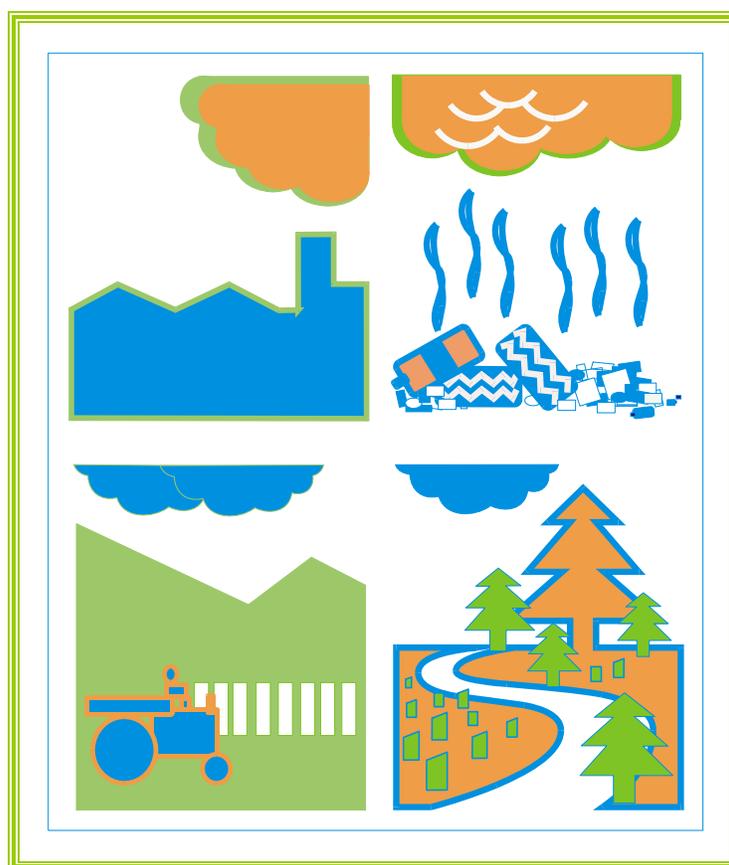


# Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero El Salvador Año 2000



Proyecto:  
Segunda Comunicación Nacional de  
Cambio Climático

Junio 2010



# **PERSONAL TÉCNICO DESARROLLADOR**

## COORDINADOR

Ing. Ismael Antonio Sánchez

## SECTOR ENERGÍA

Ing. Doris Calderón.  
Ing. Herbert Schneider.

## SECTOR DESECHOS Y SECTOR PROCESOS INDUSTRIALES

Dr. Francisco Armando Chávez  
M. Sc. Marta Escoto de Tejada

## SECTOR AGRICULTURA

Ing. Francisco Antonio García Rivera  
Ing. Ricardo Calles

## SECTOR USO DE LA TIERRA, CAMBIO DEL USO DE LA TIERRA Y SILVICULTURA (UTCUTS)

Ing. Edwin Alpízar  
Ing. Wilfredo Fuentes  
Inga. Xinia Soto Solano



## SIGLAS Y ACRÓNIMOS

1CN-CC	Primera Comunicación Nacional de Cambio Climático
2CN-CC	Segunda Comunicación Nacional de Cambio Climático
ADESCO	Asociación de Desarrollo Comunal
AFOLU	Sector Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra ( <i>Agriculture, Forestry and Other Land Use</i> )
BCR	Banco Central de Reserva de El Salvador
BID	Banco Interamericano para el Desarrollo
BM	Banco Mundial
CaCO <sub>3</sub>	Carbonato de calcio
CaCO <sub>3</sub> .MgCO <sub>3</sub>	Dolomita
CaO	Óxido de calcio o Cal Viva
CaO.MgO	Cal viva dolomítica
CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CBM	Corredor Biológico Mesoamericano
CEL	Comisión Ejecutiva del Río Lempa
CENTA	Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal
CEPA	Comisión Ejecutiva Portuaria Autónoma
CESSA	Cemento de El Salvador, S. A.
CH <sub>4</sub>	Metano
CKD	Polvo de horno de cemento ( <i>Cement Kiln Dust</i> )
CMNUCC	Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático ( <i>United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)</i> )
CNR	Centro Nacional de Registro
CO	Monóxido de carbono
CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono
CO <sub>2</sub> e	Dióxido de Carbono Equivalente
CO <sub>2</sub> e(CH <sub>4</sub> )	Dióxido de Carbono Equivalente para Metano
CO <sub>2</sub> e(N <sub>2</sub> O)	Dióxido de Carbono Equivalente para Óxido Nitroso
CONSAA	Consejo Salvadoreño de la Agroindustria Azucarera
COVDM	Compuesto Orgánico Volátil Diferente del Metano ( <i>Non Methane Volatile Organic Compounds (NMVOC)</i> )
CP	Conferencia de las Partes
DA	Diagnósticos Ambientales
DGEA	Dirección General de Economía Agropecuaria del Ministerio de Agricultura y Ganadería
DGFCR	Dirección General de Ordenamiento Forestal Cuencas y Riego del Ministerio de Agricultura y Ganadería
DGPN	Dirección General de Patrimonio Natural - MARN
DGRNR	Dirección General de Recursos Naturales Renovables
DGSVA	Dirección General de Sanidad Vegetal y Animal del Ministerio de Agricultura y Ganadería
DIGESTYC	Dirección General de Estadística y Censos
EHPM	Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples
EIA	Estudios de Impacto Ambiental
ENA	Escuela Nacional de Agricultura
EPA	Agencia de Estados Unidos para la Protección Ambiental ( <i>United States Environmental Protection Agency</i> )
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación ( <i>Food and Agriculture Organization of the United Nations</i> )
FCM	Factor de Corrección por Metano
FENADESAL	Ferrocarriles Nacionales de El Salvador
FAIES	Fondo de Iniciativa para las Américas - El Salvador ( <i>Fund for the Initiative of the Americas El Salvador</i> )
FONAES	Fondo Ambiental de El Salvador
GC/CC	Garantía de la Calidad y Control de Calidad (del INGEI)

GEF	Fondo para el Medio Ambiente Mundial <i>(Global Environment Facility)</i>
GEI	Gases de Efecto Invernadero <i>[Greenhouse gas (GHG)]</i>
GTZ	Cooperación Técnica Alemana
INGEI	Inventario Nacional de Gases de Efecto de Invernadero Panel Intergubernamental Sobre Cambio Climático
IPCC	<i>(Intergovernmental Panel on Climate Change)</i>
ISTA	Instituto Salvadoreño de Transferencia Agraria
JICA	Agencia de Cooperación Internacional de Japón
JICA	Agencia de Cooperación Internacional de Japón <i>Japan International Cooperation Agency</i>
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
MARN	Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales
MDL	Mecanismo de Desarrollo Limpio <i>[Clean Development Mechanism (CDM)]</i>
MIDES	Manejo Integral de Desechos Sólidos
MINEC	Ministerio de Economía
MSPAS	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social
N <sub>2</sub> O	Óxido nitroso
NO <sub>x</sub>	Óxidos de nitrógeno
OECD	<i>Organization for Economical Country Development</i>
OG	Organización Gubernamental
OMS	Organización Mundial de la Salud
OPA	Oficina de Planificación Agropecuaria
OPS	Organización Panamericana de la Salud
PCG	Potencial de Calentamiento Global
PCI	<i>Project Concern International</i>
PK	Protocolo de Kyoto <i>(The Kyoto Protocol)</i>
PNODT	Plan Nacional de Ordenamiento y Desarrollo Territorial
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo <i>[United Nations Development Programme (UNDP)]</i>
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
PROARCA	Programa Ambiental Regional para Centroamérica
PRODMIN, S.A. de C.V	Productos Minerales e Industriales, Sociedad Anónima de Capital Variable
QA/QC	Aseguramiento de Calidad y Control de Calidad (del INGEI)
RFF	<i>Resources for the Future</i>
RRASCA	Red Regional de Agua y Saneamiento de Centroamérica
SANP	Sistema de Áreas Naturales Protegidas
SIGET	Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones
SINGEI	Sistema Nacional de Inventario de Gases de Efecto de Invernadero
UCA	Universidad Centroamericana “José Simeón Cañas”
UN	Naciones Unidas <i>(United Nations)</i>
USAID	Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional <i>(Unites states Agency for International Development El Salvador)</i>
UTCUTS	Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura
VMDVYDU	Vice Ministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano
VMT	Vice-Ministerio de Transporte

## UNIDADES DE MEDICIÓN USADAS EN ESTE INVENTARIO

<u>NOMBRE</u>	<u>SÍMBOLO</u>
equivalente en toneladas de petróleo	etp
calorías	Ca
tera Julio	TJ
tonelada corta	
tonelada	t
kilotonelada	kt
megatonelada	Mt
gigatonelada	Gt
kilogramo	kg
megagramo	Mg
gigagramo	Gg
teragramo	Tg
petagramo	Pg
libras	lb
hectárea	Ha
Metro(s) cuadrado(s)	m <sup>2</sup>
caloría IT	
Julios	J
Atmósfera	At
kilo Pascal(es)	kPa

### EQUIVALENTES ESTÁNDAR

1 equivalente en toneladas de petróleo (etp)	1 x 10 <sup>10</sup> calorías
10 <sup>3</sup> etp	41.868 TJ
1 tonelada corta	0.9072 tonelada
1 tonelada	1.1023 tonelada corta
1 tonelada	1 megagramo
1 kilotonelada	1 gigagramo
1 megatonelada	1 teragramo
1 gigatonelada	1 petagramo
1 kilogramo	2.2046 libras
1 hectárea	10 <sup>4</sup> m <sup>2</sup>
1 caloría IT	4.1868 Julios
1 atmósfera	101.325 kPa



# INDICES

## ÍNDICE GENERAL

1. Introducción .....	11
1.1 Presentación del Inventario Nacional de Gases de Efecto de Invernadero.....	11
1.2 Convenciones Utilizadas en este Documento.....	11
1.3 Potencial de Calentamiento Global .....	11
2. Emisiones Netas de GEI a Nivel Nacional .....	12
3. Emisiones de GEI por Sector.....	14
3.1 Introducción.....	14
3.2 Sector Energía .....	14
3.2.1 Emisiones de GEI a partir de la Quema de Combustibles .....	15
3.2.1.1 Emisiones de CO <sub>2</sub> .....	15
3.2.1.2 Emisiones de Otros Gases .....	18
3.2.2 Emisiones Fugitivas de GEI .....	20
3.3 Sector Procesos Industriales .....	22
3.3.1 Emisiones de GEI en la Producción de Cemento.....	22
3.3.2 Emisiones de GEI en la Producción de Cal.....	22
3.3.3 Emisiones de GEI en la Utilización de Piedra Caliza y Dolomita.....	22
3.4 Sector Agricultura .....	24
3.4.1 Ganado Doméstico .....	24
3.4.1.1 Fermentación Entérica .....	24
3.4.1.2 Manejo de Estiércol.....	24
3.4.2 Producción de Arroz de Inundación .....	24
3.4.3 Quema Prescrita de Sabanas.....	24
3.4.4 Quema en el Campo de Residuos Agrícolas .....	25
3.4.5 Suelos Agrícolas.....	25
3.5 Sector Uso de la Tierra, Cambio del Uso de la Tierra y Silvicultura .....	29
3.5.1 Cambios de biomasa en bosques y en otros tipos de vegetación leñosa .....	29
3.5.1.1 Cambios de Biomasa en Plantaciones Forestales .....	29
3.5.1.2 Cambios de Biomasa en Bosques .....	29
3.5.1.3 Cambios de Biomasa en otros tipos de Vegetación Leñosa.....	30
3.5.2 Conversión de bosques y praderas .....	30
3.5.3 El Abandono de Tierras Cultivadas.....	30
3.5.3.1 Emisión o Absorción de CO <sub>2</sub> en los Suelos Debido al Manejo y Cambio de Uso de la Tierra. ...	31
3.6 Sector Desechos.....	33
3.6.1 Disposición de Residuos Sólidos en Tierra .....	33
3.6.2 Tratamiento de aguas residuales .....	33
3.6.2.1 Tratamiento de aguas residuales domésticas y comerciales .....	34
3.6.2.2 Tratamiento de efluentes y lodos industriales.....	34
4. Comparación de Inventarios de Gases Efecto Invernadero 1994 y 2000.....	37

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Valores del Potencial de Calentamiento Global del IPCC de 1995 .....	12
Tabla 2 Emisiones Anuales Netas de GEI por Sectores en El Salvador para año 2000. Valores en Gg. ....	12
Tabla 3 Distribución Porcentual de Emisiones Netas Anuales de GEI, por Sectores para año 2000 .....	12

Tabla 4 Emisiones de Dióxido de Carbono en Gg por Subsector y Tipo de Combustible .....	15
Tabla 5 Emisiones de Dióxido de Carbono por Subsector.....	16
Tabla 6 Emisiones en Gg de Otros GEI por categorías de fuente.....	18
Tabla 7 Emisiones Totales por Tipo de GEI en Gg, para el Sector Energía .....	20
Tabla 8 Emisiones en CO <sub>2</sub> e para el Sector Energía.....	20
Tabla 9 Emisiones netas anuales en Gg del Sector Procesos Industriales .....	23
Tabla 10 Contribución porcentual por categoría de fuente en Gg del Sector Procesos Industriales .....	23
Tabla 11 Emisiones Totales por tipo de GEI en Gg, para el Sector Agricultura.....	26
Tabla 12 Contribución Porcentual de GEI en CO <sub>2</sub> e del Sector Agricultura.....	26
Tabla 13 Emisiones Totales por tipo de GEI en Gg, para el Sector UTCUTS.....	31
Tabla 14 Contribución Porcentual de GEI en Gg de CO <sub>2</sub> e para el sector UTCUTS .....	31
Tabla 15 Contribución porcentual de cada industria a las emisiones de metano generadas en el tratamiento de efluentes y lodos industriales para el año 2000.....	34
Tabla 16 Emisiones Totales por tipo de GEI en Gg, para el Sector Desechos .....	34
Tabla 17 Contribución Porcentual de GEI en Gg de CO <sub>2</sub> e para el sector Desechos .....	35

#### ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Total de Gg de CO <sub>2</sub> e por Sector .....	13
Figura 2 Emisiones Totales de El Salvador en CO <sub>2</sub> e por Tipo de Gas. Año 2000.....	13
Figura 3 Participación por Categorías de Fuente en las Emisiones de CO <sub>2</sub> del Sector Energía.....	17
Figura 4 Emisiones de CO <sub>2</sub> por Tipo de Combustible .....	17
Figura 5 Distribución Porcentual de Emisiones de CH <sub>4</sub> por categorías de fuente .....	19
Figura 6 Distribución Porcentual de Emisiones de N <sub>2</sub> O por categorías de fuente.....	19
Figura 7 Contribución Porcentual de las Fuentes de GEI para el Sector Energía .....	21
Figura 8 Emisiones en CO <sub>2</sub> e para el Sector Energía.....	21
Figura 9 Contribución Porcentual por Categoría de Fuente a la producción de CO <sub>2</sub> en el Sector Procesos Industriales.....	23
Figura 10 Total de Gg de CO <sub>2</sub> e por Actividad en el Sector Agricultura .....	27
Figura 11 Emisiones de GEI en Gg de CO <sub>2</sub> e del Sector Agricultura, Año 2000.....	28
Figura 12 Contribución Porcentual de GEI en Gg de CO <sub>2</sub> e para el sector UTCUTS .....	32
Figura 13 Emisiones Totales del Sector UTCUTS en CO <sub>2</sub> e .....	32
Figura 14 Emisiones de GEI en Gg por Categoría de Fuente .....	35
Figura 15 Emisiones Totales del Sector Desechos en CO <sub>2</sub> e.....	36
Figura 16 Emisiones de CO <sub>2</sub> e con PCG de 100 años INGEI 1994 y 2000 .....	37

#### ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1	Libro de Trabajo IPCC	Overview
Anexo 2	Libro de Trabajo IPCC	Sector Energía
Anexo 3	Libro de Trabajo IPCC	Sector Procesos Industriales
Anexo 4	Libro de Trabajo IPCC	Sector Agricultura
Anexo 5	Libro de Trabajo IPCC	Sector Uso de la Tierra, Cambio del Uso de la Tierra y Silvicultura
Anexo 6	Libro de Trabajo IPCC	Sector Desechos

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1 PRESENTACIÓN DEL INVENTARIO NACIONAL DE GASES DE EFECTO DE INVERNADERO

El Salvador presenta su Inventario Nacional de emisiones antropógenas por fuentes y de absorción por sumideros de todos los Gases de Efecto Invernadero (GEI) no controlados por el Protocolo de Montreal. Esto da cumplimiento al compromiso enunciado en el Art. 4 de la Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático (CMNUCC).

