



# Periódico Oficial



DEL GOBIERNO DEL ESTADO DE DURANGO

REGISTRO POSTAL

IMPRESOS AUTORIZADOS POR SEPOMEX

PERMISO

No IM10-0008

TOMO CCXXIX

DURANGO, DGO.,

DOMINGO 27 DE JULIO DE

2014

**No. 60**

DIRECTOR RESPONSABLE

EL C. SECRETARIO  
GENERAL DE GOBIERNO  
DEL ESTADO

LAS LEYES, DECRETOS Y DEMAS DISPOSICIONES  
SON OBLIGATORIAS POR EL SOLO HECHO DE  
PUBLICARSE EN ESTE PERIODICO

PODER EJECUTIVO

CONTENIDO

PROGRAMA.-

ESTATAL DE ACCION ANTE EL CAMBIO CLIMATICO DEL  
ESTADO DE DURANGO.

PAG. 2

# PROGRAMA

SEMARNAT



SECRETARIA DE  
RECURSOS NATURALES  
Y MEDIO AMBIENTE



INECC

INSTITUTO NACIONAL  
DE ECOLOGIA  
Y CAMBIO CLIMATICO



# PROGRAMA ESTATAL DE ACCIÓN ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO DEL ESTADO DE DURANGO



## RESUMEN EJECUTIVO

### 2013-2016

**DIRECTORIO**

**C.P. JORGE HERRERA CALDERA**  
GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO DE DURANGO

**ING. MAXIMILIANO SILERIO DÍAZ**  
SECRETARIO DE RECURSOS NATURALES Y MEDIO AMBIENTE (SRNyMA)

**ING. JUAN JOSE GUERRA ABUD**  
SECRETARIO DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (SEMARNAT)

**DR. JOAQUIN PINTO ESPINOZA**  
COORDINADOR GENERAL DEL PEACC-DURANGO

**DRA. MARÍA ADRIANA MARTÍNEZ PRADO**  
COORDINADORA TÉCNICA DEL INVENTARIO ESTATAL DE EMISIONES  
DE GASES DE EFECTO INVERNADERO (IEEGEI)

**MENSAJE DEL C. GOBERNADOR**

El Cambio Climático es uno de los grandes retos que enfrenta la humanidad actual. La variabilidad climática natural ha sido alterada como una consecuencia del consumo de combustibles fósiles debido al aumento en la demanda de energía eléctrica, el uso del transporte y los procesos industriales, entre otros sectores generadores de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).

De la misma manera, las actividades humanas han contribuido a la pérdida de sumideros naturales, como mares, lagos y bosques; siendo una de las principales causas del aumento de GEI en la atmósfera. Esto tiene como resultado un cambio en el equilibrio térmico, provocando que eventos climatológicos se presenten con una mayor intensidad y frecuencia.

El Estado de Durango por contar con la más grande reserva de bosques en México, tiene una gran responsabilidad en su protección y conservación; este sector es considerado de trascendencia, debido a la fijación de carbono, coadyuvando a la disminución del Bióxido de Carbono.

La Administración Pública Estatal impulsa, promueve, planifica y ejecuta acciones de prevención, mitigación y adaptación al Cambio Climático para lograr un aprovechamiento y desarrollo regional sustentable de los recursos naturales, así como la preservación del medio ambiente.

El *Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático* es la herramienta de diagnóstico de las emisiones estatales, escenarios probabilísticos de las condiciones climáticas futuras y estudios de vulnerabilidad sectorial. Plantea iniciativas de mitigación con el propósito de reducir la generación de emisiones a corto, mediano y largo plazo, además de proporcionar información acerca de la adaptación de los sistemas agrícolas y de uso de suelo ante los cambios climatológicos.

Es por ello que mi Gobierno asume plenamente la corresponsabilidad de desplegar acciones significativas de mitigación y adaptación al Cambio Climático, y con esto abatir la vulnerabilidad a través de la cultura preventiva.

**C.P. JORGE HERRERA CALDERA**  
**GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO DE DURANGO**

## Financiamientos y Reconocimientos

Este proyecto (Claves: contrato D.M.AMB/No. 003/10 del Anexo 34, Rubro 16 y 2009-DGO-CO2-116344) fue financiado por el Gobierno del Estado de Durango a través de la Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente (SRNyMA) y mediante el programa de Fondos Mixtos del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Durango (COCyTED).

Agradecimiento especial al Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), por la capacitación impartida y la revisión técnica del IEEGEI-Durango. Particularmente a la Bióloga Julia Judith Martínez Fernández, Coordinadora del Programa de Cambio Climático, y a su equipo técnico por el apoyo que siempre nos brindaron.

Se reconoce el apoyo desinteresado de los siguientes capacitadores: CEDAN-ITESM-Embajada Británica, Ing. Luis Alberto Conde Álvarez, Dr. Víctor Orlando Magaña Rueda, Dr. José Antonio Benjamín Ordoñez Díaz, M.C. Uriel Bando Murrieta, M.C. René Martínez Bravo, Dra. Ivonne Dalila Gómez Cabrera, M.C. Eduardo Juárez León, Dr. Rigoberto García Ochoa y Dr. Jorge Tovilla Cao-Romero.

## RESUMEN

El *Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático de Durango* (PEACC-Durango) tiene como objetivo principal proponer medidas de mitigación de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI); además de plantear acciones de adaptación en los sectores más vulnerables al Cambio Climático que permita reducir el impacto y el daño posible sobre los sectores sociales, productivos y ambientales.

En el *Capítulo I* se presenta una descripción de los aspectos generales del Estado y la problemática del Cambio Climático en donde se busca referenciar el marco de estudio y dimensionar los compromisos y políticas que como país se han adquirido en esta materia.

El *Capítulo II* está referido al Inventario Estatal de Gases de Efecto Invernadero (IEEGEI), se presenta un resumen general del mismo remarcando la metodología de cálculo empleada, la estimación de las emisiones de GEI por categorías y los resultados finales.

En el *Capítulo III* se presentan los escenarios climáticos extremos, en donde se consideraron las variables climáticas de: Temperatura Máxima (Tmax), Temperatura Mínima (Tmin) y Precipitación (Pp). Además se desarrollaron los escenarios de emisiones de GEI y el balance energético futuro a partir del sector Energía del IEEGEI.

El *Capítulo IV y V* se identificaron los sectores más vulnerables al Cambio Climático y se presentan 4 estudios de vulnerabilidad sectorial de la evaluación de: 1) Suelos, 2) Maíz de Temporal, 3) Frijol y 4) Avena Forrajera

En *Capítulo VI* se discuten las medidas de mitigación propuestas para cada categoría, jerarquizándolas en base a la magnitud de emisión calculada en el IEEGEI y en el *Capítulo VII* se discuten las acciones de adaptación jerarquizándolas en base a la vulnerabilidad sectorial determinada en el estudio de adaptación.

ARREGLOS INSTITUCIONALES



SECRETARÍA DE  
RECURSOS NATURALES  
Y MEDIO AMBIENTE



SEMARNAT

SECRETARÍA DE  
MEDIO AMBIENTE  
Y RECURSOS NATURALES

CONAGUA  
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA



COMISIÓN NACIONAL FORESTAL



inifap

Instituto Nacional de Investigaciones  
Forestales, Agrícolas y Pecuarias



## CREDITOS

		José Luis Gonzales
Joaquín Pinto Espinoza	Elizabeth Medina Herrera	Barrios
María Adriana Martínez	Roberto Valencia	Luís Manuel Valenzuela
Prado	Vázquez	Núñez
Juan Fernando Barraza	María Elena Pérez López	Darío Cisneros Arreola
Pérez	Guadalupe Vicencio de la	Manuel Ismael Mata
Erika Cabral Orozco	Rosa Brenda Xiomara	Escobedo
Cesar Gamaliel Soto	Ochoa Salazar	José Bernardo Montoya
Soriano	Raúl Espinoza Bretado	Ayón
Magali Ivón Estrada	Merit Cisneros Arreola	Marcelo Hernández
González	Ramiro Villanueva	Antuna
Armando López Santos	Víctor Hugo Randeles	Noé Fernández Loera
Palmira Bueno Hurtado	Reyes	Sandra Ivonn Ávila
Ambrocio Viera Briones	Cinthy Christian	Vázquez
Adriana Cruz Martínez	Maldonado Vargas	Uziel Torres Siqueiros
Gerardo Esquivel Arriaga	Ignacio Sánchez Cohen	Uriel Bando Murrieta

**CONTENIDO  
RESUMEN EJECUTIVO**

- 1.- Durango y la problemática del Cambio Climático
  - 2.- Inventario Estatal de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero  
(IEEGEI 2005-2008)
  - 3.- Escenarios climáticos y de emisiones de Gases de Efecto  
Invernadero
  - 4.- Vulnerabilidad
  - 5.- Vulnerabilidad sectorial
  - 6.- Medidas de Mitigación
  - 7.- Acciones de Adaptación
- Anexos

## *Durango y la problemática del Cambio Climático*

### 1.- Durango y su entorno

#### 1.1. Ubicación geográfica

El estado de Durango se encuentra situado en la zona norte de la República Mexicana (Latitud 26°53' -22°6' N y Longitud: 102° 29 ' -107° 16 ' O), su territorio comprende 520 kilómetros de Norte a Sur y 480 kilómetros de Oriente a Poniente. En la Figura 1 se muestra la ubicación geográfica del Estado.

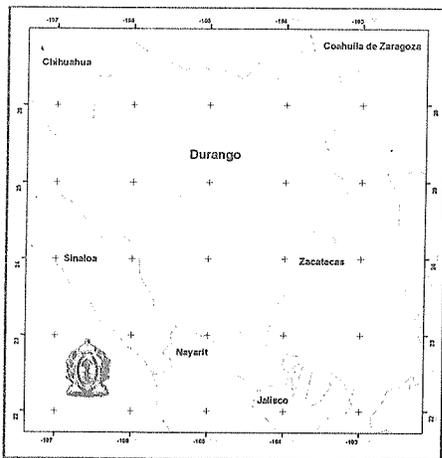


Figura 1 Ubicación geográfica y colindancias del Estado de Durango

Tiene una superficie de 123,180 km<sup>2</sup>, que corresponden al 6.08% del territorio nacional, por lo que ocupa el 4° lugar nacional en superficie, colindando al norte con Chihuahua y Coahuila de Zaragoza, al Este con Coahuila de Zaragoza y Zacatecas, al Sur con Zacatecas, Nayarit y Sinaloa, al Oeste con Sinaloa y Chihuahua (IFNDM ,2005).

La capital del estado fue fundada por el Capitán Francisco de Ibarra el 8 de Julio de 1563 con el nombre de Villa de Durango, el nombre oficial de la capital actual es: "Victoria de Durango" en honor

al primer presidente de México, Guadalupe Victoria, quien fuera originario de Tamazula, Durango.

#### 1.2 Características Físicas

##### 1.2.1 Fisiografía

Dentro del área del Estado de Durango se encuentran 4 provincias fisiográficas:

1. Sierra madre occidental. Se extiende en dirección Noreste-Sureste ocupando el 71.3% de la superficie estatal, constituida principalmente por rocas ígneas y sedimentarias del periodo Terciario correspondientes a la era Cenozoica.
2. Sierra y llanuras del Norte, involucra al área del Bolsón de Mapimí, que la define como una provincia árida y semiárida con sierras bajas y abruptas, que se componen principalmente por rocas sedimentarias, ígneas y suelos originados en el periodo Cuaternario y Terciario de la era Cenozoica.
3. La Sierra Madre Oriental se extiende en el Noreste del estado y está constituida fundamentalmente por rocas sedimentarias de la era Mesozoica.
4. La Mesa del centro situada entre las sierras Madre Oriental y Occidental, está caracterizada por la presencia de llanuras y lomeríos aluviales, y geológicamente el tipo de roca es sedimentaria.

Estas áreas pueden observarse en la Figura 2

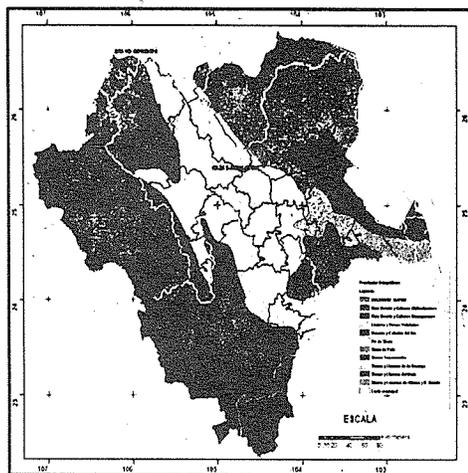


Figura 2 Fisiografía del Estado de Durango.

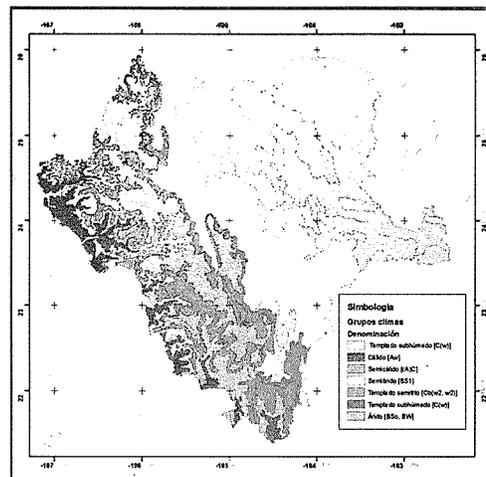


Figura 3. Tipos de climas y su distribución Geográfica.

### 1.2.2 Clima

La topografía irregular del estado se asocia con la variabilidad del clima en el mismo, debido a que van desde los 200 metros a nivel del mar (msnm), en los límites del estado de Sinaloa y Nayarit, hasta encontrar algunos sitios en la sierra de 3,200 msnm.

De acuerdo con la clasificación climática de Köpen se identifican tres tipos de clima y 6 subtipos que se definen como grupos. En la Figura 3 se muestran los tipos de climas que se presentan en Durango, así como la distribución geográfica de los mismos.

El clima de mayor importancia relativa es el que predomina en los ambientes árido y semiárido, cuya principal característica son precipitaciones inferiores a 500 mm de agua en promedio anual y temperaturas mayores a 20°C. El clima que abarca la mayor extensión (26.05%) es el semiseco templado, en donde su temperatura media anual varía de 12 a 18°C y su precipitación total anual va de 400 a 600 mm de agua.

Dos áreas que conforman el 1.44% de la superficie total, muestran un clima semiseco y semicálido donde sus temperaturas medias anuales son entre 18 y 22°C y la precipitación anual varía de 400 a 500 mm de agua. En el sur está ubicada una zona reducida de clima semiseco muy cálido y cálido, donde se presentan temperaturas de 22 a 26°C y la precipitación anual total es poco menos de 800 mm de agua.

En la zona Occidental y Sur se encuentra un clima semiseco templado que se extiende bajo la influencia del clima templado subhúmedo con lluvias en

verano, en donde la temperatura varía entre 12 y 18°C y la precipitación anual es de 600 hasta 1,500 mm de agua.

Al noreste en la comarca lagunera predomina el clima seco semicálido en donde las precipitaciones alcanzan su más bajo nivel en el estado de entre 100 y 200 mm de agua y la temperatura anual varía de 18 a 22°C. En el territorio comprendido entre los estados de Sinaloa y Nayarit pertenecientes a los cañones y cañadas se atribuye un clima semicálido subhúmedo donde las temperaturas medias anuales son mayores a 18°C y sus precipitaciones son entre 800 y 1,500 mm de agua.

### 1.1.3 Recursos Naturales

#### Edafología

En el territorio del estado se identifican 17 Unidades de suelo de las 25 reconocidas para México de acuerdo a la Organización de Alimentos y Agricultura (FAO). Según la importancia y la distribución territorial se distinguen tres grupos:

1. Grupo 1. Arenoso, Calcisol, Leptosol 82,328 km<sup>2</sup> (68.5%).
2. Grupo 2.- Acrisol, Luvisol, Cambisol, Chernozem Superficie de 31,415.6 km<sup>2</sup> (26.1%)
3. Grupo 3.- Durisol, Fluvisol, Gipsol, Vertisol, Solonchak Superficie de 5,987.5 km<sup>2</sup> (5%)

Los tipos de suelo pueden observarse en la Figura 4:

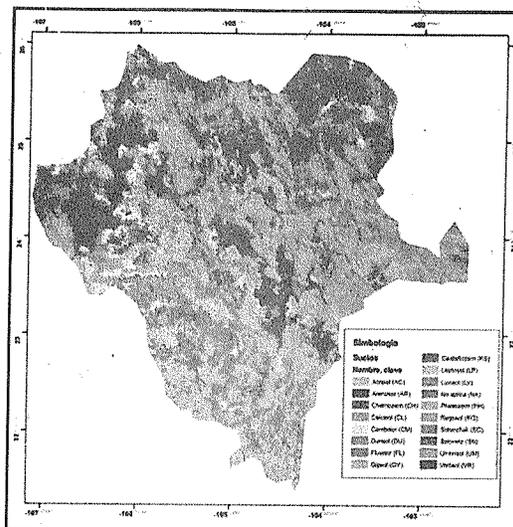


Figura 4 Tipos de suelo del Estado de Durango

#### Vegetación y Uso de Suelo

Existen 11 grupos de vegetación de acuerdo a información del INEGI, 2010 en la que destacan los bosques de clima templado, pastizales de clima semiárido y clima árido. En la Figura 5 y la Tabla 1 se representa la distribución y el resumen de los grupos de vegetación respectivamente:

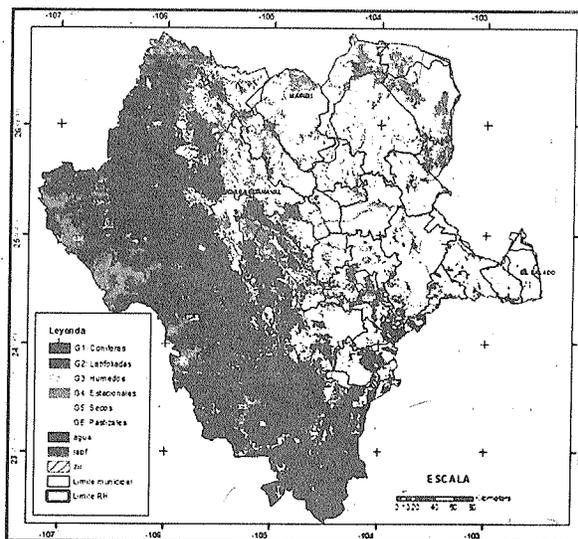


Figura 5 Uso de suelo y vegetación

Grupo	Denominación	Superficie Km <sup>2</sup>
1	Bosque	63,836.00
2	Comunidades áridas	32,877.10
3	Pastizal natural	21,758.31
4	Usos agropecuarios	17,759.05
5	Selva baja	9,755.20
6	Comunidades semiáridas	2,221.21
7	Selvas altas y medianas	1,675.81
8	Zona urbana	482.42
9	Cuerpos de agua	422.17
10	Comunidades subacuáticas	44.20
11	Galería	36.51
Total		150,867.98

**Hidrografía**

Dentro del Estado existen siete regiones hidrológicas en función de su red hidrográfica y su orografía. Dentro de lo principales ríos se encuentran el río Nazas, Aguanaval, Baluarte, Mezquital, Acajoneta, Tepehuanes, Ojo Caliente y Tamazula. En la Figura 6 se pueden observar las regiones hidrológicas del Estado.

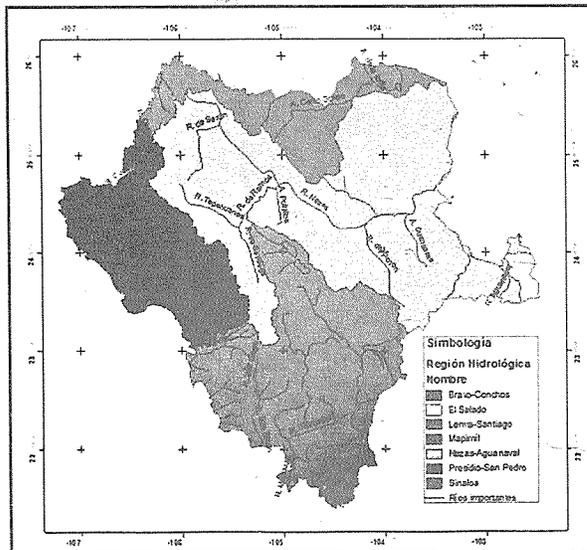


Figura 6 Regiones Hidrológicas del Estado

**Flora y fauna**

En la región semidesértica la vegetación está compuesta por pequeños arbustos, entre estos: nopales, magueyes, biznagas y otras plantas espinosas; entre los animales que la habitan se encuentran: coyotes, gavilanes, serpientes, búhos, camaleones, tarántulas y alacranes.

En la región de los valles se pueden observar grandes pastizales, arboles de huizaches, sabinos y álamos. La fauna habitable en esta región se pueden observar coyotes, conejos, ardillas, zorros, gansos y patos; dentro de los ríos se pueden encontrar bagres, lobinas, carpas y mojarras.

La vegetación perteneciente a la región de la Sierra se conforma de pinos, encinos, cedros, madroños y pastizales, mientras que su fauna se constituye de venados, pumas, gatos monteses, coyotes, zorros, tejones, guajolotes además de bagre y truchas en sus ríos y algunas aves y reptiles.

En las Quebradas existen árboles frutales como guamúchil, zapote, guayabo, ciruelo, papayo, aguacate, chirimoyo, lima, plátano, naranjo y mango. Existen especies animales como pumas, jabalíes, armadillos, tejones, boas, iguanas, serpientes y una gran variedad de aves, entre ellos: pericos, clarines, gavilanes, halcones búhos y lechuzas.

**Áreas Naturales Protegidas**

Se cuenta con dos áreas naturales protegidas de jurisdicción Federal, La Michilífa y Mapimí con una extensión

territorial de 35,000 y 20,000 hectáreas respectivamente.

