debido a la sencillez del procedimiento planteado se le asigna a este indicador una viabilidad alta de poder ser medido.

## B. Indicador área del territorio nacional sometida a incendios

Para este indicador se entrevistó, entre otras, a las siguientes instituciones o personas:

- INAB:
  - Ing. Jerónimo Pérez, laboratorio de Sistemas de información geográfica
  - Amanda Solórzano, Protección forestal, INAB
  - Ing. Héctor Mérida, Ing. Yovani Alvarado proyecto BOSCOM, INAB
- SIPECIF:
  - Asistente Técnico Ing. Manuel Lucas
- CONAP:
  - Ing. Víctor Hugo Ramos

Estas personas contribuyeron con la información que se muestra en este estudio y fueron consultadas a la vez que se desarrollaba la metodología de medición del indicador

La determinación de este indicador con la disponibilidad de la información actual (incendios forestales y no forestales) requiere de información que está disponible en el SIPECIF por lo que se propone a esta entidad para medir el indicador. Aunque no se logró contar con la presencia del representante del SIPECIF en el desayuno de trabajo para presentarle la metodología propuesta, al haber contado con su apoyo a lo largo de la elaboración del indicador se asigna una probabilidad alta de poder ser implantado.

Se debe recalcar que el indicador estará incompleto hasta que se pueda contabilizar la información de las quemas agrícolas por parte de todas las municipalidades, labor muy difícil actualmente dada la poca disponibilidad de recursos de los gobiernos municipales por lo que se le asigna con una viabilidad baja a la generación de un indicador completo (incendios forestales, no forestales y quemas agrícolas). La determinación del indicador empleando sistemas de información geográfica se considera poco viable debido a que esta técnica demanda de recursos tanto en tiempo como en dinero que vuelven prohibitiva su determinación anual.

## C. Emisiones de gases de efecto invernadero per cápita

Para este indicador se entrevistó, entre otras, a las siguientes instituciones o personas:

- INAB:
  - José Leiva, director de la Dirección general de políticas y estrategias ambientales.

– Ing. Carlos Mansilla, director de la Unidad de cambio climático.

Estas personas revisaron la metodología propuesta en este trabajo para la medición de este indicador, el primero manifestó, en el desayuno de trabajo, que tal como está planteada es posible de medirla anualmente, sin embargo el Ing. Carlos Masilla, quien es el experto en este tema, manifestó que el planteamiento de este indicador, que pretende ser medido cada año, va a reportar resultados con una elevada incertidumbre en virtud de que es muy difícil que los datos que se requieren sean actualizados cada año, él propuso que se generara el indicador para periodos más amplios, de entre dos y cinco años y que además se propusiera un mecanismo de recolección y de validación de los mismos, tarea que va más allá del objeto de este trabajo pero que sin lugar a dudas permitiría obtener un valor del indicador mas cercano a la realidad. También propuso que se calculara efectivamente la emisión de  $N_2O$  pero no cada año sino entre dos y cinco años, debido a que a largo plazo esta sustancia puede tener un efecto de una envergadura comparable a la de los otros dos gases considerados,  $CO_2$  y  $CH_4$ , sin embargo esto va más allá del alcance de este indicador, que no pretende realizar una proyección a largo plazo de las emisiones de estos gases sino realizar una estimación, factible y con recursos limitados, lo más cercana a la realidad pero cada año.

Se propone que la Unidad de cambio climático del MARN se encargue de medir este indicador, para lo cual necesita contactarse con el MEM y la SAT; para determinar el indicador se debe seguir las consideraciones establecidas en este trabajo sin embargo el valor obtenido será una aproximación a la realidad que deberá ser corregida periódicamente, cada vez que se actualicen los datos de las emisiones que se han mantenidos constantes para que el indicador sea factible de realizar cada año.

Por lo expresado anteriormente y por la sencillez del procedimiento de medición planteado en este trabajo se considera que este indicador tiene una viabilidad moderada de poder ser generado.

## IX. CONCLUSIONES

### A. Número de personas afectadas por desastres relacionados a eventos climáticos

Para determinar el valor de este indicador se necesitan pocos recursos, porque la información requerida se encuentra en dos instituciones, las cuales tienen buena disposición de compartirla con el público. Una de estas es CONRED, a quien se propone para manejar el indicador; sin embargo, dada la sencillez del procedimiento planteado en este trabajo, podría ser el MARN el encargado de hacerlo. Por estas razones se considera que este indicador tiene una probabilidad alta de poder ser implantado.

### B. Área del territorio nacional sometida a incendios

La determinación de este indicador en principio es sencilla, aunque estará incompleta hasta que todas las municipalidades ejecuten el control de las quemas forestales, y tengan registros que puedan ser computados. Se propone que sea el SIPECIF la institución encargada del indicador por ser quien cuenta con la mayoría de los datos necesarios, sin embargo, dada la sencillez del procedimiento planteado en este trabajo, podría ser el MARN el encargado de hacerlo. Por esta razón se considera que este indicador tiene una probabilidad alta de poder ser puesto en marcha.

### C. Emisiones de gases de efecto invernadero per cápita

Este indicador se plantea en este estudio, como una aproximación a la realidad, debido al alto costo de determinar las emisiones de todos los GEI cada año. Al estar basado no en todas las categorías de fuentes existentes, deberá corregirse cada vez que se actualice el inventario nacional de gases de efecto invernadero además del balance nacional de energía. Este indicador cambió desde la propuesta inicial que consistía en la determinación de todos los gases incluidos en el Inventario nacional año base 1990, a un indicador basado en los gases Metano, Dióxido de Carbono y Óxido Nitroso, debido a que estos son los que registran una mayor emisión. Además se reporta el efecto de la emisión de estos dos gases a 100 años en el futuro para poder contar con un indicador unificado en una sola dimensión: Gg Carbono equivalente.