Atendiendo la Decisión 17/CP.8 “Directrices para la preparación de las comunicaciones nacionales de las Partes no incluidas en el Anexo I de la Convención” adoptada por la Conferencia de las Partes (CP), y dado que El Salvador es Parte No Incluida en el Anexo I de la Convención, para la elaboración del inventario se ha considerado:

- Hacer una estimación de las emisiones y absorciones en el Inventario Nacional de Gases de Efecto de Invernadero del año 2000.
- Utilizar, para la estimación y comunicación, las Directrices del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPPC) para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, versión revisada en 1996 (Directrices del IPCC 1996).
- Aplicar, ante la necesidad de mejorar la transparencia, la coherencia, la comparabilidad, la exhaustividad y la exactitud del inventario, la Orientación del IPCC sobre las Buenas Prácticas y la Gestión de la incertidumbre en los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero (IPCC 2000).
- Estimar, en forma desglosada, las emisiones antropógenas de metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), compuestos orgánicos volátiles distintos del metano (COVDM) y de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) por las fuentes y, para este último gas, la absorción por los sumideros.
- Informar, las emisiones de GEI expresadas en CO<sub>2</sub> equivalente (CO<sub>2</sub>e), utilizando los valores de potencial de calentamiento global (PCG) proporcionados por el IPCC en su Segundo Informe de Evaluación (“los valores de los PCG del IPCC de 1995”) basados en los efectos de los GEI en un horizonte de tiempo de 100 años.

## 1.2 CONVENCIONES UTILIZADAS EN ESTE DOCUMENTO

En este documento, según la usanza en El Salvador, se ha utilizado coma para separación de miles y punto decimal como indicador de las cifras decimales.

Para facilidad de los lectores se ha colocado al inicio del documento una tabla con las unidades de uso común en el país y las correspondientes conversiones al Sistema Internacional.

Con la misma finalidad han sido resumidos las siglas y los acrónimos utilizados.

Las referencias bibliográficas se han colocado al final del documento.

## 1.3 POTENCIAL DE CALENTAMIENTO GLOBAL

El PCG es un índice que expresa de manera aproximada, el efecto de calentamiento de una unidad de masa de un GEI durante un horizonte de tiempo determinado en relación con el del dióxido de carbono. En este Inventario se ha utilizado el PCG para un horizonte de tiempo de 100 años lo que ha permitido comparar, la capacidad de influir en el balance energético del Sistema Atmósfera – Tierra de cada uno de los principales GEI emitidos o absorbidos en El Salvador. Estos valores de PCG se muestran en la Tabla 1:

**Tabla 1 Valores del Potencial de Calentamiento Global del IPCC de 1995**

Especie	Fórmula Química	Tiempo medio de Vida (años)	Potencial de Calentamiento Global (Horizonte de tiempo)		
			20 años	100 años	500 años
CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	variable §	1	1	1
Metano*	CH <sub>4</sub>	12±3	56	21	6.5
Óxido Nitroso	N <sub>2</sub> O	120	280	310	170

§ Determinado del modelo de Ciclo de carbono de Bern.

\*El PCG para metano incluye los efectos indirectos de la producción de ozono troposférico y la producción de vapor de agua estratosférica.

La utilización de estos valores permite la comparación de los GEI de largo plazo con respecto al CO<sub>2</sub>, lo que resulta de suma importancia para el concepto de “Categorías Principales de Fuente” creado por el IPCC como herramienta para ayudar a los países a priorizar los recursos para mejorar las emisiones que llegan a los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero, es decir, para indicar las actividades en las que se necesita enfocar la reducción de emisiones.

## 2. EMISIONES NETAS DE GEI A NIVEL NACIONAL

En la Tabla 2 se resumen, para el año 2000, las emisiones anuales netas de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), Metano (CH<sub>4</sub>), Oxido Nitroso (N<sub>2</sub>O). El Monóxido de Carbono (CO) y Oxido de Nitrógeno (NOx) no están definidos estrictamente como GEI sin embargo, dada su contribución al cambio climático se han incluido en dicha tabla. En dicha tabla las emisiones están agrupadas de acuerdo a los sectores que abarcan las principales actividades humanas que contribuyen a liberar o capturar gases de efecto invernadero.

**Tabla 2 Emisiones Anuales Netas de GEI por Sectores en El Salvador para año 2000. Valores en Gg.**

Sector	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NOx	CO	NMVOG
Energía	5,110.733	12.473	0.247	34.809	380.060	104.248
Procesos Industriales	444.244	NO	NO	NO	NO	NO
Agricultura	NO*	67.137	3.557	2.984	75.440	NO
UTCUTS	4,189.541	3.810	0.026	0.947	33.336	NO
Desechos	NO	55.580	0.294	NO	NO	NO
<b>Emisiones Totales por Tipo de Gas</b>	<b>9,744.517</b>	<b>139.001</b>	<b>4.125</b>	<b>38.739</b>	<b>488.835</b>	<b>104.248</b>

\* NO: No Ocurre

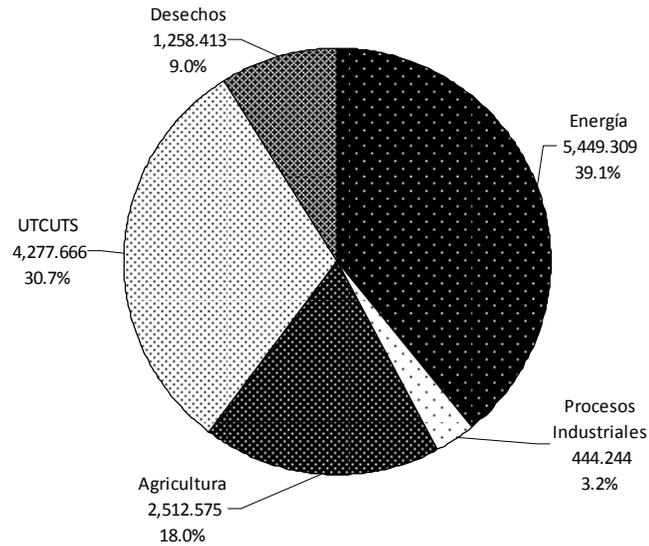
La Tabla 3 indica la contribución porcentual de cada sector en las emisiones de los GEI de largo plazo, estos datos han sido obtenidos utilizando los PCG correspondientes a 100 años.

**Tabla 3 Distribución Porcentual de Emisiones Netas Anuales de GEI, por Sectores para año 2000**

Sector	Emisiones Equivalentes			Total de CO <sub>2</sub> e por Sector	Contribución Porcentual
	CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub> e (CH <sub>4</sub> )	CO <sub>2</sub> e (N <sub>2</sub> O)		
Energía	5,110.733	261.938	76.638	5,449.309	39.1%
Procesos Industriales	444.244	-	-	444.244	3.2%
Agricultura	-	1,409.879	1,102.695	2,512.575	18.0%
UTCUTS	4,189.541	80.006	8.120	4,277.666	30.7%
Desechos	-	1,167.188	91.225	1,258.413	9.0%
<b>Emisiones Totales en CO<sub>2</sub>e</b>	<b>9,744.517</b>	<b>2,919.011</b>	<b>1,278.678</b>	<b>13,942.207</b>	<b>100%</b>

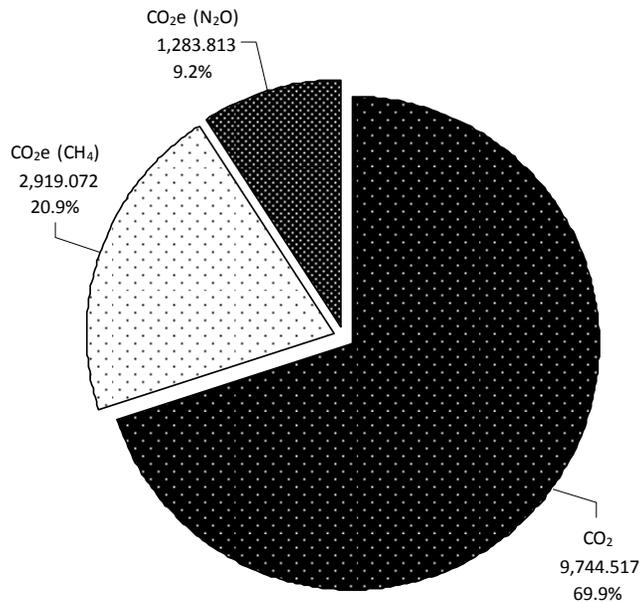
Para el INGEI 2000, resulta interesante observar como las emisiones de CH<sub>4</sub>, 139.001 Gg corresponden a 2,919.011 Gg de CO<sub>2</sub>e una vez pasados 100 años. El total de emisiones de El Salvador en CO<sub>2</sub>e es de 13,942.207 Gg.

La Figura 1, indica las cantidades -en Gg- de las emisiones de CO<sub>2</sub>e por Sector y su correspondiente contribución porcentual. La mayor contribución proviene del sector energía con un aporte del 39.1%.



**Figura 1 Total de Gg de CO<sub>2</sub>e por Sector**

La Figura 2 señala el aporte porcentual por tipo de gas a las emisiones de GEI, el gas que más contribuye es el CO<sub>2</sub> directo seguido por el CO<sub>2</sub>e proveniente del metano.



**Figura 2 Emisiones Totales de El Salvador en CO<sub>2</sub>e por Tipo de Gas. Año 2000**

Esta información se encuentra disponible en el Anexo 1.

### 3. EMISIONES DE GEI POR SECTOR

#### 3.1 INTRODUCCIÓN

La metodología del IPCC divide las actividades antropogénicas en sectores; para El Salvador se consideran cinco de ellos:

- **Energía:** incluye el total de emisiones de todos los GEI provenientes de las actividades energéticas fijas y móviles (la combustión y las emisiones fugitivas).
- **Procesos Industriales:** las emisiones en este sector comprenden las emisiones provenientes de la fabricación de ciertos productos y emisiones fugitivas de GEI provenientes de los procesos industriales. Las emisiones por quema de combustibles de este sector se reportan en el sector Energía.
- **Agricultura:** Describe todas las emisiones antropogénicas originadas en este sector, excepto las de quemaduras de combustible en actividades agrícolas y emisiones de aguas residuales, las cuales son contabilizadas en los módulos de energía y desechos respectivamente.
- **Uso de la tierra, cambio del uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS):** aquí se contabilizan las emisiones y remociones que provienen de las actividades en los bosques y de uso de la tierra.
- **Desechos:** se contabiliza el total de emisiones provenientes del manejo de desechos.

Los métodos para estimación de gases se dividen en niveles (“Tiers”) que agrupan diferentes grados de actividad y detalles de tecnología. Los métodos Nivel 1 generalmente son simples y requieren menos datos que los métodos Nivel 2 y 3.

Las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes de la quema de combustibles de biomasa como: la leña, bagazo de caña de azúcar y cascarilla de café; se reportan en el sector energía pero no se contabilizan como emisiones del sector.

En El Salvador el uso de biomasa es más rápido que la recuperación anual de biomasa, debido a esto las emisiones netas aparecen como pérdida en los stocks de biomasa del sector UTCUTS. Los demás GEI provenientes de la quema de biomasa se consideran y reportan en el sector energía.

#### 3.2 SECTOR ENERGÍA

Los sistemas energéticos son complejos y, a la vez, componentes muy importantes de la economía de los países.

Como se indicó anteriormente, en El Salvador el sector Energía aporta la mayor cantidad de las emisiones de GEI con el 39.1% del total nacional. Este aporte surge a partir del manejo y consumo de los combustibles utilizados en el país.

Las emisiones del sector energía están organizadas en dos categorías:

- Emisiones a partir de la quema de combustibles y
- Emisiones fugitivas

Estas categorías están subdivididas empleando criterios metodológicos de la siguiente forma:

**Emisiones de GEI a partir de la quema de combustibles**

*Métodos del Nivel 1*

Emisiones de CO<sub>2</sub>

Método de Referencia

Método por Categorías de Fuente

Emisiones de Gases diferentes del CO<sub>2</sub> procedentes de la Quema de Combustibles

Método por Categorías de Fuente  
Métodos del Nivel 2

Emissiones procedentes de Aviones

**Emissiones Fugitivas de GEI**

- Emissiones de CH<sub>4</sub> procedentes de la extracción y manipulación del carbón
- Emissiones de CH<sub>4</sub> procedentes de las actividades de petróleo y gas natural
- Emissiones de precursores del Ozono y SO<sub>2</sub> procedentes de la refinación del petróleo

**3.2.1 EMISIONES DE GEI A PARTIR DE LA QUEMA DE COMBUSTIBLES**

**3.2.1.1 EMISIONES DE CO<sub>2</sub>**

Las emisiones de CO<sub>2</sub> a partir de la quema de combustibles pueden estimarse a tres niveles diferentes, denominados Niveles 1, 2 y 3 en las directrices del IPCC. Para el inventario de El Salvador se utilizan métodos de nivel 1 que son:

- Método de Referencia: éste se concentra en el cálculo de las emisiones a partir del contenido de carbono de los combustibles suministrados al país tomados en su conjunto
- Método por Categorías de Fuente o Método Sectorial: el cálculo de emisiones se realiza a partir de las principales actividades de combustión. Este método se ha elaborado como respuesta a la necesidad de contar con cifras de emisiones por sector para la vigilancia y formulación de políticas de reducción de emisiones.

El IPCC sugiere el cálculo de CO<sub>2</sub> con los dos métodos, de esta forma se obtiene un proceso de verificación para los valores obtenidos con el método de referencia.