- La Michilfa se encuentra en la Sierra Madre Occidental dentro de la provincia fisiográfica, mesetas y cañadas del Sur, delimitadas por la Sierra Úrica compartida con Zacatecas. Los principales tipos de vegetación son el bosque de pino-encino, bosque de encino, matorral xerófilo, encino chaparro y huizache, pastizal y vegetación acuática y subacuática. Se han identificado por lo menos 770 especies de planta y entre las especies animales se han reportado el águila real, y otras dos especies de aves rapaces; la guacamaya verde, el búho manchado, el trogón serrano silbador especie endémica y el guajolote silvestre.
- El área natural de Mapimí se encuentra ubicada al norte de la altiplanicie central mexicana, en el Bolsón de Mapimí al Norte del Estado de Durango y que colinda con los Estados de Chihuahua y Coahuila. Por su característica de aridez y vegetación contiene ecosistemas representativos del desierto de Chihuahua. Entre las especies endémicas y amenazadas destacan la tortuga galápagos de Mapimí y la lagartija escofina de Mapimí
- El Cañón de Fernández, ubicada en el Municipio de Lerdo y que cuenta con una extensión territorial de 17,001 hectáreas, destacando la gran diversidad de vegetación de Ahuehuate, Álamo y Sauces. También cuenta con especies en peligro de extinción como la zorra, cacomixtle norteño y el perro de agua.
- El Tecuán posee una extensión de 894 hectáreas y se encuentra ubicada en el municipio de Durango. Biogeográficamente funciona como un corredor Biológico y es un refugio y un centro de radiación adaptativa. Cuenta con una vegetación de pino y encino destacando plantas vasculares como: la candelilla, cactácea, nopal tapón y las especies animales de sapo de la meseta y la rana verde.
- La quebrada de Santa Bárbara ubicada en el Ejido El Brillante del Municipio de Pueblo Nuevo cuenta con una extensión de 66 hectáreas. Por su cercanía y características climáticas similares al Tecuán muchas de las especies de flora y fauna son semejantes. En esta área existe la necesidad de conservar la Pinácea considerada como una especie en peligro de extinción.

Se cuenta también con tres Áreas Naturales Protegidas de Jurisdicción Estatal:

## 1.2 Características Socio-económicas

### 1.2.1 Población

En el año 2010 el Estado de Durango tenía una Población de 1, 632,934 habitantes de los cuales 49.3% eran hombres y el 50.7% eran mujeres. La

densidad poblacional correspondía a 12.3 habitantes por kilómetro cuadrado, mucho menor al promedio nacional de 53 hab/km<sup>2</sup>. La mayoría de la población se concentra en 3 zonas urbanas, siendo estas: Victoria de Durango (Capital), Gómez Palacio y Lerdo.

En la Figura 7 se puede mostrar el crecimiento de la población de acuerdo al INEGI:

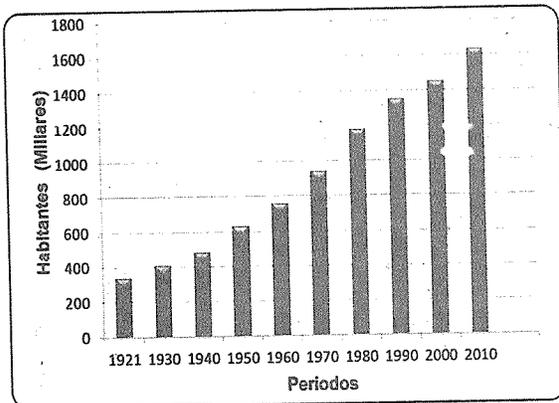


Figura 7 Crecimiento poblacional del Estado de Durango

### 1.2.2 Economía

Dentro de la economía de Estado la participación sectorial de la industria manufacturera represento el 21.24%, el comercio el 14.78% y la agricultura con un 12.18%.

La participación del Estado a la economía Nacional en el año 2008 fue de 1.23%, haciendo notar que el sector agropecuario contribuyo con el 3.94%. En la Tabla 2 se puede observar la aportación económica sectorial de Estado de Durango para el año 2008.

Sector Económico	PIB Estatal *	PIB Nacional *	Aportación %
Agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza	12,828.97	325,495.85	3.94
Minería	2,219.56	446,138.91	0.50
Electricidad, agua, suministro de gas por ducto al consumidor final	1,910.41	114,873.19	1.66
Construcción	6,568.79	588,363.11	1.12
Industrias manufactureras	22,177.07	1,548,933.28	1.43
Comercio	15,436.51	1,396,400.93	1.11
Otros	43,288.81	4,061,341.84	1.07
Total	43,288.81	8,481,446.85	1.23

\*Millones de pesos a precios de 2003

### 1.3 Problemática del Cambio Climático

Los problema ambientales que enfrentamos como sociedad son evidentes y estos se derivan por el acelerado crecimiento poblacional excesiva en demanda de bienes y servicios, reflejándose sobre la explotación de los recursos naturales

Las actividades antropogénicas han ocasionado un incremento durante el último siglo en la concentración de Gases de Efecto Invernadero (GEI) como el bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), Hidrofluorocarbonos (HFC's), Perfluorocarbonos (PFC's) y el

hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>) en la atmósfera de nuestro planeta, trayendo como resultado el aumento de la temperatura de la Tierra y la variabilidad climática regional.

Dentro de las actividades antropogénicas destacan la deforestación, el uso indiscriminado de combustibles fósiles (gasolina, diésel, petróleo, carbón, etc.), la generación de residuos sólidos y líquidos, las actividades agropecuarias, el cambio y uso del suelo, la industria de la transformación, que entre otras, son las fuentes principales de generación de GEI.

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) define el cambio climático como:

*“El cambio del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables”.*

En 1988 la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) constituyeron el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en Inglés). El IPCC propuso y de manera periódica actualizar las metodologías para estimar los inventarios de emisiones de GEI que permitieran conocer la distribución de los países al contexto internacional.

En el año de 1998 se aprobó el Protocolo de Kyoto de la CMNUCC, donde se

establecen una serie de medida centrada en el objetivo de controlar las emisiones de seis de los GEI debido a su impacto en el Calentamiento Global.

La Partes incluidas en el Anexo I, de acuerdo con el artículo 3 del protocolo, aseguraran, individual o conjuntamente, de que sus emisiones antropógenas agregadas, expresadas en bióxido de carbono equivalente, de que los GEI no excedan de las cantidades atribuidas a ellas, calculada en función a los compromisos cuantificados de limitación y reducción con miras a reducir el total de sus emisiones de esos gases a un nivel inferior de no menos del 5% al de 1990 en el periodo comprendidos entre el año 2008 y 2012.

En México la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) publicó en diciembre de 2009 a través de Instituto Nacional de Ecología (INE), el Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 1990-2006 (INEGEI). Además es el único país que a la fecha ha presentado cinco Comunicaciones Nacionales y actualizado su INEGEI, cumpliendo con los lineamientos y metodologías establecidas por el IPCC.

En el año 2005 fue creada la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (CICC) que fue creada con el objeto de coordinar, en el ámbito de sus respectivas competencias, las acciones de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal relativas a la formulación e instrumentación de las políticas nacionales para la prevención y mitigación de GEI, además de la

adaptación frente a los efectos del Cambio Climático.

A nivel ESTATAL, el INE-SEMARNAT fomenta y apoya la elaboración de Programas de Acción ante el Cambio Climático (PEACC) por parte de los gobiernos estatales, cuyo objetivo es valorar el estado actual en materia de emisiones/captura de los GEI, evaluar la vulnerabilidad sectorial ante el Cambio Climático y definir las acciones de mitigación para reducir las emisiones de GEI y establecer acciones de adaptación que reduzcan el impacto de los eventos meteorológicos extremos.

En el año 2010 se inició el Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático de Durango, considerando tres ejes temáticos:

1. Inventario Estatal de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (IEEGEI) y medidas de mitigación.
2. Vulnerabilidad y adaptación
3. Escenarios Climáticos y escenarios de emisiones de GEI

El IEEGEI representa el punto de partida en la valoración del estado que guarda en cuanto a emisión/captura por fuentes (sectores económicos). Como resultado es posible identificar las áreas de oportunidad en relación a las medidas de mitigación y beneficios que se pueden proponer y adoptar con la finalidad de mejorar el balance (emisión/captura) mediante la reducción de emisiones.

En el Capítulo 2 referente al IEEGEI evaluado de acuerdo al procedimiento de cálculo de las directrices del IPCC, se

consideraron los siguientes gases directos:

- Bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)
- Metano (CH<sub>4</sub>)
- Óxido nitroso (N<sub>2</sub>O)

Además se estimaron las emisiones de:

- Compuestos Orgánicos Volátiles Diferentes de Metano (COVDM)
- Óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>)
- Bióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)

Respecto al segundo eje temático, Vulnerabilidad y Adaptación, en base a la matriz de amenaza-riesgo se identificaron los sectores más vulnerables del Estado, se realizaron 6 estudios específicos sectoriales como evidencia del impacto del Cambio Climático. Además se proponen una serie de medidas de adaptación a nivel sectorial con el objeto de disminuir la vulnerabilidad de los sectores y sus impactos económicos, sociales, ecológicos y humanos negativos.

En el último eje temático referente a Escenarios Climáticos y Escenarios de Emisiones de GEI, se desarrollaron los escenarios climáticos regionalizados del Estado tanto histórico como futuros, para los periodos: 2010-2039, 2040-2069 y 2070-2099, considerando los datos extremos de precipitación (Pp) y Temperaturas máxima (Tmax) y Mínima (Tmin).

Respecto a los Escenarios de Emisiones de GEI, se determinó el escenario base de emisiones de GEI, los escenarios alternos futuros para el periodo 2005-2030 considerando medidas de

mitigación, además de escenarios de requerimientos energéticos futuros. Los escenarios de emisiones fueron desarrollados mediante el Software LEAP (Long-range Energy Alternatives Planning System).

### **INVENTARIO ESTATAL DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO**

#### **2.1 Metodología**

El cálculo del Inventario Estatal de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (IEEGEI) se realizó de acuerdo al manual de las Directrices del IPCC (IPCC, 1996) y usando las hojas de cálculo (UNFCCC 2005-6) para partes no-Anexo I, versión 1.3.2, 2005. Se inventariaron cinco categorías recomendadas en las directrices para los años 2005-2008.

A continuación se muestran las actividades económicas del sector Energía, en donde se cuantifican las emisiones por actividades de quema de combustibles y las emisiones fugitivas:

#### **I Categoría Energía**

##### **I.1 Actividades con quema de combustibles**

I.1.1 Industrias de la energía

I.1.2 Industrias de la manufactura y construcción

I.1.3 Transporte

I.1.4 Otros sectores

##### **I.2 Emisiones fugitivas**

I.2.1 Combustibles sólidos

I.2.2 Gas natural y petróleo

##### **I.3 Otras fuentes**

I.3.1 Bunkers internacionales

I.3.2 Emisiones de Biomasa

Dentro de la categoría de Procesos Industriales y Solventes se cuantificaron las emisiones de los procesos industriales que en la actividad realizada emiten GEI, como las refresqueras, cementeras, y de productos alimenticios. Las subcategorías estudiadas se muestran a continuación:

#### **II Categoría Procesos Industriales y Solventes**

##### **II.1 Procesos industriales**

II.1.1 Productos minerales

II.1.2 Industria química

II.1.3 Producción de metales

II.1.4 Producción de halocarburo y hexafluoruro de azufre

II.1.5 Consumo de halocarburo y hexafluoruro de azufre

##### **I.2 Uso de solventes y otros productos**

I.2.1 Aplicación de pinturas

I.2.2 Desgrasado y limpieza en seco

I.2.3 Productos químicos, manufactura y procesamiento

La categoría Agricultura estudia dos subcategorías, la primera corresponde a las actividades realizadas por el sistema agrícola y el segundo a las actividades ganaderas del Estado de Durango. Los sectores estudiados se muestran a continuación:

#### **III Categoría Agricultura**

III.1 Fermentación entérica

III.2 Manejo del estiércol

III.3 Cultivo de arroz

III.4 Suelos agrícolas

III.5 Quema programada de pastizales

III.6 Quema de residuos agrícolas

La categoría de Uso de Suelo, Cambio de uso de suelo y Silvicultura es considerada como una fuente/sumidero de gases de efecto invernadero y la cuantificación por reforestaciones y

deforestaciones se encuentran calculadas mediante los siguientes sectores:

- IV Categoría Uso de Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura
  - IV.1 Cambio de uso de suelo y bosque
    - IV.1.1 Cambio de bosque y otra biomasa maderable
    - IV.1.2 Conversión de bosques y pastizales
    - IV.1.3 Abandono de suelos cultivados
    - IV.1.4 Emisión/remoción de CO<sub>2</sub> del suelo
  - IV.2. Uso de suelo, cambio de uso de suelo y forestal
    - IV 2.1 Tierra de bosque
    - IV 2.2 Tierra de cultivo
    - IV 2.3 Tierra de pastizales
    - IV 2.4 Tierra de humedales
    - IV.2.5 Tierra de asentamientos

Finalmente la última subcategoría estudiada corresponde a los desechos líquidos y sólidos que generamos los seres humanos, donde se cuantifican las emisiones por procesos como los rellenos sanitarios y las plantas tratadoras de aguas residuales. Las categorías aplicadas se muestran a continuación

- V Categoría Residuos
  - V.1 Disposición de residuos sólidos en el suelo
  - V.2 Manejo de aguas residuales
  - V.3 Incineración de residuos

Las emisiones generadas por las actividades de éstas 5 categorías son expresadas en Gigagramos de CO<sub>2</sub> equivalente, una unidad en común para los diferentes gases.

Los potenciales de calentamiento empleados para convertir las emisiones

de GEI en unidades de CO<sub>2</sub> equivalentes fueron:

- Para el CO<sub>2</sub> es igual a 1
- Para el CH<sub>4</sub> es igual a 21
- Para el N<sub>2</sub>O es igual a 310

### 2.2 Emisiones de GEI por categorías

En la categoría Energía el consumo de combustibles para el año 2005 fue de 136.47 Petajoules (PJ) mientras que en el 2008 fueron 198.35 PJ, lo que representa un incremento del 43.16% en el periodo de tres años. Comparando estos resultados con el Balance Nacional de Energía (SENER, 2005) el estado contribuyó con el 1.85% de la energía total consumida en el país (7,365 PJ). Para ese mismo año, el cálculo energético en el estado arrojó que la subcategoría de Industrias de la energía consumió 58.34 PJ, lo que representa una contribución del 42.75 %, seguida de Transporte con 49.67 PJ, equivalente al 36.40%. En la Figura 8 se pueden observar los consumos energéticos para el año 2005:

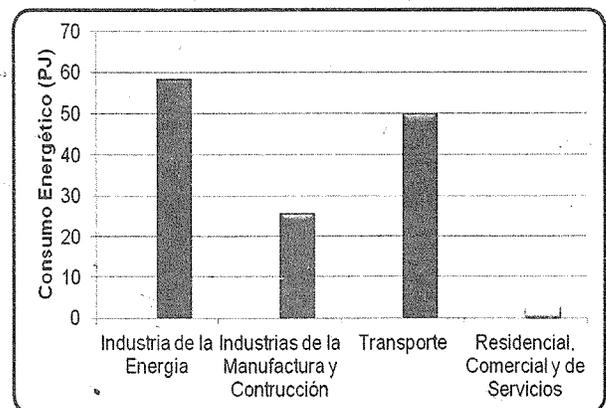


Figura 8 Consumo energético en el año 2005

Las emisiones de GEI por la categoría Energía para el año 2005 fueron de 9,203.23 Gg de CO<sub>2</sub> eq. mientras que para el 2008 fueron de 13,149.39, un aumento de 42.88%, es decir una Tasa de Crecimiento Anual (TCA) promedio de 12.89%. Las emisiones pueden observarse en la Figura 9.

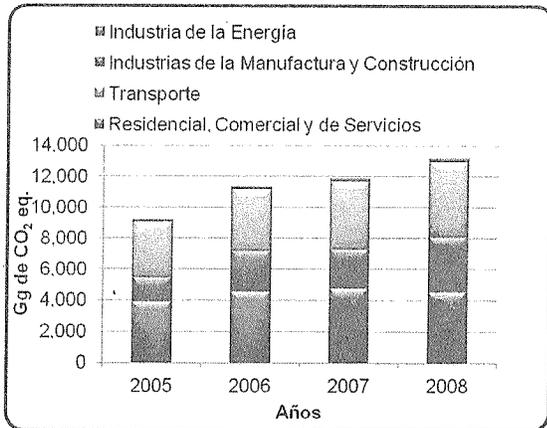


Figura 9 Emisión anual de GEI 2005-2008 para la categoría Energía

Para la categoría de Procesos Industriales y Solventes se destaca que en el estado se cuenta con poca industria manufacturera y la escasa disponibilidad de información desagregada. Únicamente se reporta lo que se pudo cuantificar de procesos industriales, ya que no se cuenta con información del uso de solventes en el período evaluado.

La principal subcategoría fue la industria de los minerales y la industria de los metales. Para el año 2005, la categoría emitió 914.72 Gg de CO<sub>2</sub> eq. y para el 2008 fue de 779.53 Gg de CO<sub>2</sub> eq., lo que representa un decremento del 14.78%. Las emisiones pueden observarse en la Figura 10:

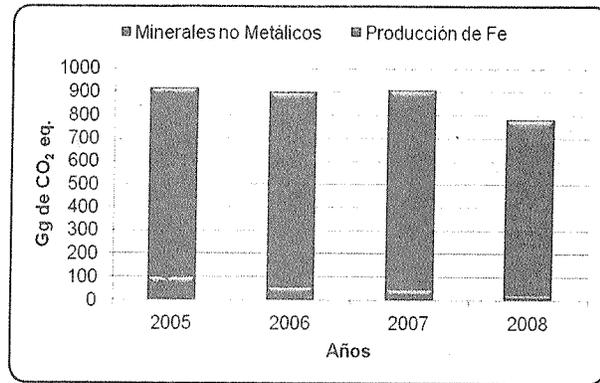


Figura 10 Emisión de GEI anual 2005-2008 de la Categoría Procesos industriales y solventes

La aportación principal de la Categoría Agricultura correspondiente a sus procesos productivos fue la emisión de gas metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) que fue convertida a unidades comunes de CO<sub>2</sub> eq., por medio de sus potenciales de calentamiento.

Es de esta manera que la categoría emitió 2,638.31 Gg de CO<sub>2</sub> eq. en el 2005, mientras que para el año 2008 su emisión fue de 2,600.08, lo que representó una TCA promedio descendiente de 0.45%.

La subcategoría Ganadería contribuye mayormente con las emisiones de metano mientras que la subcategoría agrícola con las emisiones de óxido nitroso, aunque ambos gases se encuentran presentes en ambas categorías. Las emisiones pueden observarse en la Figura 11.

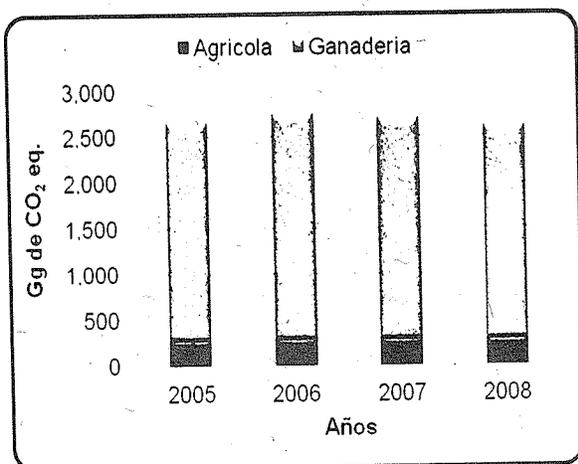


Figura 11 Emisión de GEI anual 2005-2008 para la Categoría Agrícola

La categoría de Uso de Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura (USCUSyS) es la única categoría en la cual se realiza un balance de emisión/captura y que arrojó una emisión total de 4,279.18 y una captura neta de -4,007.01 Gg de CO<sub>2</sub> eq., en donde se obtuvo un balance de 272.17.

Dadas las condiciones de los datos de actividad de esta categoría se evaluó durante todo el periodo (2005-2008), en donde el cálculo total se reporta en el año 2008. En la Figura 12 se muestra el balance de emisión/captura:

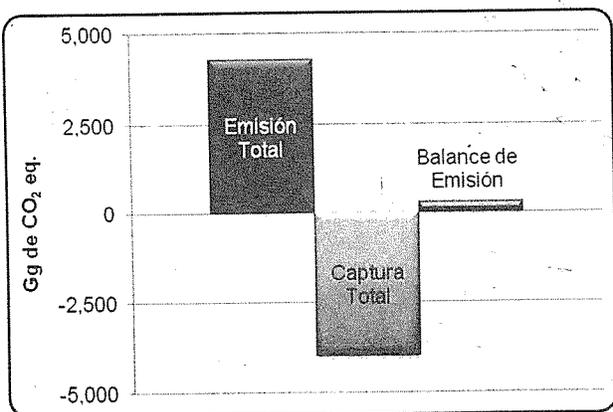


Figura 12 Emisión/captura de GEI en el periodo 2005-2008 de la categoría USCUSyS

La categoría de Desechos se constituye por las subcategorías de residuos sólidos y aguas residuales, que a su vez están integradas por las subcategorías de un segundo orden de rellenos sanitarios controlados y tiraderos a cielo abierto y por aguas residuales domésticas y aguas residuales industriales, respectivamente.

En el año 2005 la categoría emitió 717.27 Gg de CO<sub>2</sub> eq., y para el 2008 la emisión fue de 752.18 Gg de CO<sub>2</sub> eq., aunque existió un decremento en las emisiones por el año 2006 en todo el periodo se obtuvo una tasa de crecimiento anual de 2.27%. En la Figura 13 se observan las emisiones por la categoría Desechos:

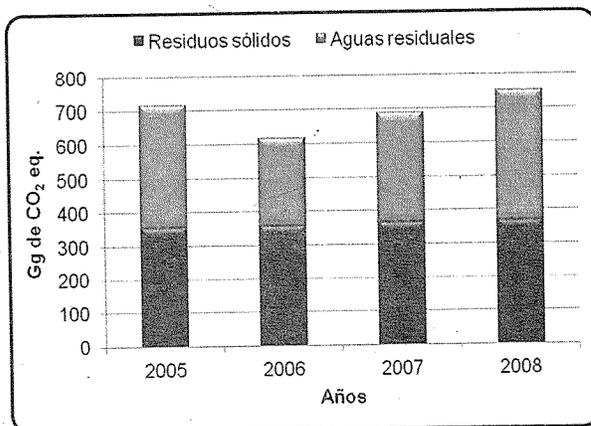


Figura 13 Emisiones de GEI anuales 2005-2008 para la categoría Desechos

### 2.3 Emisiones de GEI totales del Estado de Durango

El Inventario Estatal de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (IEEGEI) fue evaluado bajo las directrices del IPCC 1996, y exclusivamente la categoría de Uso de Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura se evaluó de acuerdo al Manual de Buenas Practicas del IPCC 2003.