Se asignó una viabilidad moderada para este indicador debido a la incertidumbre de la información con la que se dispone y a la sencillez de la metodología planteada.

## X. RECOMENDACIONES

### A. Número de personas afectadas por desastres relacionados a eventos climáticos

Los eventos climáticos considerados en este indicador deberán ser revisados cada año e incluir los nuevos que se presenten para conseguir la actualización y fortalecimiento del indicador.

### B. Área del territorio nacional sometida a incendios

El valor de este indicador deberá ser corregido con la técnica de Sistemas de Información Geográfica propuesta en este trabajo, pero se reconoce que esta labor no es sencilla, y requiere de un aporte financiero considerable para su ejecución, por lo que se propone que esta corrección se ejecute cada cinco o diez años.

Si se llegase a implantar un sistema de quemas prescritas forestales, estas deberían ser incluidas en el indicador.

### C. Emisiones de GEI per cápita

Este indicador debe ser actualizado cada vez que se actualice el Inventario nacional de Gases de Efecto Invernadero.

Para poder contar con un indicador tan exacto como sea posible se debe emplear la versión mas actualizada del Balance nacional Energético.

Se debe mejorar la calidad y disponibilidad de la información para que el indicador sea más exacto.

## XI. BIBLIOGRAFÍA

Ballesteros A. 2004. INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD FORESTAL. PROPUESTA PARA JALISCO. [en línea]:Universidad de Guadalajara <<http://acude.udg.mx/divulga/vinci/vincil1/vincil1-3.pdf>> [Consulta: 10 de Octubre del 2004]

Comisión nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad de México (CONABIO). 2004. PROGRAMA PARA LA DETECCIÓN DE PUNTOS DE CALOR MEDIANTE TÉCNICAS DE PERCEPCIÓN REMOTA [en línea] México. <<http://www.conabio.gob.mx/>> [Consulta: 25 de octubre del 2004]

Consejería de Medio Ambiente. 2004. MANUAL DE FORMACIÓN PARA LA LUCHA CONTRA INCENDIOS [en línea] Andalucía - España. <[http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/incendios/manual\\_incendios/capitulo1\\_4.html](http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/incendios/manual_incendios/capitulo1_4.html)> [Consultado: 1 de octubre de 2004]

Consejo nacional de Áreas Protegidas. 2003. MONITOREO DE INCENDIOS FORESTALES Y ESTIMACIÓN DE SUPERFICIES QUEMADAS, RESERVA DE BIOSFERA MAYA, 2003. Wildlife Conservation Society International Resources Group. Proyecto FIPA/Guatemala. Consejo nacional de Áreas Protegidas. Guatemala C.A.

Energy Institute. 2004. INDUSTRY INFORMATION: CONVERSION FACTORS USED IN THE OIL INDUSTRY. [en línea] <<http://www.energyinst.org.uk/index.cfm?PageID=483>> [Consulta: el 10 de Noviembre del 2004]

Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el cambio climático. 2001. TERCER INFORME DE EVALUACIÓN CAMBIO CLIMÁTICO 2001, LA BASE CIENTÍFICA, RESUMEN PARA RESPONSABLES DE POLÍTICAS Y RESUMEN TÉCNICO. OMM – PNUMA

Instituto De Incidencia Ambiental. 2004. PERFIL AMBIENTAL DE GUATEMALA, 2004: INFORME SOBRE EL ESTADO DEL AMBIENTE Y BASES PARA SU EVALUACIÓN SISTEMÁTICA. Universidad Rafael Landívar. Guatemala C.A.

Instituto nacional de Bosques, INAB. 2004. INFORME NACIONAL DE INCENDIOS FORESTALES. Guatemala C.A.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 1996. THE REVISED 1996 IPCC GUIDELINES FOR NATIONAL GREENHOUSE GAS INVENTORIES (REVISED GUIDELINES) [en línea] <<http://www.ipcc.org>> [Consulta: 1 de octubre de 2004]

Mansilla C. 2004. EVOLUCIÓN DE LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN LAS ACTIVIDADES ENERGÉTICAS DE GUATEMALA (1990 – 2000). Tesis de Maestría en estudios ambientales. Universidad del Valle de Guatemala.

Miller T. ECOLOGÍA Y MEDIOAMBIENTE. 1994. Grupo Editorial Iberoamérica. México. 867 pp.

Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de la República de Guatemala (MARN). 2001. INVENTARIO NACIONAL DE GASES DE EFECTO INVERNADERO, AÑO BASE 1990. Guatemala C. A.

Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de la República de Guatemala (MARN). 2003. MANUAL DE INDICADORES DEL AMBIENTE Y LOS RECURSOS NATURALES. Guatemala C. A.

Ministerio de Energía y Minas (MEM) 2004. ESTADÍSTICAS DE HIDROCARBUROS IER SEMESTRE 2004. Guatemala C.A.

Nebel B. CIENCIAS AMBIENTALES: ECOLOGÍA Y DESARROLLO SOSTENIBLE. 1999. 6ta edición. Prentice Hall. México. 720pp.