Las emisiones de CO<sub>2</sub> del sector energía se presentan en la Tabla 4 y la Tabla 5. En ellas puede apreciarse que los subsectores responsables de las mayores emisiones de este gas en orden de contribución son: el subsector transporte, al que le corresponde el 44.76%, el subsector industria manufacturera y de la construcción que incluye el calor de proceso y la autogeneración que aportan el 25.37% y el sector industria energética al que le corresponde el 21.65% de las emisiones. Dentro del subsector transporte, las emisiones provienen principalmente del transporte por carretera, mientras que el transporte ferroviario y la aviación nacional participan de manera marginal. En el subsector industria manufacturera y de la construcción se estima que el 88% de emisiones provienen del calor para procesos y fuerza motriz, es decir del proceso productivo, mientras que el 12% restante se atribuye a autogeneración.

**Tabla 4 Emisiones de Dióxido de Carbono en Gg por Subsector y Tipo de Combustible**

Tipo de Combustible	Fuentes de GEI y Categorías Incluidas en el Sector Energía							Emisiones Totales por tipo de combustible
	Industrias Energéticas	Industrias Manufactureras y Construcción	Transporte			Otros Sectores		
			Aviación Nacional	Por Carretera	Ferrocarriles	Comercial / Institucional	Residencial	
Gasolina	-	-	8.212	1,058.871	-	-	-	1,067.083
Jet Kerosene	-	-	4.875	-	-	-	-	4.875
Otro Kerosene	-	-	-	-	-	21.528	15.200	36.728
Gas/Diesel Oil	244.576	543.183	-	1,205.225	2.320	37.721	-	2,033.025
Fuel Oil Residual	834.085	680.631	-	-	-	8.076	-	1,522.793
GLP	-	71.029	-	8.281	-	4.236	332.955	416.500
Gas de Refinería	27.866	-	-	-	-	-	-	27.866

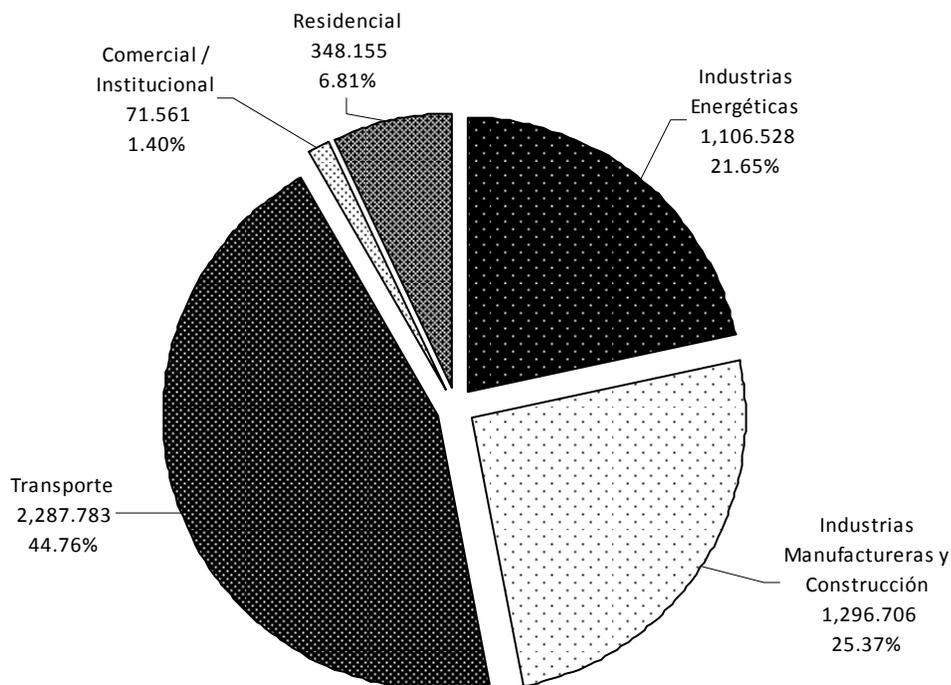
Tipo de Combustible	Fuentes de GEI y Categorías Incluidas en el Sector Energía							Emisiones Totales por tipo de combustible
	Industrias Energéticas	Industrias Manufactureras y Construcción	Transporte			Otros Sectores		
			Aviación Nacional	Por Carretera	Ferrocarriles	Comercial / Institucional	Residencial	
Coque de Horno de Coque	-	1.864	-	-	-	-	-	1.864
<b>Total Combustibles Fósiles</b>	<b>1,106.528</b>	<b>1,296.706</b>	<b>13.087</b>	<b>2,272.377</b>	<b>2.320</b>	<b>71.561</b>	<b>348.155</b>	<b>5,110.733</b>
Madera y Otros Residuos de Madera	-	307.902	-	-	-	63.783	3,741.930	4,113.616
Carbón	-	-	-	-	-	-	54.663	54.663
Otra Biomasa Sólida	-	1,049.053	-	-	-	-	-	1,049.053
<b>Biomasa Total</b>	<b>-</b>	<b>1,356.956</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>63.783</b>	<b>3,796.593</b>	<b>5,217.332</b>

Tabla 5 Emisiones de Dióxido de Carbono por Subsector

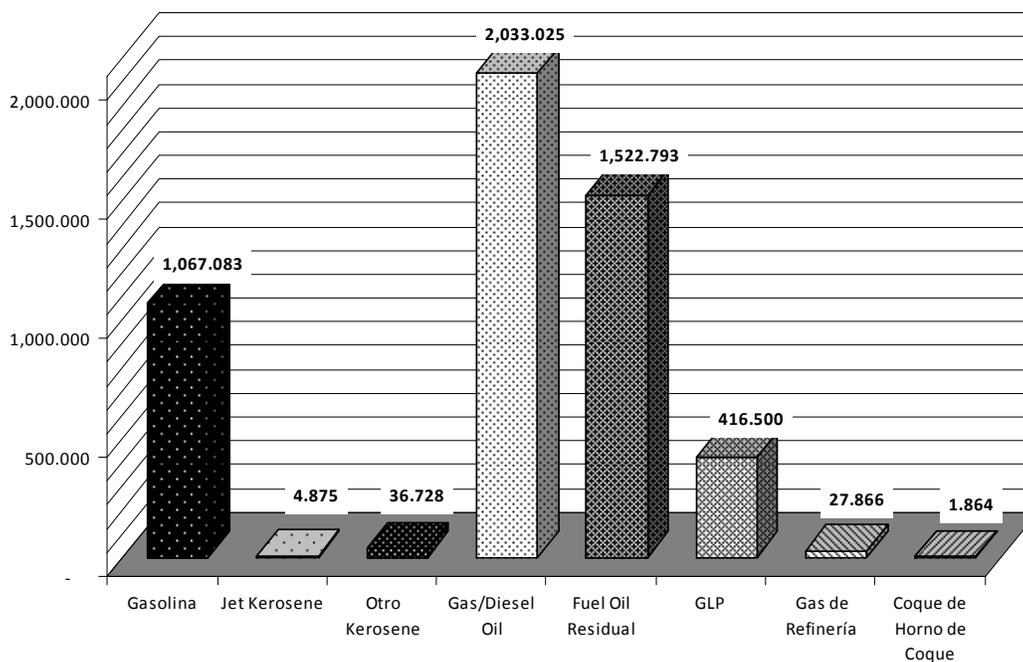
Fuentes de GEI y Categorías Incluidas en el Sector Energía	CO <sub>2</sub>	Contribución Porcentual
<b>Industrias Energéticas</b>	<b>1,106.528</b>	<b>21.65%</b>
<b>Industrias Manufactureras y Construcción</b>	<b>1,296.706</b>	<b>25.37%</b>
<b>Transporte</b>	<b>2,287.783</b>	<b>44.76%</b>
Aviación Nacional	13.087	0.26%
Por Carretera	2,272.377	44.46%
Ferrocarriles	2.320	0.05%
<b>Otros Sectores</b>	<b>419.716</b>	<b>8.21%</b>
Comercial / Institucional	71.561	1.40%
Residencial	348.155	6.81%
<b>Emisiones Totales de CO<sub>2</sub> en Gg</b>	<b>5,110.733</b>	<b>100.00%</b>
<b>Emisiones Totales Método de Referencia Tomado del libro de trabajo del IPCC, hoja 1-1s1-3</b>	<b>5,050.725</b>	
<b>Diferencia porcentual entre enfoques</b>	<b>1.19%</b>	

En la Tabla 5 puede observarse la diferencia entre el total de emisiones de CO<sub>2</sub> estimado con el enfoque de referencia (5,050.725 Gg) del total de emisiones estimado con el enfoque de categorías de fuente (5,110.733 Gg); esta diferencia es únicamente del 1.19% lo que muestra que ambos enfoques están en correspondencia.

La Figura 3 indica la participación de cada categoría de fuente en las emisiones de CO<sub>2</sub> del sector energía.



**Figura 3 Participación por Categorías de Fuente en las Emisiones de CO<sub>2</sub> del Sector Energía**



**Figura 4 Emisiones de CO<sub>2</sub> por Tipo de Combustible**

Según se aprecia en la Figura 4 los combustibles fósiles utilizados en el país que contribuyen en mayor medida a las emisiones de CO<sub>2</sub>, son: diesel, fuel oil residual y gasolina; juntos estos tres combustibles constituyen el 90.45% de las emisiones de CO<sub>2</sub> en el sector. Esto es consistente con la participación que tiene el subsector transporte el cual es el principal consumidor de diesel y gasolina; mientras que la

participación del fuel oil residual obedece a su utilización en los subsectores de la industria energética y la industria manufacturera y de la construcción.

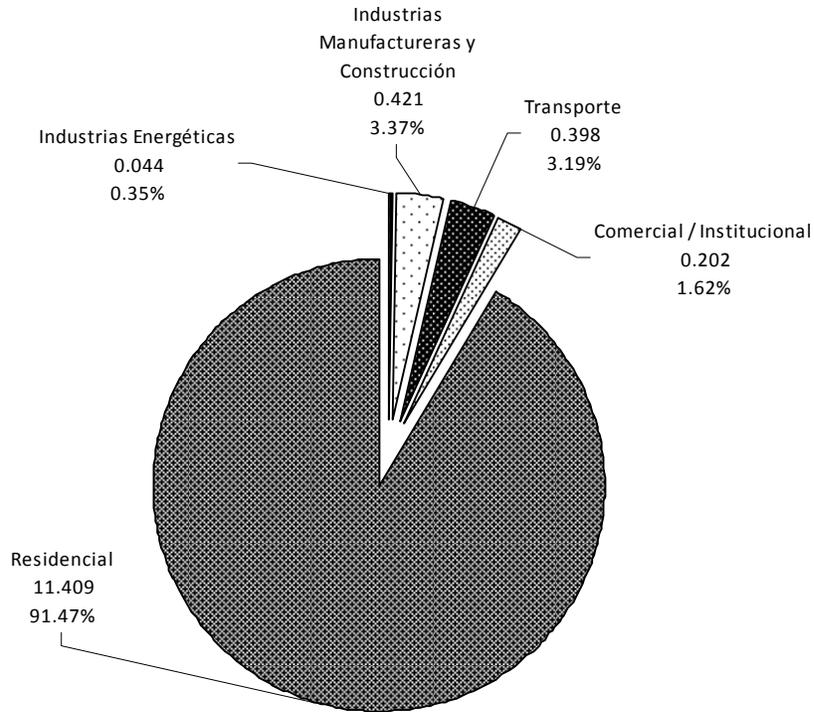
### 3.2.1.2 EMISIONES DE OTROS GASES

A diferencia del CO<sub>2</sub>, los gases como el CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, NO<sub>x</sub>, CO y COVDM requieren información más detallada. La estimación acertada de estas emisiones depende del conocimiento de varios factores interrelacionados, incluyendo condiciones de combustión, tecnologías y políticas de control de emisiones además de las características del combustible.

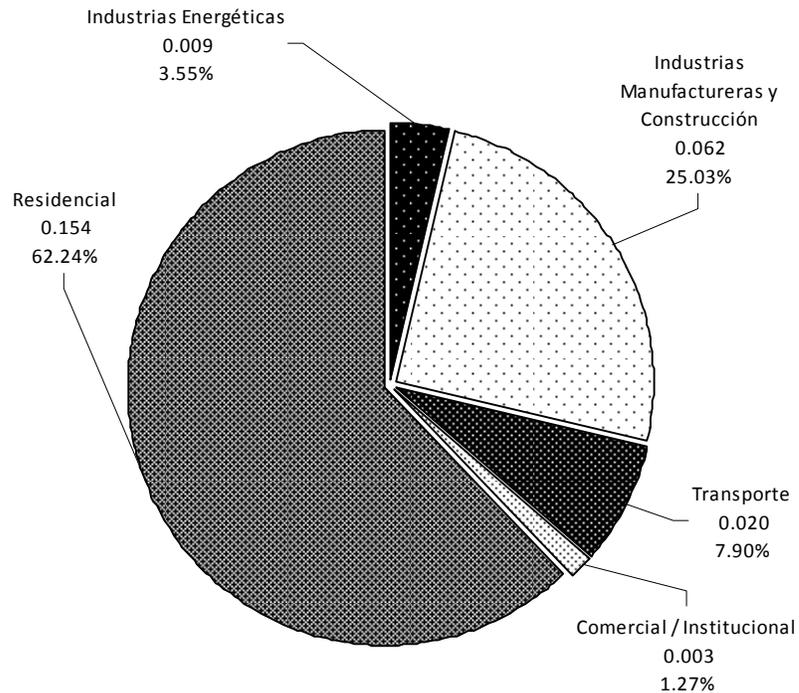
En cuanto las emisiones de otros GEI distintos del CO<sub>2</sub>, se observa una diferencia en la participación sectorial. Para el metano y el óxido nitroso, el subsector residencial es el principal emisor; para los otros óxidos de nitrógeno y los compuestos volátiles distintos al metano las emisiones ocasionadas por el transporte son las predominantes. Las emisiones de CO provienen principalmente del transporte y del sector residencial. El subsector industria manufacturera y de la construcción tiene influencia en las emisiones de N<sub>2</sub>O y NO<sub>x</sub>. Por su lado, la industria energética, donde se tiene más control y mejores tecnologías para el uso de los combustibles fósiles, produce pocas emisiones en todos los gases diferentes al CO<sub>2</sub>. El detalle de las cantidades de estos GEI se muestra en la Tabla 6

**Tabla 6 Emisiones en Gg de Otros GEI por categorías de fuente**

Fuentes de GEI y Categorías Incluidas en el Sector Energía	Emisiones de Gas en Gg				
	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	NMVOG
<b>Industrias Energéticas</b>	<b>0.044</b>	<b>0.009</b>	<b>2.929</b>	<b>0.220</b>	<b>0.073</b>
<b>Industrias Manufactureras y Construcción</b>	<b>0.421</b>	<b>0.062</b>	<b>4.777</b>	<b>45.406</b>	<b>0.730</b>
<b>Transporte</b>	<b>0.398</b>	<b>0.020</b>	<b>22.584</b>	<b>140.011</b>	<b>80.473</b>
Aviación Nacional	0.000	0.000	0.057	0.019	0.009
Por Carretera	0.397	0.019	22.489	139.960	80.457
Ferrocarriles	0.000	0.000	0.038	0.032	0.006
<b>Otros Sectores</b>	<b>11.611</b>	<b>0.157</b>	<b>4.519</b>	<b>194.423</b>	<b>22.971</b>
Comercial / Institucional	0.202	0.003	0.163	3.216	0.389
Residencial	11.409	0.154	4.356	191.207	22.583
<b>Emisiones Totales por tipo de GEI en Gg</b>	<b>12.473</b>	<b>0.247</b>	<b>34.809</b>	<b>380.060</b>	<b>104.248</b>



**Figura 5 Distribución Porcentual de Emisiones de CH<sub>4</sub> por categorías de fuente**



**Figura 6 Distribución Porcentual de Emisiones de N<sub>2</sub>O por categorías de fuente**

En la Figura 5 y la Figura 6 se aprecia que el subsector residencial es responsable del 91.47% de las emisiones de CH<sub>4</sub> y del 62.35% de las emisiones de N<sub>2</sub>O. Estos resultados se deben a que en El Salvador la leña es consumida en el subsector residencial con fines energéticos por lo que las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O procedentes de la quema de biomasa (leña) deben de contabilizarse en este sector.