Se consideraron las 5 categorías recomendadas y en cada una de éstas se reportan los datos de actividad, metodología, incertidumbre y las emisiones estimadas anualizadas para el período 2005-2008; excepto la categoría USCUSyS que se determinó la emisión/captura para todo el periodo.

La tendencia de las emisiones de GEI ha sido creciente desde el año 2005 hasta el 2008 en donde el aumento fue de 28.25%, con una TCA promedio de 8.77%. Las emisiones totales para el año 2005 fueron de 13,474.04 Gg de CO<sub>2</sub> eq., mientras que para el 2008 fueron de 17,281.12.

Las emisiones para el año 2005 pueden observarse en la Figura 14.

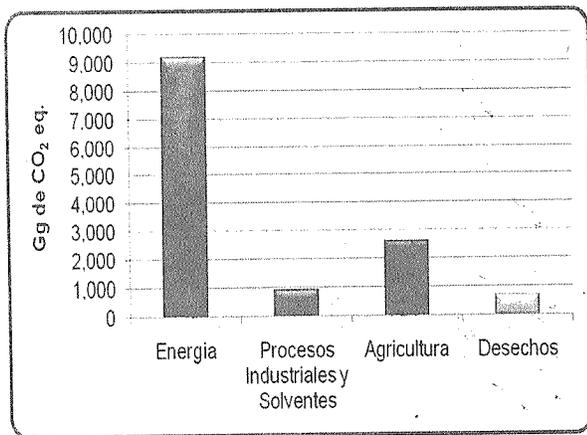


Figura 14 Emisiones de GEI por categoría para el Estado de Durango, 2005

La emisiones totales estatales en el año 2006 fueron de 15,600.58 Gg de CO<sub>2</sub> eq., que representaron un 2.23% de las emisiones nacionales (698,764.8 Gg de CO<sub>2</sub> eq.).

Las emisiones anuales para el estado de Durango pueden observarse en la figura 15.

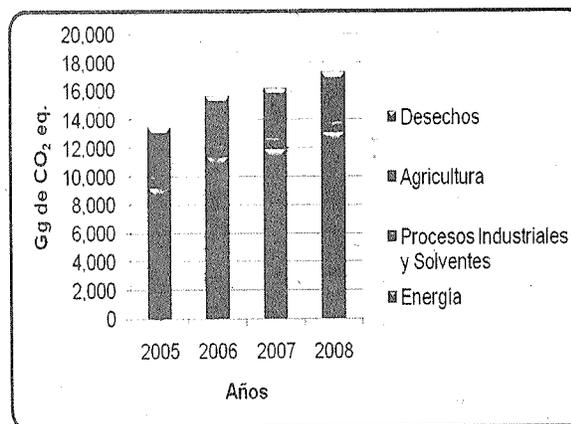


Figura 15 Emisiones de GEI anuales en el periodo 2005-2008

### ESCENARIOS CLIMÁTICOS Y DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

#### 3.1 Introducción

El enfoque del estudio de los escenarios está fundamentada en los planteamientos del IPCC en donde se establece una relación ente las tendencias de las concentraciones de GEI en la atmosfera y los cambios en las principales variables climáticas como son temperatura y precipitación

En este sentido, se considera el Informe Especial sobre Escenarios de Emisiones (IEEE) en donde se proyecta un incremento de las emisiones mundiales de GEI de entre 25% y 90% entre 2000 y 2030, suponiendo que los combustibles de origen fósil mantengas su posición predominante en el conjunto mundial de fuentes de energía hasta el 2030 como mínimo.

Es importante mencionar que las proyecciones de GEI son utilizadas para

conjeturar el Cambio Climático futuro, y sus supuestos básicos respecto a la evolución socioeconómica, demográfica y tecnológica son el punto de partida de numerosos estudios sobre la variabilidad del Cambio Climático y evaluaciones de impacto.

Las características de las líneas de tendencias reproducidas del informe del IPCC 2007 se muestran Figura 16.

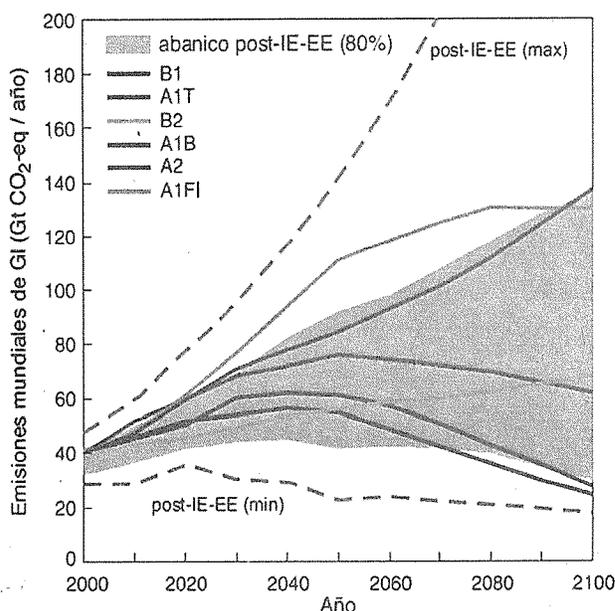


Figura 16 Escenarios de Emisiones de GEI entre 2000-2100 en ausencia de políticas climáticas adicionales de mitigación

Escenario A1: Presupone un crecimiento económico mundial muy rápido, un máximo de población mundial hacia mediados de siglo, y una rápida introducción de tecnologías y más eficientes. Se divide en tres grupos, que reflejan tres direcciones alternativas de cambio tecnológico:

- ➡ Intensiva en combustibles fósiles (A1FI)
- ➡ Energías de origen no fósil (A1T)
- ➡ Equilibrio entre las distintas fuentes (A1B)

Escenario B1: Describe un mundo convergente, con la misma población mundial que el escenario A1, pero con una evolución más rápida de las estructuras económicas hacia una economía de servicios e información

Escenario B2: Presupone un planeta con un crecimiento de población intermedia y un crecimiento económico intermedio, más orientada a las soluciones locales para alcanzar una sostenibilidad económica, social y medio ambiental.

Escenario A2: Describe un mundo heterogéneo con crecimiento de población fuerte, desarrollo económico lento y cambio tecnológico lento.

El escenario futuro seleccionado para esta investigación fue el A2, donde el crecimiento de población es fuerte, la economía y el desarrollo tecnológico es lento. Los periodos de tiempo seleccionados fueron:

1. A2-20 (2010-2040)
2. A2-50 (2040-2070)
3. A2-80 (2070-2100)

Los criterios para la selección de éste escenario fueron los siguientes:

- ✓ Primero, tanto a nivel mundial como para México, el escenario A2, es el más consistente con las tendencias de crecimiento

socioeconómicas (SEMARNAT-SHCP, 2009).

- ✓ Segundo, las diferencias de las salidas de las variables climáticas extremas de precipitación máxima de 24 h (Pp), temperatura máxima (Tmax) y temperatura mínima (Tmin), en la escala regional no son significativas entre los escenarios que aplican para el país (A1B, B2, A2, COMMIT), mismas que son proporcionadas por SEMARNAT-INECC.
- ✓ Tercero, en diferentes foros académicos sobre esta temática se considera que los escenarios del IPCC para temperatura han sido rebasados en buena medida considerando los eventos climatológicos registrados en años recientes.

### 3.2 Escenarios climáticos

Para el desarrollo de los escenarios se realizaron dos estudios que siguieron la misma metodología pero difieren del modelo de circulación global empleado (predictores).

Así, los escenarios climáticos de variables extremas regionalizados emplearon una base de datos obtenido del Modelo Climáticos Regionalizado para México, los cuales tienen una resolución de 2,500 km<sup>2</sup> cuyos nodos son equidistantes a razón de 0.5 x 0.5°, lo que equivale a 50 x 50 km; de modo que 40 de ellos corresponden a Durango

Los escenarios climáticos de variables medias anualizadas para los estudios de vulnerabilidad, se utilizaron los datos de predictores obtenidos del Modelo de

Circulación Canadiense, desarrollado por el Centro Canadiense de Modelación y de Análisis Climático.

#### 3.2.1 Modelación Climática

Los escenarios climáticos, a diferencia de un pronóstico o una predicción típica en los sistemas de monitoreo climático, es una descripción de un estado futuro en el mundo, coherente, internamente consistente y plausible, es como una serie de imágenes construidas razonablemente consistentes mediante el uso de técnicas probabilísticas con las cuales se podría ver el mundo en el futuro.

LARS-WG es una herramienta de reducción de escala elegido para obtener las series sintéticas con características estadísticas similares a los datos observados, que tienen como origen las Estaciones Meteorológicas (EM) seleccionadas, una vez que éstas mismas fueron sometidas a procesos de análisis de calidad y homogeneidad.

Procedimiento para el análisis de la calidad de los datos histórico

La calidad de las series sintéticas generadas con LARS-WG para representar el clima en el futuro, depende a su vez de la calidad de los datos históricos de las EM del Servicio Meteorológico Nacional (EM-SMN) empleados para el presente estudio. Los criterios recomendados para llevar dicha selección se basan en tres criterios:

1. Longitud de la serie.- Se refiere a los años de registro para las variables Tmax, Tmin, Pp, para lo cual, se seleccionaron las EM-

SMN con al menos 30 años de datos históricos.

2. Proximidad al nodo de los MCG del SEMARNAT-INE.- La proximidad de las EM-SMN a los Nodos de la malla de resolución de 2,500 km<sup>2</sup> (50x50 km) se refiere a la selección de las EM que presentan la menor distancia a Nodo.
3. Calidad de datos.- La calidad de los datos es un proceso de control estadístico y gráfico para decidir que EM quedan finalmente como parte del estudio.

Una vez aplicados los criterios se siguieron el siguiente paso:

- Primer paso: Además de las información proporcionada por el Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM, se hizo acopio de la información de las 156 EM-SMN enclavadas en el territorio duranguense, las cuales están registradas por el Servicios Meteorológico Nacional (SMN) y la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).
- Segundo paso: El análisis de las bases de datos de la EM-SMN con base a su Longitud (Criterio 1) y proximidad del Nodo (Criterio 2), implicó que de las 156 EM se utilizarán solo las que tenían al menos 30 años de registro, las cuales a su vez cumplieron con el criterio 2, el cual se logró por sobreposición de mapas bajo un Sistema de Información Geográfica (SIG), empleando para ello el mapa del territorio de Durango (polígono o capa) en un

sistema de coordenadas cartográficas mundial. Como resultado de este proceso se hizo una primera selección de 39 EM-SMN.

- Tercer paso: Las 39 EM-SMN elegidas en primera instancia, fueron sometidas a un análisis de calidad mediante la revisión puntual para cada variable (Criterio 3). El proceso consistió en detectar inconsistencias mediante la visualización de diagramas de dispersión para lo cual se definió una variable independiente al tiempo y como dependiente a una de las tres variables climáticas consideraras en el estudio.

- Cuarto paso: Finalmente se eligieron 29 EM-SMN de las cuales 21 son del estado de Durango, y con el fin de representar de mejor manera las variables que caracterizan el clima en todo el territorio, se agregaron 2 de Chihuahua, 2 de Coahuila, 1 de Sinaloa, 2 de Nayarit y 1 de Zacatecas.

### 3.2.2 Análisis y discusión de resultados

Los escenarios climáticos regionalizados para el Estado de Durango fueron desarrollados para evidenciar el efecto del Cambio Climático futuro, a continuación se presentan los escenarios futuros extremos de la serie A2 para Temperatura máxima, temperatura mínima y precipitación máxima en 24 horas.

Temperatura Máxima (Tmax). Escenario Histórico Vs. Escenario A2

Los datos analizados indican que la Temperatura Máxima para Durango podría tener un incremento mayor a los previstos por el IPCC, al observarse un comportamiento ascendente del histórico a los escenarios futuros en el siguiente orden en cuanto a magnitud e importancia relativa: A2-20: 2.95°C, A2-50: 4.29°C y A2-80: 6.18°C

La temperatura máxima extrema en general podría afectar la totalidad del Estado, pero el mayor impacto del incremento de esta variables se podría presentar aproximadamente de lo 24° latitud Norte, en porción al Noreste del Estado, colindando con los Estados de Chihuahua y Coahuila

La Región Hidrológica Nazas-Aguanaval es la que podría tener los mayores impactos para el periodo 2060-2090 por un crecimiento probable de la Tmax de hasta 53.9°C, afectando en mayor medida la zona Noreste donde se encuentra la región de la Comarca Lagunera, destacando estos en orden de magnitud de impacto, los municipios de: Tlahualilo, Mapimí, Gómez Palacio, Lerdo, Nazas, San Luis del Cordero, y la parte alta de Cuencamé y San Pedro del Gallo.

La distribución espacial de la Temperatura Máxima extrema en °C, tanto para el histórico (1980-2010) como para los escenarios futuros contemplados se muestran en la Figura 17.

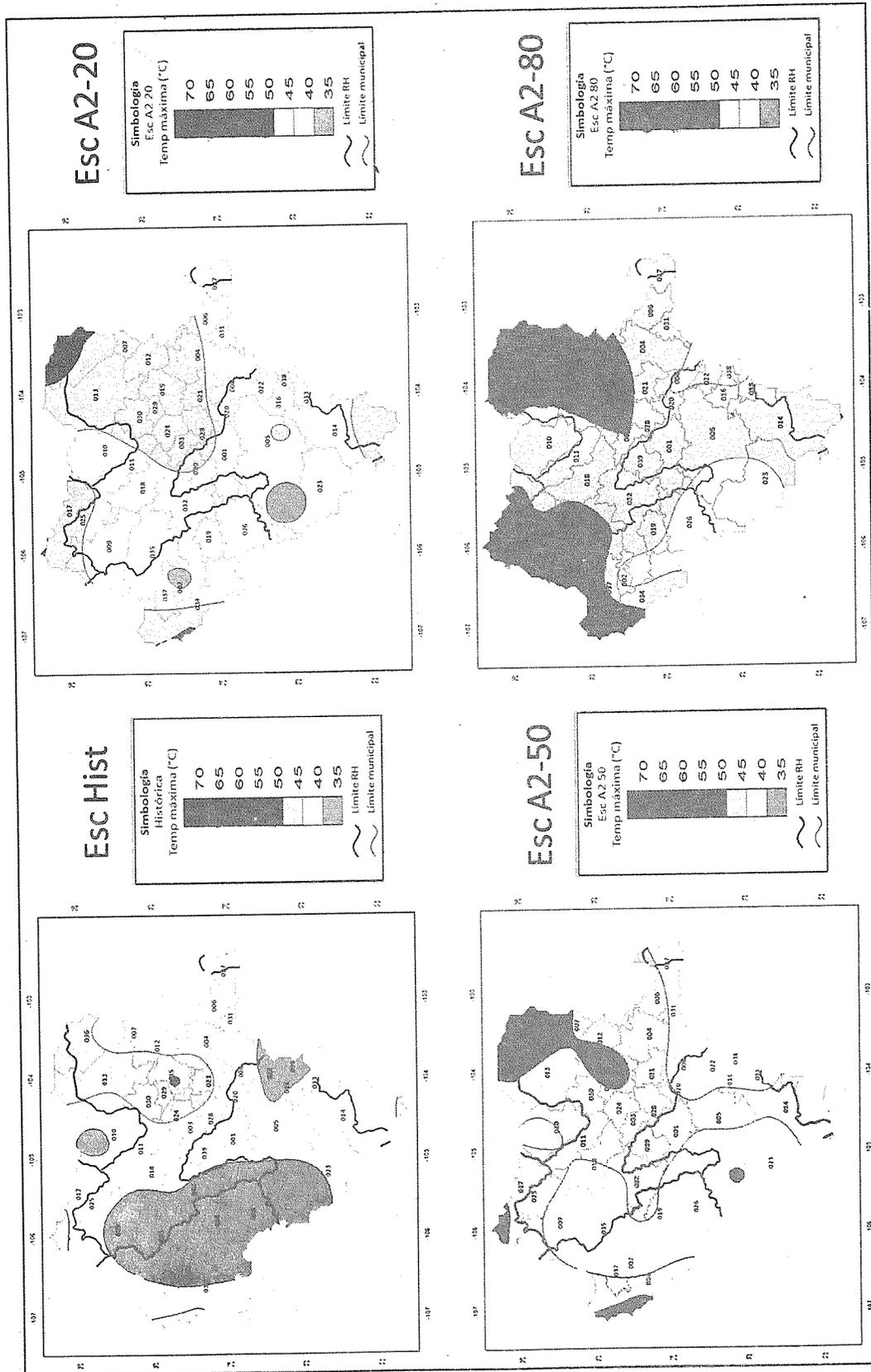


Figura 17 Comparación de escenarios de Temperatura Máxima Extrema en °C para el Estado de Durango

Como resultado del análisis estadístico para el caso más crítico de esta zona, se identifica como el Bolsón de Mapimí, para el cual la EM-SMN que proyecta mayores cambios, corresponde a Tlahualilo. En el histograma (Figura 18) de distribución se observa una tendencia de desplazamiento hacia la derecha de la media histórica de alrededor de 30.5°C hasta 33.2°C en el escenario A2-80.

Los cambios observados en el gráfico de Box-Plot (Figura 19) van desde 44°C hasta 52.2°C lo que representa un incremento de 18.64 % del escenario A2-80 con respecto al histórico.

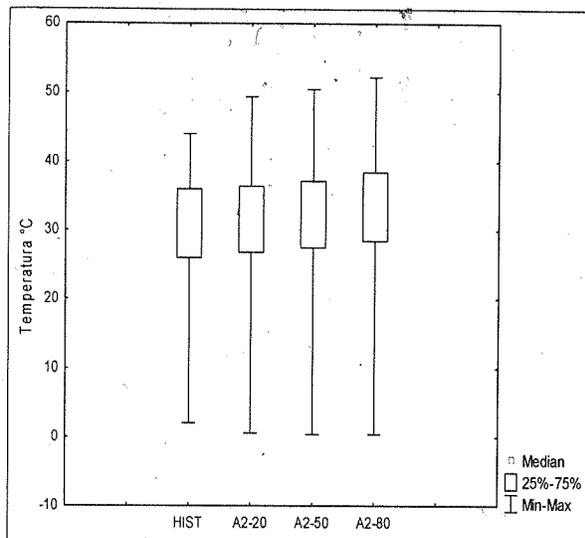


Figura 19 Grafico Box-Plot de Temperatura Máxima Extrema (EM-SMN, Tlahualilo)

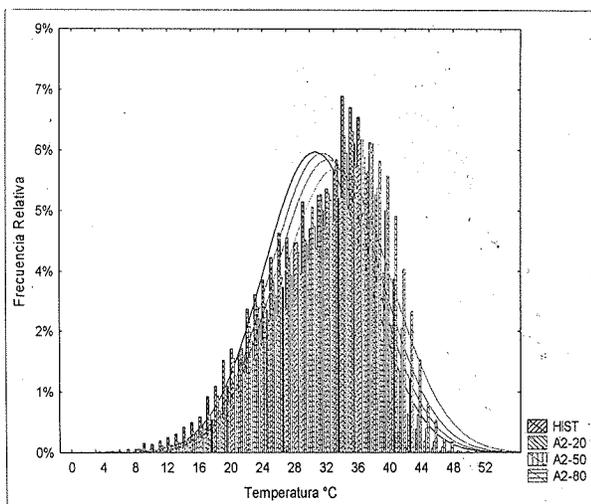


Figura 18 Histograma de distribución de la probabilidad de Temperatura Máxima Extrema (EM.SMN, Tlahualilo)

Temperatura Mínima (Tmin). Escenario Histórico Vs. Escenarios A2

Con respecto a la temperatura mínima, se observa un probable aumento menor a 1°C como promedio estatal, aunque para el Escenario A2-20 este incremento es más próximo a la unidad. Es decir en

el Histórico la temperatura mínima promedio fue de 12.3°C y se esperaría que en los escenarios futuros pase a -11.5°C para el escenario A2-20, -11.6°C para el escenario A2-50 y finalmente -11.8°C para el escenario A2-80.

El resultado del análisis estadístico indica que de las 21 EM-SMN el 36.51% podrían tener menos eventos de temperaturas gélidas comparadas con el Histórico, ya que presentaron un incremento de temperatura de hasta 2°C; el 24.40% de las estaciones muestran un incremento aún mayores a 2°C y hasta 7.4°C, para los tres periodos de tiempo considerados. Por otra parte el 38.10% de las EM-SMN podrían presentar eventos extremos aún más fríos que los registros históricos de hasta -4.8°C.

La distribución espacial de la Temperatura Mínima Extrema se presenta en la Figura 20.

La zona Noreste comprende las regiones hidrológicas de Bravo-Conchos, Mapimí y una pequeña parte del Nazas-

Aguanaval, en su cuenca baja. Los escenarios futuros A2-20, A2-50 y A2-80, probablemente cambian, primordialmente hacia una disminución de hasta 4.8°C (de -9.0 a -13.8) de la temperatura mínima; lo cual significa que habrá más fríos en la época de invierno, para los siguientes municipios ubicados en la zona conocida como el semidesierto: Tlahualilo, Mapimí, Gómez Palacio, Lerdo, San Juan De Guadalupe y Simón Bolívar

La región de las sierras y las llanuras de Durango comprende de Norte a Sur parte de las Regiones Hidrológicas de Bravo-Conchos, Nazas-Aguanaval y Presidio-San Pedro. En los escenarios futuros es probable un incremento de hasta el 7.4°C, lo cual implicaría condiciones extremas entre las estaciones del año con eventos extremos en inviernos menos fríos. Los municipios que se podrían ver afectados por estos cambios de temperatura son: al Norte, Ocampo, San Bernardo, Indé y el Oro; al Centro, Nazas, Rodeo, Coneto de Comonfort, Nuevo Ideal, San Juan del Río; al Sur, Parte del municipio de Durango, Guadalupe Victoria, Poanas y Vicente Guerrero.

En el análisis estadístico del caso más crítico localizado al Sureste de la Región de Sierras y Llanuras de Durango, para los cual la EM-SMN proyecta los mayores cambios, corresponde a la de Narciso Mendoza, Poanas.

En el histograma (Figura 20) se observa una tendencia de desplazamiento hacia la derecha de la media histórica de alrededor de 8°C hasta 10.6 °C en el escenario A2-80.