Sistema de Información para la Gestión de Riesgo y Atención de Emergencias de Bogotá (SIRE). 2004. INCENDIOS FORESTALES PANORAMA GENERAL DE RIESGO. [en línea] Colombia. <<http://www.sire.gov.co/websire/Incendio/panorama.htm>> [Consulta: el 10 de octubre del 2004]

Vela Fortino. 2001. UN ACTO METODOLÓGICO BÁSICO DE LA INVESTIGACIÓN SOCIAL: LA ENTREVISTA CUALITATIVA. En María Luisa Tarrés (coord.) OBSERVAR, ESCUCHAR Y COMPRENDER. SOBRE LA TRADICIÓN CUALITATIVA EN LA INVESTIGACIÓN SOCIAL. Porrúa y FLACSO. México. Pp 63-95.

## XII. APÉNDICES

### A.1: Informe consolidado de Invierno (Estación lluviosa) Julio 2004, CONRED

EVENTO	LOCALIZACIÓN	Personas Fallecidas	Personas Heridas	Personas afectadas	VIVIENDAS DAÑADAS	ESTRUCTURAS DAÑADAS	Ayuda enviada por SE-CONRED	Institución es Presenciales	Fuente
Inundación	Aidea Almendrales, Ocosingo, San Marcos			80	39 en Los Almendrales y 35 en el Tular		4 RACIONES FAMILIARES EN APRESTO POR CUALQUIER NECESIDAD DE HABILITACIÓN DE ALBERGUE	CONRED, COMRED, Sede Regional III	Sede Regional III
	Caserío Semahu, Panzós, Alta Verapaz			54	11		50 RACIONES FRÍAS	Asociación de Guardianes de la Salud, Presidente del Comité, CONRED Sede Regional IV	Sede Regional IV
	Waikiki, Iztapa			48	22		MONITOREO	Gobernación Departamental, Zona Vial de Caminos, Municipalidad de Iztapa	Sede Regional II
	Santa Odilia, Nueva Concepción, Escuintla (Río Coyolate)				3		COORDINACIÓN Y MONITOREO	Sede Regional II de la SE-CONRED, Municipalidad de la Nueva Concepción	Sede Regional II
	Santo Domingo, Los Cocos, Escuintla			15	3		COORDINACIÓN Y MONITOREO	Municipalidad de la Nueva Concepción, Sede Regional II de la SE-CONRED y PNC	Sede Regional II
	Inundación en la Aidea Mocuan, del Municipio de Puruha, Alta Verapaz, por lluvias			80	20		COORDINACIÓN Y MONITOREO	COMRED, Sede Regional IV y evaluación por parte de Freddy Carías y apoyado por alcalde municipal para dar una solución con envío de maquinaria pesada para el dragado de la quebrada	Sede Regional IV
	Puente peatonal que comunica de la carretera a el Tablón					1 Puente peatonal		Municipalidad de Tecpán	Sede Regional I
	Puente el Caminero, se inundó por drenajes tapados					1 Puente inundado, sin daño	COORDINACIÓN	PNC y Policía Municipal de Mixco	SE-CONRED
	Aidea San Juan del Obispo, Sacatepequez			200	40	Calle llena de tierra	EVALUACIÓN, COORDINACIÓN Y MONITOREO	Sede Regional I COMRED de Antigua, Municipalidad y Caminos	Marvin Gonzales, Sede Regional I
Deslizamiento	La Unión Frontera, Quilico Huehuetenango	1		4	1		SE MANDÓ 1 TECHO MÍNIMO Y 7 RACIONES FAMILIARES	Municipalidad de Quilico, Gobernación de Huehuetenango, BV, PNC, Sede Regional III	Sede Regional III
	Colonia Montesano, Zona 17 Guatemala			9	2		ASESORIA AUTORIDAD LOCAL	Municipalidad de Guatemala, Sede Regional I	Sede Regional I
	15 Calle 19 Avenida Zona 1, Colonia 5 de Octubre (Gerona)			5	1		ASESORIA, EVALUACIÓN DE RIESGO. (POSIBLEMENTE UN TECHOS MÍNIMO ESTÁ EN ESTUDIO)	Sede Regional I de la SE-CONRED	Sede Regional I
	19 Calle Final Colonia, Baranquila Zona 1			6	1		ASESORIA, EVALUACIÓN DE RIESGO, COORDINACIÓN TRABAJOS MITIGACIÓN CON LA MUNI DE GUATE	COMRED, Alcaldía Auxiliar, Sede Regional I de la SE-CONRED, Bomberos Voluntarios, Municipalidad de Guatemala, Bomberos Municipales, PNC	Sede Regional I

Desbordamiento	25 Calle final Zona 5, Col. Cobias Guatemala		1	78	25		EVALUACIÓN, HABILITACION DE ALBERGUE. DONACIÓN DE 252 BOTELLAS DE AGUA PURA. MONITOREO DEL ALBERGUE	Sede Regional I, COMRED, EMPAGUA, BV, Cruz Roja, PNC	Sede Regional I
	Desbordamiento ría Coyolate, afectó Puente El Flor y Chile Seco II, Comunidad Los Cocos, Escuintla					2 Puentes peatonales	MONITOREO	Coordinadora Local, Municipalidad, PNC, Región II, Ministerio de Salud, Gobernación	Sede Regional II
	Km. 19 ruta hacia San Carlos Sija, Colinda caserío Kaq'ixil con el Caserío Vista Hermosa. Quetzaltenango					1 Puente peatonal	COORDINACIÓN Y MONITOREO	Coordinadora Municipal Zona Vial de Caminos	Sede Región III
	Puente El Carrisal, Escuintla					1 Puente	COORDINACIÓN Y MONITOREO	Zona Vial de Caminos harán una evaluación, Municipalidad	Sede Regional II