### 3.2.2 EMISIONES FUGITIVAS DE GEI

Las emisiones fugitivas son emisiones naturales, intencionales o accidentales liberadas por las actividades antropogénicas asociadas a la producción, proceso, transmisión, almacenamiento y uso de combustibles, e incluyen emisiones de combustión solamente donde no se presenta apoyo a una actividad productiva (e. g. llamaradas de gas natural en instalaciones productoras de combustible y gas). Las emisiones más significativas de GEI en esta categoría son las emisiones de CH<sub>4</sub> en minería de carbón y sistemas de combustible y gas. En El Salvador se carece de instalaciones de este tipo por lo que no ocurren emisiones fugitivas en el país.

La Tabla 7 muestra el resumen de emisiones totales de GEI en el sector energía para El Salvador en el año 2000.

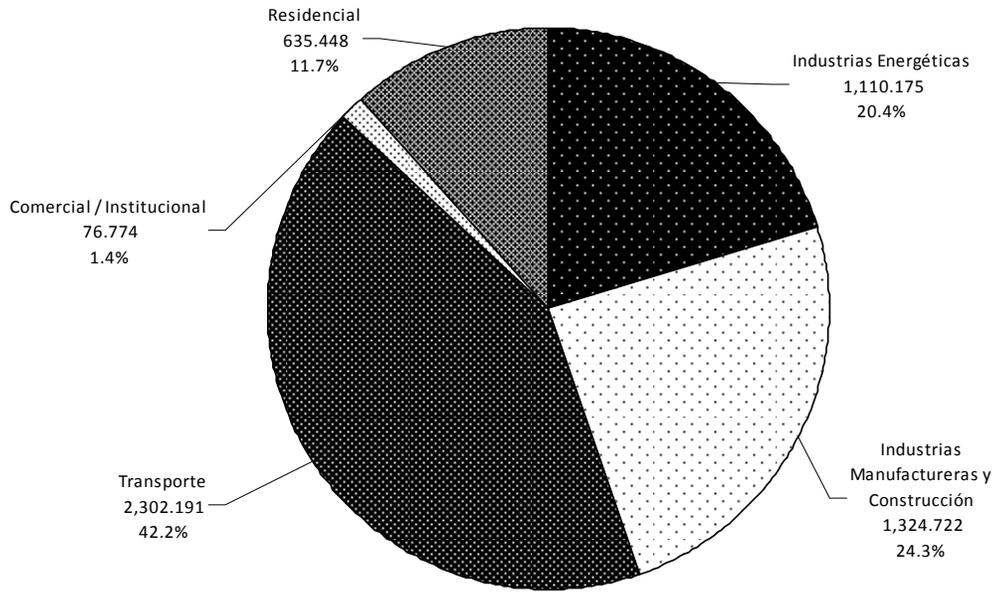
**Tabla 7 Emisiones Totales por Tipo de GEI en Gg, para el Sector Energía**

Fuentes de GEI y Categorías Incluidas en el Sector Energía	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NOx	CO	NM VOC
<b>Industrias Energéticas</b>	<b>1,106.528</b>	<b>0.044</b>	<b>0.009</b>	<b>2.929</b>	<b>0.220</b>	<b>0.073</b>
<b>Industrias Manufactureras y Construcción</b>	<b>1,296.706</b>	<b>0.421</b>	<b>0.062</b>	<b>4.777</b>	<b>45.406</b>	<b>0.730</b>
<b>Transporte</b>	<b>2,287.783</b>	<b>0.398</b>	<b>0.020</b>	<b>22.584</b>	<b>140.011</b>	<b>80.473</b>
Aviación Nacional	13.087	0.000	0.000	0.057	0.019	0.009
Por Carretera	2,272.377	0.397	0.019	22.489	139.960	80.457
Ferrocarriles	2.320	0.000	0.000	0.038	0.032	0.006
<b>Otros Sectores</b>	<b>419.716</b>	<b>11.611</b>	<b>0.157</b>	<b>4.519</b>	<b>194.423</b>	<b>22.971</b>
Comercial / Institucional	71.561	0.202	0.003	0.163	3.216	0.389
Residencial	348.155	11.409	0.154	4.356	191.207	22.583
<b>Emisiones Totales por tipo de GEI en Gg</b>	<b>5,110.733</b>	<b>12.473</b>	<b>0.247</b>	<b>34.809</b>	<b>380.060</b>	<b>104.248</b>

En la Tabla 8 los GEI principales se muestran en sus equivalentes de CO<sub>2</sub> para 100 años, puede observarse que la tendencia en la cual el subsector transporte es el principal emisor de GEI se mantiene a lo largo del tiempo. Esta información se presenta en la Figura 7.

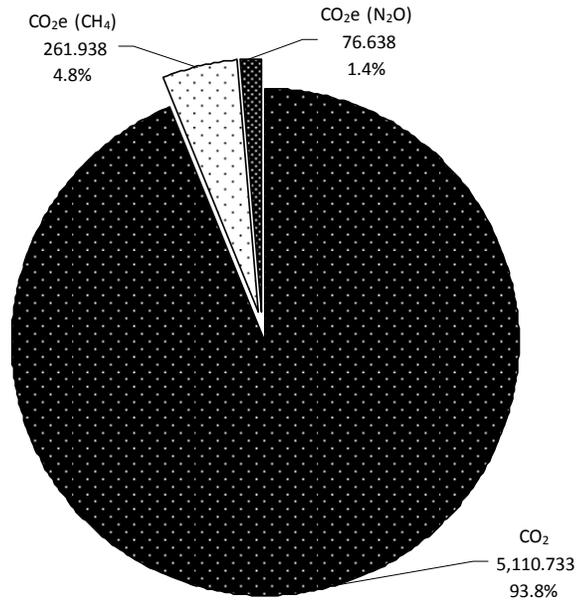
**Tabla 8 Emisiones en CO<sub>2</sub>e para el Sector Energía**

Fuentes de GEI y Categorías Incluidas en el Sector Energía	Emisiones Equivalentes			Total de CO <sub>2</sub> e por Actividad	Contribución Porcentual
	CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub> e (CH <sub>4</sub> )	CO <sub>2</sub> e (N <sub>2</sub> O)		
<b>Industrias Energéticas</b>	<b>1,106.528</b>	<b>0.923</b>	<b>2.724</b>	1,110.175	20.4%
<b>Industrias Manufactureras y Construcción</b>	<b>1,296.706</b>	<b>8.831</b>	<b>19.184</b>	1,324.722	24.3%
<b>Transporte</b>	<b>2,287.783</b>	<b>8.353</b>	<b>6.055</b>	<b>2,302.191</b>	<b>42.2%</b>
Aviación Nacional	13.087	0.002	0.117	13.206	0.2%
Por Carretera	2,272.377	8.347	5.932	2,286.656	42.0%
Ferrocarriles	2.320	0.003	0.006	2.329	0.0%
<b>Otros Sectores</b>	<b>419.716</b>	<b>243.831</b>	<b>48.675</b>	<b>712.222</b>	<b>13.1%</b>
Comercial / Institucional	71.561	4.236	0.977	76.774	1.4%
Residencial	348.155	239.595	47.698	635.448	11.7%
<b>Emisiones Totales en CO<sub>2</sub>e</b>	<b>5,110.733</b>	<b>261.938</b>	<b>76.638</b>	<b>5,449.309</b>	<b>100.0%</b>



**Figura 7 Contribución Porcentual de las Fuentes de GEI para el Sector Energía**

La Figura 8 señala que el 93.79% de las emisiones totales en CO<sub>2</sub>e provienen de emisiones directas de CO<sub>2</sub> y el restante 6.21% proviene de conversión de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O a CO<sub>2</sub>e.



**Figura 8 Emisiones en CO<sub>2</sub>e para el Sector Energía**

Esta información se encuentra disponible en el Anexo 2.

### 3.3 SECTOR PROCESOS INDUSTRIALES

En este sector se contabilizan las emisiones de gases de efecto invernadero relacionadas a la producción industrial. En el caso de El Salvador, se incluyen en este sector las emisiones CO<sub>2</sub> procedentes de la producción de cemento, la producción de cal, así como de la utilización de piedra caliza y dolomita.

Las categorías de fuente consideradas en este sector para El Salvador son:

- Producción de Cemento
- Producción de Cal
- Utilización de Piedra Caliza y Dolomita

#### 3.3.1 EMISIONES DE GEI EN LA PRODUCCIÓN DE CEMENTO

En este proceso, las materias primas son sometidas a altas temperaturas en el horno cementero. Estas altas temperaturas promueven las reacciones químicas que dan origen al clínker, producto intermedio utilizado en la fabricación de cemento. En esta transformación química de las materias primas en clínker, uno de los primeros pasos es la calcinación. Durante la calcinación, se da la conversión del carbonato de calcio (CaCO<sub>3</sub>) en óxido de calcio (CaO) y simultáneamente, la liberación de CO<sub>2</sub>. Los subsiguientes pasos de transformación química al igual que las siguientes etapas del proceso de producción, no involucran emisión de CO<sub>2</sub>.

Las emisiones de CO<sub>2</sub> durante la producción de cemento para el año 2000, ascienden a 408.207 Gg, lo que equivale al 91.89 % de las emisiones totales del Sector.

#### 3.3.2 EMISIONES DE GEI EN LA PRODUCCIÓN DE CAL

En esta categoría de fuente se incluyen las emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de la calcinación del carbonato de calcio y la dolomita (CaCO<sub>3</sub>.MgCO<sub>3</sub>), para la producción de cal viva (CaO) y cal viva dolomítica (CaO.MgO).

Las emisiones de CO<sub>2</sub> emitidas durante la producción de cal para el año 2000, ascienden a 29.011 Gg, lo que equivale al 6.53% de las emisiones totales del Sector.

#### 3.3.3 EMISIONES DE GEI EN LA UTILIZACIÓN DE PIEDRA CALIZA Y DOLOMITA

En esta sección se presentan las emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de actividades industriales donde la piedra caliza o carbonato de calcio (CaCO<sub>3</sub>) y la dolomita (CaCO<sub>3</sub>.MgCO<sub>3</sub>), son sometidas a altas temperaturas con la subsecuente liberación de CO<sub>2</sub>. En principio, quedan excluidas las emisiones generadas por el uso de piedra caliza y dolomita en la producción de cemento, de cal, magnesio y en actividades y procesos agrícolas donde no se genera CO<sub>2</sub>.

Las emisiones de CO<sub>2</sub> emitidas por la utilización de piedra caliza y dolomita para el año 2000, ascienden a 7.026 Gg, lo que equivale al 1.58% de las emisiones totales del Sector.

La emisión total de CO<sub>2</sub> debida a las categorías de fuente incluidas en este sector asciende a 444.244 Gg. En la Figura 9 se presenta la contribución de cada categoría de fuente a la producción de CO<sub>2</sub> del sector. Mientras que en la Tabla 9, se muestran las emisiones netas de CO<sub>2</sub> para cada categoría de fuente del sector en Gg y en la Tabla 10, en términos de contribución porcentual.

**Tabla 9 Emisiones netas anuales en Gg del Sector Procesos Industriales**

Categorías de fuente	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	COVDM	SO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub> eq
Producción de cemento	408.207	NO	NO	NO	NO	NO	NE	408.207
Producción de cal	29.011	NO	NO	NO	NO	NO	NE	29.011
Utilización de piedra caliza y dolomita	7.026	NO	NO	NO	NO	NO	NO	7.026
<b>Emisiones Totales del Sector</b>	<b>444.244</b>	-	-	-	-	-	-	<b>444.244</b>

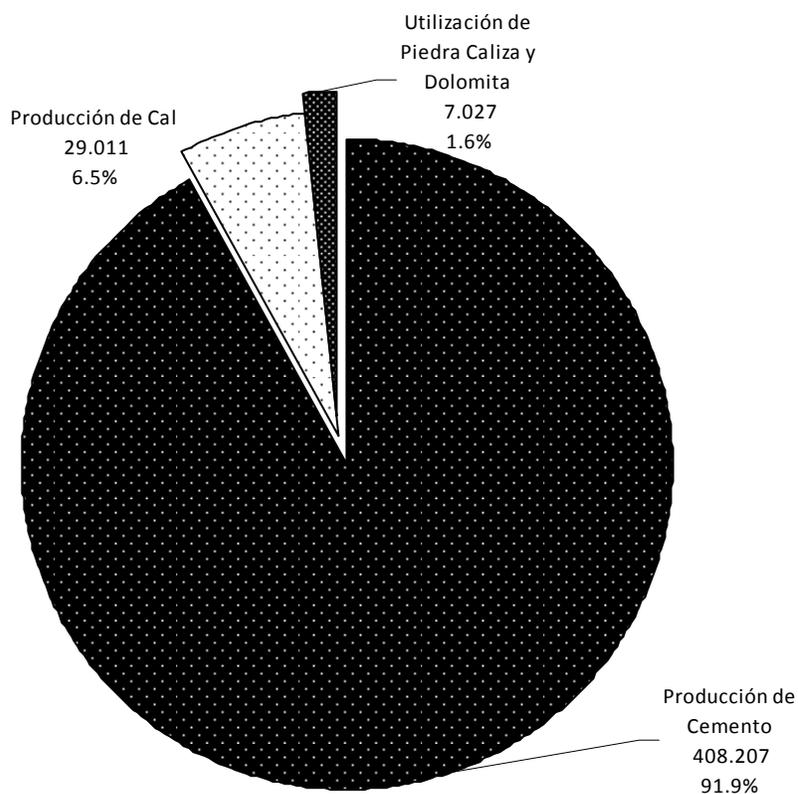
Notas:

NE: No Estimado

NO: No Ocorre

**Tabla 10 Contribución porcentual por categoría de fuente en Gg del Sector Procesos Industriales**

Categorías de fuente	Contribución Porcentual en CO <sub>2</sub> e
Producción de cemento	91.89%
Producción de cal	6.53%
Utilización de piedra caliza y dolomita	1.58%
<b>Totales Procesos Industriales</b>	<b>100.0%</b>



**Figura 9 Contribución Porcentual por Categoría de Fuente a la producción de CO<sub>2</sub> en el Sector Procesos Industriales**

Esta información se encuentra disponible en el Anexo 3.