Así mismo los cambios observados para la Temperatura Mínima Extrema en el gráfico Box-Plot (Figura 21) van desde -15°C a -7.6°C lo que representa un incremento de 49.3% del escenario A2-80 respecto al histórico.

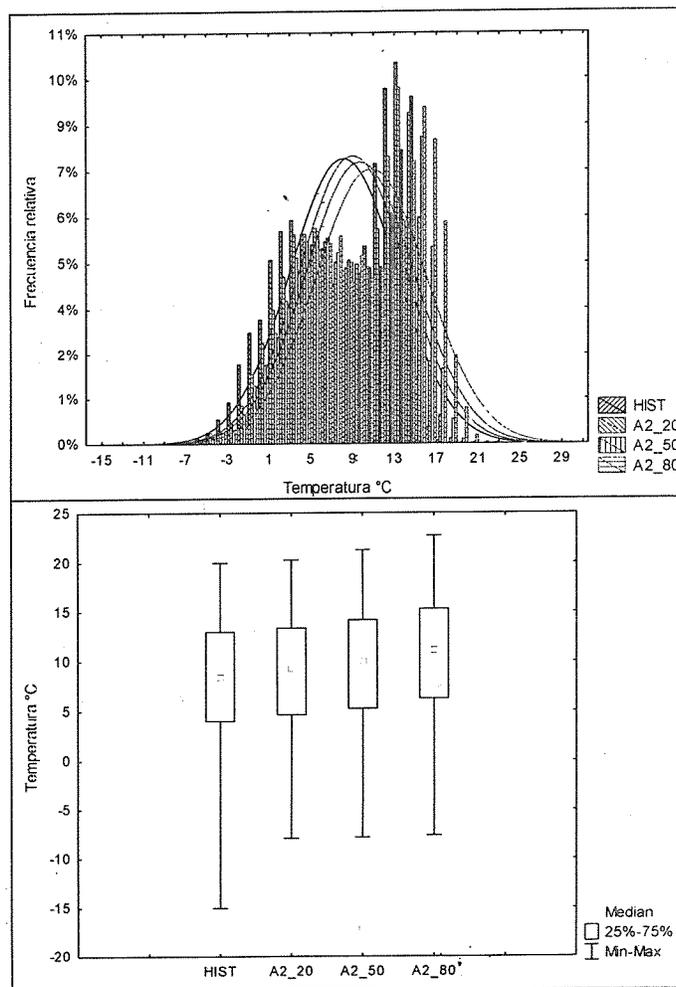


Figura 21 Histograma de distribución de probabilidad y gráfico Box-Plot de Temperaturas Mínimas para el Estado de Durango

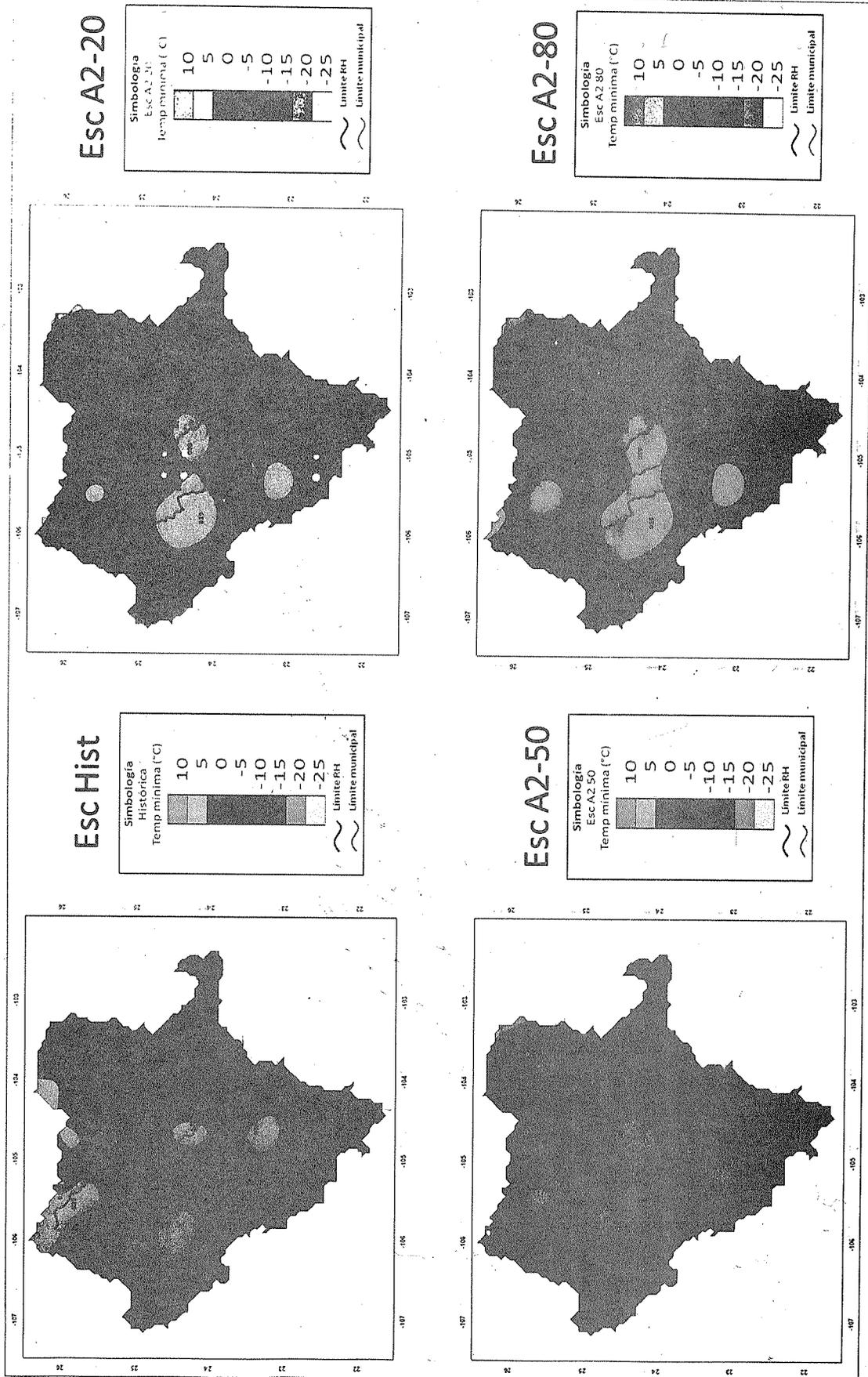


Figura 20 Comparación de Escenarios de Temperatura Mínima Extrema en °C para el Estado de Durango

Precipitación pluvial máxima en 24 h (Pp). Escenario Histórico Vs. Escenarios A2.

La distribución de los escenarios de Pp en la Figura 22.

Para la Precipitación Pluvial Máxima en 24 horas (Pp), se identifican dos grupos de las 21 EM-SMN por tipo de cambio para las magnitudes de lluvia: positivo y negativo. El primer grupo de cuatro estaciones, representan el 17.46% y el segundo que es el más importante, no solo porque comprende el 82.54%, sino por el gradiente en la disminución de la lluvia en la mayor parte del territorio Estatal. Con respecto a los 17 casos en los que la lluvia va a disminuir, es importante mencionar el diferenciado, produciendo un gradiente que se extiende desde los eventos de baja magnitud hasta aquellos mayores a 10 mm.

Para el primer grupo de 4 estaciones en donde Pp máxima en 24 h para el promedio de los escenarios futuros disminuyeron arriba del -20 mm y hasta -49.5 mm. En cuyo caso se esperarían anomalías promedio de -20.75% para el escenario A2-20.

Para el segundo grupo en el promedio de la Pp de los escenarios futuros, su disminución probable alcanzaría hasta -20 mm. Los casos más críticos en análisis son las EM-SMN de Cañón de Fernández, Tlahualilo y J. Salomé Acosta. Este comportamiento indica que para la zona tendrá una disminución en la disponibilidad de humedad en el suelo, por la sequía y un incremento en la aridez.

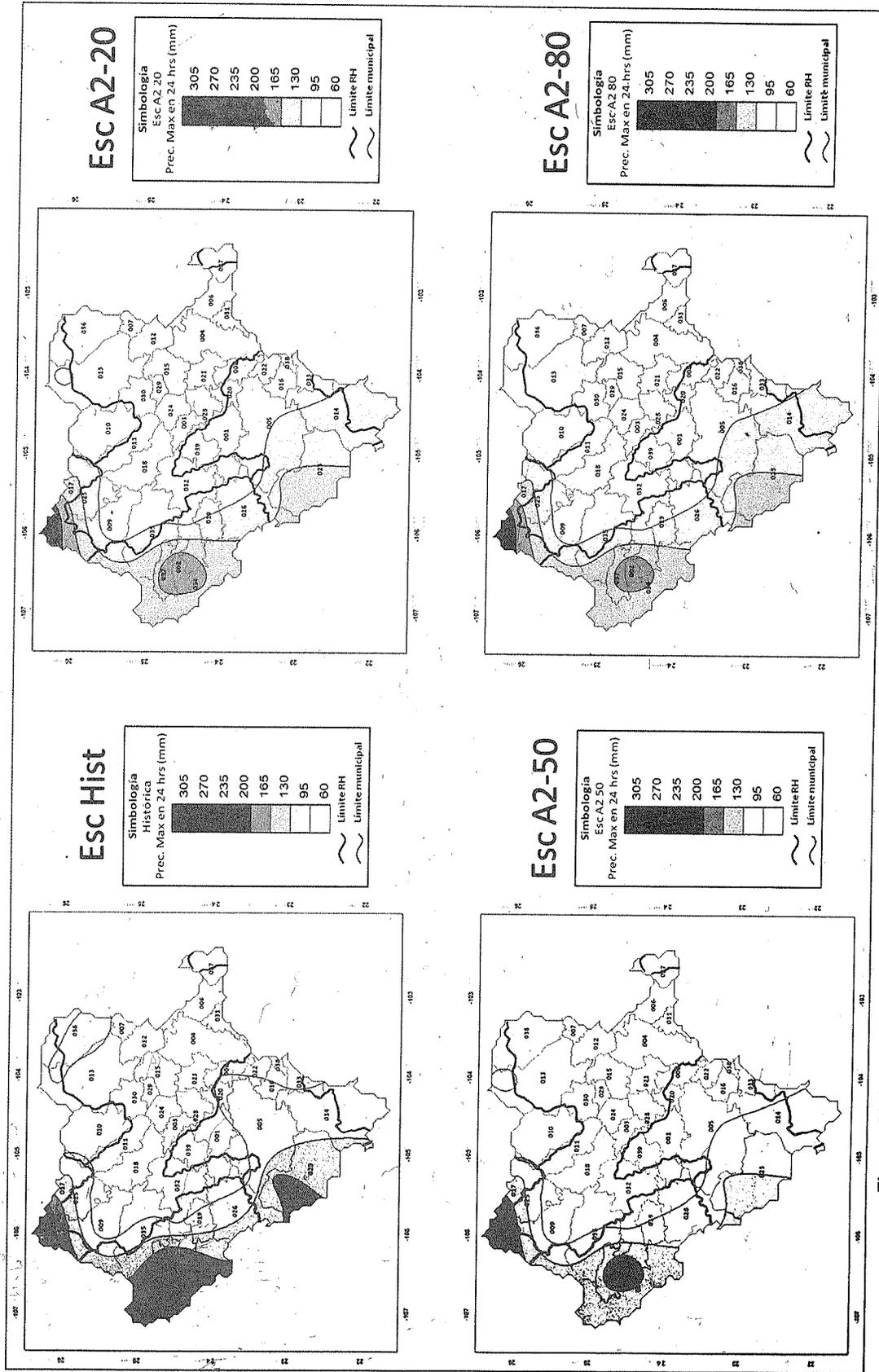


Figura 22 Comparación de escenarios de Precipitación Pluvial Máxima en 24 horas en mm para el Estado de Durango

Los impactos probables para las regiones hidrológicas son las siguientes:

Nazas-Aguanaval: como ya se mencionó con anterioridad, por su tamaño y extensión tendrá efectos encontrados; considerando los distintos niveles de altura de esta cuenca (1000 a >2500 msnm). Los impactos en cada una de las zonas (cuenca alta, media y baja) serán distintos según la percepción de los resultados del análisis estadístico como a continuación se indica:

- Cuenca alta, En donde nacen los principales tributarios del Río Nazas, en los municipios de San Bernardo, Guanaceví, Tepehuanes, El Oro e Indé, donde se combinan varios sistemas de producción primaria, como son la agricultura temporal, la ganadería de bovino y el forestal, se estima una anomalía de -2.6% para los tres periodos futuros del escenario A2, esto, considerando la zona de influencia la EM-SMN de Guanaceví pasaría de 69 mm en el histórico a 66.9, 66 y 68.6 mm para los periodos A2-20, A2-50 Y A2-80.
- Cuenca Media. Esta zona se destaca por concentrar una gran actividad agrícola de riego escorrentías del Río Nazas, zona también reconocida por contar con parajes contrastantes de ambientes áridos con clima de tipo mediterráneo; sin embargo en esta zona donde se esperan los cambios más negativos en cuanto a la disminución de lluvia, en una magnitud estimada

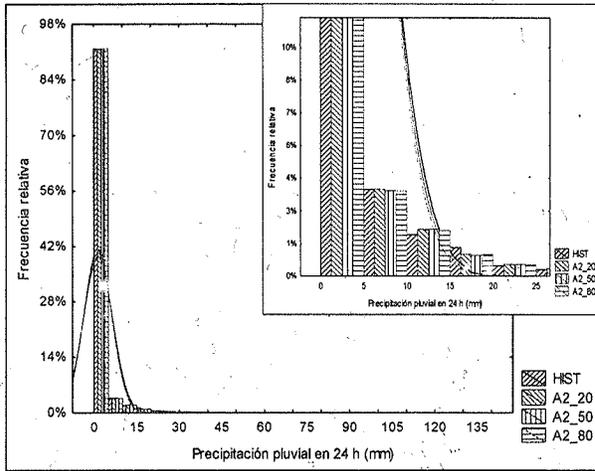
equivalente al - 19%. Es decir, que la lluvia máxima en 24 h, para el histórico de 86.5 mm pasará en los escenarios futuros a 70, 70.1 y 68.9 mm, para los escenarios A2-20, A2-50 y A2-80 respectivamente.

- Cuenca baja. Es la zona en la región Laguna donde probablemente se van a dar los impactos más extremos, no solo porque no habrá eventos de lluvia de menos volumen, sino porque el impacto tendrá un efecto aditivo por tratarse de la parte final de la cuenca, la cual actualmente se encuentra bajo un estrés hídrico alto.

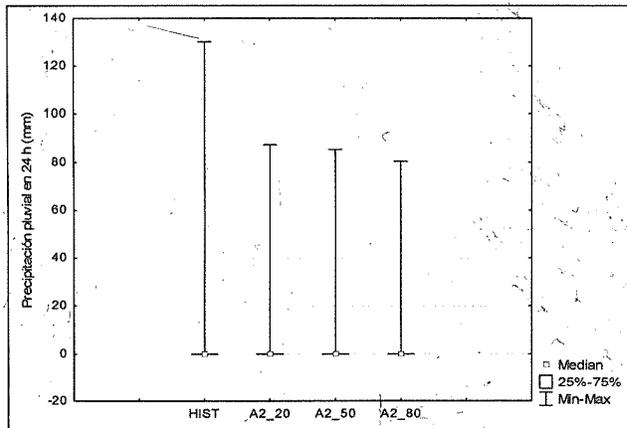
La Sierra Madre Occidental para México, y en particular para el Estado de Durango es de vital importancia debido a su riqueza natural, pues posee una de las mayores riquezas de diversidad biológica en Norte América. Aproximadamente 23 especies diferentes de pino y más de 100 de encino residen dentro de esta cadena de montañas. Se menciona también que muchas de las especies evolucionaron como resultado de la altitud, la temperatura, la precipitación y la pendiente.

En la Figura 23 se muestran los resultados del análisis estadístico para el caso más crítico localizado al Sureste del Estado correspondiente a El Saltito, Nombre de Dios. El histograma de distribución observa una tendencia de desplazamiento hacia la izquierda de la media histórica de alrededor de 1.36 a 1.33 mm por día en el escenario A2-80. Así mismo los cambios observados para

la Pp máxima extrema en 24 h en el gráfico Box-Plot (Figura 24) van desde 130 a 80.5 mm, lo que representa un decremento en el volumen de lluvia del 38% en esta estación meteorológica,



**Figura 23** Histograma de distribución de probabilidad de escenarios de Precipitación Pluvial Máxima 24 h de la EM-SMN El Saltito, Nombre de Dios



**Figura 24** Gráfico Box-Plot para escenario de Precipitación Pluvial Máxima en 24 h de la EM-SMN El Saltito, Nombre de Dios

### 3.3 Escenarios de Emisiones de GEI futuros

Los escenarios de emisiones de GEI y energéticos para el Estado de Durango, fueron determinados empleando el Software LEAP (Long-range Energy Alternatives Planning System) desarrollado por el Instituto de Medio Ambiente de Estocolmo. Esta herramienta genera escenarios en la modelación energía-ambiente. Los escenarios están basados en la contabilidad de como la energía es consumida, convertida y producida en una región o economía bajo un rango de alternativas supuestas sobre población, desarrollo económico, tecnología y costos.

LEAP tiene diferentes propósitos:

- Como base de datos, provee un sistema comprensivo para mantener información energética.
- Una herramienta de planeación que permite hacer proyecciones de suministros y demanda energética sobre un horizonte de planeación a largo plazo.
- Herramienta de análisis de políticas
- Simulación y evaluación de efecto físico, económico y ambiental de programas y alternativas energéticas

#### 3.3.1 Metodología

El escenario base o BAU (business as usual) fue generado a partir de la información de actividad, economía, población y tecnologías del año 2005 (año base). Los datos de actividad fueron obtenidos del IEEGEI-Durango; la población se tomó de los censos y conteos de población (INEGI, 2010), el

producto interno bruto (PIB) de la información económica de los datos históricos de INEGI y la proyección poblacional del Consejo Nacional de Población (CONAPO, 2009).

El escenario Base de emisiones de GEI está fundamentado en la analogía de todas las actividades energéticas de fuentes fijas y móviles en el estado, por lo que básicamente se considera en la categoría Energía, las siguientes subcategorías:

- Residencial, comercial y servicios públicos
- Transporte
- Manufactura y construcción
- Generación de energía

En cada una de las subcategorías se calcularon: el nivel de actividad y la intensidad energética. Dentro de los combustibles empleados en las actividades se encuentran las gasolinas (magna y premium), turbosinas, diesel, gas licuado de petróleo (GLP), gas natural (GNC) y combustóleo (ligero y pesado).

Se desarrollaron tres escenarios de emisiones de GEI:

1. Escenario de cuentas actuales.- En donde se observa el esquema basado en la información proporcionada del año base y sus tendencias a proyección futura.
2. Escenario BAU (Business as usual). - Se realiza una proyección a futuro basándose en la información del escenario actual y datos de crecimiento (a este escenario se le conoce

como "crecimiento sin acciones de mitigación".

3. Escenario alternativo de mitigación.- Desarrollado a la par del escenario BAU y en donde se aplica alguna o algunas medidas de mitigación sobre la fuente clave para poder reducir las emisiones.

### 3.3.2 Escenario de cuentas actuales

El escenario de Cuentas actuales se desarrollo partiendo de los datos del año Base, de acuerdo al IEEGEI la información del año 2005. La Consideraciones Clave principales de los escenarios fueron las correspondientes a la población, viviendas y producto interno bruto del estado. Algunas de las Consideraciones Claves se muestran en la Tabla 3:

Área	Consideración	Valor
Básico	Vivienda	352,652
	PIB	10,349,600,000 USD
Residencial	Tasa de electrificación	96.10%
	Tasa de aire acondicionado	17.77%
	Tasa del ventilador	45.77%
	Refrigerador	84%
	Boiler	67.11%
	Estufa de gas LP	73.43%
	Estufa de leña o carbón	0.005%
Transporte	Estufa de gas natural	23.55%
	Sedán	161,744 unidades
	Autobuses	2,728 unidades
	Camioneta GLP	11,168 unidades
	Camioneta Diésel	67,130 unidades
	Camioneta Gasolina	66,399 unidades
Camión Diésel	8,058 unidades	
	Motocicletas	2,950 unidades

Para las consideraciones claves de la industria de la generación de energía y de manufactura y construcción se establecieron de acuerdo a la cantidad de combustible fósil consumido de acuerdo a las Cédulas de Operación Anual reportadas por las empresas. En base al consumo se obtuvo su cantidad energética consumida. En la Tabla 4 se muestran estos valores:

Subcategoría	Área	Consumo Energético (Gj)
Industria de la manufactura y construcción	Alimentos, bebidas y tabaco	464,542.47
	Textil	110,483.16
	Pulpa, papel e impresión	2,374,865.93
	Química, petroquímica y sus derivados	523,240.42
	No metálica	93,845.34
	Metálica	18,743,961.42
	Otros procesos de manufactura	23,191.64
	Industrias de la generación de energía	Ciclo combinado
Turbogas		2,069,444.75
Termoeléctrica		30,978,187.09

### 3.3.3 Escenario BAU (business as usual) o Escenario Base

El Escenario BAU o base es un referente a las proyecciones realizadas por LEAP con la hipótesis de no realizar ninguna medida de mitigación. Contempla los

crecimientos económicos, poblacionales, niveles de actividad y eficiencias.

Para la el desarrollo de los escenarios BAU se tomaron en consideración los crecimientos que se muestran en la Tabla 5.

Subcategoría	Área	Valor Crecimiento
Básicas	Viviendas	1.25%
	PIB (USD)	1.12%
Residencial	Tasa de electrificación	0.15%
	Tasa de refrigeración	0.24%
	Tasa de entretenimiento	0.15%
Transporte	Auto sedán	2.5%
	Autobuses	1%
	Camionera GLP	2%
	Camioneta Diésel	2%
	Camioneta gasolina	2%
	Camión diésel	1%
	Motocicleta	3%
	Aéreo	2%

Dentro de los crecimientos considerados, algunos de ellos se han basado en estadísticas o crecimientos históricos. Otros sin embargo se han considerado de acuerdo a trabajos como: "Proyecciones en los hogares y viviendas de México y las entidades federativas 2005-2050", de la CONAPO (2009); el crecimiento económico y de población se estimó con datos históricos de INEGI. La demanda energética y el consumo de combustibles fósiles generaron para el estado de Durango en el año 2005, una

emisión de 9,480.56 Gg de CO<sub>2</sub> eq., y se proyectaron al año 2030, 31,123.99 Gg de CO<sub>2</sub> eq., con un incremento de 228.29% que implica una tasa de crecimiento anual promedio de 4.88%. Las emisiones proyectadas de acuerdo a los tipos de combustibles utilizados se muestran en la Figura 25.