Derrumbe	Asentamiento el Esfuerzo, Zona 7, Guatemala			17	4		EVALUACIÓN, HABILITACION DE ALBERGUE. DONACIÓN DE 7 RACIONES FAMILIARES, 18 FRAZADAS TERMICAS, 120 BOTELLAS DE AGUA PURA. MONITOREO DEL ALBERGUE	Aldalía Auxiliar, Desarrollo Social da la Municipalidad de Guatemala, Médicos sin Fronteras, EMPAGUA Bomberos Municipales, Sede Regional I	Sede Regional I
	15 Avenida Final, Santa Marta, Zona 6, Guatemala			18	4		EVALUACIÓN, HABILITACION DE ALBERGUE. DONACIÓN DE 20 FRAZADAS TERMICAS, 20 PLANCHAS DE ESPDNJAS 100 BOTELLAS DE AGUA PURA. MONITOREO DEL ALBERGUE	Sede Regional I de la SECONRED, COMRED Chimalta, Vecinos del sector.	Sede Regional I
	Comunidad Agraria Las Mercedes, Colimba, Quetzaltenango	1					SE DIÓ SOLUCIÓN LOCAL	Bomberos Voluntarios, Sede Regional III	Sede Regional III
	Del KM. 94 al KM. 107 Aproximadamente, derrumbes parciales en ruta al Pacífico						COORDINACION	Sede Regional I, PNC, Zona Vial de Caminos	Sede Regional I
	Del km. 47 al km. 77, de Sanarate Al Roncho.						COORDINACIÓN CON EL SUPERVISOR DE COVIAL, PARA ENVÍO DE PERSONAL	COVIAL con 26 personas, PNC	Sede Regional IV
	Carretera entre Sanarate y Jalapa, Km. 75 al 79						COORDINACIÓN CON EL SUPERVISOR DE COVIAL, PARA ENVÍO DE PERSONAL	COVIAL con 26 personas, PNC	Sede Regional IV
	Km. 28 Ruta Interamericana, Entrada de San Lucas Sacatepequez						COORDINACIÓN	Sede Regional I y Caminos	Sede Regional I
	Colonia Bosques de San Juan Zona 3, en el Cerro Las Cucharas, Zacapa						EVALUACIÓN, COORDINACIÓN Y MONITOREO	Sede Regional IV	Sede Regional IV
	Colapso de muro en el Km. 20 San Carlos Sija, Quetzaltenango, 1 persona fallecida, quien iba transitando por el lugar	1				1 Muro	COORDINACIÓN	Bomberos Voluntarios, PNC, INAB	Sede Regional III
	Colapso de Muro perimetral, Cobán, Alta Verapaz					1 Muro	COORDINACIÓN PARA RETIRO DEL MATERIAL	Municipalidad y Bomberos Voluntarios, Sede Regional IV	Sede Regional IV
	Derrumbe San Juan Chamelco, Km. 217						COORDINACIÓN Y MONITOREO	COVIAL, PNC	Sede Regional IV
	Derrumbe en el km. 167.5 entre Cabañas y San Diego, Zacapa						COORDINACIÓN	Caminos y PNC	Caminos
Derrumbe del Km. 35 al 41 carretera al Pacífico, Aldea Los Ceritos Km. 37.5, Amatlán			32	19		COORDINACIÓN Y MONITOREO	COVIAL, Bomberos Voluntarios y PNC	Sede Regional I	
<b>OTROS</b>									
<b>LAHAR</b>	En Barranca Seca a Santa Teresa						MONITOREO	INSIVUMEH	INSIVUMEH

Total

TOTAL	3	1	446	190	4 Puentes Peatonales dañados, 1 vehicular dañado, 1 vehicular solo inundado y 2 Muros
-------	---	---	-----	-----	---

## B.1: Boletas de control de incendios, SIPECIF

**SIPECIF**  
SISTEMA NACIONAL PARA LA PREVENCIÓN  
Y CONTROL DE INCENDIOS FORESTALES

Número de boleta

Control Interno					

Control Interno




---

**DATOS GENERALES DEL INCENDIO**
**1. DETECCIÓN Y LOCALIZACIÓN****1.1 Reportado por:**

Nombres \_\_\_\_\_

Apellidos \_\_\_\_\_

Fecha y Hora en que recibió el aviso del incendio: \_\_\_\_\_

Institución:

INAB \_\_\_\_\_ CONRED \_\_\_\_\_ EJERCITO \_\_\_\_\_ OTRAS INST \_\_\_\_\_  
 CONAP \_\_\_\_\_ MARN \_\_\_\_\_ AUTORIDADES LOCALES \_\_\_\_\_ PARTICULARES \_\_\_\_\_

Forma de comunicación:

Radio \_\_\_\_\_ Teléfono \_\_\_\_\_ Personal \_\_\_\_\_

**1.2 Localización del incendio**

Departamento \_\_\_\_\_

Municipio \_\_\_\_\_

Aldea o caserío \_\_\_\_\_

Finca \_\_\_\_\_

Latitud N \_\_\_\_\_ Longitud O \_\_\_\_\_

**2. VERIFICACION Y CONTROL****2.1 Es incendio forestal?**

SI \_\_\_\_\_  NO \_\_\_\_\_

**2.2 Secuencia de control****ACTIVIDAD****DÍA MES AÑO HORA MINUTOS**

Llegada de primeros medios terrestres

Llegada de primeros medios aéreos

Incendio controlado

Incendio extinguido

**2.3 Topografía**

Terreno plano  Terreno ondulado  Terreno quebrado

**2.4 Tipo de Propiedad**

Del Estado \_\_\_\_\_  Comunal \_\_\_\_\_  En concesión \_\_\_\_\_   
 Privada \_\_\_\_\_  Municipal \_\_\_\_\_