### **3.4 SECTOR AGRICULTURA**

En el sector agricultura se consideran las emisiones de GEI procedentes de cinco fuentes:

- Ganado doméstico: fermentación entérica y manejo del estiércol
- Cultivo del Arroz: Arrozales anegados
- Quema Prescrita de Sabanas
- Quema en el Campo de Residuos Agrícolas
- Suelos Agrícolas

#### **3.4.1 GANADO DOMÉSTICO**

En esta categoría se consideran las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O procedentes de dos fuentes:

- La fermentación entérica
- El manejo de estiércol

##### **3.4.1.1 FERMENTACIÓN ENTÉRICA**

La fermentación entérica es la causa de la emisión de metano en el ganado doméstico ya que éste posee en su aparato digestivo un rumen para los procesos de asimilación anaeróbica de sus alimentos. En El Salvador el ganado es, en mayor parte, bovino complementado con pequeñas proporciones de cabras y ovejas. Además, se poseen explotaciones avícolas y porcinas.

Las emisiones de CH<sub>4</sub> generadas por animales domésticos para el año 2000 fueron 60.234 Gg que representan el 89.72% del total de emisiones de CH<sub>4</sub> emitido por este sector. Entre los animales domésticos, el ganado vacuno es el mayor emisor de metano con 57.890 Gg representando el 86.22% del total de emisiones.

##### **3.4.1.2 MANEJO DE ESTIÉRCOL**

Aun cuando en El Salvador no se reportan lagunas u otro tipo de tratamiento para el manejo de estiércol de animales se estima, acorde a las prácticas normales de esta actividad en el país, que las emisiones de metano provenientes de esta categoría son de 2.842 Gg representando el 4.23% de las emisiones de CH<sub>4</sub>

#### **3.4.2 PRODUCCIÓN DE ARROZ DE INUNDACIÓN**

Las adecuaciones de tierras destinadas para el cultivo de arroz en el país son pocas, por lo que la mayor parte del arroz, se cultiva utilizando las formas de inundación tradicional y en áreas que dependen de las lluvias. En estas áreas las condiciones anaeróbicas son mínimas comparadas con las existentes en los terrenos preparados con láminas de inundación de cuarenta o más centímetros y para períodos prolongados de inundación.

Las emisiones de CH<sub>4</sub>, causadas por el cultivo de arroz, son 0.469 Gg que corresponden al 0.70% del total de emisiones de metano del sector agricultura a nivel nacional.

#### **3.4.3 QUEMA PRESCRITA DE SABANAS**

La quema de sabanas también aporta emisiones de metano en el área rural; para el año 2000 la emisión se estima en 0.547 Gg los cuales corresponden al 0.82% del total de emisiones de metano del sector agricultura.

Las emisiones de NOx por la quema de sabanas fue 0.196 Gg, que corresponden al 6.57% del total de este tipo de emisiones en el sector.

Las emisiones de N<sub>2</sub>O fueron 0.005 Gg que resultan relativamente insignificantes con un 0.15%.

Las quemas de sabanas aportaron 11.497 Gg de CO que corresponden al 15.24% del total de CO emitido en este sector.

### **3.4.4 QUEMA EN EL CAMPO DE RESIDUOS AGRÍCOLAS**

En esta actividad se calculan exclusivamente las emisiones de CH<sub>4</sub>, CO, N<sub>2</sub>O y NOx procedentes de los residuos de las cosechas. La quema de los residuos agrícolas en los campos no se considera una fuente neta de CO<sub>2</sub>, ya que se supone que el carbono liberado en la atmósfera se reabsorbe en la siguiente temporada de crecimiento.

A causa de la quema de residuos agrícolas en los campos, en el año 2000 el aporte de emisiones de CH<sub>4</sub> fue 3.045 Gg que representan el 4.54% del total de metano liberado por la agricultura.

La quema de residuos agrícolas también aportó: 0.0771 Gg de N<sub>2</sub>O que corresponden al 2.17 % del total de emisiones del sector, y 2.788 Gg de NOx representando el 93.43 % de las emisiones de dicho gas.

El año 2000 evidencia una emisión de 63.943 Gg de CO que corresponden al 84.76 % del total de emanaciones de este gas

Luego de la comparación de las emisiones de totales de metano, óxido nitroso y monóxido de carbono producto de la quema de sabanas con los originados por la quema de residuos de cultivos, los gases obtenidos de la quema de cultivos resultan marcadamente superiores a los que escapan por la quema de sabanas. Este comportamiento tiene su origen en la tradición de quemar la maleza que nace entre los meses de marzo a mayo previo a los períodos de siembra de granos básicos y a la quema de los cultivos de la caña de azúcar durante la cosecha.

### **3.4.5 SUELOS AGRÍCOLAS**

Para el año 2000 entre las emisiones directas provenientes de los cultivos en suelos agrícolas se cuentan 1.387 Gg de N<sub>2</sub>O que corresponde al 39.02% del total de este gas. Por otro lado las emisiones por pastoreo en suelos agrícolas resultan ser 1.146 Gg equivalente al 32.29% de las emisiones totales de N<sub>2</sub>O en este sector.

Para el caso de emisiones indirectas por deposición atmosférica se contabilizaron 0.161 Gg que equivalen al 4.41 % del total de emisiones de N<sub>2</sub>O.

Las emisiones indirectas por lixiviación de las aplicaciones de fertilizantes en los suelos cultivados fueron 0.781 Gg, que equivalen al 22.04 % del total. Este proceso es el que tiene la mayor aportación de emisiones indirectas de las que se relacionan con los suelos agrícolas, esto se debe a la utilización de las formas tradicionales de no incorporación del abono al momento de la aplicación de fertilizantes y la manera en que las lluvias se presentan en El Salvador.

La Tabla 11 muestra las emisiones de GEI en Gg para el sector agricultura, es importante señalar que la categoría ganado doméstico se muestra en sus componentes con la finalidad de reconocer los aportes de cada grupo animal.

**Tabla 11 Emisiones Totales por tipo de GEI en Gg, para el Sector Agricultura**

Fuentes de GEI y Categorías de Fuente Incluidas en el Sector Agricultura	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	COVDM
<b>Fermentación Entérica (Ganado Doméstico)</b>	-	<b>60.234</b>	-	-	-	-
Ganado Vacuno	-	57.890	-	-	-	-
Ovejas	-	0.031	-	-	-	-
Cabras	-	0.079	-	-	-	-
Caballos	-	1.769	-	-	-	-
Mulas y Asnos	-	0.279	-	-	-	-
Cerdos	-	0.186	-	-	-	-
<b>Manejo de Estiércol (Ganado Doméstico)</b>	-	<b>2.842</b>	-	-	-	-
Ganado Vacuno	-	1.855	-	-	-	-
Ovejas	-	0.001	-	-	-	-
Cabras	-	0.003	-	-	-	-
Caballos	-	0.214	-	-	-	-
Mulas y Asnos	-	0.033	-	-	-	-
Cerdos	-	0.373	-	-	-	-
Aves de Corral	-	0.362	-	-	-	-
<b>Cultivo de Arroz</b>	-	<b>0.469</b>	-	-	-	-
Anegado	-	0.469	-	-	-	-
<b>Suelos Agrícolas</b>	-	-	<b>3.475</b>	-	-	-
<b>Quema Prescrita de Sabanas</b>	-	<b>0.547</b>	<b>0.005</b>	<b>0.196</b>	<b>11.497</b>	-
<b>Quema en el Campo de Residuos Agrícolas</b>	-	<b>3.045</b>	<b>0.077</b>	<b>2.788</b>	<b>63.943</b>	-
<b>Emisiones Totales Sector Agricultura</b>	-	<b>67.137</b>	<b>3.557</b>	<b>2.984</b>	<b>75.440</b>	-

En la Tabla 12 se reflejan las contribuciones porcentuales de GEI en CO<sub>2</sub>e para todas las actividades y sub-actividades calculadas para El Salvador; es evidente que el principal emisor es el ganado vacuno.

**Tabla 12 Contribución Porcentual de GEI en CO<sub>2</sub>e del Sector Agricultura**

Fuentes de GEI y Categorías de Fuente Incluidas en el Sector Agricultura	Emisiones Equivalentes		Total de CO <sub>2</sub> e por Actividad	Contribución Porcentual
	CO <sub>2</sub> e (CH <sub>4</sub> )	CO <sub>2</sub> e (N <sub>2</sub> O)		
<b>Fermentación Entérica (Ganado Doméstico)</b>	<b>1,264.911</b>	-	<b>1,264.911</b>	<b>50.3%</b>
Ganado Vacuno	1,215.690	-	1,215.690	48.4%
Ovejas	0.641	-	0.641	0.0%
Cabras	1.649	-	1.649	0.1%
Caballos	37.157	-	37.157	1.5%
Mulas y Asnos	5.859	-	5.859	0.2%
Cerdos	3.915	-	3.915	0.2%
<b>Manejo de Estiércol (Ganado Doméstico)</b>	<b>59.675</b>	-	<b>59.675</b>	<b>2.4%</b>
Ganado Vacuno	38.955	-	38.955	1.6%
Ovejas	0.027	-	0.027	0.0%
Cabras	0.073	-	0.073	0.0%

Fuentes de GEI y Categorías de Fuente Incluidas en el Sector Agricultura	Emisiones Equivalentes		Total de CO <sub>2</sub> e por Actividad	Contribución Porcentual
	CO <sub>2</sub> e (CH <sub>4</sub> )	CO <sub>2</sub> e (N <sub>2</sub> O)		
Caballos	4.500	-	4.500	0.2%
Mulas y Asnos	0.697	-	0.697	0.0%
Cerdos	7.831	-	7.831	0.3%
Aves de Corral	7.592	-	7.592	0.3%
<b>Cultivo de Arroz</b>	<b>9.855</b>	<b>-</b>	<b>9.855</b>	<b>0.4%</b>
Anegado	9.855	-	9.855	0.4%
<b>Suelos Agrícolas</b>	<b>-</b>	<b>1,077.105</b>	<b>1,077.105</b>	<b>42.9%</b>
<b>Quema Prescrita de Sabanas</b>	<b>11.497</b>	<b>1.680</b>	<b>13.177</b>	<b>0.5%</b>
<b>Quema en el Campo de Residuos Agrícolas</b>	<b>63.943</b>	<b>23.910</b>	<b>87.853</b>	<b>3.5%</b>
<b>Emisiones Totales en CO<sub>2</sub>e</b>	<b>1,409.879</b>	<b>1,102.695</b>	<b>2,512.575</b>	<b>100.0%</b>

La Figura 10 muestra las contribuciones porcentuales de las diferentes actividades asociadas al sector agricultura, en la que resulta evidente que el ganado doméstico es el principal contribuyente, como se señaló anteriormente, y el siguiente mayor contribuyente son los suelos agrícolas con el 42.9%.

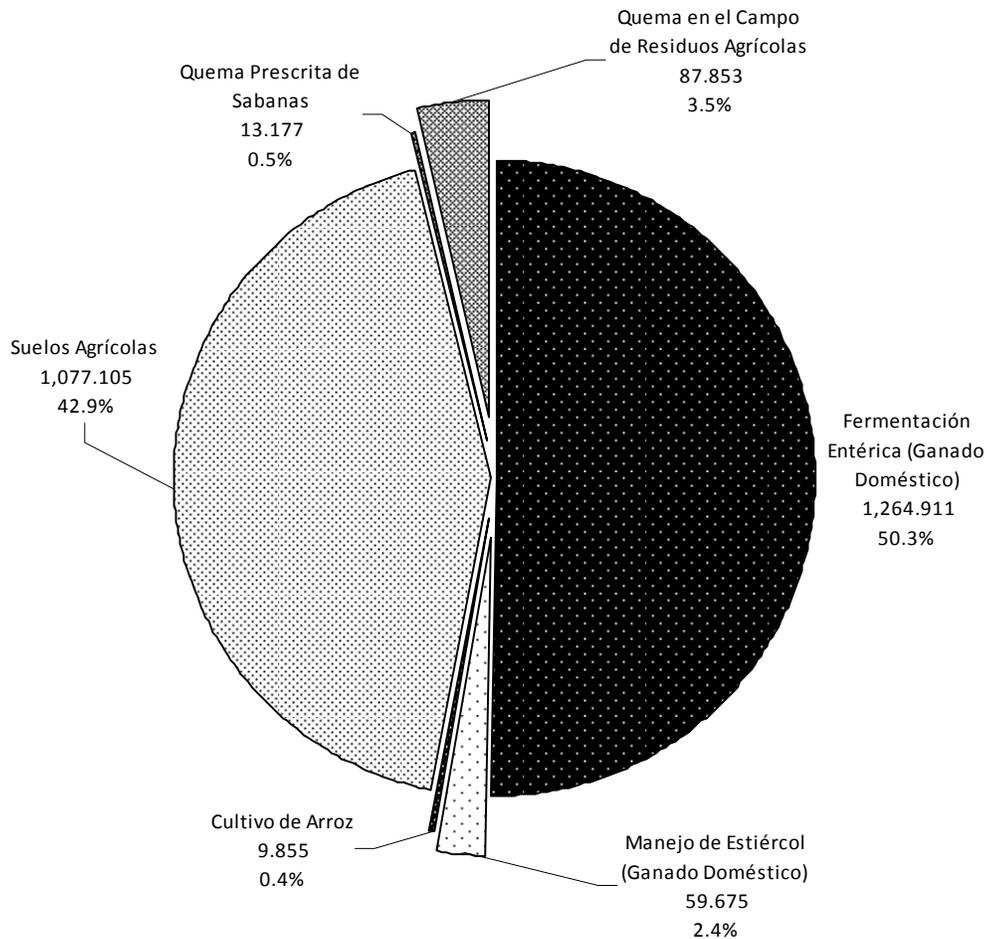
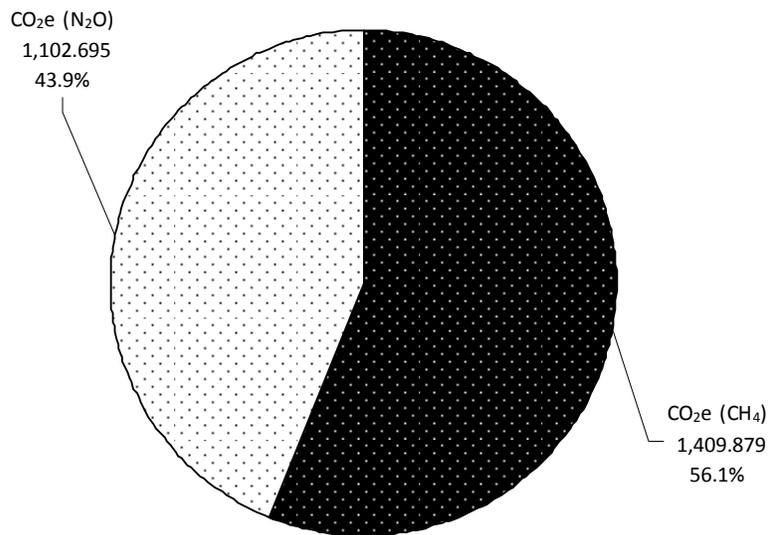


Figura 10 Total de Gg de CO<sub>2</sub>e por Actividad en el Sector Agricultura

En la Figura 11 se muestra el total de emisiones de GEI en CO<sub>2</sub>e para el sector agricultura, en ella resulta evidente que de este sector las emisiones principales corresponden al metano seguidas por el N<sub>2</sub>O.