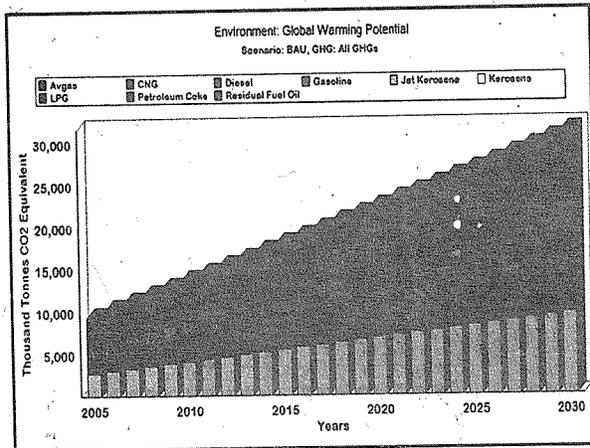


Figura 25 Emisiones por combustibles consumidos para el escenario BAU

Podemos observar que por tendencia el combustóleo y el gas LP son aquellos combustibles que emitieron una mayor cantidad de GEI.

Dentro de las subcategorías estudiadas, la correspondiente a la Industria de generación de energía fue la que aportó con las mayores emisiones en el año 2005; en concordancia con los crecimientos se proyectaron dichas emisiones hacia el año 2030 y se muestra en la Figura 26.

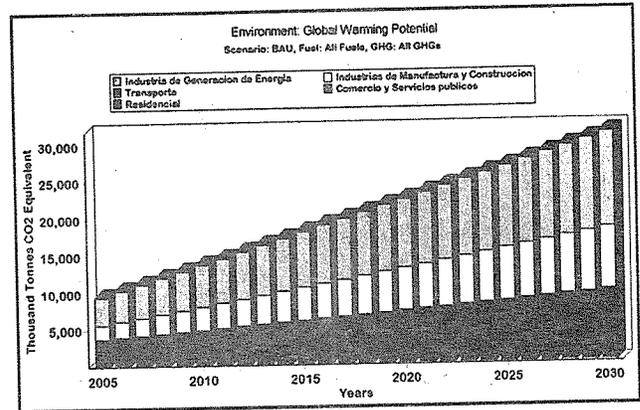


Figura 26 Proyección de emisiones de GEI por Subcategoría

En base a los resultados de las proyecciones de escenarios futuros de emisiones de GEI, se puede sustentar que es necesario establecer e implementar medidas de mitigación que contribuyan a disminuir la aportación hacia la atmósfera.

### 3.3.4 Escenarios de mitigación

Una medida de mitigación estudiada dentro del sector transporte terrestre, puede eficientar el uso del transporte público para disminuir el uso y adquisición anual de vehículos particulares sedan, disminuyendo su compra total al año 2030 en 1%, lo que implicaría más autobuses de transporte público deberán adquirirse para movilizar la población equivalente a la razón de 4:40 (sedán: autobús), es decir que la adquisición de autobuses deberá tener un incremento de 9.07% del escenario de transporte eficiente con relación al escenario BAU.

Esto conllevaría una reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> al 2030 de 9,294 a 8,617.18 Gg., es decir una reducción del 7.28%. En la Figura 27 se presenta el gráfico comparativo de ambos escenarios.

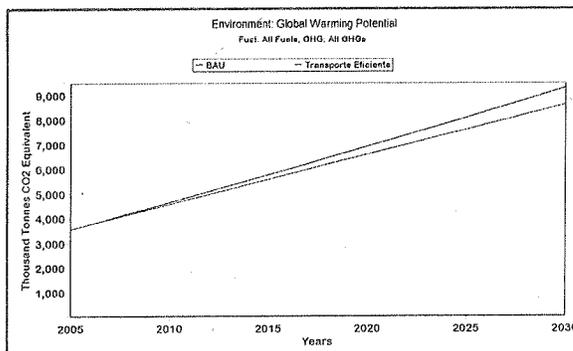


Figura 27 Comparación de escenarios BAU vs. Transporte Eficiente

**VULNERABILIDAD ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO**

La vulnerabilidad es una característica de un sistema y su susceptibilidad, es decir, no es capaz de soportar los efectos del cambio climático, incluida la variabilidad climática y los fenómenos extremos. La vulnerabilidad está en función del carácter, magnitud y velocidad de la variación climática a la que se encuentra expuesto un sistema, su sensibilidad y se capacidad de adaptación.

Los resultados finales se determinan mediante la combinación de amenazas climáticas y la vulnerabilidad del sistema (PNUD, 2005). Este enfoque se concentra en la tolerancia o en la capacidad de adaptación, con medios para reducir la vulnerabilidad se expresa como:

$$Riesgo: \left[ \frac{Amenaza}{Peligro (clima)} \right] \times [Vulnerabilidad (exposición)]$$

La vulnerabilidad es considerada como impactos residuales del cambio climático luego de que han sido implementadas medidas de adaptación. La incertidumbre que rodea al cambio climático, los

escenarios de impactos y a los procesos de adaptación es tal, que puede decirse muy poco con certidumbre acerca de la vulnerabilidad a largo plazo, como se muestra a continuación

$$Vulnerabilidad = riesgo \left( \frac{impactos climáticos}{negativos predichos} \right) - adaptación$$

Los estudios sectoriales de vulnerabilidad ofrecen un mayor detalle y metas para los planes estratégicos. A un nivel local o regional, pueden identificarse los grupos vulnerables y establecer las estrategias para hacer frente a la vulnerabilidad mediante el uso de métodos participativos. La vulnerabilidad debe ser evaluada en el estado actual y futuro, y con ello se recomienda efectuarse las siguientes actividades:

1. Estructuración de la evaluación de la vulnerabilidad: definiciones, marcos y objetivos.
2. Identificación de grupos vulnerables: Límites de exposición y evaluación.
3. Evaluación de la sensibilidad: Vulnerabilidad actual del sistema seleccionad y grupo vulnerable.
4. Evaluación de la vulnerabilidad futura.
5. Vinculación de los resultados de la evaluación de la vulnerabilidad con políticas de adaptación.

**4.1 Análisis de vulnerabilidad del Estado de Durango**

Para poder definir los sectores vulnerables se generó una matriz de amenazas que históricamente han ocurrido en el Estado, con la precaución/

de involucrar todas las regiones geográficas y calificando los sectores que se verían afectados por un evento climático extremo.

El análisis de amenaza-riesgo fue desarrollado empleando la información cualitativa proporcionada por los participantes referente a experiencias regionales y mediante la información extraída del estudio preliminar de riesgos elaborado por CONAGUA- Delegación Durango (2008).

Este análisis se efectuó mediante la observación de los eventos que históricamente sucedieron y su recurrencia, vinculados a los datos de las variables climáticas obtenidas de las Estaciones Meteorológicas. Para ello se construyó una matriz de amenaza-sector-riesgo en donde se calificó el riesgo y/o beneficio que se presenta ante una amenaza natural.

Dentro de las amenazas identificadas para el Estado se encuentran:

- Sequía
- Inundaciones
- Ondas de calor
- Incendios
- Temperaturas máximas extrema
- Temperaturas mínimas extrema
- Aumento en la precipitación pluvial promedio anual
- Heladas

Dentro de los diferentes sectores se identificaron algunos riesgos de acuerdo a las amenazas presentadas, como son:

#### Sector Hídrico

- Disminución en la disponibilidad del agua
- Disminución del nivel en cuerpo de agua
- Disminución de la producción agrícola
- Incremento en el consumo de agua

#### Sector USCUS

- Disminución de la producción maderables y no maderable
- Erosión hídrica y eólica
- Pérdida en la captura de emisiones de GEI
- Incremento en la proliferación de plagas
- Pérdidas del ecosistema

#### Ganadería

- Disminución en la producción pecuaria
- Pérdida de unidades de cabeza de ganado
- Aumento en el estrés térmico del ganado
- Disminución en la disponibilidad de alimento

#### Agricultura

- Disminución de la productividad agrícola
- Erosión hídrica y eólica
- Estrés hídrico y térmico
- Pérdida de fertilidad de los suelos
- Pérdida de cultivos en periodos fenológicos

#### Salud

- Disminución del rendimiento físico y mental
- Incremento en las enfermedades gastrointestinales

- Incremento en el número de casos por deshidratación
- Incremento en casos de mortalidad
- Incremento en el número de casos por insolación
- Incremento en el número de casos por picaduras de animales ponzoñosos

**Social**

- Ausencia escolar
- Ausencia laboral
- Estrés térmico
- Disminución de la productividad
- Afectación a la economía
- Conflictos sociales
- Aumento en la demanda energética por el uso de calefacción o aire acondicionado

**Industrial**

- Incremento en el consumo energético por el uso de sistemas de enfriamiento y calentamiento industriales.
- Disminución en la producción por confort térmico
- Disminución en la producción de alimentos por la pérdida de materias primas

Para calificar la magnitud de riesgo o beneficio, se le asignó una ponderación numérica a cada código de color, el cual varía en intensidad como se muestra en la Tabla 6. Los valores negativos indican la magnitud del riesgo, mientras que los positivos representan el posible beneficio.

Tabla 6 Riesgos y Oportunidades de la amenazas climatológicas			
Riesgo: Consecuencias Negativas			
Bajo	Medio	Alto	Extremo
-1	-2		
Los sistemas de control de riesgo actuales son suficientes para controlar la situación	Los sistemas de control de riesgo actuales casi siempre pueden controlar la situación	Este riesgo es lo más severo que puede ser aceptado como parte de lo normal	Los riesgos demandan atención especial y requieren de apoyos extraordinarios
Oportunidades: Probables beneficios			
Bajo	Medio	Alto	Extremo
1	2		4
No se obtiene beneficio alguno	Beneficios probables como parte de lo normal	Máximo beneficio aceptado como parte de lo normal	Beneficios extras que sobrepasan lo normal

La matriz-sector-riesgo en donde se calificó el riesgo y/o el beneficio que se corre ante una amenaza natural se muestra en la Tabla 7 y 8.

Tabla 7 Análisis de la vulnerabilidad proyectada					
Sector	Hídrico			Recursos Naturales	
	Almacenamiento /Disponibilidad	Infraestructura	Ecosistemas	USCUS	Agricultura
Amenaza					
Temperatura máxima extrema >42.6°C	Reducción en la disponibilidad de agua. Variabilidad de la calidad de agua almacenada. Aumento en la Estratificación del agua	Aumento en la demanda de agua. Incremento de la presión social por el servicio	Incremento en el estrés hídrico vegetal. Decremento de la humedad del subsuelo. Incremento poblacional de insectos Migración de especies vegetales y animales	Se incrementan las condiciones previas a la sequia. Disminuye la duración efectiva de las lluvias	Agricultura Ganadería Decremento del rendimiento de producción. Disminución en la calidad de los productos Aumento en el estrés térmico del ganado Disminución de la producción pecuaria. Disminución en la calidad de productos pecuarios
Onda de calor + de 2 días >42.6°C	Reducción en la disponibilidad del agua	Aumento de la demanda. Incremento de la presión social por el servicio	Decremento de la humedad en el subsuelo Incremento en el estrés vegetal hídrico Incremento poblacional de insectos	Disminuye la duración efectiva de las lluvias. Se incrementan las condiciones previas a la sequia	Decremento severo del rendimiento de producción Disminución en la calidad de productos Aumento severo del estrés térmico del ganado Disminución en la producción pecuaria Incrementos en la mortandad de animales
Sequia	Reducción severa de la disponibilidad de agua	Aumento en la demanda. Incremento de la presión social Disminución de la recarga del manto freático	Decremento en la humedad del subsuelo Incremento en el estrés hídrico vegetal Incremento poblacional de insectos	Disminuye la duración efectiva de las lluvias. Aumento del potencial de degradación del suelo por erosión eólica Pérdida de pastizales	Decremento severo del rendimiento de producción Disminución en la calidad de productos Aumento severo del estrés térmico del ganado Disminución en la producción pecuaria Incrementos en la mortandad de animales

	Aumento en el potencial de incendios					Erosión del suelo por sobrepastoreo		Disminución en la disponibilidad de alimento	
Incremento de la Pp media anual > 1.5%	Aumento en el almacenamiento y rendimiento en cuencas hidrologicas. Aumento de escurrimientos	Aumento en las recargas de mantos freáticos y cuerpos receptores. Aumento en los niveles de presas. Disminución de la calidad del agua	Cambio en las tasas de escurrimiento y aumento en el nivel de los rios	Aumento en el potencial de degradación del suelo por la erosión hídrica Aumento en el potencial de la cubierta vegetal y la subsecuente disminución en el depósito de sedimento en presas y canales	Disminución de rendimiento de producción por inundaciones de campos de cultivo. Pérdida de fertilidad del suelo por lavado				
Temperatura mínima extrema < 8.5 °C	Reducción en la disponibilidad de agua. Aumento en la estratificación del agua.	Incremento de la presión social por el servicio. Posible congelamiento de los cuerpos receptores	Incremento del estrés hídrico vegetal Decremento de la humedad en el subsuelo. Disminución de la población de insectos	Disminución de la producción maderable y no maderable. Pérdida de masa forestal	Disminución de rendimiento de producción por congelación de cultivos				Aumento del estrés térmico del ganado. Disminución de la producción pecuaria Disminución de la calidad de productos pecuarios

Tabla 8 Análisis de la vulnerabilidad proyectada			
Sector	Energético		
	Industrial	Doméstico	Social
Amenaza			Salud
Temperatura máxima extrema >42.6°C	Aumento de la demanda energética por sistemas de enfriamiento. Decremento en la producción alimentaria por descomposición de materias primas Disminución de la producción por ausencia de confort térmico	Aumento en la demanda energética por refrigeración y aire acondicionado. Afectación a la economía	Incremento en los casos de deshidratación Incremento en los casos de insolación Aumento de la mortalidad Aumento de las enfermedades gastrointestinales Aumento por casos de picadura de animales ponzoñosos
Onda de calor + de 2 días >42.6°C	Aumento de la demanda energética por sistemas de enfriamiento. Decremento en la producción alimentaria por descomposición de materias primas Disminución de la producción por ausencia de confort térmico	Aumento en la demanda energética por refrigeración y aire acondicionado. Afectación a la economía	Incremento en los casos de deshidratación Incremento en los casos de insolación Aumento de la mortalidad Aumento de las enfermedades gastrointestinales Aumento por casos de picadura de animales ponzoñosos
Sequia			
Incremento de la Pp media anual > 1.5%	Aumento en la ausencia laboral Aumento de accidentes laborales Posible pérdida de bienes materiales por inundación	Posible pérdida de bienes materiales por inundación Afectación a la economía	Aumento de enfermedades respiratorias Aumento en la proliferación de vectores
Temperatura mínima extrema <-8.5 °C	Aumento en la demanda energética por sistemas de calefacción. Disminución de la producción por ausencia de confort térmico	Aumento de demanda energética por sistemas de calefacción Afectación a la economía	Aumento severo de enfermedades

Como resultado del análisis de la matriz de amenaza-sector-riesgo se obtiene la magnitud del riesgo/beneficio, como consecuencia de todas las amenazas que ocurren en el estado, se identificó que los sectores con una mayor vulnerabilidad son el hídrico y el agrícola. En la Figura 28 se muestra como en el índice de riesgo/beneficio el sector salud se encuentra a un punto de diferencia, mientras que los sectores de ecosistemas, USCUS, industrial y doméstico muestran una diferencia de 2 respecto a los calificados como más vulnerables. Según el índice determinado, el sector ganadería resulto ser el menos vulnerable.

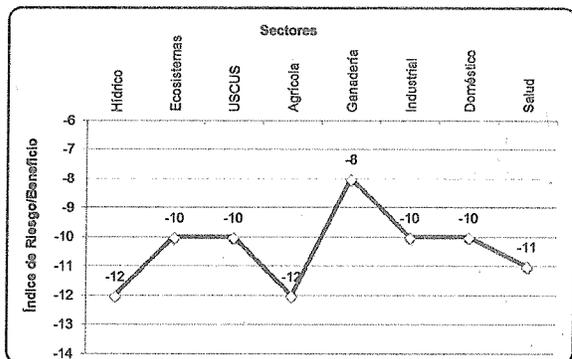


Figura 28 Evaluación del índice de riesgo/beneficio por sectores

La magnitud con la que impactan las amenazas, aplicada a todos los sectores, indicó que la amenaza de mayor contribución negativa es la sequía. Así se muestra en la Figura 29.

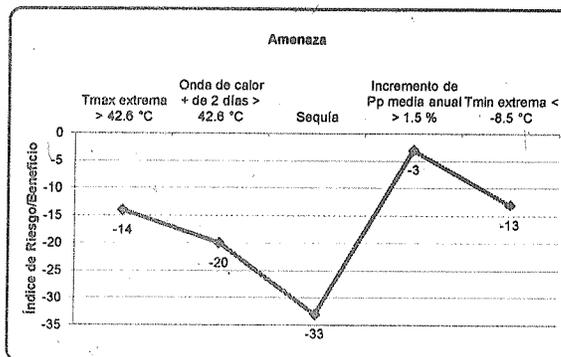


Figura 29 Evaluación de índice de riesgo/beneficio por amenazas

Debido a la posición geográfica del Estado de Durango, las amenazas meteorológicas que afectan a la mayor parte del territorio son: ondas de calor, heladas, incendios y temperaturas extremas, mínimas y máximas.

#### 4.2 Análisis de los escenarios climáticos y de demanda de energética futuros.

Los estudios de Vulnerabilidad para el Estado de Durango están fundamentados en dos fuentes científicas:

1. Los escenarios climáticos que se desarrollaron considerando la climatología del Estado y los escenarios regionalizados re-escalados para las variables de Tmax, Tmin y Pp en 24 h, extremas y promediadas anualmente.
2. Los escenarios de emisiones de GEI que se obtuvieron considerando la demanda energética histórica y el requerimiento futuro.

Para los casos de estudio se consideró únicamente el esquema del Escenario A2 (Escenario para el cual se describe un mundo heterogéneo con crecimiento de población fuerte, desarrollo económico y tecnológico regionalizado y lento), acotado a un periodo de 30 años, excepto para los escenarios climáticos extremos en donde se analizaron hasta tres periodos futuros de tiempo.

#### 4.2.1 Escenarios climáticos

Para los escenarios climáticos se utilizaron las variables climatológicas extremas, mientras que para los estudios de vulnerabilidades sectoriales o regionalizadas se utilizaron las variables medias anuales, debido a la utilidad requerida en la temática.

El estudio de vulnerabilidad actual y futura de los suelos del Estado de Durango se realizó bajo el enfoque de la delimitación de las cuencas hidrográficas y se consideraron dos variables dependientes: el índice de erosión hídrica y el índice de erosión eólica como función de las variables de Tmax, Tmin y Pb como medias anuales.

Para los estudios del sector agrícola, se empleó la modelación de los rendimientos futuros de cultivo, mediante el EPIC (Environmental Policy Integrated Climate) el cual utiliza una serie de parámetros de entrada respecto al clima, suelo y prácticas de manejo de cultivo para poder ejecutar las simulaciones.

Se consideraron un total de 45 Estaciones Meteorológicas del Servicio Meteorológico Nacional; 31 pertenecientes a Durango, 6 a Sinaloa, 3

a zacatecas, 2 a Chihuahua, 2 a Nayarit y 1 a Coahuila.

#### Escenarios climáticos extremos

##### Tmax extrema

- ⇒ El 15.87% de los escenarios futuros presentan tendencias semejantes con respecto al histórico con diferencias mínimas,  $\leq 2^{\circ}\text{C}$ , lo cual significa que en cualquiera de estos se esperarían eventos de Tmax parecido a los registrados en el histórico.
- ⇒ El 52.38% de los escenarios futuros presentan tendencias por arriba del mínimo aumento probable de  $2^{\circ}\text{C}$  hasta el máximo aumento probable previsto para el escenario A2 estimado de  $5.4^{\circ}\text{C}$  por el IPCC (2007), lo cual significa que se tendrán eventos de temperaturas calientes por encima del histórico; es decir, las temperaturas máximas serán más cálidas durante el verano.
- ⇒ El 31.75% de los escenarios futuros, son divergentes con el histórico, con temperaturas mayores a los  $5.4^{\circ}$  y hasta  $6.4^{\circ}\text{C}$  de diferencia, condición que las coloca por arriba del peor escenario presentado en el reporte del IPCC. Para estos casos, los eventos extremos serán mucho más cálidos durante el verano que los dos anteriores.

##### Tmin extrema

- ⇒ El 38.10% de los escenarios futuros presentan tendencias semejantes ante probables disminuciones de la temperatura por debajo de cero grados

centígrados y hasta  $-4.8^{\circ}\text{C}$ ; condición bajo la cual se esperarían eventos más fríos durante el invierno que los registrados en el histórico.

- El 36.51% de los escenarios futuros presentan tendencias similares que se caracterizan por incrementos de temperatura mínima de hasta  $2^{\circ}\text{C}$ , siendo este valor semejante al mínimo aumento probable proyectado por el IPCC.
- El 25.4% de los escenarios futuros, son aún más extremos que el Histórico, cuyo incremento probable es hasta  $7.4^{\circ}\text{C}$ , caso en el que de llegar a presentarse tendrían efectos severos en todos los sistemas, tanto naturales como antrópicos.

#### Pp máxima en 24 h extrema

- En el primer grupo se definieron 13 estaciones meteorológicas, cuya precipitación pluvial en 24 h en el promedio de los escenarios futuros su disminución probable alcanzará hasta  $-20$  mm. Los casos más críticos detectados en el análisis son el Cañón de Fernández, Tlahualilo y J. Salomé Acosta. Este comportamiento, indica que para la zona se tendrá una disminución en la disponibilidad de la humedad en el suelo, la sequía y un incremento de la aridez.
- En el grupo 2 se definen 4 estaciones meteorológicas cuyas precipitaciones máximas en 24 horas para el promedio de los escenarios futuros disminuyeron por arriba de  $-20$  mm y hasta -

49.5 mm. En cuyo caso se esperarían anomalías promedio de 20.75% para el escenario A2-80; dato por cierto 144.6% mayor que el que reporta el INESEMARNAT (2012) para la precipitación media anual en el territorio mexicano; y para Durango alcanza un promedio de alrededor de -3%.