**2.5 Iniciado Junto A**

Carretera \_\_\_\_\_  Area de Cultivo \_\_\_\_\_  Lugares con Afluencia de Excursionistas o turistas \_\_\_\_\_   
 Urbanización \_\_\_\_\_  Basurero \_\_\_\_\_  Dentro del bosque \_\_\_\_\_

**2.2 Tipo de incendio**  
**TIPO DE INCENDIO % DE AREA AFECTADA**  
 Rastrero  
 De copas  
 Subterráneo  
 TOTAL 100%

**2.3 Superficie afectada en áreas protegidas y no protegidas**  
**TIPO DE SUPERFICIE HECTÁREAS**  
 Área protegida  
 Área no protegida  
 TOTAL

**2.4 Área afectada en Ha. por tipo de vegetación en Áreas Protegidas**  
**TIPO DE VEGETACION BOSQUE NATURAL PLANTACION FORESTAL**  
 Coníferas  
 Latifoliado  
 Mixto  
 TOTAL

**OTRA VEGETACION AREA EN HECTÁREAS**  
 Pastizal (para ganado)  
 Humedal (cimbal, jimbal)  
 Pajonal (jaraguá, sacatón)  
 Sabana  
 Guamil  
 TOTAL

**Área afectada en Ha. por tipo de vegetación en Áreas No Protegidas**  
**TIPO DE VEGETACION BOSQUE NATURAL PLANTACION FORESTAL**  
 Coníferas  
 Latifoliado  
 Mixto  
 TOTAL

**OTRA VEGETACION AREA EN HECTÁREAS**  
 Pastizal (para ganado)  
 Humedal (cimbal, jimbal)  
 Pajonal (jaraguá, sacatón)  
 Sabana  
 Guamil

Temperatura (° C) \_\_\_\_\_ Humedad relativa (%) \_\_\_\_\_  
 Velocidad del viento (Km/h) \_\_\_\_\_ Dirección del viento \_\_\_\_\_

**5. RESPONSABLE DE LA INFORMACION**  
 Nombre:  
 Dependencia:  
 Cargo:  
 Observaciones:  
 Fecha de envío de la boleta a PROFOR:

TOTAL

**2.9 Técnicas de extinción**  
 Ataque directo  Ataque indirecto   
 Control natural

**2.10 Medios utilizados en la extinción**  
**PERSONAL QUE PARTICIPO CANTIDAD**  
 Técnicos forestales  
 Guardarecursos  
 Voluntariado organizado  
 Fuerzas del ejército  
 Policía Nacional Civil  
 Bomberos  
 Personal contratado  
 Otras instituciones  
 TOTAL

**MEDIOS DE TRANSPORTE # CONCEPTO Cant.**  
 Aéreos Horas de vuelo  
 Terrestres Combustible utilizado (galones)

**2.11 Abastos utilizados**  
**ABASTOS CANTIDAD**  
 Raciones frías (unidades)  
 Agua (litros)  
 Raciones calientes

**1. Causas del incendio**  
 Fogatas \_\_\_\_\_  
 Colmeneros \_\_\_\_\_  
 Carboneros \_\_\_\_\_  
 Cazadores \_\_\_\_\_  
 Leñadores \_\_\_\_\_  
 Quemados agrícolas \_\_\_\_\_  
 Quema de Pastos \_\_\_\_\_  
 Intencionales \_\_\_\_\_  
 Quema de Basura \_\_\_\_\_  
 Causa Natural \_\_\_\_\_  
 Otras (Especifique) \_\_\_\_\_

## B.2: Informe nacional de incendios forestales 16/07/2004, SIPECIF-INAB

Instituto Nacional de Bosques  
Guatemala, C.A.

Fecha de emisión: 16/07/2004  
Hora: 07:17:41

### INFORME NACIONAL DE INCENDIOS FORESTALES

Período del 01/01/2004 al 16/07/2004

#### 1. Número De Incendios

Incendios Forestales: 404                      Incendios No Forestales: 39

#### 2. Superficie Afectada (hectáreas)

Forestal: 6,702.67                      No Forestal: 760.06                      Total: 7,462.73

#### 3. Distribución Del Área Afectada Por Tipo De Bosque

Tipo de Bosque	Hectáreas	(%)
Latifoliado	466.07	6.24
Coníferas	5,040.68	67.54
Mixto	1,196.92	16.02
Otro tipo de vegetación no forestal (pastos, pajonales, guamiles)	760.06	10.18

#### 4. Superficie Forestal Afectada Por Tipo De Incendio

Tipo de Incendio	Hectáreas	(%)
Rastrero	6,324.65	94.36
Copas	349.06	5.20
Subterráneo	28.94	0.43

#### 5. Posibles Causas Que Han Originado Los Incendios Forestales

Causa	(%)	Causa	(%)	Causa	(%)
1 Intencionado	53.71	5 Leñadores	3.71	9 Carboneros	0.74
2 Quema Agrícola	25.99	6 Colmeneros	1.73	10 Causa Natural	0.49
3 No Determinado	5.94	7 Quema De Basura	1.48	11 Fogata	0.49
4 Quema De Pastos	4.45	8 Cazadores	0.98	12 Otras Causas	0.24