**Figura 11 Emisiones de GEI en Gg de CO<sub>2</sub>e del Sector Agricultura, Año 2000**

Esta información se encuentra disponible en el Anexo 4.

### **3.5 SECTOR USO DE LA TIERRA, CAMBIO DEL USO DE LA TIERRA Y SILVICULTURA**

Las prácticas definidas por el IPCC en el sector uso de la tierra, cambio del uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS) son:

- Los cambios de biomasa en bosques y en otros tipos de vegetación leñosa.
- La conversión de bosques y praderas.
- El abandono de tierras cultivadas.

Estas tres actividades pueden ser fuentes o sumideros de CO<sub>2</sub> y sus contribuciones se calculan en este sector. También se calcula la liberación de gases distintos del CO<sub>2</sub> procedentes de la quema vinculada a la conversión de bosques y praderas. El cálculo de las emisiones de gases distintos del CO<sub>2</sub> procedentes de la quema de biomasa utilizada como combustible corresponde al sector energía, como se mencionó anteriormente.

#### **3.5.1 CAMBIOS DE BIOMASA EN BOSQUES Y EN OTROS TIPOS DE VEGETACIÓN LEÑOSA**

Esta práctica cuantifica las emisiones o remociones de carbono debidas a los cambios de biomasa de bosques y de otros tipos de vegetación leñosa que son consecuencia de las actividades humanas como la extracción de madera a través de métodos planificados, i.e. planes de manejo forestal y los simplemente extractivos que no lleven a la deforestación. Por tal razón, los bosques y otros tipos de vegetación que están sometidos a este tipo de actividad, tienden a su recuperación y por lo tanto se hace necesario cuantificar su crecimiento. Esta cuantificación indica si la práctica es considerada como emisor o como sumidero de GEI.

Según el origen de la madera, esta práctica se divide en tres sub-prácticas:

- Cambios de biomasa en plantaciones forestales
- Cambios de biomasa en bosques
- Cambios de biomasa en otros tipos de vegetación leñosa

##### **3.5.1.1 CAMBIOS DE BIOMASA EN PLANTACIONES FORESTALES**

Dado que no se contó con datos completos de plantaciones aprovechadas se utilizó una definición de manejo silvicultural para las ocho especies forestales más importantes de El Salvador. Este criterio es ideal y obedece a la posibilidad de manejo que puede presentarse. Se contabilizaron únicamente los volúmenes de plantaciones que se consideraron manejadas.

##### **3.5.1.2 CAMBIOS DE BIOMASA EN BOSQUES**

Para el año 2000 no se conocen datos de bosques manejados. Se sabe que en los bosques de coníferas se extrae madera y no hay certeza que se aproveche madera en otros tipos de bosques. También se sabe que se extrae madera de manglares aunque tampoco se conoce cuanto. Dada esta situación no hay datos confiables de estas prácticas y usos; por esto se supone que una parte de la madera demandada por el país proviene de las plantaciones forestales y de otros tipos de vegetación leñosa principalmente de cafetales arbolados y de bosques sujetos a cambio de uso; el resto de la madera es importada. Por lo tanto, la contabilización se hace en la categoría que corresponde a la práctica de conversión de bosques y praderas. En conclusión, en El Salvador para el año 2000 no se registraron bosques gestionados y por consiguiente no se contabilizaron emisiones ni absorciones de GEI en esta sub-práctica.

### **3.5.1.3 CAMBIOS DE BIOMASA EN OTROS TIPOS DE VEGETACIÓN LEÑOSA**

En esta sub-práctica se incluyen: cafetales arbolados, árboles fuera de bosques y leña. Respecto a los cafetales arbolados no se tiene certeza de los árboles que son aprovechados, solamente se podría suponer que se aprovechan cuando los cafetales son eliminados para ser destinados a otros usos.

Al comparar la fijación de carbono, es decir la absorción de CO<sub>2</sub>, por el crecimiento de plantaciones forestales, por bosques gestionados y por árboles ubicados fuera de áreas boscosas con el carbono emitido por el aprovechamiento y uso de leña el valor neto es negativo<sup>1</sup> en 2,232.961 Gg de CO<sub>2</sub> indicando una emisión neta a la atmósfera.

### **3.5.2 CONVERSIÓN DE BOSQUES Y PRADERAS**

La conversión de bosques y praderas a tierras de cultivo o pastos permanentes ocurre principalmente en los trópicos. La tala de los bosques tropicales supone el desbroce del sotobosque y la tala de árboles, actividades que conllevan la quema de biomasa in situ o su aprovechamiento como leña. En este proceso parte de la biomasa se quema y otra parte permanece en el campo, donde se descompone lentamente. Entre el 5 y 10% del material quemado se convierte en carbón vegetal, que resiste la descomposición durante más de 100 años, y el resto se libera instantáneamente a la atmósfera en forma de CO<sub>2</sub>. (IPCC, 1996)

La categoría conversión de bosques y praderas considera la deforestación y la biomasa por tipo de bosque. Para la deforestación en El Salvador, se consideraron cuatro tipos de usos forestales: bosques, bosques de coníferas, manglares y café con cobertura boscosa. Es importante señalar que se ha presentado una alta tasa de pérdida de cafetales que es consecuencia de la crisis del precio del café que se dio a finales de la década de los noventa y se prolongó hasta los primeros años del siglo veintiuno (RFF, 2006).

Las emisiones netas debidas a esta conversión de bosques y praderas ascienden a 2,130.257 Gg de CO<sub>2</sub>.

### **3.5.3 EL ABANDONO DE TIERRAS CULTIVADAS**

En esta categoría se tratan las remociones netas de CO<sub>2</sub> en la acumulación de biomasa procedente del abandono de tierras cultivadas. Éstas incluyen las tierras cultivadas, que son las tierras arables utilizadas para la producción de cosechas y los pastizales que son las tierras usadas para el pastoreo de animales.

Para obtener la información sobre las tierras en regeneración o con bosques secundarios se consultaron los mapas disponibles. Los bosques secundarios son difíciles de clasificar, sobretudo si se encuentran en etapas sucesionales iniciales.

Dada la falta de información sobre bosques secundarios con edad superior a los 20 años, solamente se consideraron de tierras cultivadas con edad de 20 años o menos.

Como no se incluyeron bosques secundarios con más de veinte años, el total de absorción de CO<sub>2</sub> por el abandono de tierras es 173.677 Gg de CO<sub>2</sub>.

---

<sup>1</sup> El signo negativo en este sector representa emisiones de GEI

### 3.5.3.1 EMISIÓN O ABSORCIÓN DE CO<sub>2</sub> EN LOS SUELOS DEBIDO AL MANEJO Y CAMBIO DE USO DE LA TIERRA.

Los suelos también experimentan pérdida de carbono después de la conversión, sobre todo cuando la tierra se cultiva. La conversión de praderas en tierras de labranza también da origen a emisiones de CO<sub>2</sub>, principalmente de los suelos.

Para El Salvador no hay datos sobre emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de los suelos minerales, por lo tanto no se incluyen en este inventario del año 2000.

La Tabla 13 muestra el total de emisiones y remociones de GEI del sector UTCUTS.

Tabla 13 Emisiones Totales por tipo de GEI en Gg, para el Sector UTCUTS

Fuentes de GEI y Categorías Incluidas en el Sector UTCUTS	Emisiones de CO <sub>2</sub>	Remociones de CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NOx	CO
<b>Cambios de biomasa en bosques y en otros tipos de vegetación leñosa</b>	<b>2,232.961</b>	-	-	-	-	-
<b>Conversión de bosques y praderas</b>	<b>2,130.280</b>	-	<b>3.810</b>	<b>0.026</b>	<b>0.947</b>	<b>33.336</b>
<i>Bosques Tropicales Latifoliados</i>	990.803	-	-	-	-	-
<i>Bosques Tropicales de Coníferas</i>	81.180	-	-	-	-	-
<i>Bosques de Manglar</i>	106.026	-	-	-	-	-
<i>Cafetales</i>	952.271	-	-	-	-	-
<b>Abandono de las tierras cultivadas</b>	-	<b>(173.677)</b>	-	-	-	-
<i>Bosques Tropicales</i>	-	(173.677)	-	-	-	-
<b>Total de Emisiones Sector UTCUTS</b>	<b>4,363.241</b>	<b>(173.677)</b>	<b>3.810</b>	<b>0.026</b>	<b>0.947</b>	<b>33.336</b>
<b>Emisiones Netas del Sector UTCUTS</b>	<b>4,189.564</b>					

Al hacer la conversión a CO<sub>2</sub>e del CH<sub>4</sub> y del N<sub>2</sub>O en este sector, la actividad que más contribuye en las emisiones de GEI en términos de CO<sub>2</sub>e es la de los cambios de biomasa en bosques y otros tipos de vegetación leñosa con el 52.2% como se muestra en la Tabla 14.

Tabla 14 Contribución Porcentual de GEI en Gg de CO<sub>2</sub>e para el sector UTCUTS

Contribución Porcentual de GEI en CO <sub>2</sub> e						
Fuentes de GEI y Categorías Incluidas en el Sector UTCUTS	Emisiones Equivalentes				Total de CO <sub>2</sub> e por Actividad	Contribución Porcentual
	Emisiones de CO <sub>2</sub>	Remociones de CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub> e (CH <sub>4</sub> )	CO <sub>2</sub> e (N <sub>2</sub> O)		
<b>Cambios de biomasa en bosques y en otros tipos de vegetación leñosa</b>	<b>2,232.961</b>	-	-	-	<b>2,232.961</b>	<b>52.2%</b>
<b>Conversión de bosques y praderas</b>	<b>2,130.280</b>	-	<b>80.006</b>	<b>8.120</b>	<b>2,218.406</b>	<b>51.9%</b>
<i>Bosques Tropicales Latifoliados</i>	990.803	-	-	-	990.803	23.2%
<i>Bosques Tropicales de Coníferas</i>	81.180	-	-	-	81.180	1.9%
<i>Bosques de Manglar</i>	106.026	-	-	-	106.026	2.5%
<i>Cafetales</i>	952.271	-	-	-	952.271	22.3%
<b>Abandono de las tierras cultivadas</b>	-	<b>(173.677)</b>	-	-	<b>(173.677)</b>	<b>-4.1%</b>
<i>Bosques Tropicales</i>	-	(173.677)	-	-	(173.677)	-4.1%
<b>Emisiones Totales en CO<sub>2</sub>e</b>	<b>4,363.241</b>	<b>(173.677)</b>	<b>80.006</b>	<b>8.120</b>	<b>4,277.690</b>	<b>100.0%</b>

La Figura 12 muestra las emisiones de GEI en CO<sub>2</sub>e para las prácticas que se evalúan en este sector. La parte negativa en esta figura corresponde a las remociones de CO<sub>2</sub>.

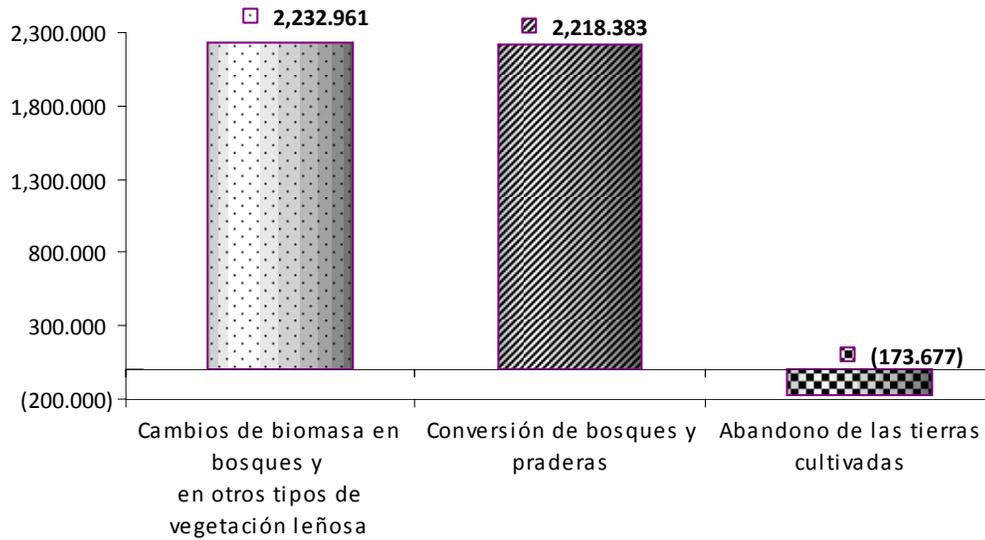


Figura 12 Contribución Porcentual de GEI en Gg de CO<sub>2</sub>e para el sector UTCUTS

Emisiones del Sector UTCUTS en CO <sub>2</sub> e		
CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub> e (CH <sub>4</sub> )	CO <sub>2</sub> e (N <sub>2</sub> O)
4,189.541	80.006	8.120

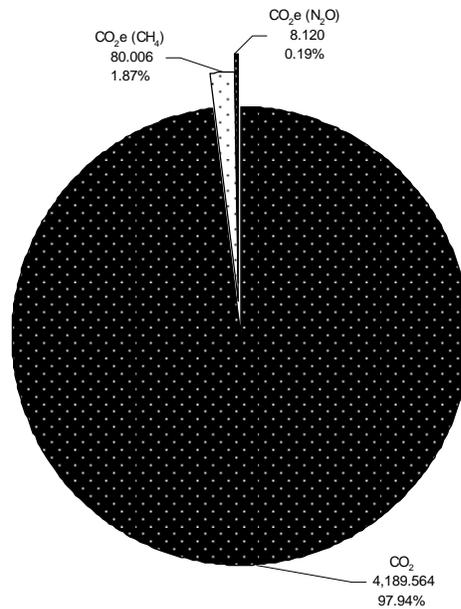


Figura 13 Emisiones Totales del Sector UTCUTS en CO<sub>2</sub>e

La Figura 13 muestra la contribución a las emisiones de GEI por tipo de gas en CO<sub>2</sub>e; se observa que el CO<sub>2</sub> directo es el gas que aporta la mayor proporción.

Esta información se encuentra disponible en el Anexo 5.

### 3.6 SECTOR DESECHOS

De acuerdo al IPCC (1996), en este sector deben reportarse las emisiones de GEI provenientes de:

- la disposición de residuos sólidos en tierra,
- el tratamiento de aguas residuales,
- la incineración de residuos y
- cualquier otra actividad relacionada con el manejo de desechos.

Para el caso de El Salvador, en este sector se contabilizan las emisiones de metano provenientes de las actividades de disposición de residuos sólidos y del tratamiento de aguas residuales (domésticas e industriales). Asimismo se reportan las emisiones de óxido nitroso procedentes de la disposición de excrementos humanos. No se incluyen las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes de la incineración de residuos debido a que no se han encontrado indicios de que esta actividad se realice de forma significativa<sup>2</sup> en el país.

#### 3.6.1 DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN TIERRA

Dentro de esta categoría de fuente se consideran dos subcategorías:

- la disposición de residuos en vertederos no controlados y
- la disposición de residuos en vertederos controlados.