#### 4.2.2 Escenarios de demanda energética

En el escenario BAU o año base (2005), la categoría de Energía del estado demandó una cantidad de 138,940.80 miles de Gigajoules (Terajoules) y para el año 2030 la demanda esperada será de 452,310.80 miles de Terajoules. Esto representa un incremento de la demanda requerida de 225.54% en 25 años; es decir un crecimiento con una Tasa de Crecimiento Anual de 4.85%, lo que significa un reto para los tomadores de decisiones para garantizar la demanda futura.

#### 4.2.3 Resultados de los estudios de vulnerabilidad sectorial.

Se realizaron 4 estudios de vulnerabilidad sectorial; correspondiendo uno a erosión hídrica y eólica y los 3 restantes al sector agrícola.

#### Vulnerabilidad del sector USCUSyS por erosión hídrica y eólica

La tasa de erosión laminar histórica para en territorio de Durango entre los años 1970 y 2010 se estimó en un rango de 0.02 a 163 toneladas por hectárea por año ( $t/ha \cdot \text{año}$ ) presentándose el valor más alto en la Región Hidrológica (RH) Sinaloa, justamente al noroeste del

Territorio en la Sierra Madre Occidental. En la Figura 30 se muestran las Regiones Hidrológicas.

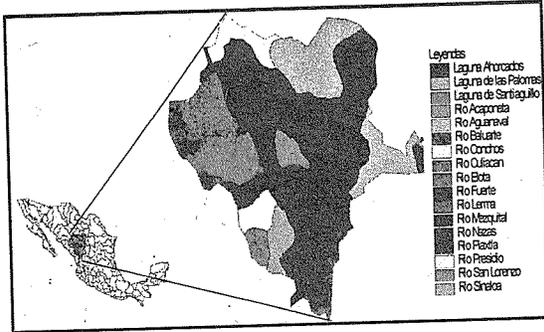


Figura 30 Cuencas hidrográficas del Estado de Durango

Sin embargo, el efecto de menor lluvia en el promedio anual para el escenario A2-20 sobre la erosión laminar al ser comparado con el escenario histórico, indica que por consecuencia una disminución para el rango más alto (163.8-159.2 t/ha/año) de erosión laminar de 4.6 t/ha/año; esto es sin considerar los cambios positivos o negativos en la vegetación o en la intensidad de la lluvia, como se ha estimado por medio de estudios de vulnerabilidad climática en relación a la lluvia de todo el país.

Áreas de influencia a la erosión: hídrica y eólica

- a) Sensibilidad a la erosión hídrica.- Las áreas de influencia de la erosión hídrica están determinadas por la magnitud de la lluvia y su distribución espacial. Se estima que las zona más sensibles a la erosión hídrica laminar presentan un gradiente relativo, desde muy alta en la zona serrana hasta baja y nula en

la zona semiárida y árida del territorio estatal.

- b) Las áreas de influencia de la erosión eólica son inversamente proporcionales a la magnitud de la lluvia y su distribución espacial. Se estima que en la zonas con Sensibilidad de erosión eólica laminar, presentan un gradiente relativo de muy alta en la zona semiárida y árida serrana, baja y hasta nula en la serranía del Estado.

En la Figura 31 se pueden observar las sensibilidades de erosión hídrica.

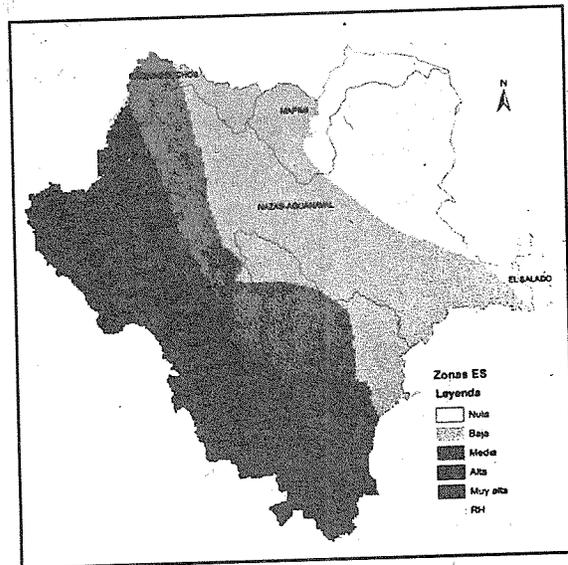


Figura 31 Erosión Hídrica Laminar por región hidrográfica

Para la descripción de las variables de la ecuación de la pérdida de suelo, la tasa de erosión laminar histórica, 1970 al 2010, en el territorio del Estado de Durango se estimó en un rango de 0.02 a 163 t/ha/año, presentándose el valor más alto en la Región Hidrológica Sinaloa, justamente al noreste del territorio en la Sierra Madre Occidental.

En la Figura 32 se puede observar la tasa de erosión histórica y para el escenario 2010-2030 estimada por Región Hidrológica para el estado de Durango, de acuerdo a la ecuación universal de pérdida de suelo.

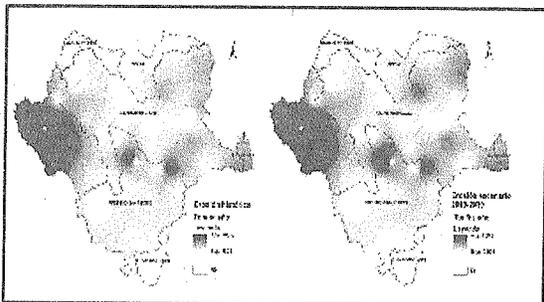


Figura 32 Tasa de erosión histórica y futura para el escenario 2010-2030

De acuerdo a los rendimientos del Maíz (kg/ha) se espera que sucedan una serie de incrementos en las partes altas del Estado, con un gradiente de disminución hacia las partes bajas. Se espera que esta condición para el cultivo mejore en base a las salidas de los escenarios generados, sin embargo estos resultados son solo una aproximación a lo que puede suceder.

En el Estado de Durango, el maíz es una fuente de ingresos importante para el agricultor, en los últimos 10 años en promedio se sembraron 166,459 hectáreas de secano, con un rendimiento de 866 kg/ha y una producción de 125,598 toneladas de los municipios que tienen un mayor rendimiento al promedio estatal se encuentran Guadalupe Victoria con 1.32 t/ha y los municipios de San Pedro del Gallo, Rodeo y Nazas, con un promedio de 1.30 t/ha. Solo dos municipios presentan rendimientos muy

bajos, Guanaceví y Canatlán, con 0.46 y 0.69 t/ha respectivamente.

Los rendimientos proyectados para el Maíz en el escenario A2-20 muestra que en la zona centro y norte del Estado, mejoran su aptitud en cuanto al rendimiento, los municipios de Guanaceví y Canatlán que eran los que presentaban rendimientos bajos, ahora se convierten en los sitios, junto con Durango y Canelas, como los lugares en donde se tenga un mejor rendimiento debido a que sus incrementos oscilan entre 3 y 4 t/ha. Solo Cuencamé y Tlahualilo son los lugares en los que se espera que el rendimiento aumente de 100 kg/ha hasta 1 t/ha.

Puede concluirse que en base a la humedad de ambiente y de suelo proyectado, las zonas actuales aptas para la producción de maíz dejarán de serlo, mientras que otras se podrán convertir en zonas productoras. Sin embargo, se debe mantener en cuenta el uso del suelo actual y el cambio de uso de suelo para evitar reducir la franja forestal para convertirla en zona de cultivo.

Por eso es recomendable planear acciones de adaptación para conservar los rendimientos, adaptando las temporadas de siembra, mejorando las variedades o bien mejorando las técnicas de labranza.

En la Figura 33 se muestran los rendimientos proyectados para la siembra de maíz en escenario cambio climático.

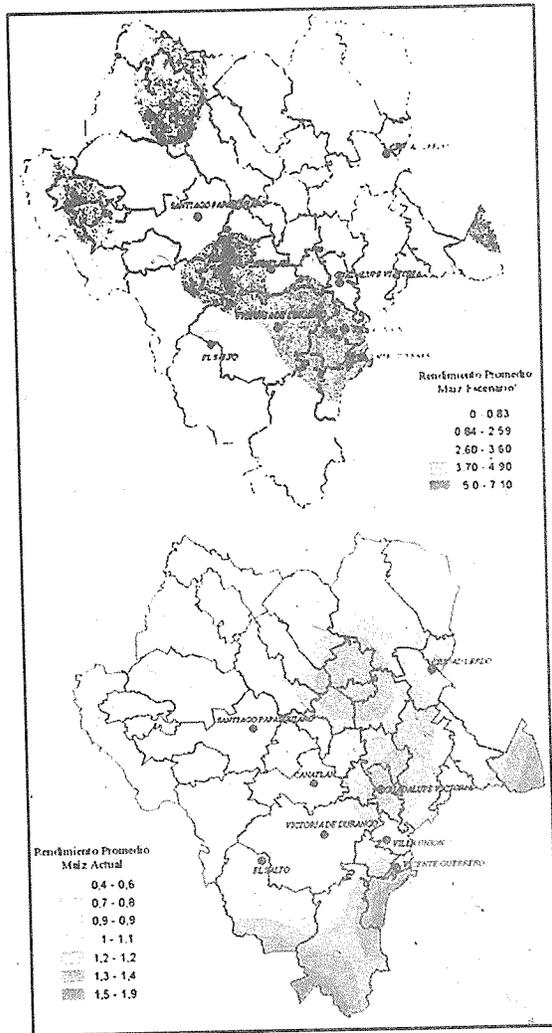


Figura 33 Rendimiento de siembra de maíz

han presentado un rendimiento menor que van desde los 0 hasta los 0.2 t/ha.

Para la siembra que se realiza en el mes de Junio se proyectó un escenario futuro A2-20, en donde se obtuvo un incremento prácticamente en la totalidad de los municipios, con rendimientos que van desde 1.0 hasta 2.3 t/ha, teniendo en el municipio de Indé el mayor rendimiento de 1.3 t/ha.

Para la siembra en el mes de Julio, no se observan diferencias importantes en comparación con la siembra en Junio, mostrando casi las mismas condiciones para todos los municipios; Indé es el municipio que presenta una tendencia a un rendimiento superior en comparación con los demás, con un incremento de 0.2 t/ha, en relación a la que se presentó en el mes de Junio.

En la Figuras 34,35 y 36 se muestran los rendimientos del frijol en comparación de los escenarios históricos, los de siembra en el mes de Junio y Julio.

De acuerdo a los datos históricos, se ha observado que los municipios con un mayor rendimiento de frijol por hectárea son: Indé, Hidalgo y gran parte de Mapimí y Tlahualilo; además de una parte del municipio de El Oro, Santiago Papatzi, Tamazula y San Dimas, cubriendo en su totalidad al municipio de Otáez; con un rendimiento de 0.8 a 1.0 t/ha. Gran parte del Estado con un rendimiento de 0.6 a 0.7 t/ha, una gran parte de los municipios de Tamazula, Pueblo Nuevo y El Mezquital son los que

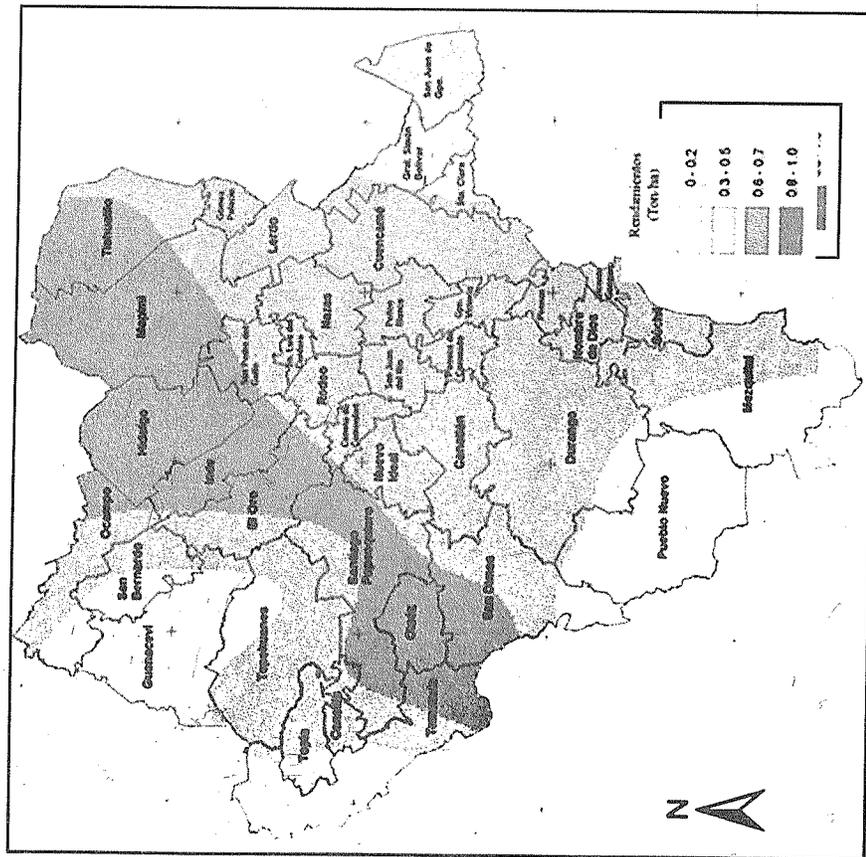


Figura 34 Escenario histórico del rendimiento del Frijol en el Estado de Durango

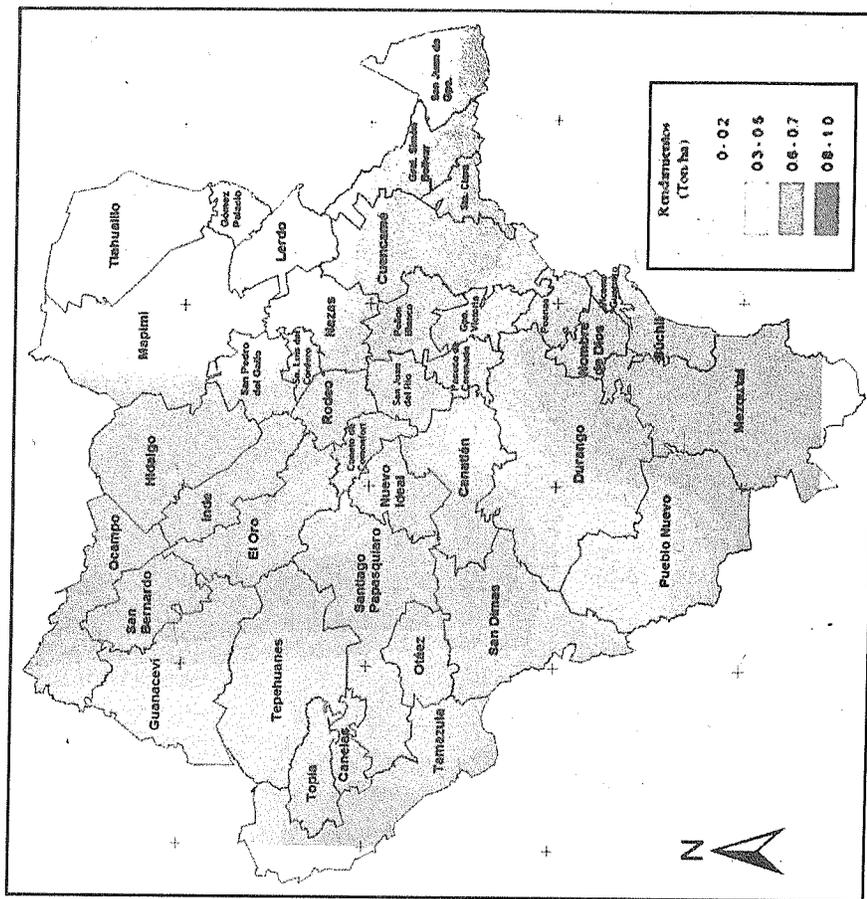


Figura 35 Escenario de rendimiento de Frijol de temporal en el mes de Junio

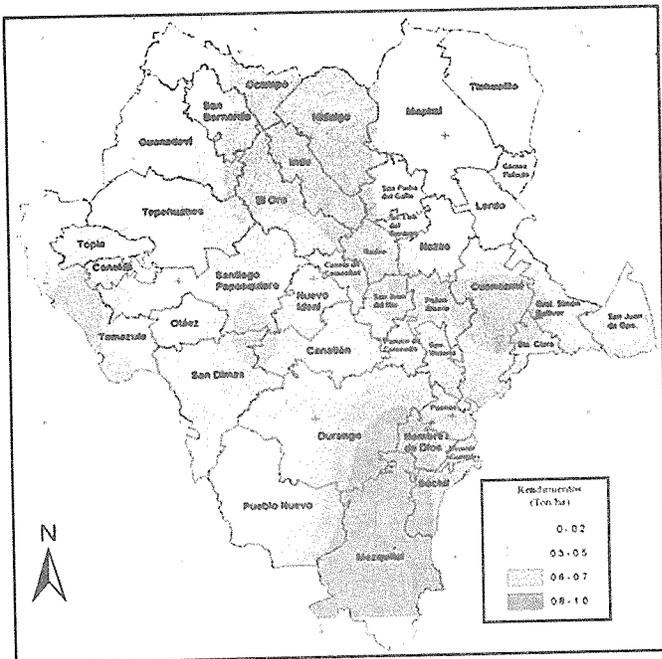


Figura 36 Escenario de rendimiento del frijol de temporal en el mes de Julio

La avena forrajera es el tercer cultivo más importante en el Estado después del Frijol y el Maíz. El uso principal de este cultivo es como forraje, es de bajos requerimientos de agua y con buena adaptación a los climas templados semiáridos en el Estado.

De la superficie sembrada en promedio anualmente es de 54,999 hectáreas avena forrajera de las cuales se cosecha aproximadamente el 91%. El rendimiento histórico promedio oscila entre 7 t/ha.

El rendimiento de la Avena varía entre 6 y hasta 14 t/ha en el Estado, sin embargo, tomando como fecha de siembra el mes de mayo, los rendimientos de la mayoría de los sitios a lo largo del Estado presenta un decremento; lo cual puede verse en los rangos del mapa ya que el valor oscila entre 8 t/ha.

Realizando la modelación y estableciendo como fecha de siembra el mes de Junio, la situación se mantiene

similar. Respecto a los rendimientos, estos ligeramente aumentan en algunos sitios, sin embargo en algunos decrecen. Para Santiago Papasquiario en el mes de mayo la modelación arrojó un rendimiento de 6.5 t/ha y para el mes de junio se redujo a 5.9 t/ha, esta situación se presentó en otros municipios como Tepehuanes, Topia y Canatlán.

Los rendimientos se incrementaron en municipios como Guanaceví; en mayo resultó con un rendimiento de 6.9 t/ha mientras que en Junio se incrementa a 7.5 t/ha. Los aumentos son variables modificando la fecha de siembra y las cuales varían alrededor de 0.3-0.6 t/ha de rendimiento.

En las figuras 37, 38 y 39 se pueden observar los rendimientos de la avena forrajera en presencia de estrés hídrico.

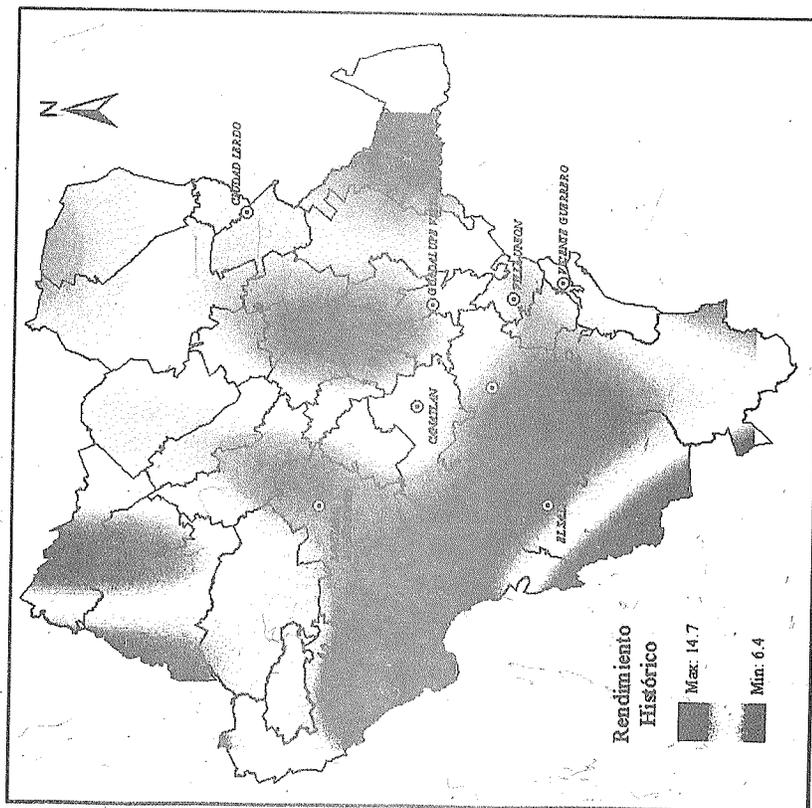


Figura 37 Rendimiento de Avena forrajera temporal histórico

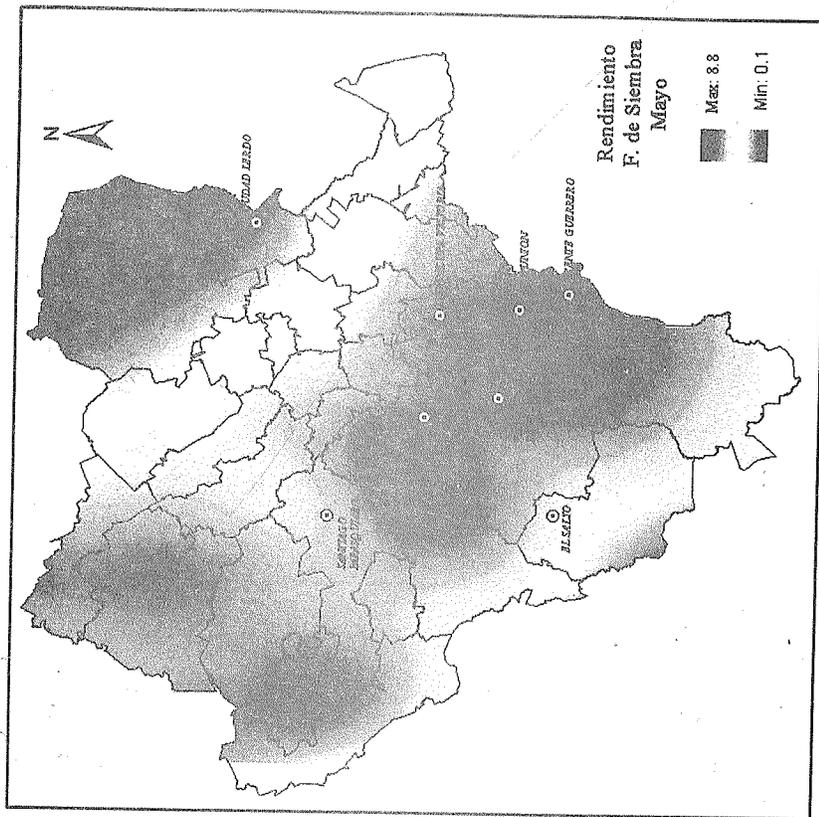


Figura 38 Rendimiento de Avena Forrajera de temporal con fecha de siembra en Mayo

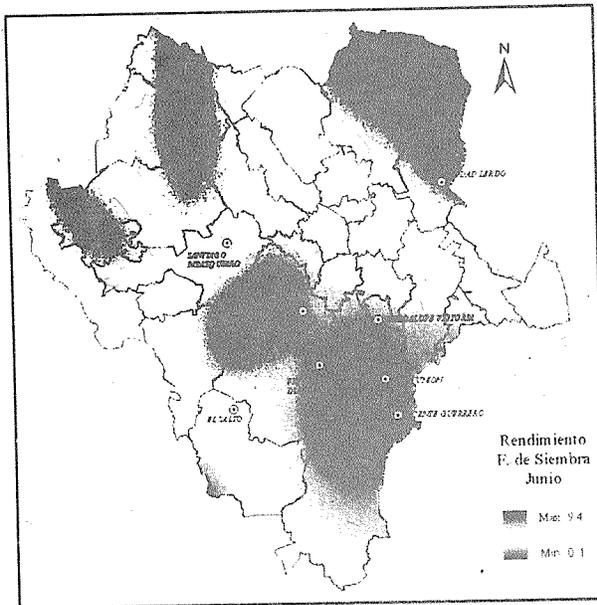


Figura 39 Rendimiento de Avena Forrajera de temporal con fecha de siembra en Junio

**MITIGACIÓN**

El IPCC define como mitigación a las actividades antropogénicas para reducir las emisiones netas de Gases de Efecto Invernadero (GEI) mediante la reducción del uso de combustibles fósiles.