#### 6. Departamentos Más Afectados

Según No. de Incendios			Según Hectáreas Quemadas			
Departamento	No.		Departamento	Forestal	No Forestal	Total
1 Jalapa	66		1 Zacapa	2,481.50	75.00	2,556.50
2 Sololá	56		2 Santa Rosa	1,232.70	159.00	1,391.70
3 Baja Verapaz	45		3 Jalapa	542.75	129.00	671.75
4 Guatemala	43		4 Chiquimula	449.50	35.50	485.00
5 Zacapa	37		5 Sololá	322.20	57.22	379.42
6 Quiché	23		6 Quiché	322.62	49.24	371.86

Forestal=Bosque, No Forestal=Otro tipo de vegetación (pastos, pajonales, guamiles)

#### 7. Medios Utilizados Para El Combate De Los Incendios Forestales

Terrestres: 405                      Aéreos: 0                      Horas de vuelo: 0.00

**Instituto Nacional de Bosques**

 Programa de Protección Forestal  
 Proyecto de Incendios Forestales

 Hora: 07:21:45  
 Fecha: 16/07/2004

**Cantidad de Incendios y Area Afectada  
 en Areas Protegidas y Areas No Protegidas**

Período del 01/01/2004 al 16/07/2004

	Cant. de Incendios	(%)	Hectáreas	(%)
Area Protegida	118	29.20	2,342.95	31.39
Area No Protegida	284	70.29	5,119.78	68.60
Mixta	2	0.49		
<b>Total Area Afectada</b>	<b>404</b>	<b>100%</b>	<b>7,462.73</b>	<b>100%</b>

**Instituto Nacional de Bosques**

 Programa de Protección Forestal  
 Proyecto de Incendios Forestales

 Hora: 07:22:55  
 Fecha: 16/07/2004

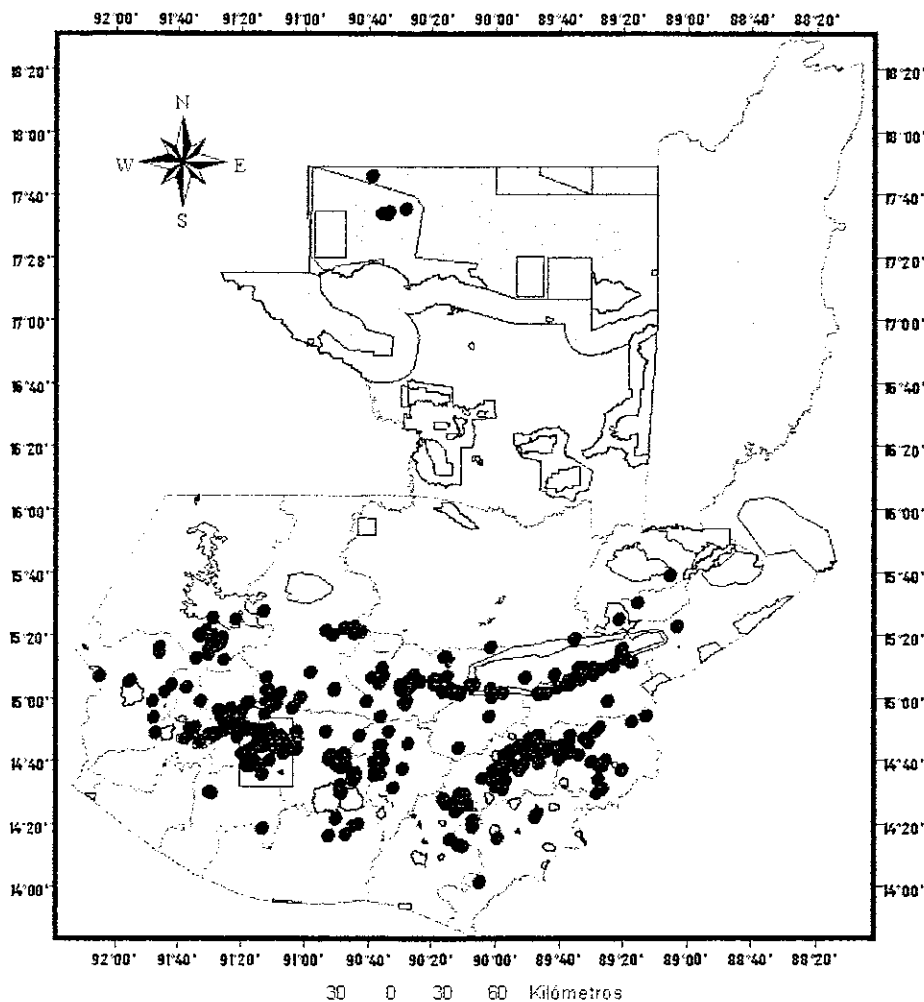
**Cantidad de Incendios y Area Afectada por Tipo de Bosque**