El concepto de un vertedero controlado básicamente coincide con el de un relleno sanitario. Es decir, se considera un vertedero controlado aquel que cuenta con: áreas específicas para depositar los residuos, cierto nivel de control de la recolección de basuras y control de los incendios; y que utiliza al menos material de cobertura, compactado mecánico o nivelación de los desperdicios.

Por otro lado, los vertederos no controlados son botaderos a cielo abierto, que no cuentan con las medidas arriba mencionadas y se subdividen, de acuerdo a su profundidad, en poco profundos (<5m) y profundos (≥5m). La importancia de esta distinción radica en que la emisión de metano se correlaciona con la profundidad de los desechos: a mayor profundidad, se espera mayor producción de metano.

Las emisiones de CH<sub>4</sub> provenientes de la disposición de residuos sólidos en tierra ascienden a 49.177 Gg, lo que equivale al 88.48 % de las emisiones totales del sector. De estas emisiones, el 77.29% corresponden a CH<sub>4</sub> emitido desde vertederos controlados mientras que el restante 22.71% del metano se emite desde vertederos de residuos sólidos no controlados.

#### 3.6.2 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Esta categoría de fuentes incluye dos subcategorías:

- el tratamiento de aguas residuales domésticas y comerciales
- el tratamiento de aguas residuales industriales.

De acuerdo a IPCC (1996), en la subcategoría de fuente correspondiente a las aguas residuales domésticas y comerciales, se calculan las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O; mientras que para el tratamiento de aguas residuales industriales, sólo se calculan las emisiones de CH<sub>4</sub>.

---

<sup>2</sup> En el caso de la incineración de desechos hospitalarios, aunque algunos hospitales cuentan con incineradores, ninguno de ellos se encuentra en operación. Los hospitales públicos y privados envían sus residuos al relleno sanitario de Nejapa (Cruz, R., 2005, comp. pers)

A continuación se presentan las estimaciones de las emisiones de CH<sub>4</sub> provenientes de la descomposición anaeróbica de la materia orgánica contenida en los efluentes domésticos, comerciales e industriales. Asimismo, se reportan las emisiones de N<sub>2</sub>O procedentes de los excrementos humanos.

### 3.6.2.1 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS Y COMERCIALES

En esta subcategoría, se determinan las emisiones de CH<sub>4</sub> y de N<sub>2</sub>O provenientes de las actividades de manejo y tratamiento de aguas residuales domésticas y comerciales.

Las emisiones de CH<sub>4</sub> provenientes del tratamiento de aguas residuales mediante procesos anaerobios, ascienden a 2.285 Gg, lo que equivale al 4% de las emisiones totales de metano del Sector. Por otro lado, las emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O procedentes del excremento humano, se estiman en 0.294 Gg

### 3.6.2.2 TRATAMIENTO DE EFLUENTES Y LODOS INDUSTRIALES

En esta categoría, se determinaron las emisiones de metano procedentes del tratamiento anaeróbico de las aguas residuales industriales generadas en los procesos de beneficiado de café, rastros, y de producción de azúcar de caña, alcohol y lácteos.

Las emisiones de CH<sub>4</sub> provenientes del tratamiento de aguas residuales industriales mediante procesos anaerobios, ascienden a 4.119 Gg, lo que equivale al 7.41% de las emisiones de metano del Sector. De estas emisiones, el aporte porcentual de cada una de las industrias se presenta en la Tabla 15.

**Tabla 15 Contribución porcentual de cada industria a las emisiones de metano generadas en el tratamiento de efluentes y lodos industriales para el año 2000**

Industria	% de las emisiones de metano del tratamiento de efluentes y lodos industriales
Beneficiado de café	18
Rastros	18
Producción de azúcar de caña	44
Producción de alcohol	20
Producción de lácteos	1

En total, las emisiones de CH<sub>4</sub> procedente de las categorías de fuente contempladas en el sector Desechos suman 55.580 Gg, 88.48% de estas emisiones provienen de la disposición de residuos sólidos en tierra, como se mencionó antes, y el 11.52% del tratamiento de aguas residuales.

En la Tabla 16, se presentan las emisiones anuales (en Gg) para el año 2000 de los diferentes GEI para las diversas categorías y subcategorías de fuente incluidas en el sector Desechos.

**Tabla 16 Emisiones Totales por tipo de GEI en Gg, para el Sector Desechos**

Fuentes de GEI y Categorías Incluidas en el Sector Desechos	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NOx	CO	COVDM
<b>Disposición de desechos sólidos en tierra</b>	<b>NO</b>	<b>49.177</b>	-	-	-	-
Disposición de Desechos Sólidos en Vertederos Controlados	NO	38.011	-	-	-	-
Disposición de Desechos Sólidos en Vertederos No Controlados	NO	11.166	-	-	-	-
<b>Tratamiento de las Aguas Residuales</b>	<b>NO</b>	<b>6.404</b>	<b>0.294</b>	-	-	-
Efluentes y lodos industriales	NO	4.119	-	-	-	-
Aguas Residuales Domésticas y del Comercio	NO	2.285	0.294	-	-	-
<b>Total de Emisiones Sector Desechos</b>	<b>NO</b>	<b>55.580</b>	<b>0.294</b>	-	-	-

Notas:

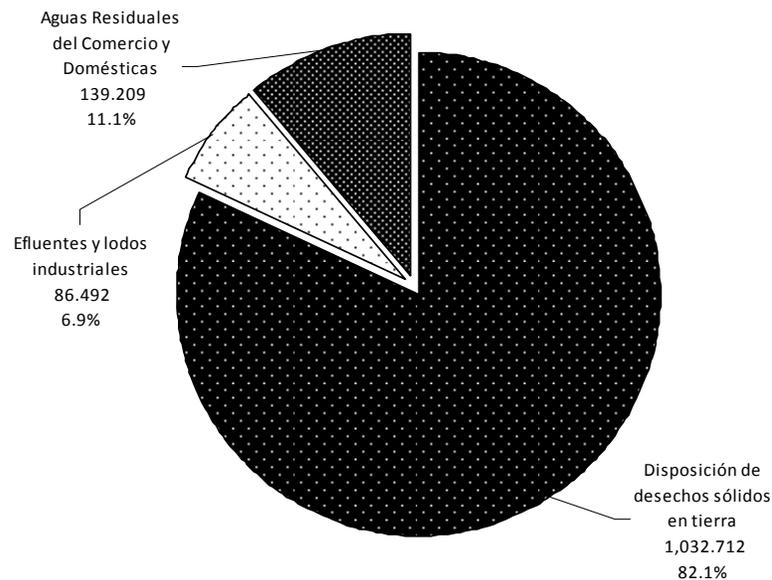
NE: No estimado

NO: No ocurre en el país

En la Tabla 17, se presenta la contribución porcentual de las emisiones en términos de CO<sub>2</sub>e para cada una de las categorías y subcategorías de fuente del sector. La disposición de residuos sólidos en tierra es la categoría de fuente con mayor contribución al balance total de emisiones equivalentes del sector.

**Tabla 17 Contribución Porcentual de GEI en Gg de CO<sub>2</sub>e para el sector Desechos**

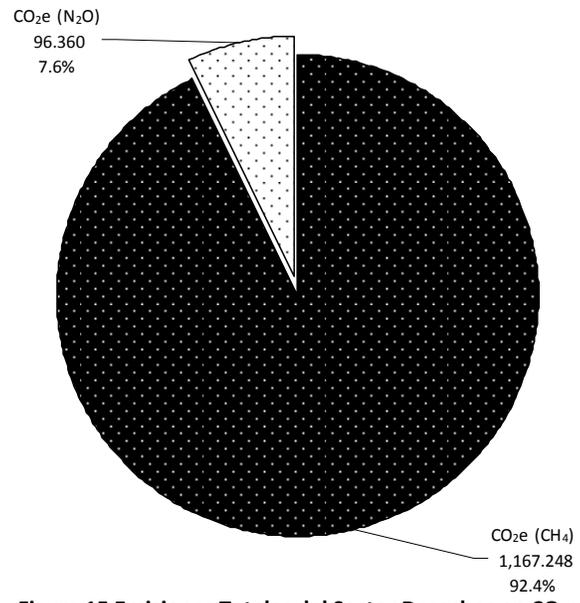
Fuentes de GEI y Categorías Incluidas en el Sector Desechos	Emisiones Equivalentes			Total de CO <sub>2</sub> e por Actividad	Contribución Porcentual
	CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub> e (CH <sub>4</sub> )	CO <sub>2</sub> e (N <sub>2</sub> O)		
<b>Disposición de desechos sólidos en tierra</b>	-	<b>1,032.707</b>	-	<b>1,032.707</b>	<b>82.1%</b>
Disposición de Desechos Sólidos en Vertederos Controlados	-	798.231	-	798.231	63.4%
Disposición de Desechos Sólidos en Vertederos No Controlados	-	234.486	-	234.486	18.6%
<b>Tratamiento de las Aguas Residuales</b>	-	<b>134.541</b>	<b>91.140</b>	<b>225.681</b>	<b>17.9%</b>
Efluentes y lodos industriales	-	86.557	-	86.557	6.9%
Aguas Residuales del Comercio y Domésticas	-	47.984	91.140	139.124	11.1%
<b>Emisiones Totales en CO<sub>2</sub>e</b>	-	<b>1,167.248</b>	<b>91.140</b>	<b>1,258.388</b>	<b>100.0%</b>



**Figura 14 Emisiones de GEI en Gg por Categoría de Fuente**

Tal como se observa en Figura 15, la mayor parte (92.4%) de las emisiones equivalentes del sector desechos se vinculan a la emisión de metano en los procesos de descomposición de los residuos sólidos y aguas residuales. Sólo el 7.6% de las emisiones equivalentes del sector se deben a emisiones de N<sub>2</sub>O.

Emisiones del Sector Desechos en CO <sub>2</sub> e	
CO <sub>2</sub> e (CH <sub>4</sub> )	CO <sub>2</sub> e (N <sub>2</sub> O)
1,167.248	91.140



**Figura 15 Emisiones Totales del Sector Desechos en CO<sub>2</sub>e**

Esta información se encuentra disponible en el Anexo 6.

#### 4. COMPARACIÓN DE INVENTARIOS DE GASES EFECTO INVERNADERO 1994 Y 2000

En las guías del IPCC se hace énfasis en que el inventario nacional de las emisiones antropogénicas, en la medida que lo permitan las posibilidades de cada país, sea preparado utilizando metodologías y fuentes de información comparables; con la finalidad de poder establecer análisis de tendencias en el tiempo.

El Salvador ya realizó un inventario para el año 1994, previo al presente INGEI y realizará uno posterior al actual para el año 2005; de este modo, contará con tres inventarios, que podrían permitirle hacer comparaciones y definir tendencias sobre las emisiones y sumideros de gases de efecto invernadero en el país en los sectores analizados en los INGEI

Sin embargo, para el INGEI 1994 en varios sectores no se contó con la información requerida para realizar estimaciones, por lo que tuvo que recurrirse a valores por defecto, que no necesariamente corresponden con la realidad del país. En este INGEI 2000 las fuentes de información han sido diferentes a las empleadas en la elaboración del INGEI 1994. Por tal razón se considera que para algunos de los sectores de INGEI no es conveniente hacer comparaciones entre inventarios por lo que además, tampoco es posible establecer las tendencias de comportamiento de emisiones.

Las posibilidades de comparación entre inventarios sugieren la necesidad de contar con un sistema estandarizado para la recolección de datos y su debido procesamiento. Esta es la tarea que el país se ha propuesto desarrollar para lograr establecer la comparabilidad entre inventarios.

A continuación la Figura 16 muestra una comparación de los INGEI 1994 y 2000 de las emisiones de CO<sub>2</sub>e utilizando el PCG de 100 años

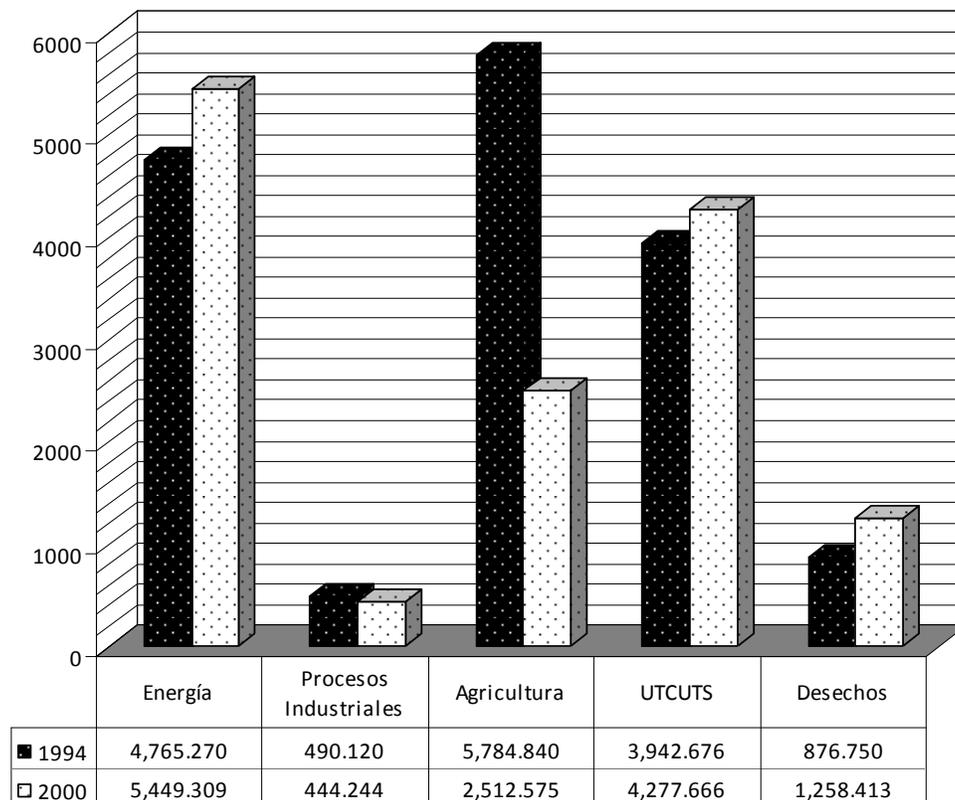


Figura 16 Emisiones de CO<sub>2</sub>e con PCG de 100 años INGEI 1994 y 2000

## REFERENCIAS

- Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA). 2004. Boletín Estadístico No. 26. Dirección Planificación. San Salvador. El Salvador.
- Alberto, D.M. y Elvir, J.A. 2008. Acumulación y fijación de carbono en biomasa aérea de *Pinus oocarpa* en Bosques Naturales en Honduras. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA). Honduras. 12 p.
- Alpízar, E. 2008. Carbono fijado en los bosques tropicales de Costa Rica. Propuesta hipotética. Centro Científico Tropical. San José, Costa Rica. 6 p.
- Alpízar, E. y Soto, X. 2006. Definición de bosque para la República de El Salvador. Para actividades forestales elegibles en el Mecanismo para un Desarrollo Limpio; Protocolo de Kyoto. CEDARENA. San José: Costa Rica. 55 p.
- Alpízar, E., Guardado, J. y Soto, X. 2003. Evaluación del potencial de mitigación del sector forestal en la República de El Salvador, ante el cambio climático, mediante prácticas de reforestación y forestación. FAO. San Salvador, El Salvador. 45 p.
- Banco Central de Reserva (BCR). Producción y consumo de cemento por mes desde el año 1990, en formato XLS (Excel) [http://www.bcr.gob.sv/estadisticas/series\\_estadisticas.html](http://www.bcr.gob.sv/estadisticas/series_estadisticas.html).
- Banco Central de Reserva de El Salvador, Revista Económica Trimestral, San Salvador, El Salvador.
- Blackman, A. Ávalos-Sartorio, B. Chow, J., Aguilar, F. 2006. Pérdida de bosque en las áreas del cultivo de café de sombra en El Salvador. Resources for the Future. 109 p.
- Carpio, I. 1992. Maderas de Costa Rica. 150 especies forestales. Editorial de la Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 334 p.
- CATIE. Sin fecha. Teca (*Tectona grandis*). Especie de árbol de uso múltiple en América Central. CATIE. Colección de Guías Silviculturales N°11. Turrialba, Costa Rica. Cuadro 5. 48 p.
- Centro de Trámites de Exportación (CENTREX) información de exportaciones e importaciones <http://www.elsalvadortrade.com.sv/estadisticas/index.html>.
- Chaves, E. y Fonseca, W. 1991. Ciprés (*Cupressus lusitanica*). Especie de árbol de uso múltiple en América Central. CATIE. Colección de Guías Silviculturales N°7. Turrialba, Costa Rica. Cuadro 8. 66 p.
- Colindres, E. et al. 2000. Diagnóstico de las tecnologías utilizadas para prevención y control de la contaminación por la industria de proceso en El Salvador. Trabajo de graduación preparado para obtener el grado de Ingeniero Químico. Universidad Centroamericana José Simeón Cañas. San Salvador, El Salvador.
- Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa (CEL) (1995), El Balance Energético Nacional 1994, Gerencia de Planificación y Estudios, El Salvador.
- Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa (CEL) (1997), Balance Energético Nacional 1996, Gerencia de Planificación y Estudios, El Salvador.
- Comunicación personal con Guerrero, L. (2008), experto en arroz del Centro Nacional de Tecnología Apropiaada (CENTA),
- Consejo Salvadoreño del Café (CSC). Producción total de café por cosecha. <http://www.consejocafe.org.sv/estadisticas.html>