Las emisiones per cápita de México (6.54 t CO<sub>2</sub> eq/hab/año) se encuentran en la actualidad a un nivel próximo al promedio mundial. Se espera que la población en México pase de 98.44 millones en el año 2000 a 121.86 millones en el año 2050.

México en su calidad de país No Anexo I, ha realizado esfuerzos continuos para cumplir con sus compromisos ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), entre los que se encuentran las medidas de mitigación y han

mantenido la política de desarrollo nacional consistente con una decidida acción para reducir las emisiones.

A la fecha se han propuesto diversas opciones que pueden contribuir a la reducción de las emisiones de GEI y que aplican a muchas regiones del territorio nacional. Algunas de ellas son:

- ✓ Uso de energías renovables: eólica, solar e hidroeléctrica
- ✓ Uso de combustibles con bajo contenido de carbono, como el gas natural
- ✓ Reducción de las emisiones de metano y de óxido nitroso, cuyo potencial e calentamiento global (CH<sub>4</sub>= 21 y N<sub>2</sub>O=310) es mucho mayor al del bióxido de carbono, en la agricultura por medio de acciones de labranza de conservación.
- ✓ Reforestación y restauración de bosques
- ✓ Mejora en la eficiencia energética en transporte, procesos de fabricación y construcción
- ✓ Minimización de las emisiones de gas fluorado en procesos industriales y servicios de refrigeración.

Las acciones e mitigación deben ser planificadas, financiadas y para reducir las emisiones de GEI provenientes de fuentes claves específicas. También existen medidas de mitigación que van encaminadas a reducir las emisiones a través de la captura mediante sumideros naturales de carbono, como por ejemplo los bosques.

En el contexto nacional, en materia de eficiencia energética, desde 1990 el país cuenta con el Fideicomiso para el Ahorro de Energía (FIDE), un fideicomiso privado sin fines de lucro, que con la participación de los sectores público, social y privado, impulsa acciones y programas para fomentar el ahorro de energía eléctrica, al mismo tiempo que promueve el desarrollo de una cultura de uso eficiente de este recurso.

6.1 Análisis de proyecciones de emisiones de GEI y su mitigación para el estado de Durango

Las emisiones anualizadas promedio, determinadas con base en el periodo 2005-2008 sin considerar la categoría USCUSyS, para el estado de Durango fueron de 15,634.03 Gigagramos de CO<sub>2</sub> eq., lo que corresponde a 10.19 t CO<sub>2</sub> eq. per cápita por año, considerando que para el periodo se tuvo una población promedio en el Estado de 1,534,560 habitantes (INEGI, 2010). De acuerdo a las emisiones de GEI proyectadas linealmente, bajo la hipótesis que se siguiera un comportamiento de crecimiento poblacional y del producto interno bruto similar al actual, se espera que para el año 2016 se alcancen emisiones en el orden 27,035.20 Gg de CO<sub>2</sub> eq.

Considerando que el Estado se propusiera una meta de mitigación a corto plazo, en el periodo restante de la presente administración gubernamental, de alcanzar una reducción de sus emisiones del 20% al 2016; para ello sería necesario tener un decremento del TCA del 4.04% a partir del 2013, obteniéndose una línea de tendencia

para las emisiones de GEI mitigadas como se observa en la Figura 40.

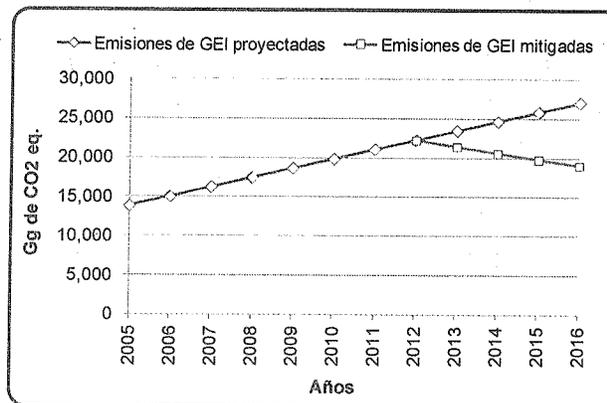


Figura 40 Tendencia de emisiones de GEI proyectadas y mitigadas

Las emisiones de GEI acumuladas para el periodo 2013-2016 fueron del orden de 100,940.2 Gg de CO<sub>2</sub> eq., y la disminución de GEI equivaldría a 20,193.33 Gg de CO<sub>2</sub> eq.

Para alcanzar dicha meta, sería necesario que se aplicaran medidas de mitigación en todas y cada una de las categorías y sus respectivos sectores, considerando que deberán reducir sus emisiones en la misma proporción con la que contribuyen. La reducción de emisiones por categoría y sectoriales anualizadas para alcanzar una meta global trazada.

En la siguiente Tabla se muestra una reducción de emisiones sectorial propuesta:

Tabla 9 Reducción de emisiones por categoría y sector para alcanzar la meta al 2016					
Categoría/ Sector	Emisión anual de Gg de CO2 eq.				Totales
	2013	2014	2015	2016	
<b>ENERGÍA</b>	1,504.74	2,943.84	4,400.14	5,876.54	<b>14,725.25</b>
Industrias de la energía	585.74	1,145.94	1,712.83	2,287.54	5,732.05
Industrias de manufactura y construcción	336.32	657.97	983.46	1,313.45	3,291.20
Transporte	558.51	1,092.66	1,632.19	2,181.18	5,465.55
Residencial, Comercial y de Servicios	24.16	47.27	70.66	94.36	236.45
<b>PROCESOS INDUSTRIALES Y SOLVENTES</b>	115.46	225.89	337.64	450.92	<b>1,129.91</b>
Industria de los minerales	7.34	14.37	21.48	28.68	71.87
Industria de los metales	108.12	211.52	316.16	422.24	1,058.04
<b>AGRICULTURA</b>	351.74	688.13	1,028.54	1,373.65	<b>3,442.06</b>
Agrícola	37.66	73.69	110.14	147.09	368.58
Ganadería	314.07	614.44	918.41	1,226.65	3,073.49
<b>DESECHOS</b>	91.57	179.15	267.77	357.62	<b>896.11</b>
Residuos sólidos	47.73	93.38	139.58	186.41	467.10
Aguas residuales	43.84	85.77	128.20	171.21	429.01

## 6.2 Medidas de mitigación de emisiones de GEI propuestas por categoría

La lista de medidas de mitigación fue recomendada a juicio de los expertos del grupo de trabajo del PEACC-Durango. Sin embargo cabe destacar que estas no son las únicas que deberían explorarse y/o implementarse, ya que sin lugar a dudas existen otras más que deberían emanar de la experiencia de los sectores.

Los criterios de empleados para jerarquizar las medidas de mitigación se basaron en:

- 1) Que provenga de una fuente clave emisora de mayor contribución en emisión de GEI
- 2) Que la acción propuesta sea viable jurídicamente (atribución del estado, que el marco jurídico la permita)
- 3) Que sea prioritaria por su importancia clave en el sector, ya sea que esté incorporada en una dependencia de gobierno, sector privado o cámara
- 4) Que sea viable en su implementación técnica
- 5) Que sea económicamente factible su implementación
- 6) Que se cuente con co-beneficios económicos y sociales (salud y empleos verdes)
- 7) Que sea recomendada por los expertos de la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático
- 8) Que esté vinculada con programas federales, estatales o municipales ya existente, para que faciliten su viabilidad

## 6.2.1 Acciones de mitigación: Categoría Energía

### 6.2.1.1 Fuente clave de emisión: Transporte

Las acciones de mitigación de la subcategoría Transporte (ATi) propuestas están acompañadas de un conjunto de estrategias de mitigación (EMTij) sugeridas para poder alcanzar la meta establecida.

AT1: Fomentar la actualización y modernización de infraestructura vial en las principales ciudades del Estado de Durango.

- EMT1-1 Rediseñar y construir vías rápidas en las principales ciudades para agilizar el tráfico vehicular
- EMT1-2 Construir rutas de transporte público con carriles confinados donde circulen autobuses de gran capacidad u otros sistemas de transporte colectivo urbano y suburbano eficiente, eficaz y económico con el fin de reducir el número de unidades de circulación
- EMT1-3 Rediseñar vialidades para la incorporación de ciclo pistas y vialidades peatonales, con cobertura arbórea nativa
- EMT1-4 Desarrollar un proyecto de sincronización automática de semáforos inteligentes para disminuir los tiempos muertos de espera

AT2: Fomentar la actualización y modernización de infraestructura de transporte público colectivo de las principales ciudades del Estado.

- ➔ EMT2-1 Desconcentración del transporte público urbano en las ciudades de Gómez Palacio y Durango (medida inicial de diseño de rutas)
- ➔ EMT2-2 Revisar el estado que guardan las unidades de los sistemas de transporte colectivo existente e incentivar de forma gradual el uso de vehículos con tecnologías alternativas (Hidrogeno, eléctricos o de aire comprimido)
- ➔ EMT2-3 Convenir el desarrollo de programas de transporte colectivo a colegios e instituciones de gobierno

AT3: Fomentar el cumplimiento y/o actualización de la Normatividad de Transporte automotor terrestre

- ➔ EMT3-1 Revisar la ley de vialidad y su reglamento relacionado con el transporte público en relación a las zonas autorizadas de abordaje de pasajeros. Lo cual ayudaría a minimizar el número de paradas que realiza el transporte, disminuyendo el consumo de combustible
- ➔ EMT3-2 Revisar y actualizar el padrón de concesiones de transporte público para evaluar la necesidad real del transporte
- ➔ EMT3-3 Revisar los acuerdos de mejora de servicio y sus avances entre el gobierno y permisionarios del transporte público
- ➔ EMT3-4 Efectuar la revisión vehicular para el transporte público, así como privado para actualizar y aplicar la normatividad y estándares de emisiones de los vehículos

- ➔ EMT-5 Establecer un programa de actualización del parque vehicular particular mediante la sustitución de automóviles sedan obsoletos

AT4: Fomentar el uso de transportes alterno públicos y privados en las principales ciudades del Estado

- ➔ EMT4-1 Desarrollar un programa para fomentar el uso de la bicicleta en el centro de la ciudad de Durango y las principales arterias viales.
- ➔ EMT4-2 Desarrollar un proyecto para ver la factibilidad de emplear motonetas como transporte colectivo en el centro de la ciudad

6.2.1.2 Fuente clave de emisión: Generación y uso de energía eléctrica

Las acciones de mitigación de la categoría "Industria de generación de energía" (AGUEi) propuestas están acompañadas de un conjunto de estrategias de mitigación (EMGUEij) sugeridas para poder alcanzar la meta establecida.

AGUE1: Mejoramiento de la eficiencia energética y/o transición a energías alternas

- ➔ EMGUE1-1 Fortalecer el programa nacional de ahorro energético en fuentes de consumo mediante el uso de focos ahorradores, lámparas ahorradoras, celdas solares en vivienda, edificios, parques y alumbrado público

- **EMGUE1-2** Impulsar programas para la instalación y uso de sistemas de generación eléctrica que aprovechen los recursos energéticos renovables disponibles en el Estado (Solar, eólica, etc.)
- **EMGUE1-3** Promover la eficiencia en el consumo de energía eléctrica (EE) en edificios públicos, escuelas, hospitales, centros recreativos, etc.

**AGUE2:** Reanaliza la reglamentación de construcción de edificios y viviendas para transformarlas en unidades energéticamente eficientes

- **EMGUE2-1** Revisar la reglamentación relativa a la construcción de vivienda de interés social, así como en edificios gubernamentales para que se incorporen aspectos técnicos relacionados con el ahorro de energía
- **EMGUE 2-2** Crear un programa de incentivos para fomentar la autogeneración de energía eléctrica de fuentes alternas para viviendas rurales e industrias con alto consumo de energía eléctrica
- **EMGUE 2-3** Promover la construcción adquisición de viviendas a través de CONAVI, que garanticen el uso eficiente de la energía eléctrica
- **EMGUE 2-4** Adoptar el programa para el desarrollo de unidades habitacionales sustentables ante el Cambio Climático.

**6.2.1.3 Fuente clave de emisión:**  
Industria de la manufactura y construcción

Las acciones de mitigación de la subcategoría "Industria de la manufactura y construcción" (AIMCi) propuestas están acompañadas de un conjunto de estrategias de mitigación (EMIMCij) sugeridas para poder alcanzar la meta establecida

**AIMC1:** Promover la eficiencia energética en el sector industrial para reducir las emisiones de GEI

- **EMIMC1-1:** Adquirir y/o modificar la tecnología de los equipos que requieren quemar combustibles en el proceso
- **EMIMC1-2** Reducir las emisiones de GEI mediante la implementación de programas de Fideicomiso para el ahorro de Energía Eléctrica (FIDE) en la industria y Micro, Pequeña y Mediana Empresa (MIPYMES)
- **EMIMC1-3** Reducir las emisiones de GEI mediante la implantación de programas de la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE) en el sector industrial
- **EMIMC1-4** Sustitución de combustibles fósiles por gas natural u otras formas de energías renovables (secado por energía solar)
- **EMIMC1-5** Fomentar en el sector industrial la cogeneración de energía eléctrica

## 6.2.2 Acciones de Mitigación: Categoría Agricultura

### 6.2.2.1 Fuente clave de emisión: Agrícola

Las acciones de mitigación se la subcategoría "Agrícola" (AAi) propuestas están acompañadas de un conjunto de estrategias de mitigación (EMAij) sugeridas para poder alcanzar la meta establecida.

AA1: Reducir el uso de energía de combustibles fósiles

- EMA1-1 Reducir la labranza de suelos
- EMA1-2 Programación de los sistemas y distritos de riesgo
- EMA 1-3 Emplear sistemas de secado por energía solar

AA2: Actualizar las tecnologías de producción agrícola

- EMA2-1 Reducir el uso de fertilizantes químicos mediante el fomento del uso de tipos, dosis y formas adecuadas de aplicación de fertilizantes químicos acorde a las necesidades de los cultivos
- EMA2-2 Prohibir el uso del amoníaco anhidro como fertilizante en la agricultura
- EMA2-3 Fomentar tecnologías enfocadas a la labranza de concentración
- EMA2-4 Desarrollar la implementación de incentivos para la producción agrícola orgánica e impulsar su desarrollo (abonos, mejoradores de suelo, fertilizantes foliares)

AA3: Aumentar el almacenamiento de C en tierras agrícolas

- EMA3-1 Mejorar el tratamiento de residuos, consecuentemente se requiere prohibir la quema de vegetación natural y residuos de cosecha e incentivar a los productores para que realicen la incorporación de residuos de cosecha
- EMA3-1 Reducir la labranza y actividades de tumba-roza-quema

### 6.2.2.2 Fuente clave de emisión: Ganadería

Las acciones de mitigación de la subcategoría "Ganadería" (AGi) propuestas están acompañadas de un conjunto de estrategias de mitigación (EMGi) sugeridas para poder alcanzar la meta establecida.

AG1: Mejorar la gestión de animales rumiantes

- EMG1-1 Aumentar la digestibilidad de los alimentos mediante tratamientos físicos de forraje para desarrollar dietas que permitan la disminución de las emisiones de metano
- EMG1-2 Fomentar el uso de aditivos en la alimentación de ganado (ionóforos, levaduras bacterias celulíticas)
- EMG1-3 Promover la mejora de la genética y fertilidad, para reducir el número de cabezas de reemplazo y otros animales no productivos
- EMG1-4 Crear proyectos de conservación y recuperación de la cobertura vegetal en áreas de pastoreo
- EMG1-5 Promover los tratamientos físicos del forraje para desarrollar dietas que

permitan la disminución de las emisiones de metano

- EMG1-6 Crear proyectos de conservación y recuperación de la cobertura vegetal en áreas de pastoreo
- EMG1-7 Impulsar la salud preventiva, para aumentar la producción animal por área y disminuir la incidencia de enfermedades

AG2: Adoptar prácticas de gestión de estiércol para la captura de metano

- EMG2-1 Lagunas cubiertas y generadoras de biomasa
- EMG2-2 Proyectos de instalación y modernización de infraestructura y equipos para el tratamiento y aprovechamiento de excretas en explotaciones ganaderas intensivas
- EMG2-3 Incentivar el uso de estiércoles para la producción de abonos orgánicos compostados y aprovechamiento del metano para la producción de energía.

6.2.3 Acciones de mitigación: Categoría Desechos

Las acciones de mitigación de la categoría "Desechos" (ADi) propuestas están acompañadas de un conjunto de estrategias de mitigación (EMDij) sugeridas para poder alcanzar la meta establecida.

AD1: Optimizar los sistemas de gestión de residuos sólidos urbanos e industriales

➤ EMD1-1 Prohibir la disposición de residuos sólidos a cielo abierto en todo el Estado

➤ EMD 1-2 Fomento de la clasificación *in situ* de los desechos domésticos e industriales, entre orgánicos e inorgánicos, adecuándolo a los requerimientos de cada municipio en el Estado

➤ EMD 1-3 Fomentar la cultura de la reducción, re-uso y reciclado en mejora del medio ambiente basado en la filosofía de las 4R's: Reciclar, Reusar, Reducir y Repensar.

➤ EMD 1-4 Fomentar la creación de rellenos sanitarios eficientes intermunicipales y sistemas de aprovechamiento de biogás para generar electricidad o quemar el biogás para evitar emisiones de metano

➤ EMD1-5 Promover la transformación y uso de los desechos orgánicos en el hogar y al mismo tiempo aprovecharlos con fines productivos (hortalizas) y de embellecimiento urbano (Jardinería)

➤ EMD1-6 Estudiar la factibilidad para la creación de un centro de compostaje industrial para el procesamiento de los desechos de origen doméstico, esquilmos de jardinería

AD2: Optimizar los sistemas de gestión de las aguas residuales y lodos de las plantas de tratamiento de aguas residuales

➤ EMD2-1 Incrementar el número de plantas de tratamiento de aguas en el estado tratando de

cubrir la mayor cantidad de municipios o en su caso, fomentar la creación de sistemas de tratamiento de agua intermunicipales

- EMD2-2 Fomentar el empleo de sistemas alternativos de tratamiento de aguas residuales para uso domiciliario, pequeñas y medianas comunidades
- EMD2-3 Evitar y en su caso, prohibir las descargas de las aguas residuales domésticas e industriales, hacia bienes nacionales (suelo y agua), mediante estudios sobre el impacto de estas descargas en los recursos con el fin de disminuir su descarga en afluentes de ríos y corrientes de agua
- EMD2-4 Aprovechar los lodos generados en estos procesos para la generación de fertilizantes orgánicos y verificar la factibilidad de usar las aguas tratadas para su uso en riegos agrícolas.

#### 6.2.4 Acciones de mitigación: Categoría Procesos Industriales y Solventes

Las acciones de mitigación de la categoría "Procesos industriales y solventes" (APISi) propuestas están acompañadas de un conjunto de estrategias de mitigación (EMPISij) sugeridas para poder alcanzar la meta establecida.

APIS1: Impulsar la transformación a nuevas tecnologías y procesos productivos

- EMPIS1-1 Revisar los protocolos del procesos de las industrias que utilizan gases como el CO<sub>2</sub> en sus

procesos de producción para atenuar emisiones fugitivas

- EMPIS1-2 Impulsa medidas para que las industrias de extracción a cielo abierto de minerales metálicos y no metálicos reduzcan sus emisiones de polvos suspendidos (Otros compuestos de GEI)
- EMPIS1-3 Sustitución de los solventes empleados como diluyentes en pintura, laca, barnices y todos aquellos productos donde se utilizan
- EMPIS1-4 Utilización de sustancias químicas producidas con materiales vegetales
- EMPIS1-5 Reciclado/reutilización de materiales

#### 6.2.5 Acciones de mitigación: Categoría Uso de suelo, cambio de uso de suelo y silvicultura

##### 6.2.5.1 Fuente clave de emisión: Bosques

Las acciones de mitigación de la subcategoría "Bosques" (ABi) propuestas están acompañadas de un conjunto de estrategias de mitigación (EMBij) sugeridas para poder alcanzar la meta establecida.