Período del 01/01/2004 al 16/07/2004

DEPARTAMENTO	CONIFERAS		LATIFOLIADO		MIXTO		OTRA VEGETACION		TOTAL	
	No. de Eventos	Area en Hectáreas (%)	No. de Eventos	Area en Hectáreas (%)	No. de Eventos	Area en Hectáreas (%)	Area en Hectáreas (%)	Area en Hectáreas (%)	Area en Hectáreas (%)	
BAJA VERAPAZ	22	135.50 39.44	9	42.50 12.37	16	117.50 34.20	48.00 13.97		343.50	
CHIMALTENANGO	4	16.14 5.76	2	5.90 1.96	10	186.30 66.54	72.02 25.72		279.96	
CHIQUMULA	20	409.50 94.22	2	17.00 3.50	3	24.00 4.94	35.50 7.31		485.00	
EL PROGRESO	2	10.00 30.30	1	3.00 9.09	2	20.00 60.60			33.00	
ESCUINTLA			2	85.05 85.00			15.00 14.99		100.05	
GUATEMALA	10	30.18 19.29	22	22.73 14.52	11	76.79 49.08	26.75 17.09		156.45	
HUEHUETENANGO	6	127.00 49.53			12	90.41 35.25	39.00 15.21		256.41	
IZABAL					1	10.00 100.00			10.00	
JALAPA	54	437.75 65.16	5	22.00 3.27	8	83.60 12.35	129.00 19.20		671.75	
JUTIAPA	2	53.00 50.00			1	45.00 42.45	8.00 7.54		106.00	
PETEN			3	5.15 13.66			32.55 86.33		37.70	
QUETZALTENANGO	7	9.65 20.99	5	28.76 62.66	8	7.35 15.98	0.21 0.45		45.97	
QUICHÉ	11	155.40 41.78	4	21.60 5.80	12	145.62 39.15	49.24 13.24		371.86	
SACATEPÉQUEZ	2	16.00 48.78	2	1.80 5.48	6	15.00 45.73			32.80	
SAN MARCOS	8	56.24 79.25	1	0.65 0.91	1	0.50 0.70	13.57 19.12		70.96	
SANTA ROSA	6	1,054.70 75.78	6	161.00 11.56	2	17.00 1.22	159.00 11.42		1,391.70	
SOLOLÁ	11	34.12 8.99	17	46.33 12.21	34	241.75 63.71	57.22 15.08		379.42	
TOTONICAPAN	7	52.50 39.26			13	81.20 60.73			133.70	
ZACAPA	33	2,444.00 95.59	1	3.00 0.11	5	34.50 1.34	75.00 2.93		2,556.50	
<b>Total Período Seleccionado</b>	<b>205</b>	<b>5,040.68 39.69</b>	<b>82</b>	<b>466.07 12.74</b>	<b>145</b>	<b>1,195.92 33.37</b>	<b>760.06 14.19</b>		<b>7,462.73</b>	

Total de Incendios Forestales en el Período Seleccionado: 404

## UBICACION DE INCENDIOS FORESTALES TEMPORADA 2004 . (Informe de boletas recibidas hasta el 8 de Junio)



### LEYENDA

- Límites departamentales
- Áreas protegidas SIGAP
- Áreas no Protegidas
- Punto de ubicación de incendios

FUENTE: Instituto Nacional de Bosques - INAB.  
 Base de datos de incendios forestales  
 Consejo Nacional de Áreas protegidas - CONAP.  
 Mapa del Sistema guatemalteco de áreas  
 protegidas - SIGAP., 2002.  
 Instituto Geográfico Nacional., -IGN-: Mapa de  
 límites departamentales ;  
 Coordenadas geográficas, esteroide de Clarke  
 1866.  
 ELABORADO POR: Departamento de Sistemas  
 de Información Forestal del INAB.

## C.1: Inventario nacional de GEI año base 1990

INVENTARIO NACIONAL DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

GUATEMALA

RESUMEN EJECUTIVO

RESUMEN DEL INVENTARIO DE EMISIONES Y ABSORCIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO 1990, (Gg)								
Gases de Efecto Invernadero y Categoría de Sumidero	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	CO <sub>2</sub> DM	SO <sub>2</sub>
	Emisiones	Absorciones						
Emisiones y Absorciones Nacionales Totales	7489.619	-42903.727	199.556	20.709	43.792	961.655	105.949	74.497
I Energía	3700.402		34.401	0.520	36.905	725.726	91.743	74.235
A Quemá de Combustibles	3700.402		34.284	0.520	36.871	725.674	90.984	73.700
1 Industria de Energética	191.204		0.008	0.002	0.524	0.959	0.015	
2 Industria Manufacturera y Construcción	810.189		0.349	0.050	3.267	39.461	0.600	
3 Transporte	2122.017		0.352	0.018	21.033	124.781	23.604	
4 Comercial/ Institucional	173.970		0.025	0.001	0.248	0.050	0.012	
5 Residencial	320.775		33.539	0.445	11.685	561.351	35.749	
6 Agricultura/ Silvicultura pesca	82.248		0.011	0.001	0.115	0.025	0.006	
B Emisiones de los Combustibles			0.117		0.035	0.052	0.759	0.535
1 Combustibles Sólidos								
2 Petróleo y Gas Natural			0.117		0.035	0.052	0.759	0.535
C Procesos Industriales	544.664						14.206	0.263
A Productos Minerales	544.664						14.206	0.263
1 Producción de Minerales	200.168							
2 Producción de Cal	140.350							
3 Producción y Uso de Carbonos de Sodio	4.150							
4 Producción de Asfalto							1.945	
5 Producción de Vidrio							0.153	
B Otras Producciones (Alimentos y Bebidas)							12.108	
3 Uso de Solventes y de Otros Productos	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4 Agricultura			129.872	19.691	5.670	193.085		
A Fermentación Estanca			116.425					
1 Ganado			108.025					
2 Otros (Oveas, caballos, mulas, etc.)			8.400					
B Manejo de Estiércol			5.095	6.427				
1 Ganado			2.105					
2 Otros (Oveas, caballos, mulas, etc.)			2.990					
C Cultivo de Arroz			0.140					
D Suelos Agrícolas				15.037				
E Quemá Prescotas de Sabanas			3.930	0.049	1.756	103.168		
F Quemá Residuos Agrícolas en el Campo			4.282	0.108	3.912	89.917		
5 Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura	3244.553	-42903.727	4.896	0.034	1.217	42.844		
A Cambios en Bosque y Otras Reservas de Biomasa Leñosa		237871.929						
B Conversión de Bosques y Sabanas	3244.553		4.896	0.034	1.217	42.844		
C Avandao de Tierras Manejadas		2067.733						
D Emisiones y Absorciones de CO <sub>2</sub> del Suelo		2064.065						
6 Desechos			30.387	0.464				
A Disposición de Desechos Sólidos en la Tierra			28.952					
B Disposición de Agua de Desecho			1.435					
1 Aguas Residuales Industriales			1.354					
2 Aguas Residuales Residuales y Comerciales			0.081					
C Incineración de Desechos								
D Otros Ecrementos Humanos				0.464				
<b>Items de Menor</b>								
Depósitos "Bunkers" Internacionales	110.275		0.003	0.004	0.394	0.267	0.045	0.035
Avandao	110.275		0.003	0.004	0.394	0.267	0.045	0.035
Emisiones de CO <sub>2</sub> Provenientes de la Quemá de Biomasa	13197.367							