- CORINE Land Cover. 2005.* Mapa digital sobre uso de la tierra en la República de El Salvador.
- COSTA RICA, MINAE. 1999. Estimación preliminar del carbono almacenado en los bosques de Costa Rica. Proyecto Estudios de Cambio Climático en Costa Rica, componente 3: Vulnerabilidad de los bosques ante el cambio climático. San José, Costa Rica: Instituto Meteorológico Nacional.
- Cruz, R. 2005. MSPAS (Ministerio de Salud y Asistencia Social), San Salvador, El Salvador, (comunicación personal).
- Cuéllar, N. 2001. La contaminación del agua en El Salvador: Desafíos y respuestas institucionales. PRISMA No. 43. San Salvador (En línea) Consultado mayo 2009. Disponible en [http://www.prisma2.org.sv/web/publicacion\\_detalle.php?id=203](http://www.prisma2.org.sv/web/publicacion_detalle.php?id=203), p. 4. Fuente original: OPS (Organización Panamericana de la Salud)/UNICEF (Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia). 2000. El Salvador. Evaluación global de los servicios de agua y saneamiento. Informe analítico. San Salvador, El Salvador.
- Current y Juárez, (1992), El Estado Presente y Futuro de la Producción y Consumo de Leña en El Salvador, Informe preparado para USAID, El Salvador.
- De la Cruz, J. et al. 1998. Prevención, disminución y tratamiento de desechos líquidos industriales en El Salvador. Trabajo de graduación preparado para obtener el grado de Ingeniero Químico. Universidad Centroamericana José Simeón Cañas. San Salvador, El Salvador.
- Dirección General de Estadística y Censos (1995), Quinto Censo Nacional de Población y Cuarto de Vivienda de 1992, Ministerio de Economía, San Salvador, El Salvador.
- Dirección General de Estadística y Censos (DIGESTYC) Serie de Población (1995-2010) Proyecciones de población total, rural y urbana por sexo <http://www.digestyc.gob.sv/>
- Dirección General de Estadística y Censos (DIGESTYC). 1996. Serie de proyecciones de población por municipio 1995-2010, p. 398-409.
- Dirección General de Estadística y Censos (DIGESTYC). 2009. República de El Salvador. Estimaciones y Proyecciones de la población 1950-2050. (En línea). Consultado enero 2010. Disponible en <http://www.digestyc.gob.sv/BoletinIPC/El%20Salvador%20Estimaciones%20y%20proyecciones%20de%20poblacion%2015-07-09.pdf>
- Dirección General de Estadística y Censos, Encuesta de hogares de propósitos Múltiples, años 1997 a 2006, Ciudad Delgado, El Salvador, 2005.
- Dirección General de Estadística y Censos, Proyección de la Población de El Salvador, 1995-2025, Ciudad Delgado, El Salvador, 1996.
- Dirección General de Estadística y Censos, VI Censos Económicos, 1993, Tomos IV, Ciudad Delgado, El Salvador, 2005.
- Dirección General de Estadística y Censos, VI Censos económicos, 2005, tomos I y II, Ciudad Delgado, El Salvador, 2005.
- Dirección General de Estadísticas Agropecuarias(DGEA) / Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) Anuario de Estadísticas Agropecuarias (Volumen 40, 2001) información correspondiente al período 1990/91-2000/2001).
- Dirección General de Ordenamiento Forestal, Cuencas y Riego del Ministerio de Agricultura y Ganadería. Sin fecha. Estadísticas de plantaciones forestales.

- Fonseca, A., Cortés, J. Zamora, P. 2006. Monitoreo del manglar Gandoca, Costa Rica. Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología (CIMAR). San José, Costa Rica. 10 p.
- Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), National GHG Inventories of Non-Annex I Parties from Latin America and the Caribbean: Preliminary Synthesis. Methodological Issues, Regional Workshop Latin America and the Caribbean Consultative Group of Experts on National Communications of Non-Annex I Parties, Working paper No. 8, Mexico City, 8-12 May 2000.*
- Fuentes W. 2008. Documento técnico sobre la determinación de la cobertura arbórea para El Salvador, utilizando imágenes de satélite ASTER. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. 6 p.
- Gerencia de Electricidad (2000), Boletín de Estadísticas Eléctricas No. 1, 1999, SIGET, Nueva San Salvador, El Salvador.
- Gómez, O., Ventura, H., Hernández, M. Y Pérez, D. 2000. Medición de la capacidad de captura de carbono por los diferentes agroecosistemas cafetaleros de la región occidental de El Salvador. San Salvador, El Salvador: PROCAFÉ.
- Gómez, O., Ventura, H., Hernández, M. y Pérez, D. 2000. Medición de la capacidad de captura de carbono por los diferentes agroecosistemas cafetaleros de la región occidental de El Salvador. San Salvador, El Salvador: PROCAFÉ.
- Grupo Consultivo de Expertos sobre las comunicaciones nacionales de las Partes no incluidas en el anexo I de la Convención (GCE) (s.f.) Paquete de capacitación sobre los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Manual de Inventarios. (En línea). Disponible en [http://unfccc.int/resource/cd\\_roms/na1/ghg\\_inventories/spanish/index.htm](http://unfccc.int/resource/cd_roms/na1/ghg_inventories/spanish/index.htm)
- Guardado, J. 1998. Información forestal. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Dirección General de Recursos Naturales Renovables. Dirección Forestal y de Fauna. El Salvador: San Salvador. 25 p.
- Holdridge, L. 1982. Ecología basada en zonas de vida. IICA. San José, Costa Rica.
- Hudgell, D. Modelos para la predicción del crecimiento y rendimiento de: *Eucaliptus camaldulensis*, *Glicidia sepium*, *Guazuma ulmifolia* y *Leucaena leucocephala* en América Central. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE. Turrialba, Costa Rica. 50 p. Cuadro 4, índice sitio 14, densidad de árboles 1111.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (1997), Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Reporting Instructions, Volume 1, J.T. Houghton et al., IPCC/Organization for Economic Co-operation and Development (OECD)/ International Energy Agency (IEA), Bracknell, United Kingdom.*
- IPCC (1997), Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Workbook, Volume 2, J.T. Houghton et al., IPCC/OECD/IEA, Bracknell, United Kingdom.*
- IPCC (1997), Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Reference Manual, Volume 3, J.T. Houghton et al., IPCC/OECD/IEA, Bracknell, United Kingdom.*
- IPCC (2000), Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories, Jim Penman et al., Institute for Global Environmental Strategies, Kanagawa, Japan.*
- IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático). 1996.
- IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático).2000. Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. (En línea) Consultado enero 2009. Disponible en <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/spanish/>

- IPCC, *Greenhouse Gas Inventory Software for the Workbook Instruction Manual*, Lim, B., et al., UNEP, WHO, OECD, IEA, IPCC WGI Technical Support Unit, Hadley Center, Meteorological Office, London Road, Brecknell, United Kingdom.
- IPCC, *Managing Uncertainty in National Greenhouse Gas Inventories, Meeting Report, IPCC/OECD/IEA Programme on National Greenhouse Gas Inventories, Paris, France, 13-15 October 1998*.
- IPCC. 1996. Libro de trabajo para el inventario de gases de efecto invernadero. Volumen 2. Modulo 5: Cambio del uso de la Tierra y Silvicultura. PNUMA/OMM.
- IPCC. 2005. Orientación sobre las buenas prácticas para uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura. IPCC. 628 p.
- MARN (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2000. Primera Comunicación Nacional República de El Salvador. (En línea) Consultado mayo 2009. Disponible en <http://unfccc.int/resource/docs/natc/elsnc1.pdf>.
- MARN (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2001. Primer Censo Nacional de Manejo de Desechos Sólidos (En línea). San Salvador, El Salvador. Consultado enero 2009. Disponible en línea en [www.marn.gob.sv](http://www.marn.gob.sv)
- MARN (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2001a. Primer Censo Nacional de Desechos Sólidos. Informes por Municipio. San Salvador, El Salvador.
- MARN (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2005. Informe operacional del año 2005 de MIDES-CINTEC. Cuadro 2. San Salvador, El Salvador.
- MARN (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2008. Informe final de la Consultoría “Análisis del marco técnico y jurídico de las aguas residuales (manejo, reuso de aguas, con caracterización y disposición de lodos; y propuesta de normas técnicas)”. San Salvador, El Salvador.
- MARN (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales),/JICA (Agencia de Cooperación Internacional del Japón). 2005. Análisis de los rellenos sanitarios existentes en El Salvador. San Salvador, El Salvador.
- Martínez, H., E. 1990. *Camaldulensis (Eucalyptus camaldulensis)*. Especie de árbol de uso múltiple en América Central. CATIE. Colección de Guías Silviculturales Nº1. Turrialba, Costa Rica. Cuadro 9, índice de sitio 14, N=1111.
- Mártir, Luis Mario, Andrade, Ricardo (2001), Información para elaboración del Balance Energético Nacional, Dirección de Hidrocarburos y Minas, Ministerio de Economía, San Salvador, El Salvador.
- Ministerio de Economía de El Salvador. Información de importaciones y exportaciones en base al BCR <http://www.minec.gob.sv/default.asp?id=57&mnu=57>
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) (2000), Primera Comunicación Nacional de Cambio Climático República El Salvador, Proyecto Comunicación Nacional de Cambio Climático PNUD/GEF/MARN/ELS/97/G32, MARN, El Salvador.
- OFI-CATIE. Pino Ocote.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 2002. Perfiles Nutricionales por Países – El Salvador. (En línea) Consultado febrero 2009. Disponible en <http://www.bvsde.ops-oms.org/texcom/nutricion/els.pdf>

- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2006. Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales 2005. Hacia la ordenación forestal sostenible, Estudio FAO: Montes Nº 147. Roma, Italia. 351 p.
- Organización Panamericana de la Salud (OPS) / Organización Mundial de la Salud (OMS). 2003. Evaluación regional de los servicios de manejo de residuos sólidos municipales, EVAL 2002 (En línea). Consultado febrero 2009. Disponible en <http://www.cepis.ops-oms.org/residuossolidos/evaluacion//paises/elsalvador /index.html>
- PROCAFÉ. 2008. El Salvador, Tierra de café. Presentación en formato pdf. 17 láminas. <http://www.procafe.com.sv/>
- Project Concern International (PCI)/ Programa Ambiental Regional para Centroamerica (PROARCA)/ Red Regional de Agua y Saneamiento de Centroamerica (RRASCA)*. 2004. Inventario de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales en El Salvador. San Salvador, El Salvador.
- Proyecto NASA. Sin publicar. Información digital del mapa de cobertura forestal para el año 2000 para El Salvador. NASA.
- Ruiz, C. 2009. Plantas de tratamiento de aguas residuales de tipo ordinario administradas por ANDA. ANDA (Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados), Unidad de Gestión Ambiental, San Salvador, El Salvador. (Comunicación Personal)..
- Sánchez, I. A., et al, (1998), Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero El Salvador 1994, Reporte Final, Proyecto Comunicación Nacional de Cambio Climático PNUD/GEF/MARN/ELS/97/G32, Reporte Técnico, San Salvador, El Salvador.
- Sánchez, I. A., et al, (1999), Estudio de Opciones de Mitigación de Gases de Efecto Invernadero en El Sistema Energético de El Salvador, Reporte Final, Proyecto Comunicación Nacional de Cambio Climático PNUD/GEF/MARN/ELS/97/G32, San Salvador, El Salvador.
- Schneider, H. 2006 Caracterización del consumo de leña en el sector residencial de El Salvador. Departamento de Ciencias y Energías Fluídicas. Universidad Centroamericana José Simeón Cañas. San Salvador, El Salvador. 59 p.
- Secretaría de Integración Económica Centroamericana (SIECA) Sistema de Estadísticas de Comercio de Centroamérica (SEC) Datos por producto, por país y por año. <http://www.sieca.org.gt/>
- Servicio de Administración Forestal. 2000. Guía Técnica para la reforestación en Panamá. ANAM. Panamá, Panamá. 81 p.
- Tosi, J. y Hartshorn, G. 1978. Mapa Ecológico de la República de El Salvador, basado en zonas de vida.
- Ugalde. L. Resultado de 10 años de investigación silvicultural del Proyecto Madeleña en El Salvador. CATIE. Turrialba, Costa Rica. Cuadro 2. Promedio de crecimiento medio para Flor Amarilla. 1929 árboles. H=6.5 D= 8.53. 55,1 m<sup>3</sup>/ha, 4 años, 13,8 m<sup>3</sup>/ha/año. Cuadro 1. Promedio de crecimiento para Madrecacaco. 217 árboles. H=4,6 D= 7,06, 3,39 años, 7,75 m<sup>3</sup>/ha/año
- Ventura, N. E., Villacorta, R.F. Sloot, P., Delgado, F.J., Vreugdenhil, D. Y Graham, D. 2000. Mapeo de la vegetación natural de los ecosistemas terrestres y acuáticos de Centro América, Capítulo El Salvador. San Salvador, El Salvador: Banco Mundial, Gobierno de Holanda, CCAD y MARN. 52 p.