AB1: Reducción de emisiones por deforestación

- EMB1-1 Planear un esquema de actividades para contribuir con una meta de disminución de la deforestación en el Estado.
- EMB1-2 Mejorar las técnicas de explotación forestal

- EMB1-3 Mejorar la utilización de productos maderables reduciendo desechos y reciclado
- EMBJ1-4 Impulsar programas de reforestación
- EMBJ1-5 Creación y/o mejoramiento de programas de manejo integral del fuego (prevención, detección, control, restauración y uso)
- EMBJ1-6 Desarrollar programas participativos en los mercados de carbono

#### 6.2.5.2 Fuente clave de emisión: Recursos naturales

Las acciones de mitigación de la subcategoría "Reservas Naturales" (ARNi) propuestas están acompañadas de un conjunto de estrategias de mitigación (EMRNij) sugeridas para poder alcanzar la meta establecida

ARN1: Conservación de ecosistemas forestales protegidos y almacenes de carbono

- EMRN1-1 Mejorar los mecanismos de conservación de las áreas Naturales Protegidas (ANP), así como fomentar la creación de nuevas áreas de conservación
- EMRN1-2 Crear políticas e instrumentos de financiamiento que incentiven la plantación, manejo, aprovechamiento, transformación y comercialización de productos (maderables y no maderables) de manera sustentable

#### 6.3 Análisis de la propuesta de actualización del parque vehicular particular, como medida de mitigación de emisiones de GEI, para el sector Transporte

Dentro de la estrategia EMT3-5 se realizó un ejercicio de análisis mediante el cual se sugiere establecer un programa de actualización del parque vehicular mediante la sustitución de automóviles sedan obsoletos.

De acuerdo con la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) se considera que los autos obsoletos son todos aquellos que cuentan con más de 10 años de vida (Mendoza et al, 1992). En concordancia con la situación económica regional se decidió aceptar como auto obsoleto que tengan más de 15 años de vida.

Para alcanzar una meta de reducción significativa se propone sustituir de manera gradual, en el periodo 2012-2030, el 50% de los automóviles sedan obsoletos que emplean gasolina, por automóviles nuevos con una mayor eficiencia de funcionamiento. La metodología consistió en contabilizar la cantidad de vehículos tipo sedan registrada en el padrón vehicular en el estado en el periodo 2005-2008 y jerarquizarlos por modelo y tipo de automóvil. En la Tabla 10 se presenta el padrón de autos sedan 2005-2008.

Tabla 10 Padrón Vehicular tipo sedán del Estado de Durango		
Año	Total de automóviles	Autos obsoletos (Antigüedad >15 años)
2005	161,744	54,346
2006	165,788	55,705
2007	169,932	57,097
2008	174,181	58,525

Fuente: Dirección de recaudación de la Secretaría de Finanzas y de Administración del Estado de Durango.

Se realizó una proyección del padrón vehicular considerando una tasa de crecimiento anual de 2.5% (avaliada con datos históricos 2005-2008) para el periodo 2012-2030, además se determinaron las emisiones en Gigagramos de CO<sub>2</sub> eq provenientes del lote de automóviles sustituidos (nuevos y obsoletos), empleando el software LEAP (Long-range Energy Alternative Planning System)

Para el cálculo de las emisiones de autos nuevos se empleó una eficiencia promedio de 5.32 MJ/km, mientras que la de un automóvil obsoleto (> a 15 años de vida) se definió una eficiencia del orden de 6.65 MJ/km, en ambas situaciones se asumió un recorrido promedio anual de 20,000 km.

Como resultado de la propuesta se deberán reemplazar 50,388 autos sedan durante el periodo 2012-2030 a razón de 2,652 autos/año. Para evaluar las emisiones de los autos reemplazados se calcularon las tasas de emisión vehicular: autos nuevos igual a 7.36 t CO<sub>2</sub>/auto-año y autos obsoletos de 9.2 t CO<sub>2</sub>/auto-año. Consecuentemente, la medida traerá una reducción de emisiones de 92.71 Gigagramos de CO<sub>2</sub> eq.

El Sistema Electrónico de Negociación de Derechos de Emisión de Dióxido de Carbono (SENDECO<sub>2</sub>, 2012) en su reporte del mes de noviembre de 2012 establece un costo promedio de 7.72 €/t CO<sub>2</sub> en el mercado de los Estados Unidos de América. Considerando este precio en el mercado, la medida de mitigación tendría una ganancia por venta de \$715,721€; es decir \$11,974,015.68 pesos mexicanos, considerando una tasa de cambio de 16.74 pesos/€.

### ADAPTACIÓN

La Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENACC, 2007) identifica medidas, precisa posibilidades y rangos de reducción de emisiones, propone estudios necesarios para definir metas concretas de mitigación y esboza las necesidades del país para avanzar en la construcción de capacidades de adaptación.

Uno de los objetivos en materia de Vulnerabilidad al Cambio Climático establece:

*"Reconocer la Vulnerabilidad de los respectivos sectores y áreas de competencia e iniciar proyectos para el desarrollo de capacidades nacionales y locales de respuesta y adaptación".*

En el Marco de Políticas de Adaptación (MPA) a mediano plazo, establece cuatro principios a partir de los cuales pueden desarrollarse acciones de adaptación:

1. Se incluye la adaptación a la variabilidad climática y a los eventos extremos a corto plazo como base para reducir la vulnerabilidad al Cambio

Climático, a largo plazo, el MPA les ayuda a basar firmemente sus decisiones en las prioridades del presente.

2. Las políticas y las medidas de adaptación se evalúan en un contexto de desarrollo. Al hacer que las políticas sean parte central de la adaptación, el MPA desvía el enfoque de los proyectos individuales de adaptación como una respuesta al Cambio Climático y lo orienta hacia una integración fundamental de la adaptación de los procesos claves de políticas y planificación.
3. La adaptación ocurre a distintos niveles de la sociedad, los cuales incluyen el nivel local. El MPA combina la formulación de políticas a nivel nacional con un enfoque pro activo de manejo de riesgos. Le permite al usuario concentrarse y responder a las prioridades clave de adaptación, ya sea a una escala nacional o de comunidad.
4. Tanto la estrategia como el proceso mediante el cual se implementa la adaptación son igualmente importantes. En MPA da mucho énfasis a la participación general de las partes interesadas, ya que se consideran esenciales para impulsar cada etapa del proceso de adaptación.

La estrategia de adaptación para un estado o región se refiere a un plan general de acción para abordar los impactos de los cambios climáticos, incluyendo la variabilidad y extremos climáticos. Incluirá una mezcla de

políticas y medidas con el objetivo global de reducir la vulnerabilidad del Estado. Según las circunstancias, la estrategia puede ser detallada a nivel estatal, de modo que aborde la adaptación a través de sectores, regiones y poblaciones vulnerables, o puede ser más limitada, que se enfoque sólo en uno o dos sectores o regiones.

Los retos inherentes a la implementación de medidas de adaptación estriban en:

- a) Recursos económicos
- b) Recursos humanos capacitados
- c) Establecer criterios de evaluación y seguimiento
- d) Franquear barreras políticas, sociales y culturales
- e) Establecer un sistema de jerarquización

Es decir implementar medidas de adaptación requiere un cambio en los procesos, prácticas y estructuras sociales, políticas económicas.

#### 7.1 Acciones de adaptación al Cambio Climático propuestas por sectores

En esta sección se enlistan las acciones de adaptación recomendadas por el grupo técnico del PEACC-Durango; sin embargo, esto no limita la oportunidad de aportar nuevas medidas, abre una nueva ventana para que investigadores, técnicos especialistas, e incluso actores y directivos sectoriales que conocen a fondo la problemática de su entorno para incluir nuevas e incluso mejores acciones de adaptación.

Con el objetivo de tener congruencia de interpretación en las propuestas, la metodología seguida para establecer

acciones de adaptación consistió en hacer uso de:

- Los resultados obtenidos en la evaluación de la vulnerabilidad sectorial
- Los estudios de vulnerabilidad específicos
- El análisis de reportes afines, nacionales e internacionales
- Una clasificación sectorial, en donde las acciones no han sido evaluadas en su viabilidad técnica y/o factibilidad económica

#### 7.1.1 Acciones de adaptación: Sector Hídrico

El cambio climático adiciona una dimensión extra a lo que convencionalmente sucede en el sector hídrico ya que se maximizan los requerimientos de disponibilidad y demanda de agua. Por otro lado, la disponibilidad, se verá afectada debido al cambio en los patrones de lluvias con mayores implicaciones en temas concernientes a la protección civil ante inundaciones, sequías, producción de alimentos y subsistencia de todos los sistemas de todos los sistemas de vida basados en el agua. Mientras tanto la demanda que por el calentamiento global incrementará la necesidad por el agua y también se aumentará la velocidad de evaporación desde la superficie de las plantas y de los cuerpos de agua como son las lagunas y lagos (UNFCCC, 2006).

Los escenarios climáticos futuros muestran que la Precipitación pluvial máxima en 24 horas en la Región Hidrológica del Nazas-Aguanaval tendrá una disminución del 2.6% en la cuenca alta y un 19% en la cuenca media,

mientras que para la región Hidrológica Sinaloa, se espera una disminución del 8%.

Las acciones de adaptación propuestas en el sector hídrico (AHi) están acompañadas de un conjunto de estrategia (EAHij) sugeridas para poder alcanzar la meta establecida.

AH1: Garantizar la disponibilidad de agua para todos los sectores

- EAH1-1 Proteger las fuentes subterráneas de agua
- EAH1-2 Proteger y conservar las áreas de captura de agua
- EAH1-3 Fomentar la conservación de áreas de bosques principalmente en las cuencas altas y las zonas de captación de agua
- EAH1-4 Identificar las zonas más vulnerables a eventos hidro meteorológicos extremos, así como las zonas principales de captación de agua de las cuencas para priorizar acciones de conservación y restauración
- EAH1-5 Implementar un programa de desazolve y mantenimiento de las presas y arroyos en cuencas para mejorar el almacenamiento y cauce de escurrimientos del agua de lluvia
- EAH1-6 Impulsar el proyecto de manejo integral y sustentable del agua en cuencas y acuíferos. Por ejemplo, proyecto de agua futura.
- EAH1-7 Regulación en la perforación de pozos, que reduzcan la extracción y el abatimiento de los mantos acuíferos.

- EAH1-8 Impulsar proyectos de cosecha de agua subterránea y de lluvia
- EAH1-9 Promover el desarrollo técnico, administrativo y financiero del sector hídrico
- EAH1-10 Desarrollar un sistema de control de inundaciones y monitoreo de lluvia, para disminuir los riesgos y atender los efectos de inundaciones y sequías
- EAH1-11 Consolidar la participación de los usuarios y la sociedad organizada en el manejo de agua y promover la cultura de su buen uso

AH2: Garantizar la demanda de agua para todos los sectores

- EAH2-1 Fomentar la ampliación de la cobertura y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento
- EAH2-2 Mejorar la administración y mantenimiento de los sistemas de suministro de aguas existentes
- EAH2-3 Reformar las políticas de agua, incluyendo precios, políticas de irrigación y uso
- EAH2-4 Mejorar e impulsar el uso de agua reciclada en la producción agrícola
- EAH2-5 Desarrollar proyectos para la recolección y uso de aguas grises en casa-habitación
- EAH2-6 Mejora de la infraestructura de suministro:

fugas y reemplazar tuberías viejas

#### 7.1.2 Acciones de adaptación: Sector Agricultura

Aún las variaciones menores de clima pueden propiciar impactos considerables en la producción agrícola, en una simple estación; por consiguiente, a largo plazo la productividad agrícola y la seguridad alimentaria se vería afectada por el Cambio Climático venidero. La preocupación mundial establece que para los siguientes 30 años la producción de alimentos deberá duplicarse para poder alimentar a la población creciente del planeta (UNFCCC, 2006).

La escasez de alimentos en el país, cada vez es más evidente, por ejemplo en el año 2009, se produjeron 39.8 millones de toneladas de los diez principales granos y oleaginosas, lo cual satisfizo únicamente al 69.6% de la demanda nacional (SEMARNAT, 2009).

En la actualidad, en el Estado de Durango la temperatura máxima media anual oscila alrededor de los 26.3°C, en la regionalización proyectada, el escenario arrojó una temperatura de 27.4°C para los próximos 30 años, por lo cual se espera un incremento de 1.1 °C respecto a las condiciones actuales. En lo que se refiere a la temperatura mínima promedio anual, el estado se mantiene cercano a los 8.9°C y el escenario producido arrojó una temperatura promedio de 9.2°C, por lo cual se espera que la temperatura mínima incremente en 0.3°C

Las acciones de adaptación propuestas en el sector agricultura (AAi) están acompañadas de un conjunto de estrategias (EAAij) sugeridas para poder alcanzar la meta establecida.

AA1: Modificar la topografía del suelo para mejorar el aprovechamiento del agua y reducir la erosión eólica

- EAA1-1 Promover la subdivisión de campos de cultivos grandes
- EAA1-2 Construir y mantener canales de césped
- EAA1-3 Construir cortinas rompe vientos

AA2: Mejorar el uso del agua y su disponibilidad, además de controlar la erosión del suelo

- EAA2-1 Revestir los canales de riego con películas plásticas
- EAA2-2 Concentrar la irrigación en periodos de crecimiento pico
- EAA2-3 Usar irrigación por goteo o implementar nuevos sistemas de riego
- EAA2-4 Modificar la técnica de crianza de ganado de agostadero, por ejemplo retomar el pastoreo
- EAA2-5 Impulsar el uso de carcas vivas, a fin de reducir el estrés calórico y que además son fuente de forraje para la alimentación del ganado sobre todo durante la sequía

AA3 Cambiar las técnicas de cosecha para conservar la humedad y los nutrientes, reducir los escurrimientos y el control de la erosión del suelo

- EAA3-1 Cambios en la variedad de cultivos de temporal
- EAA3-2 Evitar el mono cultivo
- EAA3-3 Usar plantaciones de baja densidad
- EAA3-4 Emplear soportes en el suelo de rastrojo y paja
- EAA3-5 Cambiar los usos de fertilizantes químicos y su aplicación
- EAA3-6 Modificar los tiempos de plantación y cosecha, utilizando los pronósticos climáticos
- EAA3-7 Selección de cultivos agrícolas resistentes a sequía y a características del suelo
- EAA3-8 Impulsar el uso de buenas prácticas para el uso y manejo del agua (tecnologías de riego, nivelación de terrenos, eficiencia en la conducción de agua) en la producción agrícola

AA4: Generación y divulgación de información climática regional para mejorar la producción agrícola

- EAA4-1 Fomentar el intercambio de información entre las instancias gubernamentales, la sociedad civil y las instituciones académicas agropecuarias, sobre investigaciones relacionadas con los efectos del Cambio Climático en los distintos sectores de la sociedad.
- EAA4-2 Realizar un inventario y monitoreo regional de producción de los principales cultivos del Estado y sus posibles efectos ante el Cambio Climático, basándose en los escenarios regionalizados por el programa, a fin de prever posibles afectaciones de los cultivos

- ➔ EAA4-3 Identificar las zonas aptas para el desarrollo de cada una de las actividades productivas en base al ordenamiento territorial, los escenarios climáticos y ordenamientos de cuencas y sub-cuencas
- ➔ EAA4-4 Otorgar las facilidades para la distribución y elaboración de bases de datos climáticas y de recursos naturales generadas a través de estaciones meteorológicas instaladas en el Estado. En este caso sería conveniente promover la reactivación o instalación de estaciones climatológicas en el sur del Estado para generar más información a través de la entidad.

### 7.1.3 Acciones de adaptación: Uso de suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura

Un efecto directo de Cambio Climático es el aumento en el potencial de la evapotranspiración, con lo que genera, dependiendo de la fisiología de cada especie forestal, estrés hídrico; además pueden presentarse otros factores indirectos como son: mayor incidencia de plagas y enfermedades, aumentos en el potencial de incendios forestales y disminución de la polinización.

El incremento de la temperatura y precipitación ha favorecido el aumento en el ciclo de vida de las plagas forestales, especialmente en bosques templados selvas. Bajo Cambio Climático se podrían presentar hasta tres ciclos

adicionales de vida al año, con respecto a las situaciones actuales

La biodiversidad y los ecosistemas del país manifiestan síntomas de un impacto antropogénico, que ha sido agudo en el último medio siglo. La deforestación, sobreexplotación y contaminación de los ecosistemas, la introducción de especies invasoras y el Cambio Climático son causas directas de la pérdida de capital natural.

Las acciones de adaptación propuestas en el sector USCUSYS (AUi) propuestas están acompañadas de un conjunto de estrategias (EAUij) sugeridas para poder alcanzar la meta establecida

AU1: Disminuir la pérdida de la masa forestal y contribuir a la conservación de los bosques y ecosistemas del Estado.

- ➔ EAU1-1 Disminuir las tasas actuales de deforestación, mediante acciones de mantenimiento de obras ya existentes, construcción de nuevas obras y ejecución de obras de conservación de suelo y agua
- ➔ EAU1-2 Reforzar los programas que implican acciones de reforestación y pago de servicios ambientales
- ➔ EAU1-3 Incrementar especies nativas en los programas de reforestación para los diferentes ambientes del Estado
- ➔ EAU1-4 Usar información de pronósticos climáticos para programar campañas de reforestación

- EAU1-5 Introducción de cortinas de rompe-vientos en la periferia de las ciudades
- EAU1-6 Mantener y promover campañas de reforestación urbana
- EAU1-7 Promover la conservación de la biodiversidad y recursos hídricos para asegurar la resiliencia y buen funcionamiento de los ecosistemas
- EAU1-8 Promover la agroforestería para mejorar los productos forestales y los servicios
- EAU1-9 Desarrollar/mejorar el programa estatal o regional de manejo y control de incendios forestales

#### 7.1.4 Acciones de adaptación: Sector Salud

El análisis general de sector vectorial reveló un índice de riesgo/beneficio de -11 lo que lo califica como bastante vulnerable. Los estudios de morbilidad para México identificaron cambios en las incidencias de enfermedades infecciosas gastrointestinales debido al incremento en la temperatura y humedad principalmente, su incremento promedio es del 1.7% por aumento de 1°C (Ibarrarán y Rodríguez, 2007). En base a los expuestos, se proponen las siguientes acciones de adaptación

#### ASA1: Prevención y detección de síntomas de enfermedades

- EAS1-1 Reforzar las campañas de saneamiento y brigadas de salud

- EAS1-2 Sistematizar campañas de prevención de enfermedades por ondas de calor y temperaturas extremas a fin de crear en la población conciencia sobre el beneficio de consumir agua potable, hervida o clorada e instruir mediante educación en salud la manera apropiada de llevar a cabo dichas acciones
- EAS1-3 Instrumentar sistemas de alerta temprana para la detección de síntomas de enfermedades como deshidratación e insuficiencia renal agua
- EAS1-4 identificar cuáles son las principales causas de deshidratación para poder prevenirla, así como el clima y temporada del año que propicia la aparición de la misma
- EAS1-5 Instruir a la población acerca de la importancia del manejo de alimentos y su desinfección y cocción. Indicar el manejo adecuado de agua para el consumo humano, mediante educación para la salud

#### 7.1.5 Acciones de adaptación: Sector Social

El índice de riesgo/beneficio reveló un valor de puntuación de -10, lo que lo califica como un sector vulnerable. Bajo este sustento se proponen las siguientes acciones de Adaptación, contando con estrategias para lograr la meta propuesta.

#### ASO1: Adecuación y construcción de infraestructura

- EASO1-1 Desarrollar y/o adecuar infraestructura para asentamientos que actualmente se consideran como los más vulnerables (establecidos en márgenes de arroyos y sequías)
- EASO1-2 Fomentar el pago por servicios ambientales aplicados en áreas estratégicas, que ayudarán a comunidades que viven en pobreza extrema o marginadas
- EASO1-3 Explorar la opción de mecanismos de compensación de pérdidas por siniestros climáticos, como fondos de emergencia climática, fideicomisos, seguros internacionales, con el fin de tener acceso a recursos en caso de emergencias a eventos climáticos como lo fue la sequía

ASO2: Fomento de las capacidades científicas y de conocimiento básico sobre CC

- EASO2-1 Continuar, profundizar y mejorar los estudios para proyecciones de los escenarios climáticos y los riesgos asociados (tendencias de sequías e inundaciones)
- EASO2-2 Otorgar las facilidades para la distribución y la elaboración de bases de datos climáticas, y de recursos naturales generadas a través de estaciones meteorológicas instaladas en el Estado.
- EASO2-3 Desarrollar estudios para identificar los efectos actuales y potenciales de Cambio Climático en la salud humana
- EASO2-4 Generar una base de datos con información sobre

tendencias de la vulnerabilidad climática y adaptación en los diversos municipios del Estado.

- EASO2-5 Desarrollar estudios para identificar los efectos actuales y potenciales de Cambio Climático en la economía
- EASO2-6 Implementar programas de desarrollo social que provean información y capacitación, para enfrentar los problemas del Cambio Climático
- EASO2-7 Realizar un programa de sensibilización en medios masivos de comunicación dirigido a la población para la reducción propia de la vulnerabilidad a los impactos hidro-meteorológicos extremos o sequía
- EASO2-8 Fomentar el intercambio de información entre las instancias gubernamentales, la sociedad civil y las instituciones académicas en investigaciones relacionadas con los efectos del Cambio Climático en los distintos sectores de la sociedad
- EASO2-9 Implementar campañas intensivas de cultura del agua en toda la población para su ahorro y uso eficiente, a fin de disminuir su escasez producto del desperdicio.



---

**PERIÓDICO OFICIAL DEL GOBIERNO DEL ESTADO**

**PROFR. JAIME FERNANDEZ SARACHO, Director General**

Hidalgo No 328 Sur, Col. Centro Durango, Dgo. C.P 34000

Dirección del Periódico Oficial

Tel: 137-78-00

Dirección electrónica: <http://secretariageneral.durango.gob.mx>

impreso en los Talleres Gráficos del Gobierno del Estado