La remoción se consignan con signo negativo (-), mientras que las emisiones se presentan con signo positivo (+).

NE: No Estimado

Fuente: MARN, 2001



## D.1: Instituciones y personas consultadas en este trabajo

<i>Institución</i>	<i>Director Responsable</i>	<i>Contacto</i>	<i>Dirección</i>	<i>Teléfono</i>
Asociación de azucareros de Guatemala.		Arq. Meneses	6 calle 6-38 Z-9 Edif. Tivoli	23340628, 23340633
CEMENTOS PROGRESO, Departamento de medio ambiente y optimización.	Oficial Ambiental Planta San Miguel	Ing. Oscar Pérez	Km. 47.5 Carr. Al Atlántico, finca San Miguel, Río Abajo, Sanarate, El Progreso	79528000 Ext. 7213
Centro nacional de información y estadísticas	Jefe, Lic. Luis Alberto Guzmán		30 Calle 11-29 Zn. 12 col. Santa Rosa	24421421 24421536
CONAP		Ing. Victor Hugo Ramos		79263302
CONRED, Departamento de comunicación Social	Jefe del departamento, Señor Benedicto Girón	Asistente técnico, Ing. Billy Monterroso	Av. Hincapié 21-72 Zn. 13	23854144
GLOBAL CEMENT S.A., departamento de comercialización y ventas	Gerente. Ana Graciela López		5 av. 5-55 Z-14 Edif. Europlaza Torre2 Nivel 6 No. 602	23667080
INAB, laboratorio de Sistemas de Información geográfica		Ing. Jerónimo Pérez	7av. 6-60 zn. 13	24735215 24721569
INAB, Protección forestal		Amanda Solórzano	7av. 6-80 zn.13	24405118
INAB, proyecto BOSCOM		Héctor Mérida Yovani Alvarado		66305835 66305857
MAGA, laboratorio de Sistemas de información geográfica		Ing. Henri Morales		
MAGA, Unidad de normas y regulaciones	Coordinador, M.V. Aníbal Menéndez Rodríguez			24753058
MAGA, Unidad de operaciones rurales	log. Adolfo Acosta	Ing. Jorge León		23328293-95
MAGA, Vice-ministerio de alimentación		Ing. Mynor Berges		
MARN, Dirección general de políticas y estrategias ambientales	Director, José Leiva	José Leiva	20 calle 28-58, zn 10	24230427 2423500 Ext. 427
MARN, Unidad de cambio climático	Director, Ing. Carlos Mansilla	Ing. Carlos Mansilla	20 calle 28-58 Zn 10	24230500
MEM, Departamento de medioambiente		Lic. Glenda López		
Ministerio de energía y minas, Departamento de comercialización	Jefe, Lic. Edgar Marroquín			24770382
Municipalidad de San José Pinula		Asesor Forestal, Manuel Ruistnán		59909060
Sistema nacional para la Prevención y control de incendios Forestales, SIPECIF	Coordinador del SIPECIF, Ing. Josué Iván Morales Dardón	Asistente Técnico Ing. Manuel Lucas	32 calle 8-00 zn.11, col. Las Charcas	24761727-43
Superintendencia de administración tributaria	Director, Lic. Willy Zapata.		7av. 3-73 Zn.9, 8º nivel	23627070 Ext. 1702

## E.1: Lista de Abreviaturas

ANAM	Asociación de municipalidades
BBLs	Barriles americanos
C	Carbono
CH <sub>4</sub>	Metano
CO	Monóxido de carbono
CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono
CO <sub>2</sub> -e	Equivalentes de CO <sub>2</sub>
CONRED	Comisión nacional para la reducción de desastres
CVDM	Compuestos volátiles diferentes del metano
EPIR	Estado-Presión-Impacto-Respuesta
GEI	Gases de efecto invernadero
Gg	Gigagramos, 1 Gg = 1000 t
INAB	Instituto nacional de bosques
INE	Instituto nacional de estadísticas
Input	Dato requerido
INSIVUMEH	Instituto nacional de vulcanología, meteorología e hidrología
IPCC	Panel intergubernamental sobre cambio climático
MAGA	Ministerio de agricultura, ganadería y alimentación
MARN	Ministerio de ambiente y recursos naturales
MEM	Ministerio de energía y minas
N <sub>2</sub> O	Óxido nitroso
NA	No aplica
ND	No disponible
NDVI	Índice verde normalizado
NO <sub>x</sub>	Óxidos de nitrógeno
SAT	Superintendencia de administración tributaria
SIPECIF	Sistema integrado de prevención y control de incendios forestales
SO <sub>2</sub>	Dióxido de azufre
t	Tonelada métrica
t C	Tonelada de carbono
TJ	Terajulios

